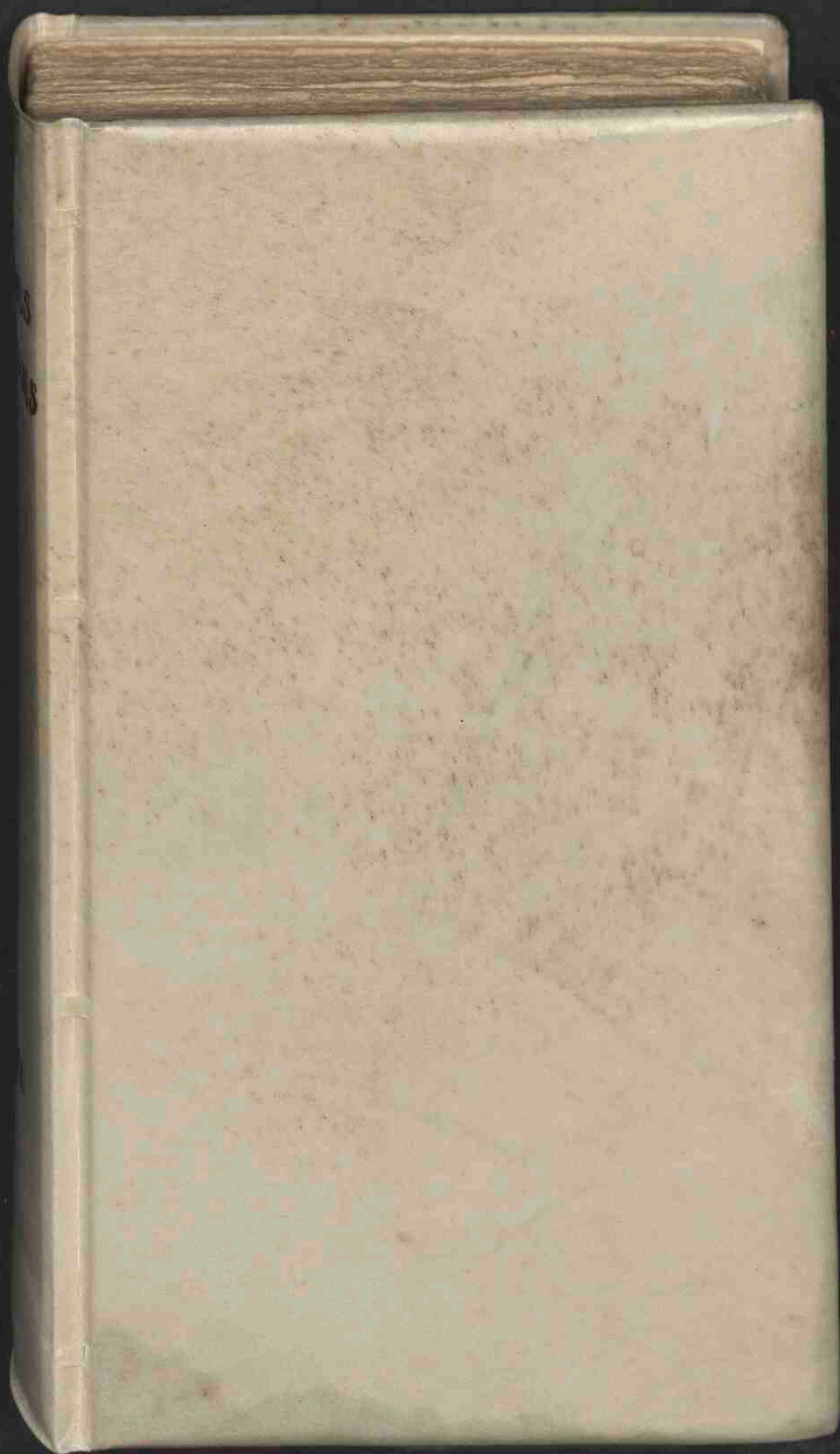
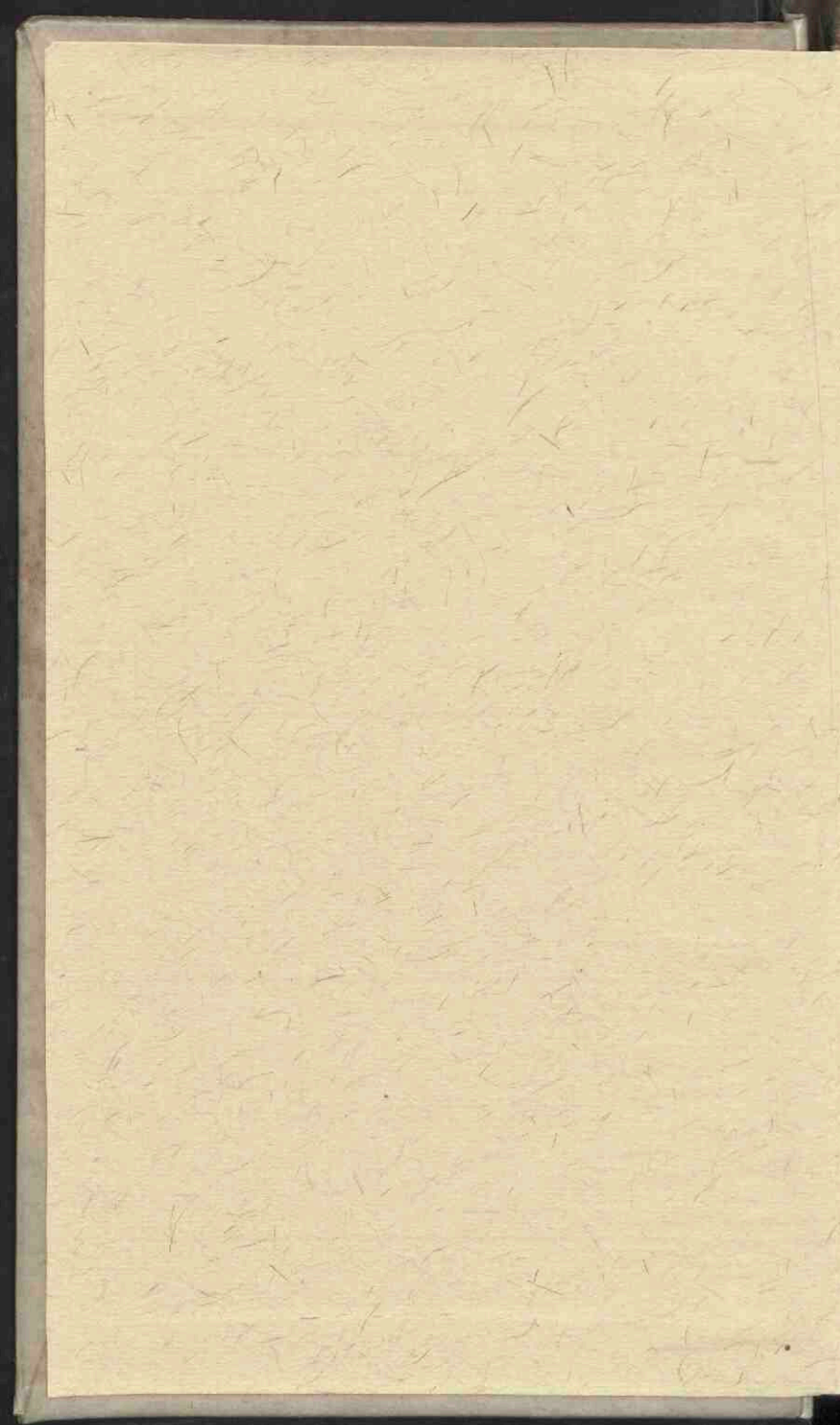


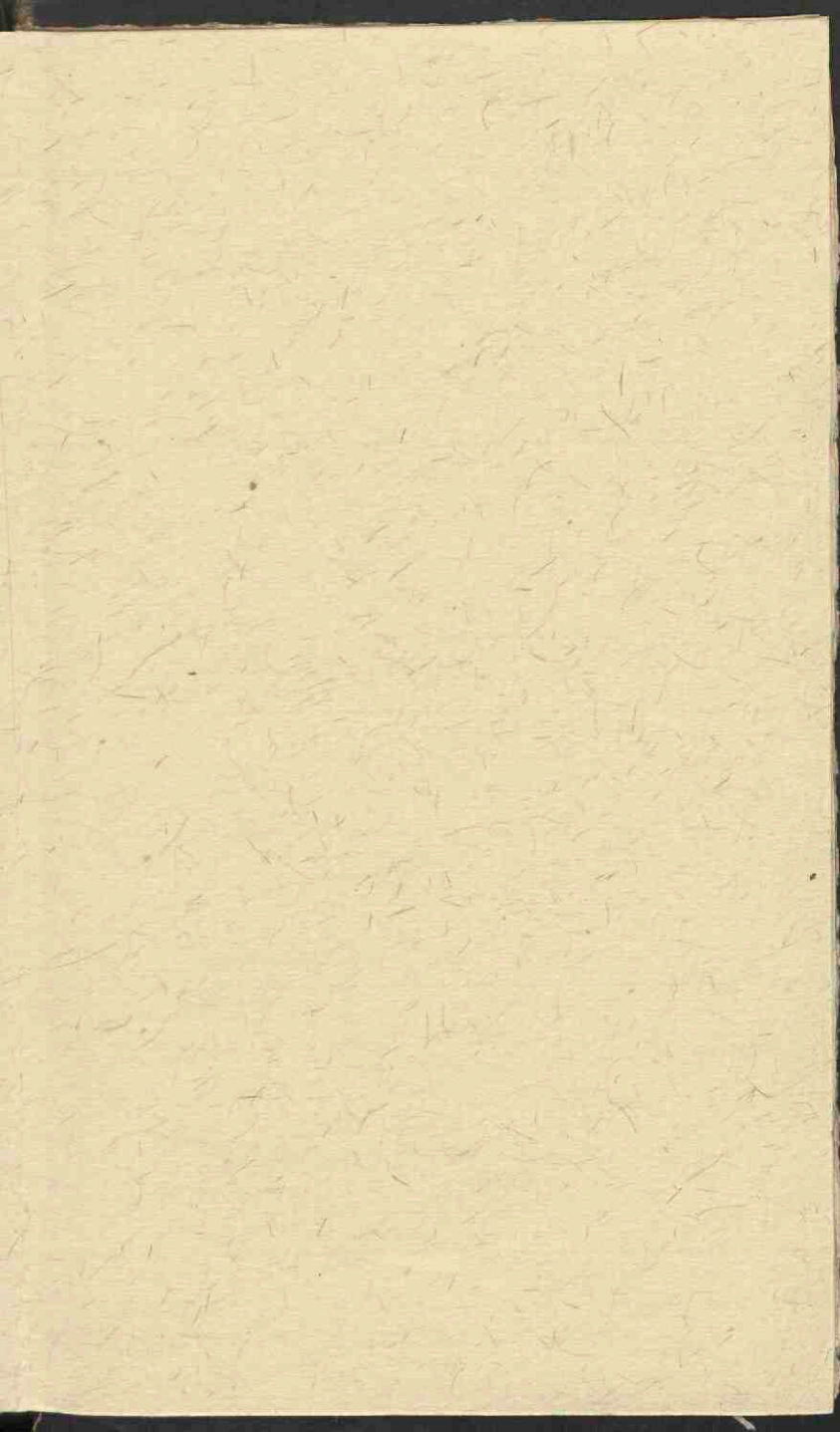


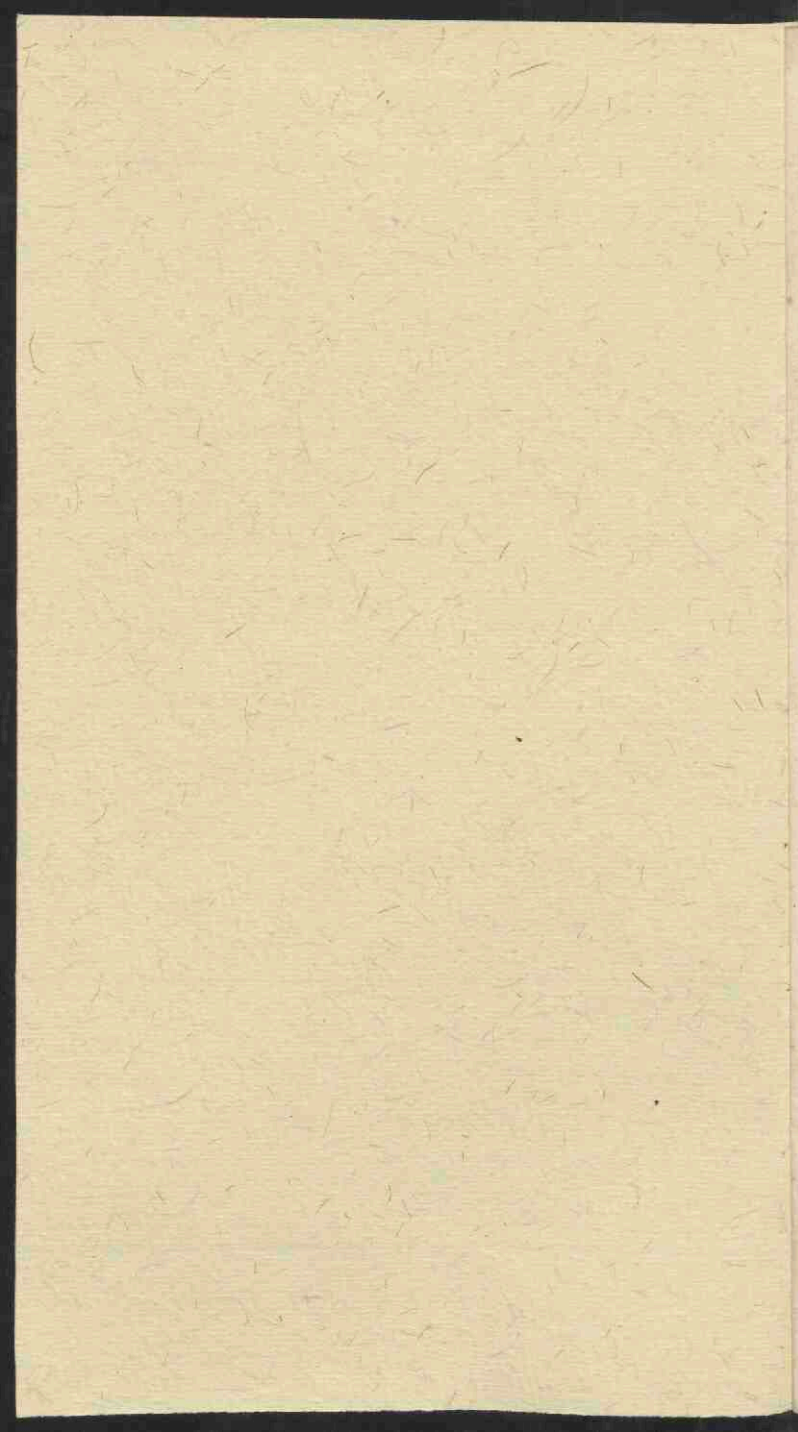
**Lettres physiques, contenant les notions les plus nécessaires  
à ceux qui veulent suivre les leçons expérimentales de cette  
science.**

<https://hdl.handle.net/1874/352196>

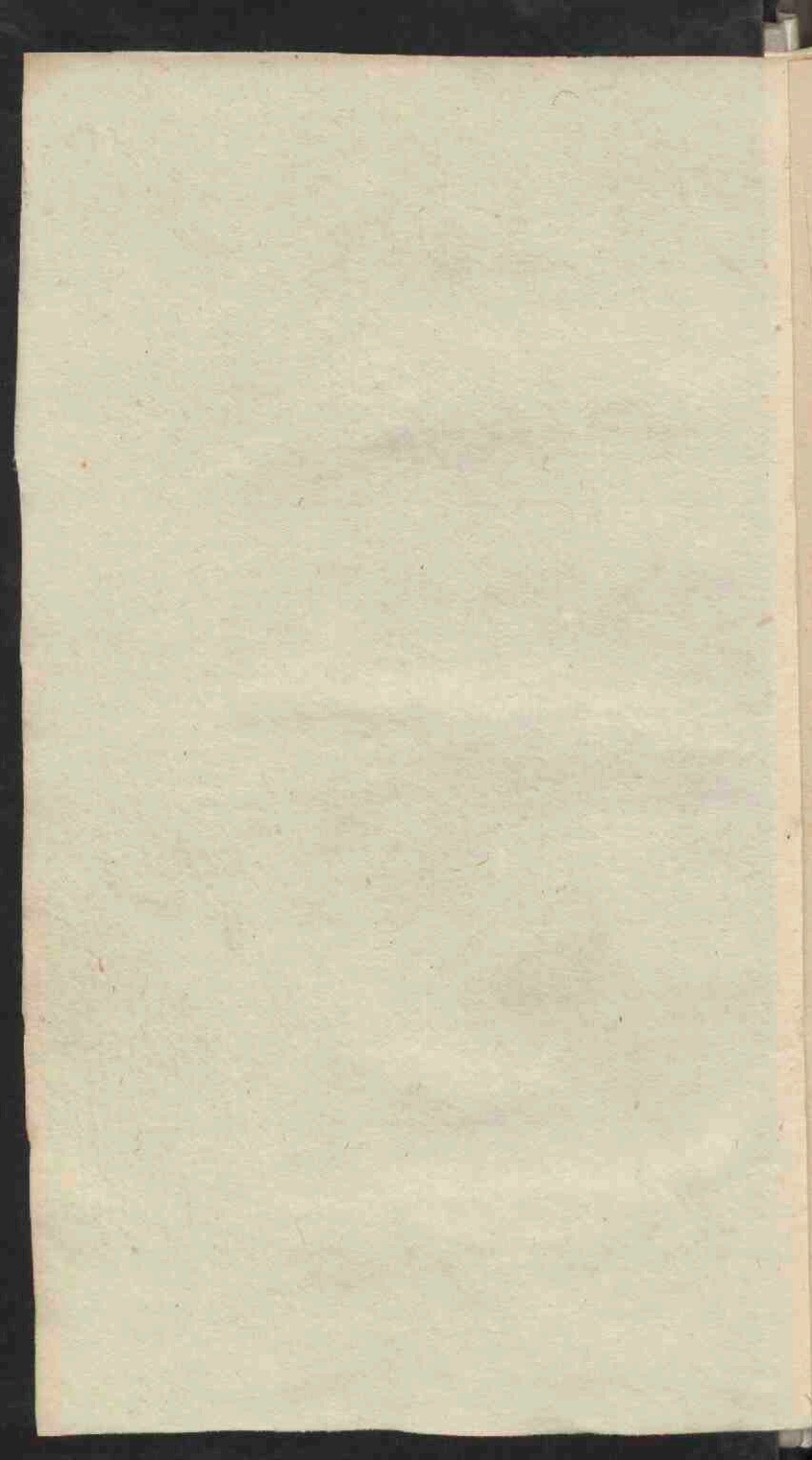








J. G. v. Cittert - Eymen



LETTRES  
PHYSIQUES.



LETTERS  
PHYSIQUES.

LETTRES  
 PHYSIQUES,  
 CONTENANT

Les notions les plus nécessaires à ceux  
 qui veulent suivre les Leçons expé-  
 rimentales de cette Science.



A PARIS,

Chez LOUIS-GUILLAUME DE HANSY, Libraire,  
 Pont-au-Change, à S. Nicolas.

---

M D C C L X I I I.

AVEC APPROBATION, ET PRIVILÈGE DU ROI.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY

PHYSICS

PHYSICS

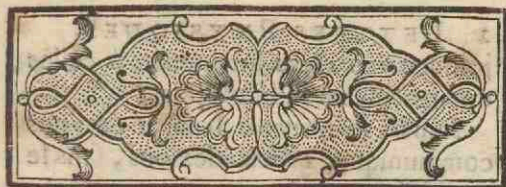
PHYSICS

A PARIS

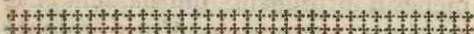
PHYSICS

PHYSICS

PHYSICS



# LETTRES PHYSIQUES.



## PREMIERE LETTRE.

### *Introduction.*



Vous desirez, Monsieur, que je vous fasse part des instructions que j'ai reçues des deux plus habiles Physiciens de notre siècle \*. J'aurois pû espérer de vous satisfaire, si j'avois vu l'exécution du projet que nous avons formé de faire ensemble un Cours sous chacun de ces Sçavants; mais les devoirs de votre état, qui vous ont rappelé dans votre patrie au moment que nous y pensions le moins, m'ont privé de la douce satisfaction dont je m'étois flatté, & m'ont empêché de

Introdu-  
ction.

\* Messieurs l'Abbé Nollet & Delor.

Introdu-  
tion,

2 LETTRES PHYSIQUES.

joindre vos idées lumineuses à celles de nos célèbres Philosophes.

Jamais je n'aurois hasardé de vous communiquer mes Réflexions, sans le motif dont vous vous servez. Vous voulez, dites-vous, donner à vos chers enfants les premiers principes de la Physique Expérimentale, & les préparer sur les causes de ces Phénomènes si surprenants qui naissent chaque jour sous nos pas. Votre volonté me détermine; & mon obéissance, qui m'acquitte en partie de la reconnaissance que je vous dois, vous prouvera le retour sincère de cette véritable amitié, dont vous m'avez comblé dès notre tendre jeunesse.

N'espérez pas que j'aie réveiller les cendres de ces Philosophes de l'antiquité. Quelque respect que m'inspirent Aristote, Platon, Démocrite, Epicure, &c; ces Illustres ne me serviront pas de modèles. Je puiserai dans une source toute nouvelle. Messieurs l'Abbé Nolle & Delor, m'ont aplani la route que je dois suivre.

Vous n'ignorez pas combien le premier enrichi notre siècle, tant par ses Cours publics chez lui, & au Collège de Navarre, que par son Livre

I. L E T T R E. 3

de *Leçons de Physique Expérimentale*, qu'il distribue avec un succès égal à celui que l'on doit attendre d'un esprit aussi éclairé que le sien.

Introdu-  
ction.

M. Delor est, comme vous le sçavez, en possession depuis long-temps dans les Colléges, d'exciter & d'échauffer le germe de ces génies heureux, de ces jeunes athlètes qui, formés sur la force & la vérité des Principes qu'il démontre avec la netteté qui lui est naturelle, luttent à l'envie pour se mieux disputer un jour la palme de l'immortalité.

Ce n'est pas leur éloge que j'entreprends; il perdrait trop d'être tracé par une plume aussi foible que la mienne. Tout parle pour ces Philosophes; je ne suis que l'écho public.

Rempli de ce zèle que vous sçavez si bien animer, je vais vous présenter un extrait de ce que j'ai appris sous ces dignes Maîtres. Je rappellerai les phénomènes dont la Nature est si prodigue; j'établirai leurs principes, & je m'efforcerai d'en approfondir les causes en développant leurs effets. J'y joindrai les Réflexions que j'ajouterai nécessaires, en suivant en général les systèmes de mes guides; & j'abrègerai.

#### 4 LETTRES PHYSIQUES.

Introdu-  
ction.

rai autant qu'il fera en mon pouvoir , pour éviter à vos jeunes enfans des calculs & des détails qui seroient actuellement au-dessus de leurs forces.

La Physique est une science qui soumet à des loix & à des principes certains , les causes de ces phénomènes que nous découvrons dans la Nature. Cette science est la connoissance de la Nature elle-même ; & son objet s'étend sur tous les corps.

Jusques à Descartes, ce n'étoit qu'un amas de systêmes entassés les uns sur les autres , dont le dernier détruisoit celui qui l'avoit précédé. Un Philosophe s'efforçoit d'établir un principe puisé dans son imagination , que son successeur anéantissoit par un autre tout opposé & tout aussi ridicule.

Descartes\* , né pour l'immortalité , reçut le jour en Touraine vers l'an 1596 , de parents nobles , & d'ancienne Famille. Ses Etudes , qu'il fit avec célébrité , lui donnerent tant de goût pour les sciences , qu'il quitta la profession des Armes , qu'il avoit embrassée , pour se retirer\*\* , & se livrer entièrement à l'étude.

\* Abrégé de la Vie de Descartes.

\*\* Il se retira en Hollande vers l'an 1639.

C'est de cette solitude que l'on vit sortir tous ces différents ouvrages qui porteront son nom jusques chez les races les plus reculées. Son Livre des *Principes*, ses *Méditations*, sa *Méthode*, son *Traité des Passions*, sa *Géométrie*, &c. sont autant de modèles d'un prix inestimable qui fleuriront dans les siècles futurs.

L'ignorance & l'envie déchainèrent contre lui la crasse de la Philosophie Péripatéticienne. Ceux qui, enveloppés & confondus dans cette immensité de sophismes plus embrouillés les uns que les autres, ne pouvoient comprendre ni pénétrer les idées nouvelles & lumineuses de ce Philosophe, se rejettèrent sur sa doctrine & sur ses mœurs, en l'accusant d'hérésie : mais il fit cesser la calomnie en revenant en France en 1647, où il reçut le plus favorable accueil.

Il passa ensuite vers cette incomparable Christine, Reine de Suède, qui le combla de bontés, jusqu'à lui accorder l'honneur de s'entretenir avec lui tous les jours dans sa Bibliothèque.

Ce fut dans ses Etats, & pour ainsi dire sous ses yeux, que ce grand homme paya le tribut à la Nature. Il mou-



6 LETTRES PHYSIQUES.

Introdu-  
tion.

rut âgé de 54 ans, le 10 Février 1650, entre les bras de l'Aumônier de l'Ambassadeur de France, avec les sentimens du plus parfait Chrétien. Son corps, apporté en France, fut enterré dans l'Eglise de Sainte Geneviève-du-Mont à Paris.

Ce rare génie arracha la Physique des Ecoles où elle languissoit dans l'ignorance & dans l'oubli; sa nouvelle Méthode fut goûtée par les Sçavans de toutes les Nations. A son imitation, Gassendi en France, Leibnitz en Allemagne, Newton en Angleterre, ne s'occupèrent successivement qu'à étudier, sur des principes solides & certains, les nouveaux phénomènes qui se présentoient en foule à leurs yeux.

C'est à ces Philosophes que l'on doit la connoissance exacte de ces découvertes si merveilleuses, qui excitent avec tant de raison, l'admiration de tout le monde. Depuis, quantité de Sçavans se sont rendus célèbres par cette science; aujourd'hui elle est universelle, & il n'y a pas un homme raisonnable qui ne désire s'instruire, & connoître la cause de ces effets sans nombre & si surprenants qui étonnent notre imagination.

Pénétré de cette louable curiosité , j'entreprends cet Abrégé pour me faire un amusement utile , afin de passer quelques heures dans mon Cabinet avec des amis particuliers , à méditer & à considérer les effets de la Nature.

---

Introdu-  
Aion.

Mon dessein n'est pas d'embrasser scrupuleusement les parties de cette science dans leur totalité. Je ne me sens pas assez d'étendue de génie , pour vouloir me mettre en parallèle , & lutter avec les plus grands Philosophes ; je ne veux que m'instruire en m'amusant. Pour cet effet , je choisirai les Expériences les plus curieuses dans le nombre de celles que j'ai vûes dans les deux Cours de Physique que j'ai faits chez MM. l'Abbé Nollet & Delor ; & , à l'aide des lumières de ces deux Scavans , je tâcherai d'en expliquer les effets.

En suivant le plan que je me propose , je commencerai par les quatre Elémens. *La Terre* me présentera des phénomènes dont tous les corps sont susceptibles , soit par leur figure , leur pesanteur , leur mouvement , &c. J'irai fouiller jusques dans les replis de l'*Onde* pour y puiser ceux que cet Elément peut nous procurer. *L'Air* m'en

---

Plan de cet  
Abrégé.

8 LETTRES PHYSIQUES.

Plan de cet  
Abrégé.

fournira quantité dont la variété est aussi surprenante, que la cause qui les produit devient intéressante. *Le Feu* nous en montrera d'autres aussi nécessaires à connoître, qu'ils sont effrayans pour qui n'en a pas encore fait la découverte. *La Lumière* & sa décomposition viendront à la suite du Feu.

Mon projet est vaste, je l'avoue, & je douterois de la réussite, si je ne comptois sur votre indulgence, Monsieur, & sur celles de mes amis; muni de ces secours, j'ose me flatter de pouvoir parvenir à mon but. Entrons en lice, & commençons par la nature des Corps qui sont sur la terre.

*De la Nature des Corps.*

Nature des  
Corps.

Tout corps est matière. Toute matière est étendue. Tout corps est long, large & profond depuis la masse la plus énorme jusques à une ligne, un point. Mais la Nature des Corps est différente. On en distingue de deux sortes, le corps simple & le corps mixte.

Le corps simple est celui dont toutes les parties sont homogènes, c'est-à-dire d'une seule & même nature, comme un des sept rayons des cou-

I. LETTRE. 109

leurs primitives dont la lumière est composée. L'eau dans sa pureté.

Nature des  
Corps.

Le corps mixte est celui dont les parties sont hétérogènes, c'est-à-dire qui diffèrent entre-elles, comme cette même lumière en total, les végétaux, les plantes, les animaux, &c.

Les qualités des corps sont générales ou particulières.

Les générales regardent l'étendue, la figure, & la mobilité.

Elles renferment aussi en elles la solidité, la porosité, la compressibilité, & la divisibilité.

On appelle corps solide celui dont les parties sont liées ensemble.

La porosité désigne les vuides qui se trouvent entre les parties solides d'un corps.

La compressibilité dénote la diminution du volume d'un corps, en supprimant les vuides ou pores par le rapprochement de ses parties solides.

La divisibilité veut dire la séparation ou la désunion possibles des parties de ce corps en d'autres parties plus petites.

Les qualités particulières des corps consistent dans la dureté, la mollesse, la fluidité & l'élasticité.

10 LETTRES PHYSIQUES.

Nature des  
Corps.

Le corps *dur* est celui dont les parties sont tenaces, & ne se séparent qu'avec force. *Exemple* : La pierre, le marbre, &c.

Le corps *mou* est celui dont les parties sont moins liées, plus faciles à diviser, & sans ressort. La terre mouillée, la cire, la terre-glaife.

Les corps *fluides* & *liquides* sont ceux dont les parties propres se séparent aisément l'une de l'autre : telles sont l'eau, la fumée, la vapeur, &c.

Le corps *élastique* est celui qui après avoir été comprimé se rétablit, & reprend sa première forme. Nous le voyons dans l'ivoire, & dans l'acier par les solides, & dans l'air par les fluides.

*Solidité des Corps.*

Solidité des  
Corps.

L'assemblage de toutes les parties dures & tenaces d'un corps, forme & constitue sa *solidité*. Les corps sont plus ou moins solides, suivant la qualité des parties de ceux qui résistent plus ou moins ; l'air & l'eau, quoique fluides, sont des corps solides : on est moins affecté du premier, par l'habitude continuelle où l'on est de vivre dans cet élément.

I. L E T T R E. II

Rien ne prouve mieux la solidité de l'air que le verre ou gobelet vuide, que l'on descend perpendiculairement, l'orifice en bas, sur une surface d'eau contenue dans un autre vase plus grand.

Solidité des  
Corps.

Expérience.

A mesure que l'on pèse sur le gobelet renversé pour le faire descendre, la surface de l'eau qui répond à l'ouverture, s'abaisse de même; on peut se convaincre de ce fait, & s'assurer qu'il n'entre point d'eau dans le gobelet, ou une très-médiocre quantité, en mettant flotter sur cette surface un morceau de liège, qui suit le mouvement & l'abaissement du vase.

La solidité de l'air est si grande, & la colonne de cet être qui remplit le vase est si forte, qu'elle contraint l'eau d'obéir à sa pression; mais, comme ce fluide est aussi un corps élastique, il se resserre dans la même proportion que l'on voit monter l'eau dans le gobelet; &, si-tôt que ses parties se sont rapprochées autant qu'elles le peuvent être, nulle force n'est capable de le réduire davantage. Ainsi la preuve qui nous le démontre solide, nous le présente flexible.

Cet Instrument dont les Charlatans se servent pour éblouir les yeux du

Expérience  
de la Fontaine  
intermittente.

12 LETTRES PHYSIQUES.

Solidité des  
Corps.

vulgaire ignorant ; cette fontaine intermittente , qu'ils font obéir à leur commandement , sert encore en Physique à prouver la solidité de l'air.

Au milieu de la figure qu'on lui donne , se trouve un canal ouvert haut & bas. La partie inférieure de ce canal qui porte sur le fond d'une cuvette , est échancrée de deux lignes pour laisser le passage à l'air. Cette cuvette est percée au centre , d'un trou de deux lignes aussi de diamètre , par lequel l'eau s'écoule. La partie supérieure du canal traverse jusqu'en haut une boule qui forme le réservoir , que l'on emplit d'eau aux  $\frac{3}{4}$ . Vers le fond de cette boule sortent une demi-douzaine de petits canaux , par lesquels l'eau s'écoule. Si l'on veut donner un air de mystère à cette fontaine , on la décore d'ornemens , surtout aux endroits où se fait l'écoulement , afin de le cacher.

Ces deux expériences suffisent pour démontrer la solidité des fluides ; & ce principe bien prouvé par l'air que nous regardons comme le moins solide peut nous faire juger de la solidité des autres corps.

Celle du gobelet nous apprend qu'on ne peut faire entrer aucune liqueur dans un vase quelconque, si l'air qu'il contient ne trouve une issue pour en sortir. Si l'entonnoir, par exemple, dont vous vous servez pour introduire une liqueur dans une bouteille, bouche exactement l'orifice du goulot de cette bouteille, jamais la liqueur ne pourra pénétrer dans le vase; relevez un peu l'entonnoir pour laisser un petit jour entre lui & le goulot, aussi-tôt la liqueur plus pesante chassera l'air par ce jour, & elle entrera & emplira la bouteille.

Solidité des Corps.

Explication de l'expérience du Gobelet.

On est obligé de chauffer une cafolette, dont le goulot est très-étroit, quand on y veut faire entrer une liqueur odorante, pour que l'action du feu chasse l'air qui s'y trouve contenu, sans quoi il seroit impossible de l'en faire sortir. On présente ensuite le bec de ce vaisseau qui n'a qu'une très-petite ouverture, à la liqueur qui va prendre sa place. C'est ce que nous expliquerons plus amplement lorsque nous parlerons de l'effet de l'Eolipile.

La pression intérieure de l'air qui passe par le canal de la fontaine intermittente lorsqu'il est ouvert, fait son

Explication de l'expérience de la Fontaine intermittente.



## 14 LETTRES PHYSIQUES.

Solidité des  
Corps.

effet sur la surface de l'eau du réservoir. Or, comme cette pression, jointe au poids de l'eau, est plus forte que la pression que l'air extérieur exerce sur les orifices des petits canaux; celui-ci est obligé de céder à une force supérieure, & l'eau s'écoule par les petits canaux.

Mais comme la quantité d'eau que les petits canaux fournissent dans la cuvette est plus grande que celle qui peut en sortir, elle s'élève, & bouche la rénure qui sert de passage à l'air intérieur: alors l'air extérieur qui presse avec avantage contre les orifices des petits canaux empêche l'écoulement qui ne recommence que lorsque la rénure se trouve débouchée.

Ainsi lorsque le bout inférieur du grand canal par où passe l'air dans l'intérieur se trouve bouché, l'air extérieur, plus fort que le liquide, exerce toute sa force vers les orifices des petits canaux, & empêche l'écoulement de l'eau, qui recommence chaque fois que la cuvette se vuide, & cesse aussi chaque fois que l'eau remplit l'ouverture inférieure du grand canal; c'est ce qui cause l'intermittence.

## II. LETTRE.

*Porosité des Corps.*

**T**OUT solide est composé de matière, & toute matière est poreuse. L'or, le marbre, les deux corps les plus compacts que nous connoissons, sont extrêmement poreux. Si tout corps est matière, & que toute matière soit poreuse, il ne peut s'en trouver totalement d'impénétrable, au moins jusqu'à un certain point. Rien ne se laisse pénétrer plus aisément que les deux solides que nous venons de citer.

---

Porosité des  
Corps.

Le Mercure s'introduit dans l'or en un instant. L'eau régale le dissout entièrement. L'esprit-de-vin, celui de thérébentine, la cire fondue s'incorporent d'une façon si intime avec le marbre, qu'on le polit avec ces corps étrangers qui y sont incrustés, sans que les couleurs se perdent; ce qui forme des marbres artificiels, qui surpassent souvent les naturels.

La gravure en taille-douce est de même une pénétration de l'eau-forte dans le cuivre. On enduit d'une cou-

Porosité des  
Corps.

che de vernis de composition, une planche de cuivre mince & polie, dont on garnit les bords avec un petit cordon en talus de cire amollie. Après avoir attaché aux quatre coins de cette Planche le dessein empreint derrière, d'une couche de poudre de crayon rouge, ou de pierre de mine, ou de craye de Briançon, avec une pointe on suit les traits du dessein qui se calquent sur le cuivre à travers la couche du vernis: on coule ensuite sur cette planche posée horizontalement une quantité suffisante d'eau-forte affoiblie, qui creuse le cuivre découvert par la pointe, sans mordre sur le vernis, de sorte qu'il ne reste plus au Burin que le soin de perfectionner l'ouvrage.

Pour prouver la porosité des corps, nous allons exposer quatre expériences aussi agréables qu'instructives, qui nous feront connoître qu'ils le sont d'une manière bien sensible.

On nomme pores les vuides qui sont entre les parties solides des corps comme nous l'avons d'éja dit.

Experienc  
de la porosité  
du Bois.

Placez sur la machine pneumatique un canon de verre un peu long, terminé en haut par un vase de bois ten-

dre , creusé sur son fil & plein d'eau , dont le fond doit avoir quatre lignes d'épaisseur : en faisant le vuide , on voit l'eau filtrer , passer à travers le bois , & tomber par gouttes dans le canon de verre.

Porosité des Corps.

Faire le vuide , c'est raréfier l'air qui se trouve dans un récipient que l'on met sur la platine de la machine pneumatique , c'est-à-dire purger ce vaisseau de tout l'air grossier qu'il contient , mais non de tout l'air absolument , car cela est impossible ; ainsi il ne peut y avoir de vuide parfait ni absolu ; il reste toujours une matière subtile , qui devient plus rare , & plus divisée , à mesure que l'on veut la soustraire.

Un récipient est un vase de verre blanc fait en forme de cloche , ouvert par en bas , & fermé par en haut comme une voute , que l'on pose sur la platine de la machine pneumatique en placant entre deux un cuir mouillé ; & sous lequel on met ce que l'on veut éprouver dans la privation de l'air.

La machine *Pneumatique* est un des plus utiles instrumens que l'on ait imaginé. Elle est indispensable dans la démonstration de la Physique. Elle fut

Machine  
Pneumati-  
que.

Porosité des  
Corps.

découverte en 1654, par un Consul de Magdebourg, nommé *Otto Guerike*,

Quelques années après Boyle, fameux Physicien Anglois, la perfectionna. Tout grand Phylosophe qu'il étoit, il osa briguer l'honneur & le mérite d'une invention qui ne lui étoit pas dûe. Alors elle fut connue sous le nom de *La Machine du Vuide de Boyle*. Depuis, Guillaume Homberg, de l'Académie des Sciences, s'est appliqué à lui donner de l'exacritude. Enfin nos Phylosophes modernes l'ont rendu d'un usage si commode, que je pense qu'il n'est pas possible de la perfectionner davantage; & différens Auteurs l'ont tant célébré, que je me dispense d'en faire l'éloge, & d'en démontrer le détail. Ceux qui seront curieux d'en voir un très-ample, & bien circonstancié, le trouveront dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de 1740 & 41; il est de M. l'Abbé Nollet.

M. Delor, dont le Cabinet est très-curieux par la beauté & l'excellence de ses machines, qu'il compose & perfectionne lui-même, possède, selon moi, la machine pneumatique la plus commode. Le piston se baisse

& se relève par une espèce de cric, sans que l'on soit obligé d'employer le mouvement de la jambe & du pied, ce qui devient très-fatigant à la longue.

Porosité des Corps.

Préparez une liqueur claire & transparente, avec de la litarge & du vinaigre distillé. Ecrivez avec cette liqueur sur un papier blanc, que vous poserez lorsqu'il sera sec dans les premières feuilles d'un Livre de 4 à 500 pages. Passez ensuite sur la dernière feuille une éponge imbibée d'une autre liqueur composée d'orpiment, de chaux-vive, & d'eau; ouvrez le Livre, après l'avoir tenu quelques minutes sous la presse, vous trouverez l'écriture d'une couleur brune, & vous ne verrez nulle trace de la liqueur dans le reste du Livre.

Expérience de l'encre de sympathie.

Mettez sous le récipient de la machine pneumatique, un œuf dans un verre ou gobelet plein d'eau; en pompant l'air, la surface de l'œuf se couvrira d'une infinité de bulles d'air, qui se détacheront & gagneront la superficie de l'eau.

Expériences de l'Œuf.

Ajustez sur la machine pneumatique, un canon de verre pareil à celui de la première expérience rapportée

Expérience du Mercure.

Porosité des  
Corps.

ci-dessus , au haut duquel se trouvera un vase ouvert dont le fond sera de cuir de busle , & dans lequel vous mettrez du mercure à la hauteur de deux doigts. Dès le second coup de piston le mercure passera à travers la peau de busle , & tombera en forme de pluye sur la platine.

Ces expériences nous font connoître que tous les corps , de quelques espèces qu'ils soient , sont extrêmement poreux.

Explication  
de l'expérience  
du Vase de  
bois.

On employe la pression de l'air extérieur dans la première de ces quatre expériences , parce que les vuides ou pores du bois sont fort petits , & que l'eau , par son propre poids , ne pourroit les pénétrer sur le champ ; ce ne seroit qu'à la suite d'un temps fort long , qu'elle exerceroit sa force & sa pesanteur sans un secours étranger. Cette force de l'eau qui pénètre les solides est si considérable , qu'elle peut vaincre les plus grandes résistances.

Explication  
de l'expérience  
de l'encre  
de sympathie.

L'union des deux liqueurs claires & transparentes de la seconde expérience , dont la vapeur de celle que l'on met sur la dernière feuille passe à travers 4 à 500 pages , pour se joindre à

l'autre liqueur qui lui est propre , qui se trouve couchée sur la feuille de papier blanc, sans laisser aucune trace sur toutes les feuilles qu'elle traverse , prouve l'extrême porosité du papier , & donne le nom d'*encre de sympathie* à ces liqueurs.

Porosité des  
Corps.

Depuis que les esprits sont éclairés, on n'admet plus ces mots de sympathie & d'antipathie, que pour désigner que telle & telle chose s'accorde ou devient contraire. Cette fameuse poudre de sympathie, qui fait l'étonnement de ceux qui ne la connoissent point, n'est autre chose que du vitriol blanc dont la baze est du Zinc calciné au soleil, & pulvérisé : c'est un astringent qui dessèche une playe en peu de temps.

La troisième expérience nous montre l'extrême porosité de l'œuf. Elle est si grande, qu'en peu de temps, il perd une partie de sa substance, dont l'air extérieur prend la place. Cet air une fois entré dans les pores de l'œuf, n'en peut plus sortir naturellement, parce qu'il est retenu par la pression de celui de l'atmosphère ; il faut donc avoir recours à des moyens étrangers pour lui faire abandonner sa prison. C'est ce qui s'opère par

Explication  
de l'expérience  
de l'Œuf.



Porosité des  
Corps.

le secours de la machine pneumatique. On enlève l'air extérieur qui pèse sur la coque de l'œuf; alors l'air renfermé a toute sa liberté, il fait effort, & découvre en sortant les pores de la coque.

Cette expérience nous a conduit à trouver le moyen de fermer les pores des œufs, pour les conserver longtemps bons & frais. Si avant de laisser le temps à l'air de s'introduire & d'en pénétrer les pores, on les bouche hermétiquement avec de la cire, ou graisse fondue, dont on les couvre entièrement, on empêche leur substance de s'évaporer, & l'air d'y entrer. C'est une découverte dont nous sommes redevables à M. de Réaumur.

Explication  
de l'expérience  
du Mercure.

Par l'expérience du Mercure, nous sommes convaincus que les corps organisés sont aussi poreux que les autres. On employe dans cette expérience la pression de l'air extérieur comme dans la première, parce qu'il faudroit une trop grande quantité de mercure pour qu'il se fit jour de lui-même.

Les animaux transpirent naturellement, & c'est par les pores de leur peau, que les humeurs sortent. Si la

transpiration est forte, elle devient fueur; c'est ce qui arrive aux personnes qui font des exercices violens. C'est aussi un état qui souvent devient salubre aux malades.

---

Porosité des  
Corps.

Sanctorius prétend que de huit livres de nourriture qu'un homme prend en 24 heures, il s'en perd cinq par la transpiration insensible. Si l'on fait le partage des trois livres qui restent sur toutes les parties grossières qui se séparent par la sécrétion, on trouvera que le volume subtil qui s'extrait du chyle doit être bien peu de chose.

Dans l'été la grande transpiration relâche les fibres de l'estomac, ce qui donne moins d'appétit. C'est le temps où il faut se forcer de manger, pour réparer la perte que l'on fait à chaque moment.

*Compressibilité des Corps.*

Puisque nous avons la preuve que les corps sont poreux, nous devons nécessairement les regarder comme compressibles; car si la porosité est le vuide qui se trouve entre les parties solides d'un corps, il s'ensuit que lorsque l'on presse ce corps, ces mêmes parties se rapprochent & se compriment.

---

Compressi-  
bilité des  
Corps.

Compressi-  
bilité des  
Corps.

La compression regarde les corps solides, la condensation, les liquides. L'une & l'autre s'opèrent de même, elles ne diffèrent qu'en ce que dans la première on resserre le corps en un plus petit volume. Pressez une éponge, vous la réduirez dans un espace bien plus petit en comparaison du volume qu'elle occupoit, c'est la compression. Faites refroidir une liqueur chaude, c'est la condensation.

Tous les corps solides & fluides se compriment. Nul n'en est excepté. L'air est un de ceux qui se compriment le plus, & qui produit les effets les plus surprenans.

On prétend que les liquides n'ont jamais donné de signe de compression. Pour moi je pense qu'ils y sont sujets ainsi que les autres corps. Il est vrai que leurs molécules sont si petites & si dures, que leur compression ne peut paroître sensiblement. Une expérience très-curieuse que l'on rapporte comme une preuve convaincante de leur incompressibilité, démontre que, par l'extrême dureté de leurs parties, ils résistent à des forces considérables; mais elle ne pourra jamais prouver qu'ils ne puissent céder à des forces

ces

ces bien supérieures, conséquemment qu'ils soient incompressibles.

On prend un tube de verre de 3 lignes de diamètre intérieurement, & de sept à huit pieds de hauteur, recourbé par en bas jusques à la hauteur d'un pied. On verse du Mercure dans ce tube, assez pour qu'il se mette de niveau dans les deux branches un peu au-dessus de la courbure; on emplit d'eau la petite branche que l'on ferme & que l'on bouche exactement. On verse ensuite du Mercure dans la grande branche autant qu'elle en peut contenir.

La colonne d'eau fait tant de résistance à la pression du Mercure, que la diminution de son volume n'est pas sensible à la vue; & cette pression est si considérable, qu'elle égale trois fois le poids de l'Atmosphère.

Si cette force ne suffit pas pour rendre sensible la compression du volume d'eau contre lequel elle agit, c'est bien une preuve que les parties des liqueurs sont très-dures & peu flexibles, mais ce n'en est pas une qu'elles soient incompressibles; & l'on ne peut douter qu'elles ne cèdent à la pression, mais d'une quantité si peu con-

---

Compressi-  
bilité des  
Corps.

---

Expérience.

Compressi-  
bilité des  
Corps.

fidérable, qu'on ne peut en appercevoir l'effet. Car tout liquide est composé de quantité de petites masses rondes qui roulent sans - cesse les unes sur les autres. Tous ces petits corps, qui sont solides & de figure sphérique, ne peuvent être assez intimement unis pour qu'ils ne laissent aucun vuide entre eux. Or, quel est l'effet de la compression? C'est de rapprocher les parties solides les unes des autres, en supprimant les vuides qui se trouvent entre elles; & si tous les corps en général, grands comme petits, solides ou liquides, ont des vuides entre leurs parties solides, la compression doit avoir son effet sur les uns comme sur les autres, avec cette seule différence, qu'elle paroîtra moins sensiblement sur ceux dont les vuides sont moins grands.

Ainsi on doit conclure que tout corps en général, est sujet à la compression; mais que la ténuité des parties des liquides est si grande, qu'elle les met en état de résister davantage, ce qui rend leur compression imperceptible à nos sens.



## III. LETTRE.

**V**ous êtes bien bon, Monsieur, <sup>Compressi-</sup>  
 de m'écrire en termes aussi flatteurs. <sup>bilité des</sup>  
 Je vois que votre dessein est de m'en <sup>Corps.</sup>  
 courager, & je ressens, comme je le  
 dois, ce que vous me dites d'obligeant.  
 Je continuerai donc, puisque vous le  
 jugez à propos, & je supprimerai le  
 cérémonial, en vous envoyant mes  
 Lettres de suite, afin de ne point cou-  
 per notre sujet.

*Figure des Corps.*

La figure d'un corps est l'arrange-  
 ment de ses parties. Cette figure se  
 varie de tant de manières, qu'il n'e-  
 xiste pas deux êtres de même espèce &  
 de même nature, dont la ressemblance  
 soit parfaite dans tous ses points. <sup>Figure des</sup>  
<sup>Corps.</sup>

Au premier coup d'œil nous ju-  
 geons que les animaux, les plantes,  
 ressemblent à chacune de leur espé-  
 ce. Si cependant nous examinons avec  
 scrupule, nous ne trouvons ni les hom-  
 mes, ni les animaux, &c. avoir cette  
 égalité de traits qui dénote la parfai-  
 te ressemblance. Deux feuilles, deux

fruits du même arbre différent dans leur conformation & dans leur figure. Ce sont ces différences particulières qui nous font découvrir sur le champ l'objet que nous cherchons, tout confondu qu'il est, au milieu d'une multitude d'autres de même sorte.

Cette variété est égale dans tous les corps en général; ceux que notre vue ne peut remarquer n'en sont pas dispensés. Cette immensité de petits êtres, qui ne sont apperçus qu'à la faveur du microscope, subit les loix imposées à toute la Nature, sans pouvoir s'en écarter un instant.

L'invention de cet instrument est moderne: l'on en connoît de deux fortes. Le simple, & le composé.

Microscope  
simple.

Pour faire un microscope simple, il suffit de faire fondre un petit morceau de verre-blanc à la lumière d'une bougie. En fondant il se met en boule. On place cette boule entre deux plaques de métal percées au centre d'un très-petit trou, que l'on adapte ensuite au bout d'un petit tuyau de carton, dans lequel s'enchasse un autre tuyau de même espèce qui porte un verre plan sur lequel on met les objets insensibles que l'on veut voir. Le micro-

spectre simple les grossit considérablement, parce qu'il les présente sous un angle plus ouvert.

Figure des  
Corps.

Le microscope composé demande plus d'attention.

Microscope  
composé.

On prend trois verres convexes, l'un se nomme *lentille objective*, les deux autres *oculaires*.

Le premier oculaire doit avoir 18 à 20 lignes de foyer. Le second 20 à 22 lignes. On place ce dernier à la distance du foyer du premier oculaire, & le second qui est le verre du milieu se met environ à 4 pouces de la lentille objective.

Il faut observer que la distance du premier oculaire à l'œil doit être à peu-près la moitié du foyer antérieur de cet oculaire à l'œil.

Le tout s'enferme dans un tuyau qui se monte sur une tige de cuivre par le moyen de laquelle on l'élève & on l'abaisse pour placer la lentille à la distance convenable de l'objet.

Cette tige est fixée solidement sur une boîte quarée percée dessus d'un trou d'un pouce de diamètre pour donner passage à la réflexion d'un petit miroir qui s'incline à différents degrés.



Figure des  
Corps.

Voilà ce qui établit le microscope composé qui fait paroître les objets plus éclairés, en plus grande quantité, & dans un espace plus étendu que le microscope simple; mais dans une situation renversée, parce que les rayons qui en viennent se croisent avant de parvenir aux yeux du spectateur.

Microscope  
Solaire.

Nous en avons encore un troisième de l'invention d'un nommé *Lieberkuin*, de l'Académie de Berlin, qui amplifie davantage les objets, c'est le microscope solaire.

On reçoit les rayons du soleil sur un miroir plan exposé au midi qui les réfléchit dans un tuyau mobile d'un pied de long environ, garni à son entrée d'un verre convexe de 10 à 12 pouces de foyer. La réflexion des rayons passe au travers de cette lentille qui les réunit sur un porte-objet couvert de poussière de papillon ou d'une goutte de liqueur, lequel se place un peu après son foyer.

Devant ce porte-objet on met une petite lentille d'un foyer très-court comme de 4 à 5 lignes, qui, recevant l'image des objets la transmet dans une chambre obscure sur un carton blanc éloigné de 10 à 12 pieds.

Plus on éloigne le carton plus les objets s'aggrandissent, parce que les rayons qui se réunissent au foyer de la petite lentille s'y croisent, & en partent avec une divergence d'autant plus grande qu'ils s'éloignent davantage.

Pour avoir les connoissances que l'usage du microscope composé nous donne, on fait tomber le jour sur le miroir placé dessous la lentille objective, de façon que ce miroir éclaire par réflexion le trou auquel cette lentille répond. Si c'est la nuit que l'on veuille s'en servir; une bougie basse que l'on met devant le miroir fait l'office du jour.

Le microscope met en évidence des miracles sans nombre, mais qui sont ensevelis & cachés pour nos sens trop grossiers.

Faites passer sous la lentille objective plusieurs portes-objets, les uns parsemés de différents sels, d'autres où l'on aura éparpillé des grains de sable; ceux-ci chargés de poussières d'ailes de papillons; ceux-là sur lesquels on aura posé une tranche très-mince de petites branches d'arbres ou de tiges des végétaux. Que de beautés! quelles richesses s'étaient

Expérience.

32 LETTRES PHYSIQUES.

Figure des  
Corps.

à nos yeux ! quel ordre, quelle symétrie on y découvre !

Les insectes les plus vils, les plus abjects, le rebut de la nature, dont la vue & le nom seul font horreur au préjugé de notre éducation, lorsqu'ils sont exposés sous le microscope, deviennent le sujet de la reconnoissance & d'un respect intérieur, dont l'ame ne peut se lasser d'être affectée pour l'Auteur de ces prodiges.

On y voit le sel marin former différents cubes. Le salpêtre se présente sous la figure d'aiguilles, & le sucre en globules arondis.

L'usage des sels est très-utile. Il empêche la corruption, parce qu'en vertu de sa prodigieuse divisibilité & de ses parties anguleuses, il s'infine & pénètre aisément dans les corps dont il bouche les vuides & les pores.

Le sable paroît transparent comme le cristal ; les grains sont gros, anguleux, & différemment taillés. C'est avec le sable que l'on nettoye les métaux, parce qu'il est très-dur. Si vous le mêlez & le préparez avec de certains sels, vous en faites une pâte, qui après la cuisson à un feu très-violent devient transparente, & forme la porcelaine.

L'expérience qui nous reste à indiquer est bien plus admirable. Les précédentes nous ont découvert la figure des corps inanimés ; celle-ci va nous offrir un peuple innombrable de différente espèce, dont on ignorerait encore l'existence, si le microscope n'avoit été inventé.

Pour réussir dans cette expérience, on met infuser dans de l'eau pendant 7 à 8 jours, dans un temps chaud, des fleurs, du foin, des Plantes de plusieurs espèces, que l'on a soin de hacher. Lorsque l'on présente un porte-objet, garni d'une goutte de cette eau, on voit quantité d'animaux, les uns faits en forme de petites boules, d'autres de figure ovale un peu allongée, d'autres enfin avec des pattes qui ressemblent à des sang-sues, qui meurent tous, & disparaissent à mesure que la goutte d'eau se sèche.

Si vous exposez au même air, & pendant le même temps, du vinaigre commun coupé avec de l'eau, il vous rendra des insectes qui ressemblent parfaitement à des petites anguilles très-vives.

Mettez sur le porte-objet une goutte d'eau d'huitre, gardée l'espace de

Figure des  
Corps.

cinq à six jours , vous appercevrez des animaux de même espèce , même figure , & d'un même mouvement. La goutte d'eau paroît comme un bassin rempli de poissons ; & ces animaux sont si diaphanes , que l'on distingue aisément leurs parties intérieures.

La corruption n'a nulle part à la naissance de ces insectes , comme on le prétendoit anciennement. C'est une erreur contre laquelle nos Naturalistes modernes se sont élevés avec tant de vigueur , qu'ils ont eu la gloire d'anéantir ce préjugé. Tous ces petits corps ont été créés par l'ordre du Tout-puissant ; & cette production vient de chaque espèce , à qui la faculté de se régénérer a été prescrite. Il est aisé d'en avoir la preuve en fermant exactement les vaisseaux qui contiennent les liqueurs ; jamais elles ne produiront d'insectes , si l'air n'en apporte les germes. Cependant les liqueurs se corrompent.

*Divisibilité des Corps.*

Divisibilité  
des Corps.

Ce qu'il y a de surprenant , c'est que ces petits corps , que la vue la meilleure ne peut appercevoir , sont aussi

aussi divisibles que ceux que nous distinguons & que nous saisissons facilement.

Divisibilité  
des Corps.

Nous avons établi, comme principe constant, que tout corps, quelque petit qu'il fût, étoit matière : s'il est matière, il est étendu ; est-il étendu, il est divisible.

Je n'entre point dans cette grande question qui fait tant de bruit dans les Ecoles : Sçavoir, si la matière est divisible à l'infini, ou non ; & si c'est idéalement qu'il faut la concevoir ainsi ; ou bien si sa divisibilité est physiquement possible. Je laisse ces disputes à des gens qui auront beaucoup de peine à s'entendre & à s'accorder sur cet article : pour moi je la conçois divisible à l'infini ; & parce que je ne puis exécuter ce que je conçois, il ne s'ensuit pas que la chose soit impossible.

Je vois donc dans le plus petit corps une multiplicité de parties séparables les unes des autres. Si je les vois ainsi, elles peuvent se diviser, & celles qui l'auront été, me représenteront chacune la figure d'un petit corps, qui pourra souffrir la même opération.

La vue simple ne peut appercevoir tous les corps qui sont dans la Nature.

## 36 LETTRES PHYSIQUES.

Divisibilité  
des Corps.

Avant l'origine du Microscope, pouvoit on se douter de l'existence de ces petits êtres qui viennent de passer en revue ? Mais, dira-t-on, ce petit corps que vous divisez tant de fois, doit finir. A force de le partager, il ne doit plus rien rester ; car tout prend fin, tout périt. Donc la matière ne peut être qu'idéalement divisible à l'infini, & non réellement.

Ce petit corps devient nul à mes yeux, il est vrai, mais il n'en existe pas moins. Cet atome est caché à ma vue, parce que mon organe n'est ni assez délicat, ni assez sensible, pour appercevoir les rayons de lumière qui parviennent de lui à moi : mais quand, à l'aide de cet Instrument, dont la découverte est si précieuse, je l'apperçois ; je le vois revêtu de toutes les parties essentielles à sa nature, & nécessaires à son existence : si dans cet état, je puis le diviser encore ; & qu'à force de le partager, je parviens à le rendre si petit, qu'il échappe à ma vue, tout exposé qu'il est sous le microscope, est-il assuré qu'il ait cessé d'exister ? Il seroit absurde de le penser. Que la Nature récompense le travail d'un habile Artiste, en lui faisant

III. LETTRE. 37

trouver un nouvel Instrument qui puisse rassembler plus de rayons de lumière, & rendre les objets plus gros que le microscope ordinaire ne peut faire, on verra renaître ce petit corps qui pourra se partager de nouveau en une infinité de parties sensibles.

Divisibilité  
des Corps.

La liqueur que l'on fait entrer dans une castolette, posée sur une lampe à esprit-de-vin, qui parfume une chambre par la vapeur odorante qu'elle répand, sans qu'il paroisse de diminution sensible à son volume.

Expérience  
de la Liqueur  
odorante.

Le grain de carmin, ou le même poids d'une dissolution de cuivre rosette, par l'esprit de sel ammoniac, que l'on jette au fond d'un grand vase de cristal, sur lesquels on verse dix à douze pintes d'eau avec laquelle ils s'incorporent, & partagent leurs belles & brillantes couleurs, l'une rouge, si c'est le grain de carmin dont on se sert, & l'autre bleue, si c'est la dissolution de cuivre rosette.

Expérience  
du grain de  
Carmin, ou  
de la dissolu-  
tion bleue.

La pièce de monnoye dont on enlève des feuilles du métal qui la compose, par le moyen du soufre dont on la charge dessus & dessous auquel on met le feu.

Expérience  
de la Pièce de  
monnoye.



## 38 LETTRES PHYSIQUES.

Divisibilité  
des Corps.

Expérience  
de la dissolu-  
tion du Fer  
& du Cuivre.

Et les dissolutions de limailles de cuivre & d'acier, qui se font en versant dessus de l'eau-forte, sont toutes Expériences qui prouvent la prodigieuse divisibilité des corps de toute espèce.

L'eau - forte ronge les limailles, & s'en empare avec une effervescence & un bouillonnement qui occasionnent une forte vapeur. La limaille de cuivre rend une couleur verdâtre, & celle d'acier une couleur tirant sur le rouge. Quoique ces effets soient semblables, ils sont plus violents, & s'opèrent plus promptement sur l'acier.

L'esprit - de - nitre est composé de petites pointes très-aigues qui vont se loger dans les pores de ces métaux, pour en pénétrer les parties & les séparer. Si l'acier se dissout plus promptement que le cuivre, c'est qu'il est moins dense, que ses pores sont plus ouverts, & que l'eau-forte mord avec plus d'action sur ses parties.

C'est le propre de l'eau - forte de dissoudre les métaux; la Nature les a tous soumis à son action, à l'exception de l'or. Ce dernier, regardé avec raison comme le roi des métaux, ne se dissout que par l'eau régale, qui est

un composé d'eau-forte & d'esprit de sel marin bien deslegmé ou d'esprit de sel ammoniac.

Divisibilité  
des Corps.

Dans la dissolution des mineraux par l'eau-forte, il se fait une progression singulière; l'esprit de nitre ne s'empare que d'un minéral à la fois; &, comme il a plus d'analogie avec les uns qu'avec les autres, il quitte celui qu'il contient pour en prendre un autre qu'on lui présente, avec lequel il aura plus d'affinité. Jetez, par exemple, du cuivre dans une dissolution d'argent par l'eau-forte, cet esprit abandonnera l'argent pour s'emparer du nouveau métal qu'on lui donne. Si dans cet état vous lui donnez du fer, il déposera sur le champ le cuivre, & le laissera tomber au fond du vase, c'est ce que l'on appelle *précipité* en Chymie.

Le feu dilatte le métal dont la pièce de monnoye est composée. Les parties les plus subtiles & les plus volatiles du soufre, excitées par l'action du feu, s'insinuent, s'emparent & entrent dans les pores ouverts de ce métal, ce qui l'oblige de se désunir.

La divisibilité du grain de carmin, ou de celui de la dissolution du cui-

Divisibilité  
des Corps.

vre par l'esprit-de-sel ammoniac, est presque incompréhensible. Le rapport qui se trouve entre ce grain & dix livres d'eau, est comme un, à quatre-vingt douze mille cent soixante.

La vapeur odorante de la caffolette est la partie la plus subtile, par conséquent la plus évaporable de la liqueur, que le feu divise d'une manière insensible.

Ces exemples ne sont pas les seuls qui prouvent l'extrême divisibilité des Corps. Nous en trouvons une infinité d'autres aussi évidents qui se passent journellement sous nos yeux. L'habitude qui nous familiarise avec les phénomènes les plus extraordinaires, nous ôte toute idée de surprise; & nous sommes tous les jours témoins de ces miracles, qui ne captivent nullement notre attention.

Ces Ouvriers, par exemple, qui battent les métaux, leur donnent une étendue que l'on a peine à concevoir. Boyle a remarqué qu'un grain d'or mis en feuilles, couvre une surface de 30 pouces quarrés.

Si la grande ductilité d'un grain d'or battu étonne l'imagination, combien plus doit-elle être saisie & frappée

### III. LETTRE. 41

pée, lorsque nous voyons ces lames d'or passer à la filière. Avec une once ou deux de feuilles d'or, on couvre un cylindre d'argent de 22 pouces de long, 15 lignes de diamètre, pesant 45 marcs : on fait passer ce cylindre doré par des filières, qui vont toujours en diminuant, de façon qu'il s'allonge extraordinairement, & devient aussi délié qu'un fil de ver-à-soye. Ce fil doré se nomme *trait*, passe ensuite entre deux morceaux d'acier qui l'écrasent, & le mettent en lame fort mince, dont on enveloppe une soye pour les usages des différentes Fabriques.

Divisibilité  
des Corps.

---

### IV. LETTRE.

#### *Mouvement des Corps.*

**V**OUS avez vû, Monsieur, dans les trois premières Lettres que j'ai eu l'honneur de vous envoyer, l'existence, la nature, la figure des Corps en général : le Souverain Etre, en les créant, les a soumis à des loix inviolables, dont ils ne peuvent jamais se soustraire : loix imposées à la Nature

Mouvement  
des Corps.

Mouvement  
des Corps.

entière au moment qu'elle a été tirée du néant, pour subsister sans variation jusqu'à celui où la volonté de cet Etre suprême la replongera dans le Cahos. C'est ce que nous allons reconnoître dans cette quatrième Lettre, qui traite du Mouvement & de ses propriétés, ainsi que dans les suivantes.

Le mouvement est l'action d'un corps qui à chaque instant change de place. Les corps mobiles sont ceux qui ont la faculté d'être mis en mouvement. Leur mobilité plus ou moins grande dépend de la figure, de la surface, & de la quantité de matière qu'ils possèdent.

Mettez en mouvement sur un plan horizontal deux masses, l'une plus ronde que l'autre. Cette dernière perdra plus promptement son mouvement. Mettez - les de même rondeur, avec une surface plus polie à l'une qu'à l'autre, la première sera plus mobile; & si leur poli est semblable, & qu'elles diffèrent seulement en grosseur ou pesanteur, la plus petite ou la plus légère aura son mouvement plus libre & plus continu.

Nous connoissons deux sortes de mouvements qui ont action sur les

IV. LETTRE. 43

corps. Le simple & le composé. Le simple est celui d'un corps qui n'obéit qu'à une force, & le composé celui de tout corps qui obéit à plusieurs forces.

Mouvement  
des Corps.

Newton, dans son Livre *des Principes*, établit trois Loix générales du mouvement.

Trois Loix  
de Newton  
sur le Mou-  
vement.

La première, que tout corps une fois mis en mouvement, continue de se mouvoir dans la même direction, & avec le même degré de vitesse qu'il a reçu, à moins qu'une cause étrangère ne les lui fasse changer.

Première  
Loi.

La seconde, que tout changement qu'éprouve un corps dans son mouvement, est toujours proportionnel à la cause qui le produit, & se fait en ligne droite.

Deuxième  
Loi.

La troisième est, que la réaction est égale à la compression.

Troisième  
Loi.

Ces loix regardent la direction, la vitesse & la quantité de mouvement que possède un corps hors du repos.

Deux causes inévitables empêchent l'entier effet de la première loi du Mouvement; ce sont les frottements & la résistance des milieux. Ces deux obstacles ramènent toujours au repos les corps qui sont dans le plus grand mouvement.

#### 44 LETTRES PHYSIQUES.

Mouvement  
des Corps.

Le frottement est occasionné par les surfaces des corps mis en mouvement, & celles du plan sur lequel ils passent, ou du fluide dans lequel ils se meuvent. Ces surfaces de part & d'autre, ne sont jamais assez polies pour qu'elles glissent les unes sur les autres sans se nuire & s'engager.

La résistance des milieux provient des fluides dans lesquels les corps sont mis en mouvement. Un corps qui s'y trouve, fait perpétuellement des efforts violents pour vaincre la résistance & se faire passage : or ces efforts ne peuvent se faire sans qu'il lui coûte à chaque instant une partie de son mouvement ; & quand il a tout employé, il est contraint de demeurer en repos. Expliquons ces deux effets plus en détail ; voyons ce qu'ils peuvent produire, & les résultats que nous en donnent quelques Expériences.

##### *Des Frottements.*

Des Frotte-  
ments,

Le frottement est l'action des surfaces des corps qui passent les unes sur les autres. Comme ces surfaces ne sont jamais d'un poli parfait, les parties saillantes des unes entrent dans les cavités des autres, ce qui les em-

pêche non-seulement de glisser librement, mais ce qui oblige souvent d'employer la force pour les séparer.

Des Frotte-  
ments.

On distingue le frottement en deux espèces : celui de la première & celui de la seconde. Le frottement de la première espèce est celui d'un corps dont la surface s'applique successivement à la surface d'un autre corps. Exemple : Faites glisser deux planches l'une sur l'autre. Le frottement de la seconde espèce a lieu lorsque différentes parties d'une surface s'appliquent à différentes parties d'une autre surface. Exemple : Faites rouler une boule, ou tourner une roue sur un terrain.

Les Expériences des frottements, qui sont très-curieuses, se font avec une machine composée exprès, appelée *Machine des Frottements*, posée sur une base ou plate-forme de 8 à 9 pouces de diamètre, sur laquelle s'élevaient verticalement deux montans de métal de 4 pouces de hauteur, & éloignés l'un de l'autre de 5 : au haut de chacun de ces montans, est un trou taraudé qui admet une vis dont le bout est creux. On fait entrer dans ces deux vis les extrémités d'un axe

Machine des  
Frottements.



Des frotte-  
ments.

d'acier qui se trouve par ce moyen placé horizontalement, lequel porte une roue vers son milieu. A cet axe est attaché par un bout un ressort spiral qui de l'autre bout est fixé à l'extrémité d'une tige qui tient solidement sur la base de la machine, en sorte qu'en tournant l'axe sur lui-même d'un sens, on tend ce ressort, & on peut le contenir en cet état de tension au moyen d'un échappement qui, lorsqu'il est lâché, laisse au ressort la liberté de ramener l'axe en sens contraire, & de le faire ainsi aller & revenir sur lui-même, jusqu'à ce que le frottement qu'il éprouve dans les bouts des vis où il roule l'ait fixé au repos. C'est ainsi que l'on place l'axe d'acier, pour éprouver la résistance du frottement de la première espèce, en comptant les vibrations que fait le ressort spiral, que nous admettons jusqu'au nombre de 30 pour cette première Expérience.

En dedans des deux montans sont 4 roues verticales de 3 pouces  $\frac{1}{2}$  de diamètre, deux à droite, deux à gauche, & placées de manière que se croisant de presque la moitié de leur diamètre, l'angle que forment en haut la jonction

leurs deux circonférences se trouve de  
 précisément sous les extrêmités de l'a-  
 xe d'acier sans y toucher ; on lâche les  
 deux vis dans lesquelles on a d'abord  
 mis les bouts de l'axe , & cet axe , en  
 descendant de quelques lignes pose  
 ses bouts sur les angles des roues.  
 C'est ainsi qu'il doit être pour l'expé-  
 rience du frottement de la seconde  
 espèce , dans laquelle on compte un  
 nombre bien plus considérable de vi-  
 brations que dans la première , puis-  
 qu'il excède quelquefois celui de 300.

Des Frotte-  
 ments.

Si après avoir placé un petit le-  
 vier posé horizontalement sur l'axe du  
 grand rouleau qui le touchera par une  
 surface d'une grandeur connue , vous  
 comptez 20 vibrations ce qui fera la 3<sup>e</sup>  
 Expérience ; vous n'en compterez plus  
 que les  $\frac{3}{4}$  , c'est-à-dire 15 si vous ve-  
 nez à retourner ce levier pour lui fai-  
 re toucher l'axe par une surface dou-  
 ble de la première ; ce qui opérera  
 la 4<sup>e</sup> épreuve.

Suspendez enfin à l'extrêmité de ce  
 levier posé sur l'axe du côté de sa  
 simple surface , un poids qui double  
 la pression ; vous aurez alors les cinq  
 expériences qui se font avec la Ma-  
 chine des Frottements , que l'on peut

regarder comme une des plus ingénieuses de la Physique Moderne.

L'axe d'acier simplement posé dans les trous des deux vis qui ne fait compter que 30 vibrations, dénote un frottement de la première espèce, dont la résistance est plus forte que lorsque l'on descend les deux pivots de cet axe sur les interstices des roues qui constatent un frottement de la seconde espèce, parce que les surfaces se quittent successivement les unes & les autres, ce qui rend le mouvement plus libre, puisque l'on compte jusqu'à 300 vibrations au moins. De-là on observe que la résistance est plus grande dans le frottement de la première espèce que dans celui de la seconde.

Du troisième & du quatrième effet de la Machine des frottements qui font qu'en posant sur l'axe la pièce ou le levier du côté de sa surface la plus étroite on compte 20 vibrations & qu'en le retournant du côté de la plus large on n'en compte plus que 15; il résulte que le frottement augmente, à mesure que les surfaces se multiplient.

Le cinquième effet, qui provient de

de leurs deux circonférences se trouve précisément sous les extrémités de l'axe d'acier sans y toucher : on lâche les deux vis dans lesquelles on a d'abord mis les bouts de l'axe, & cet axe, en descendant de quelques lignes, pose ses bouts sur les angles des roues. C'est ainsi qu'il doit être pour l'expérience du frottement de la seconde espèce, dans laquelle on compte un nombre bien plus considérable de vibrations que dans la première, puisqu'il excède quelquefois celui de 300.

Si après avoir placé un petit levier posé horizontalement sur l'axe du grand rouleau qui le touchera par une surface d'une grandeur connue, vous comptés 20 vibrations, ce qui fera la 3<sup>e</sup> Expérience ; vous n'en compterez plus que les  $\frac{3}{4}$  ; c'est-à-dire 15 si vous venez à retourner ce levier pour lui faire toucher l'axe par une surface double de la première ; ce qui opérera la 4<sup>e</sup> épreuve.

Suspendez enfin à l'extrémité de ce levier posé sur l'axe du côté de sa simple surface, un poids qui double la pression ; vous aurez alors les cinq expériences qui se font avec la Machine des Frottements, que l'on peut

regarder comme une des plus ingénieuses de la Physique Moderne.

L'axe d'acier simplement posé dans les trous des deux vis qui ne fait compter que 30 vibrations, dénote un frottement de la première espèce, dont la résistance est plus forte que lorsque l'on descend les deux pivots de cet axe sur les interstices des roues qui constatent un frottement de la seconde espèce, parce que les surfaces se quittent successivement les unes & les autres, ce qui rend le mouvement plus libre, puisque l'on compte jusqu'à 300 vibrations au moins. De-là on observe que la résistance est plus grande dans le frottement de la première espèce que dans celui de la seconde.

Du troisième & du quatrième effet de la Machine des frottements qui font qu'en posant sur l'axe la pièce ou le levier du côté de sa surface la plus étroite on compte 20 vibrations, & qu'en le retournant du côté de la plus large on n'en compte plus que 15; il résulte que le frottement augmente à mesure que les surfaces se multiplient.

Le cinquième effet, qui provient  
de

de la charge du poids sur cette pièce posée sur l'axe du côté de sa simple surface, qui ne fait plus compter que 10 vibrations, prouve que la résistance des frottements devient plus considérable de moitié par la pression que par les surfaces.

---

Des Frotte-  
ments.

Si par le poids ajoûté, nous voyons, eu égard au nombre des vibrations de 10 contre 20, que la pression double de moitié la résistance, tandis que le double des surfaces ne diminue cette résistance que d'un quart; puisque le levier posé sur sa surface la plus étroite l'on compte 20 vibrations contre 15, lorsqu'il est posé sur la plus large; nous devons conclure que les frottements sont plus forts & augmentent plus par la pression, que par les surfaces.

La conséquence que l'on tire de ces Expériences, & du principe qui les fait naître est que le frottement est la cause de la destruction du mouvement.

*De la Résistance des Milieux.*

La seconde cause qui fait obstacle au mobile, est la résistance des milieux.

---

Résistance  
des Milieux.

Résistance  
des milieux.

On appelle *Milieux* les fluides que les corps solides traversent leurs surfaces, opposent à la force de ces corps une résistance qui leur fait perdre continuellement une partie de leur mouvement, enforte que ces solides sont obligés de céder & de revenir au repos.

Expérience. Suspendez à un point fixe par le moyen d'une soye une boule de métal du poids d'une once environ. Placez sous cette boule une cuvette de manière que la boule réponde directement au milieu de la cuvette. Ecartez la boule jusqu'au bord de cette cuvette. Abandonnez-la alors à son propre poids; vous compterez le nombre des vibrations qu'elle aura fait dans l'air pendant deux minutes.

Remplissez ensuite la cuvette d'eau. Répétez la même opération avec la boule; vous verrez que dans le même espace de temps, elle fera beaucoup moins de vibrations, & que son mouvement sera consommé.

Cette expérience nous présente un corps qui se meut avec pesanteur égale dans deux fluides dont l'un est beaucoup plus dense que l'autre.

Si au bout de deux minutes, on est

obligé d'arrêter les vibrations de la boule lorsqu'elle se meut dans l'air, pendant que dans le même espace de temps, elle consomme son mouvement lorsqu'elle est dans l'eau; c'est une preuve que l'eau est un milieu plus dense que l'air. Or on sçait que l'eau est près de 900 fois plus dense que l'air. Ainsi plus un fluide a de densité, plus le corps qui s'y trouve en mouvement est exposé à la résistance.

---

Résistance  
des Milieux.

L'expérience du double moulinet, ainsi que celle du coup de fusil, qui porte plus loin chargé à balle seule qu'avec un pareil volume de plomb, nous démontre que les résistances qu'essuye un corps dans un même milieu, sont plus ou moins considérables suivant les surfaces que ce corps présente.

Le fusil chargé à balle seule, porte plus loin que lorsqu'il est chargé avec un pareil volume de plomb, parce que l'air qui agit en raison des surfaces oppose au volume du plomb, dont chaque grain lui présente la moitié de la sienne, une résistance bien plus considérable que celle qu'il emploie contre la moitié de la surface de la balle seule; cette dernière essuye donc moins de



Résistance  
des Milieux.

Expé-  
rience du double  
Moulinet.

résistance, conséquemment son effet est plus violent, & elle doit se porter plus loin.

Le double moulinet doit avoir ses aîsles en même nombre chacune, de même poids, même volume, même longueur, même largeur, avec la faculté de pouvoir les faire tourner de face ou de champ à volonté. Un ressort les fait agir de manière qu'en le détendant, elles commencent leur mouvement dans le même moment & avec la même vitesse. Si ces moulinets présentent leurs aîsles de face, le mouvement commence & finit en même temps, parce que les surfaces égales déplacent le même volume d'air & éprouvent les mêmes résistances; mais si l'un des deux présente ses aîsles de champ, pendant que l'autre aura les siennes de face, le premier aura moins de résistance à vaincre de la part de l'air, parce qu'il en déplace un moindre volume; ainsi les aîsles qui présentent une moindre surface à l'air, perdent moins de leur force, tournent plus vite, & leur mouvement dure plus long-temps.

Cette expérience, toute puérile qu'elle paroît en elle-même, nous

conduit à la découverte d'une Méchanique admirable qui se passe dans la Nature. Elle nous donne la connoissance des différens vols des oiseaux, & nous en démontre la cause. Cette cause est si bien rapportée par M. l'Abbé Nollet, que je paroïtrois téméraire de vouloir en entreprendre l'explication : mais comme je ne veux pas m'écarter de la loi que je me suis imposée de prendre ce célèbre Académicien pour modèle, qu'il me soit permis en cette qualité d'en mettre un extrait sous les yeux.

Résistance  
des Milieux.

Lorsque l'on veut trouver un point d'appui dans la résistance d'un fluide, il faut le frapper avec plus de force & plus de vitesse, c'est ce que nous voyons faire aux nâgeurs avec leurs bras, aux Bateliers avec leurs rames, & aux Oiseaux qui volent dans les airs.

Vol des Oiseaux.

Les Oiseaux de proie, les Corbeaux, & en général ceux qui s'élèvent haut, déplacent un grand volume d'air avec leurs aïles. Ces Habitans de l'air ont attention de ménager leurs forces pour fournir aux longs trajets qu'ils ont à faire; aussi ne leur voit-on donner que de temps à autre quelques coups d'aïles nonchalants

Résistance  
des Milieux.

pour se fraier leur route. La longueur de leurs ailes, le peu de corps qu'ils ont, & la quantité de plumes qu'ils possèdent les rendent plus légers.

Les Canards sauvages, & autres Oiseaux de passage, qui changent de climats selon les différentes saisons, se rassemblent par bande dès que le temps de voyager arrive, vous voyez ces animaux en troupe voler très-haut, & former un triangle dont la pointe se présente toujours en avant pour couper l'air; & si-tôt que celui qui s'est mis à la tête se trouve fatigué par les efforts continuels qu'il fait contre la résistance de ce fluide, il abandonne son poste, cède la conduite de la troupe à celui qui le suit, & va se mettre au dernier rang, jusqu'à ce que son tour revienne lorsque tous ses camarades, à son exemple, auront tour à tour forcé l'air de leur ouvrir le passage.

Le Faisan, la Perdrix, le Moineau, & tous Oiseaux de cette espèce, sont le contraire. Pour trouver leur point d'appui contre la résistance de l'air, ils sont obligés de donner un battement d'aile plus violent & plus précipité. Aussi leur vol est-il plus court &

plus vif. Ces volatils ne peuvent voler long-temps fans se reposer, parce qu'ils emploient une plus grande force, ayant le corps gros & les ailes courtes.

Résistance  
des Milieux.

Ceux qui planent, comme le Pigeon, l'Alouette, la Caille, &c. font encore plus d'efforts que ces derniers. Leur point d'appui réside dans l'extrême promptitude avec laquelle ils font leurs vibrations par un battement d'ailes dont la vitesse est si prodigieuse, qu'il semble qu'ils soient immobiles.

Dans le nombre des Oiseaux qui planent, l'Alouette observe une mécanique singulière. Lorsque la belle saison s'annonce, cet Oiseau, que l'on peut regarder comme une indication du beau temps, s'élève perpendiculairement vers le Soleil jusqu'à perte de vue, & là il plane très-long-temps, en rendant hommage par son chant, à ce Père de la Nature; &, lorsqu'il veut descendre sur terre, il plie ses ailes, & se laisse tomber comme une masse jusqu'à trois ou quatre pieds de terre ou environ, où il les déploie alors pour se garantir du choc qu'il essuieroit. Le corps de ce petit volatile est mince & allongé, ses ailes sont

## 56 LETTRES PHYSIQUES.

Résistance  
des Milieux.

grandes ; ainsi il déplace un moindre volume d'air , ce qui lui donne plus de légéreté & plus de facilité pour s'élever & pour planer.

Tels sont les effets des mobiles qui traversent des milieux tranquiles. Mais si ces milieux sont agités , la résistance augmente plus ou moins , suivant les degrés d'agitation. Si le mobile est en direction contraire , il faut qu'il ait plus de force , ou qu'il diminue son volume pour vaincre la résistance. Si le mobile & le milieu sont en même direction , la résistance doit être nulle quand la vitesse est égale ; mais si l'un des deux possède plus de vitesse que l'autre , le plus foible prend sur celui qui en a le plus , pour conserver l'égalité qui doit se trouver entre eux.

## V. LETTRE.

### *Du Changement de Direction.*

Changement  
de Direction.

**L**A SECONDE loi du mouvement simple est que le changement qui arrive au mouvement d'un corps est proportionnel à la cause qui le produit

Un corps en mouvement est-il détourné de son chemin par une nouvelle force qui, en l'obligeant de changer de direction, est capable d'augmenter ou de diminuer sa vitesse? Cette nouvelle direction se fera toujours en ligne droite, & la vitesse de ce corps sera proportionnelle à l'augmentation, ou à la diminution de la nouvelle force, qu'il aura acquis.

*La troisième loi du mouvement simple est que la réaction, est égale à l'action ou à la compression.*

Plusieurs exemples prouvent ce principe. Qu'un homme qui aura 50 livres de force, par exemple, porte un fardeau qui ne pesera que 25 livres, cet homme n'employera que la moitié de sa force pour faire équilibre au fardeau. Mettez un poids de 5 livres dans le bassin d'une balance pour peser 5 livres de marchandise qui seront dans l'autre bassin, la balance sera en équilibre, parce que le poids de 5 livres a son action égale au poids de la marchandise.

Un corps ne change point de direction, à moins qu'il n'y soit forcé. C'est la première loi du mouvement, que tout corps tend toujours à persé-

Changement  
de Direction.

verer dans la direction dans laquelle on le met en mouvement ; mais s'il se trouve obligé de se détourner , ce changement s'opère de deux manières , soit par la *réflexion* , soit par la *réfraction*.

Réflexion.

Quand un corps en mouvement rencontre un obstacle assez dur , pour l'empêcher de pénétrer à travers , & pour l'obliger de retourner sur lui-même ; ce mouvement rétrograde s'appelle *Réflexion*. Une balle jettée sur du marbre en donne l'exemple.

Réfraction.

Si ce même corps rencontre un fluide qu'il pénètre , & dans lequel il continue son mouvement , la nouvelle direction qu'il prend en entrant dans le fluide , se nomme *Réfraction* : tel est un corps dur jetté dans l'eau. Examinons ces deux changements qui arrivent aux corps en mouvement , & voyons les phénomènes qui en résultent.

*De la Réflexion.*

Réflexion.

La *Réflexion* est l'effet d'un corps lancé contre un obstacle impénétrable qui le fait rejallir après le choc. Ce corps peut se lancer de deux manières différentes , ou perpendiculai-

rement, ou obliquement. Si le mobile tombe perpendiculairement sur un plan élastique, il sera renvoyé par la même ligne perpendiculaire par laquelle il est descendu. Mais si ce même mobile est jetté par une ligne oblique, il rejaillira, & remontera par une ligne opposée à celle de sa première direction, en faisant un angle de réflexion égal à celui de son incidence.

---



---

 Réflexions

Qu'un corps sphérique, une bille, par exemple, tombe sur une pierre, si cette pierre est élastique; la bille en tombant enfoncera les parties de la pierre, & celle-ci par son pouvoir élastique se rétablira sur le champ; & le rétablissement des parties qui ne se fait pas sans effort de la part de la pierre, repoussera à son tour celles de la bille, ce qui la fera rejaillir en avant, parce que les parties comprimées du plan, se rétablissant avec la même force qu'elles ont été comprimées, doivent repousser la bille dans la même direction.

Expériences

Mais si cette bille tombe obliquement, elle ne touche la pierre que par une de ses surfaces, alors les résistances que la pierre lui oppose de-



## 60 LETTRES PHYSIQUES.

Réflexion.

viennent inégales, & la forcent de quitter sa première direction, & de remonter par une route contraire. Les ressorts de la pierre qu'elle a détendus se déployant les uns après les autres, comme elle les a comprimés, la rejettent par une ligne opposée à celle de la première direction, parce que ces ressorts lui donnent postérieurement le même mouvement qu'elle avoit en avant par la surface par laquelle elle les a touché : puisque cette surface est dans une position oblique, la bille se trouve forcée de décrire une ligne contraire à celle par laquelle elle est venue sur la pierre, & conséquemment de former un angle. Que le plan sur lequel la bille tombe soit à ressort, ou que la bille soit elle-même à ressort, & le plan inflexible, ou que tous les deux soient élastiques, la réflexion a toujours le même effet. On peut remarquer l'affaissement des parties de la bille, si avant de la laisser tomber, on imprime en aspirant sur la pierre ou sur du marbre posé horizontalement, une légère couche de son haleine.

La bille y fera une tache ronde, si elle est jettée perpendiculairement,

& oblongue si elle tombe obliquement ; & le diamètre de cette tache sera d'autant plus grand dans l'un & dans l'autre cas , que la bille sera lancée de plus haut.

---

Réflexion.

Le ressort des corps est nécessaire pour la réflexion. Un corps à ressort , après avoir été comprimé , ne se retrouve dans son premier état qu'après un certain nombre de vibrations isochrones , c'est - à - dire qui se font en temps égaux. Et plus un ressort aura éprouvé de force pour être tendu , plus ses parties se rétabliront avec vitesse lors de sa détention. Prenez deux lames élastiques , dont l'une sera moins flexible que l'autre ; après les avoir comprimées également , lâchez leur ressort au même moment , les vibrations de la dernière lame seront moins étendues , mais plus fréquentes.

Si le ressort est indispensable , pour opérer la réflexion des corps , nécessairement tout corps qui n'en a point ne peut être réfléchi. Faites tomber dans quelque direction que ce soit une balle sur de la terre-glaïse , ou sur de la cire molle , elle y fera son enfoncement , & perdra son mouvement , parce que les parties molles de la ter-

Réflexion. re ou de la cire qui la reçoivent ;  
n'ayant pas une résistance assez forte à  
lui opposer , céderont à l'effort de ce  
corps en mouvement.

Il est bon de remarquer que l'en-  
foncement de cette balle se partage  
en plusieurs temps égaux , & que sa  
force diminue à chaque temps qu'elle  
déplace les parties molles qui lui cé-  
dent , de sorte qu'au second temps  
ayant moins de force , elle trouve  
plus de résistance.

Si l'on veut retenir dans la main un  
corps qui tombe de haut , il faut que  
la main aille à sa rencontre , & obéis-  
se à sa chute ; alors elle fait l'effet de  
la cire molle , & amortit le coup. Si  
au contraire on tenoit la main roide  
& en place , elle deviendroit corps  
élastique , & il y auroit lors du choc  
une compression considérable , qui se-  
roit capable de blesser , selon la masse  
du corps tombant.

*De la Réfraction.*

                      
Réfraction. Quand un corps mobile entre obli-  
quement dans un fluide , il éprouve  
une résistance qui le force de changer  
sa direction ; c'est ce que l'on nomme  
*Réfraction* , & ce changement devient

d'autant plus considérable que le nouveau milieu à plus de densité.

---

Réflexion.

Qu'une boule tombe perpendiculairement d'un fluide dans un autre ou plus rare, ou plus dense; elle le pénètre sans souffrir de réfraction, parce que tout corps sphérique qui sort d'un milieu pour entrer dans un autre, par la ligne perpendiculaire, suit toujours la ligne de direction d'où il est parti; mais si cette boule est jetée dans le même milieu par une ligne oblique, elle se réfractera, & cette réfraction l'éloignera de la perpendiculaire, si le milieu est plus résistant, comme elle l'en approchera s'il est moins résistant que celui d'où elle sort, ce qui prouve que la réfraction exige obliquité d'incidence de la part du mobile.

Le corps grave sphérique qui tombe dans l'eau par la ligne perpendiculaire, ne se réfracte pas, comme il le fait par la ligne oblique, parce que les résistances que ce milieu lui oppose sont égales de toutes parts, comme nous en avons vû l'effet dans ce que nous venons de rapporter de la réflexion; au lieu que lorsqu'il tombe obliquement, il trouve plus d'obstacles à surmonter d'un côté que de l'autre,

~~\_\_\_\_\_~~  
 Réfraction. & l'effort qu'il fait du côté où il trouve plus de résistance l'oblige de se réfracter.

Un corps qui tombe perpendiculairement dans un fluide tranquille, se trouve au fond au bout de la perpendiculaire par laquelle il est entré. Mais si c'est une chute d'eau, au moment que ce corps entre dans l'eau, quoique ce soit par la perpendiculaire, il est entraîné par le courant.

La réfraction commence & augmente avec l'obliquité d'incidence, & elle lui est proportionnelle. Si l'incidence est trop oblique, elle perd son nom de *Réfraction*, & prend celui de *Réflexion*; parce que dans ce cas la surface de l'eau forme un corps lisse, dur, & élastique, qui fait réfléchir celui que l'on lance dessus trop obliquement; les ricochets nous en donnent une preuve simple & sensible. La pierre tranchante que l'on lance très-obliquement sur la surface de l'eau, se relève plusieurs fois à proportion du mouvement qu'on lui a imprimé. La manière de la lancer fait qu'elle ne touche que la surface sur laquelle elle prend son point d'appui, & en se relevant elle forme un angle presque égal à celui de son incidence.

Les phénomènes de la réfraction des corps qui pénètrent obliquement les fluides nous avertissent qu'il faut être sur ses gardes tant pour ceux qui tirent du poisson dans l'eau, que pour ceux qui se trouvent au bord opposé. Les premiers doivent tirer d'un lieu élevé & de près, sans quoi le plomb court risque de se réfléchir, dès-lors le coup devient nul & infructueux, & les spectateurs qui sont vis-à-vis au bord opposé, doivent s'écarter, parce que le plomb les toucheroit infailliblement s'ils étoient à la portée, & que le coup fût fort oblique.

Non-seulement la réfraction a lieu dans les fluides, mais encore dans les corps solides, lorsque le corps qui les pénètre trouve plus ou moins de résistance. Que l'on enfonce un clou un peu long dans du plâtre, ou de la pierre, presque toujours ce fer se recourbe & ne peut entrer.

---

 Réfraction.


## VI. LETTRE.

*Du Mouvement communiqué.*


---

Mouvement  
communiqué.

**J**E vous ai prévenu, Monsieur, selon vos desirs, que je suivrois les principes de MM. Nollet & Delor. C'est dans cette partie que je m'éloignerai moins que jamais de ces Physiciens pour vous donner l'explication du Mouvement communiqué. Je distinguerai dans cette communication le corps à ressort d'avec celui qui n'en a point : j'examinerai leurs Phénomènes, & , s'il m'est possible, j'en approfondirai les causes.

Nous considérerons dans ces effets deux sortes de corps. Les uns sans réaction, appelés *Corps mols*, & les autres à ressort ou *élastiques*. Nous devons aussi distinguer la vitesse respective qui vient du temps que mettent deux corps à parcourir l'espace qui se trouve entre eux, d'avec la vitesse absolue. Cette dernière appartient à chaque corps en particulier, & la vitesse respective est celle que deux corps se communiquent l'un à l'autre.

Que deux boules distantes l'une de l'autre d'un pied viennent se choquer dans l'espace d'un temps donné, la vitesse respective sera la même; si l'une va chercher l'autre en repos, ou si cette dernière vient à la rencontre de la première, pourvu que le choc se fasse dans le temps prescrit.

Mouvements  
communiqué.

Les masses entrent aussi en grande considération dans la communication du mouvement. Il ne suffit pas de connaître les vitesses respectives & absolues, il faut encore avoir égard aux masses; car le corps choqué oppose au corps choquant sa force d'inertie, qui est le penchant propre à tout corps de rester dans l'état où il se trouve. Or cette force qui se mesure par la masse apporte une résistance qui lui est proportionnel. Ainsi deux corps qui se choquent, soit que l'un soit en repos, ou qu'ils soient tous deux en mouvement, se communiquent l'un à l'autre de leur mouvement suivant le rapport de leur masse, & le degré de leur vitesse.

Les Règles que nous allons établir supposent un ressort parfait dans les corps, ou qu'ils n'en est point du tout; de plus que leur mouvement se fait dans un milieu sans résistance & sans frottements.



*Des Corps sans ressort.*


---

Corps sans  
Reffort.

Première  
Règle.

Nous regardons le choc de ces corps sous trois aspects différents qui forment autant de règles.

La première est que, *lorsqu'un corps en choque un autre en repos, le premier doit partager sa vitesse avec le second, suivant le rapport des masses.*

Qu'un corps pesant deux onces, par exemple, vienne avec six degrés de vitesse en frapper un autre de même poids qui sera en repos, il lui communiquera la moitié de sa vitesse, & tous deux continueront de se mouvoir avec trois degrés.

Ce corps qui rempliroit la loi qui lui a été prescrite dans son mouvement, lorsqu'on lui a imprimé six degrés de vitesse, s'il trouvoit le chemin libre, s'unit avec celui qu'il rencontre, & lui communique de son mouvement. Cette union devient une double masse de quatre onces, qui diminue le mouvement de moitié; en conséquence ces deux corps parcourent ensemble trois degrés dans le même sens: ainsi lorsque les masses sont égales, la vitesse se partage par moitié.

Mais si les masses sont inégales, & que ce soit le corps qui choque qui possède quatre onces double de masse, la vitesse se réduira aux deux tiers, donc si le corps choquant de quatre onces vient avec six degrés de vitesse frapper celui de deux onces, tous deux après le choc parcoureront quatre degrés; & au contraire si le corps choquant est de moitié moins fort, & qu'il n'ait que deux onces contre le choqué quatre onces, & qu'il vienne avec six degrés, la vitesse ne se trouvera plus que d'un tiers, & ils iront tous deux avec deux degrés de vitesse.

Corps sans  
Reffort.

La seconde Règle est que, deux corps qui viennent se heurter dans la même direction, après le choc, continuent de se mouvoir ensemble avec une vitesse commune, que leurs masses soient égales ou non.

Deuxième  
Règle.

Si l'un, par exemple, a six degrés de vitesse, & l'autre quatre, ils continuent leur mouvement dans le même sens avec cinq degrés chacun, moitié de dix, dont la totalité des deux est composée.

Chacun de ces deux corps possède les degrés de vitesse qu'on leur don-

Corps sans  
Ressort.

ne. Il est de loi que le corps qui en a le plus communique à l'autre & partage avec lui celle qu'il a de trop, parce que la communication du mouvement se fait toujours en raison directe des masses. Si le corps choquant vient avec six degrés trouver celui qui n'en a que quatre qui lui est égal en masse, il doit en partager avec lui, deux excès de quatre, ce qui fait qu'après le choc ils possèdent chacun cinq degrés, qu'ils doivent parcourir ensemble, parce que celui qui avant le choc en avoit deux de plus, en a perdu un, moitié des deux, en faveur de celui qui en avoit le moins.

Lorsque les masses sont inégales, l'opération est aisée à faire. Dès que l'on ne s'écarte point du principe que le corps qui a le plus ou le moins de vitesse en communique, ou en reçoit en raison directe des masses; ainsi les épreuves se trouvent les mêmes que celles qui ont été établies par la première règle.

Troisième  
Règle.

La troisième Règle est que, si deux corps viennent se heurter dans des sens opposés avec des vitesses égales, ils restent immobiles après leur choc si leurs masses sont égales; mais si ces mé-

*mes masses sont inégales, ils continuent de se mouvoir, & vont ensemble dans la direction du corps le plus pesant, en partageant l'excès du mouvement commun.*

Corps sans  
Ressort,

Cette Règle est simple, & sa première partie n'a pas besoin d'explication. Si nous admettons deux corps égaux en masse & en vitesse, à l'endroit du choc il ne doit rien rester, donc ces corps doivent demeurer en repos après le choc puisqu'ils ont également perdu, & que leurs forces égales se sont confondues; mais si l'on fait mouvoir ces corps l'un avec douze degrés, l'autre avec huit, ils continueront leur route après le choc dans la direction du plus fort, chacun avec deux degrés qui font quatre, excédant de douze sur huit.

Ces mêmes Règles qui nous donnent la connoissance du choc des corps mous nous font aussi connoître la différence de leur applatissement, qui se fait suivant le rapport de leurs masses & de leurs vitesses.

Elles nous montrent qu'un corps qui se heurte avec un autre, de force & de masse égale, ne se brise pas lorsqu'il se met en pièce, contre un dont

Corps sans  
ressort.

la masse lui est infiniment supérieure. Une barque, par exemple, résiste à une autre de son espèce, tandis qu'elle se brise contre un vaisseau, qui échoue à son tour contre un rocher.

Elles nous apprennent encore que lorsque l'on veut arrêter un corps en mouvement, il faut y mettre moins de force que l'on n'en employeroit si on vouloit, sans commencer par le réduire au repos, lui donner tout à coup un mouvement rétrograde. De ces expériences & de ces règles, il résulte que l'on connoit la somme des masses par la vitesse, & la vitesse par le temps qu'emploie un corps à parcourir un espace.

*Elasticité.*

Elasticité.

L'Elasticité est la propriété que possède un corps de pouvoir se remettre dans le même état où il étoit avant le choc ou la compression. Une bille d'ivoire, par exemple, jettée sur du marbre se comprime au moment du choc, mais par son pouvoir élastique, elle se rétablit sur le champ dans sa première situation.

Tout corps élastique doit avoir deux

deux qualités ; la flexibilité & la roideur. Il doit être flexible pour pouvoir se comprimer , roide pour avoir la faculté de se remettre dans son premier état.

---



---

 Élasticité

L'Acier & l'Ivoire sont les corps les plus propres à prouver l'élasticité. Il n'en est pas de plus dur que l'acier , & dont on augmente plus le ressort.

L'Acier se fait en mettant dans un feu violent le fer le plus fin que l'on mêle avec des sels & des soufres. Sa grande dureté vient de la *Trempe*. Pour lui donner cette trempe , on le jette subitement dans l'eau après l'avoir fait rougir ; & l'on nomme *Recuit* le degré de feu modéré qu'on lui fait prendre après l'avoir trempé , qui est le point de perfection qui lui est nécessaire.

L'Acier *trempe* a le grain plus gros & plus dur. Il a plus de volume & d'élasticité ; il dure davantage , & se casse plutôt après qu'avant la trempe : l'Acier *recuit* est plus flexible , & moins cassant. Je ne m'étendrai pas sur l'utilité dont est ce métal. Tout le monde sçait qu'il est propre à tout , même aux usages les plus fins & les plus délicats.

Elasticité. La Cause Physique de l'Elasticité se trouve probablement, &, suivant le systême de Newton, dans une matière plus déliée que l'air ordinaire appelée *Matière subtile Newtonienne*, ou autrement *Ether*. Ce Philosophe admet cet Ether dans les espaces célestes, sans mouvement sensible, d'Ocident en Orient, 600 millions de fois moins dense que l'eau, & 700 mille fois plus rare que l'air ordinaire. \*

Matière subtile Newtonienne.

Ce grand homme observe qu'un Ether 700 mille fois plus rare que l'air ordinaire opposeroit aux corps solides qui le traverseroient, une résistance plus de 600 millions de fois moindre que celle de l'eau, parce que l'air de l'Atmosphère est au moins 870 fois plus rare que l'eau, & qu'en multipliant 700 mille par 870, le produit se trouve de 600 millions & plus. Il prétend encore que cet Ether est 700 mille fois plus élastique; & c'est de cette prodigieuse élasticité dont on se sert pour donner la solution de quantité de phénomènes. L'Expérience va nous découvrir comment cette matière subtile s'infinue dans les corps élastiques, & en occasionne le ressort.

\* *Optique de Newton, 21<sup>e</sup> Question.*

Que l'on prenne les deux bouts d'une lame d'acier très - mince pour la courber comme un arc ; les pores de la surface convexe s'ouvriront , tandis que ceux de la surface inférieure se rétréciront ; & , si-tôt que vous lâcherez un des bouts , la lame reviendra sur le champ dans son état naturel. C'est cette matière subtile qui , se trouvant resserrée dans les bouts rétrécis de cette lame , fait tant d'effort pour se rétablir , qu'elle lui fait reprendre son premier état , dès que l'on abandonne une de ses extrémités.

---

 Elasticité.
 

---

Expérience.

*Corps à Ressort.*

La Nature a imposé aux Corps élastiques , les mêmes loix qu'elle a établies pour les corps sans ressort. Ces loix sont la communication de mouvement d'un corps à un autre , & l'applatissement & l'enfoncement des parties des corps qui se choquent à l'endroit du contact , avec cette différence que l'applatissement que le choc occasionne aux corps sans ressort , reste imprimé sans se rétablir , & que celui que reçoivent les corps à ressort , se rétablit aussi promptement qu'il a été

---

 Corps à Ressort.
 

---



Corps à Ref.  
fort.

imprimé. Trois principes appuyés d'expériences sur les corps à ressort, vont nous développer ce mystère.

Premier  
Principe.

Le premier est que, lorsqu'un corps élastique en choque un autre égal en masse, il lui communique son mouvement direct.

Deuxième  
Principe.

Le second, que le corps choquant reste en repos après le choc, parce qu'il perd sa vitesse, tandis que le corps choqué est mis en avant avec un degré égal à celui avec lequel on a fait partir le corps choquant.

Troisième  
Principe.

Et le troisième, que deux corps élastiques qui viennent à la rencontre l'un de l'autre, avec masses égales ou inégales, se séparent après le choc, & retournent par où ils sont venus, avec une vitesse respective, égale à celle qu'ils avoient tous deux avant le choc.

Expérience.

Suspendez à des fils de soye un peu longs deux billes d'Ivoire de poids égal, & faites-en choquer une avec 10 degrés de vitesse que vous donnerez à la bille choquante; cette dernière déplacera la première, & restera en repos, tandis que la bille choquée ira en avant avec les 10 degrés de vitesse imprimés à la choquante. Cet effet prouve que la bille choquée a reçu

une vitesse égale à la bille choquante.

Corps sans  
Ressort.

Dans le choc des corps sans ressort, nous avons vû que, lorsque deux corps sont égaux en masse, le corps choquant qui vient heurter l'autre lui communique moitié de sa vitesse, & conserve l'autre moitié pour continuer de se mouvoir avec lui dans la même direction. Dans l'effet des corps à ressort il en arrive autrement; le corps choquant donne tout, & ne conserve rien; ce qui le contraint au repos. La bille choquante qui possède 10 degrés de vitesse, en communique 5 à celle qu'elle vient choquer; & cette dernière qui, lors du choc, est comprimée & aplatie, en vertu de son élasticité, se rétablit avec 5 autres contre la bille choquante; & ce rétablissement la porte en avant avec autant de vitesse qu'elle a été comprimée; ainsi la bille choquée remonte en avant avec 10 degrés de vitesse, sçavoir 5 reçus par communication, & 5 autres acquis par réaction, abstraction faite de la résistance des milieux, pour toutes ces Expériences.

Cette expérience paroît se contredire avec l'exemple de deux billes qui

## 78 LETTRES PHYSIQUES:

~~Corps à Ref-~~  
fort.

roulent sur un plan horizontal. Que l'une frappe l'autre en repos, suivant le principe ci-dessus, la bille frappée doit seule se mouvoir, & l'autre rester en repos; cependant elles continuent toutes deux de se mouvoir après le choc. Ce cas est différent en ce que des billes suspendues n'ont qu'un mouvement simple, au lieu que des billes qui roulent sur un plan horizontal en ont deux, celui de la direction qu'on leur a imprimée, & un autre de rotation sur elles-mêmes.

*Expérience.* Suspendez 8 à 10 billes, dont le centre se trouvera dans la même direction. Prenez la première, frappez-en les autres avec tel degré de vitesse que vous jugerez à propos de lui donner; si ces billes sont près les unes des autres, & qu'elles se touchent, après le choc, la première frappante restera en repos, & la dernière ira seule en avant avec la même vitesse que la première aura reçue: si vous en prenez deux ou trois pour faire le choc, vous trouverez le même effet sur les deux ou trois dernières.

*Expérience.* Si vous ôtez l'égalité de masse, & que vous fassiez choquer une bille plus foible par une plus forte, elles iront

toutes deux en avant dans la même direction, & le corps choquant, plus fort en masse, aura moins de vitesse que le corps choqué plus foible; & au contraire, si le corps choqué se trouve le plus fort en masse, lui seul se portera en avant, & le corps choquant plus foible retournera en arrière. Cela prouve que le même pouvoir élastique qui pousse le corps choqué en avant, repousse le choquant en arrière.

On se sert de cette expérience pour donner la raison du recul des armes. La poudre est regardée comme un ressort qui, en se détendant, exerce son action des deux côtés, mais plus vivement sur la balle qui est dans le canon, que sur la culasse du fusil dont la masse, par sa pesanteur & son plus grand volume est plus difficile à mouvoir; & c'est sur cette masse que la poudre prend son point d'appui, & bande son ressort.

Les deux premiers principes étant démontrés par ces expériences, passons à celles qui peuvent nous donner la preuve du troisième principe des corps à ressort qui viennent à la rencontre les uns des autres.

Faites choquer deux billes d'Ivoire, Expérience.

## 80 LETTRES PHYSIQUES:

Corps à Ref.  
fort.

de masse égale l'une contre l'autre, en leur donnant égalité de vitesse : ces billes retourneront sur leurs pas avec les mêmes degrés de vitesse qu'elles auront reçus.

Dans cette expérience les masses & les vitesses propres sont égales. Après le choc, chaque bille retourne en arrière avec les mêmes degrés de vitesse qu'elle a reçus, parce que la réaction, nouvelle force égale à la compression, a mis ces billes en état de reprendre leur mouvement primitif qu'elles avoient perdu par le choc.

Expérience.

Si vous faites choquer deux billes en sens opposé, l'une de 6 onces par 6 degrés de vitesse, l'autre de 3 onces par 12 degrés, voilà les masses & les vitesses propres inégales, quoique la vitesse respective soit de 18. Après le choc, les billes remonteront au point d'où elles sont parties : dans ce cas les masses & les vitesses propres confondues ensemble sont égales ; car 6 onces multipliées par 6 degrés donnent 36 qui équivalent à 3 onces multipliées par 12 degrés : mais la compression & la réaction dans ces deux billes, viennent de 18 degrés de vitesse respective, & c'est cette vitesse

se respective qui les fait remonter au point d'où elles sont parties.

Corps à Refort.

Si dans l'expérience des 8 à 10 billes suspendues, vous prenez la première & la dernière, & que vous les fassiez tomber sur celles du milieu qui sont en repos, ces billes que vous aurez prises pour frapper les autres retourneront en arrière après le choc avec les mêmes degrés de vitesse que vous leur aurez donnés.

Expériences

Tout corps rond élastique s'applatit dans le moment du choc, & perd sa figure pour prendre une forme ovale; parce que la partie choquée, ainsi que celle opposée qui se trouve dans la même ligne, se rapproche du centre: mais cet effet est très-subit; car le corps se rétablit aussi tôt qu'il a été comprimé, & avec des vitesses pareilles à celles de sa compression.

Explication de l'Expérience des 8 à 10 billes.

Si la seconde bille choquée a pris par communication & par réaction une vitesse égale à celle que lui a donnée le choc, elle la communique à la suivante; celle-ci fait la même opération sur celle d'après, & la dernière est la seule qui s'échappe, parce qu'elle ne trouve rien qui la retienne; c'est ce que nous avons vu dans l'expé-

Corps à Ref.  
fort.

rience , où l'on fait partir la dixième bille en choquant la seconde avec la première. Dans le cas présent où l'on prend la première & la dernière , celles du milieu qui ont reçu par communication les degrés de vitesse imprimés aux billes choquantes , les renvoient par réaction , ce qui fait retourner ces choquantes en arrière.

**Expérience.** Suspendez un anneau d'acier avec un fil , frappez - le également de chaque côté avec des billes aussi suspendues à même hauteur ; les billes seront repoussées par le rétablissement de la compression qu'aura essuyé cet anneau , & elles iront au point d'où elles sont parties si elles sont de masses égales , & plus loin celle qui sera plus légère. Comprimez cet anneau avec une soye ; appuyez deux billes , une de chaque côté de la compression , en coupant la soye , le même effet arrivera , & les billes seront repoussées à raison de leurs poids.



## VII. LETTRE.

*Du Mouvement Composé.*

**L**E Mouvement Composé est celui d'un corps qui obéit à plusieurs puissances.

Dit Mouvement Composé.

Il est de loi que tout corps qui se meut par l'action de plusieurs forces qui sont dans des directions différentes, ou reste en équilibre, ou obéit à la puissance supérieure suivant l'excès de sa force.

Que deux puissances égales soient directement opposées, le mobile qui se trouvera au milieu restera en équilibre, parce qu'il trouve égalité de force de part & d'autre. On en voit l'exemple en chargeant chaque bassin, d'une balance d'un poids égal. Ces poids qui ont des forces égales empêchent la balance de se mouvoir; &, tant que cette égalité dure, l'équilibre subsiste; mais, si l'on charge un des bassins d'un poids de plus, le mobile qui est le fleau de la balance est obligé de céder au poids le plus fort à proportion de son excès sur le poids du bassin opposé.

Un batelier, un nâgeur qui, pour



Du Mouve-  
ment Com-  
posé.

couper le courant d'eau, font un grand circuit ; ces bateaux d'avoine appellés *Margotats* qui viennent par la Marne qu'un seul homme conduit par le moyen d'un petit aviron, & une infinité d'autres mécaniques naturelles & artificielles de cette espèce, font autant d'exemples du Mouvement Composé.

Tout corps mis en mouvement par deux puissances uniformes dont les directions forment un angle, décrit une diagonale.

Expérience.

Au haut d'un plan vertical d'un pied en quarré, & le long de la ligne horizontale supérieure, sont tendus deux fils de laiton sur lesquels pose une poulie mobile qui va d'un bout à l'autre. Dans la rainure de cette poulie passe une soie qui porte un poids, & qui va aboutir à une autre poulie fixe qui se trouve à la tête de la ligne horizontale. On tire cette soie par la dernière poulie. Le poids remonte par la diagonale, parce qu'il est mû par la perpendiculaire & par l'horizontale qui sont deux forces égales auxquelles il est obligé de céder en même-temps. Puisque ces deux forces sont égales, il doit parcourir une ligne commune à toutes

VII. L E T T R E. 85

deux. Et cette ligne commune aux deux côtés d'un angle droit ne peut être autre chose que la diagonale.

Du Mouve-  
ment Cour-  
posé.

Tout mobile qui, en obéissant à sa pesanteur, est obligé de céder à une autre puissance qui le porte en avant, doit décrire une ligne courbe, nommée *Parabole*, & l'expérience démontre que tout corps qui décrit cette ligne est sollicité d'un côté par la force de projection uniforme & constante, & de l'autre par sa propre pesanteur qui le porte toujours vers le bas. De ces deux forces combinées, il suit que le mobile qui en est affecté décrit cette courbe.

Il est essentiel d'observer qu'une ligne courbe n'est autre chose qu'un composé successif de lignes droites infiniment petites, jointes les unes aux autres, dont chaque couple forme l'angle le plus obtus, & c'est cette continuité de petits angles si ouverts qui détermine la ligne courbe.

L'eau qui tombe des goutières dans des temps d'orage, & de grande pluie; un cavalier qui en courant seroit assez adroit pour recevoir dans sa main une pomme ou une orange qu'il jetteroit en l'air, & quantité d'autres exemples

Du Mouve-  
ment Com-  
posé.

pareils , représentent le mouvement composé en ligne courbe , & prouvent que la force de projection jointe avec la pesanteur des corps en change la direction ; & si cet effet n'est pas sensible, c'est que la vitesse est si grande qu'il est impossible de l'appercevoir.

*Des Forces.*

            
Des Forces.

La force d'un corps est le produit de sa masse , multiplié par sa vitesse. Les principales sont au nombre de cinq. Sçavoir : la *force motrice* , la *force projectile* , la *force d'inertie* , la *force centrifuge* , & la *force centripete*.

Force Mo-  
trice.

La *Force Motrice* n'a besoin ni d'exemple , ni d'explication : il suffit de la nommer pour sçavoir que c'est elle qui donne le mouvement à tous corps en général.

Je passe sous silence les deux forces que Leibnitz a voulu admettre dans la force motrice : sçavoir celle que l'on nomme *force morte* , qui s'anéantit à la rencontre d'un obstacle , & celle que l'on appelle *force vive* , assez puissante pour résister à l'obstacle qui se présente. La masse de la première , selon ce Philosophe & ses sectateurs ,

doit se multiplier par la vitesse, & la  
seconde par le quarré de la vitesse ;  
de sorte que si la vitesse a 6 degrés  
de mouvement, ils veulent multiplier  
la masse par 36, quarré de 6 multipliés  
par 6.

---



---

 Des Forces.

Je n'entreprendrai point de discuter ce sentiment. Je n'ai pas dessein d'entrer dans une question qui partage les plus grands Philosophes. Si l'on veut approfondir ce differend, il faut consulter le Livre d'*Institutions Physiques* d'une Dame illustre autant par son sçavoir que par sa naissance. On y verra ce qu'elle pense sur les forces vives dont elle prend la desense avec vigueur. On aura ensuite recours à la dissertation de M. de Mairan, sur l'estimation des forces motrices, où ce Sçavant Académicien réfute l'opinion de Madame du Châtelet, avec toute la profondeur dont il est capable.

*La Force Projectile* est celle qui porte tout corps à suivre constamment la direction dans laquelle on lui a imprimé son mouvement, à moins qu'il n'en soit détourné par quelques obstacles, & ces obstacles son, tou les frot-

 Force Proj-  
jectile.

tements, ou les résistances des milieux, & notamment une autre force victorieuse qui est celle de la pesanteur qui oblige tous les graves de se porter vers le centre de la terre.

Qu'on lance une pierre perpendiculairement de bas en haut; on détermine ce corps à suivre un mouvement contraire à celui de sa pesanteur. Ce mouvement est la force projectile qu'on imprime à la pierre lancée, qui continueroit à l'infini si rien ne s'opposoit à son action: mais la résistance du milieu qu'elle est obligée de diviser, jointe à sa propre pesanteur qui la porte sans cesse à se diriger en bas, rallentissent insensiblement son mouvement, & la font descendre & retomber par des vitesses accélérées; c'est-à-dire qu'en obéissant à sa pesanteur elle parcourt des espaces qui augmentent suivant les quarrés des temps.

Si la force projectile est dirigée horizontalement, elle agit sur le mobile avec la pesanteur de ce dernier, & lui fait décrire la courbe dont nous venons de parler: mais ce mobile dans sa chute suit les mêmes vitesses que nous ve-

VII. L E T T R E. 89

nons d'annoncer ; ainsi, après le second temps, il perd 4 fois plus, au 3<sup>e</sup> neuf fois, ainsi du reste ; parce que le carré de 2 est 4, & celui de 3 est 9.

Des Forces.

*La Force d'Inertie* est celle qui réside dans les corps graves, & qui les sollicite de se conserver dans l'état où ils se trouvent, soit en repos soit en mouvement, comme il a été déjà observé. Elle diffère de la gravité ou pesanteur, en ce que celle-ci n'exerce sa force que de haut en bas, & l'inertie au contraire exerce la sienne en tout sens.

Force d'Inertie.

La force d'inertie d'un corps mobile est toujours proportionnelle à la masse. Si une boule, par exemple, vient choquer une plus pesante qu'elle, elle la déplacera moins que si elles se trouvoient toutes deux de même pesanteur. Pourquoi ? parce que la boule en repos, plus forte, oppose plus de résistance, à raison de sa plus grande masse ; donc tout corps qui a plus de masse ou de matière, a plus de résistance ou de force d'inertie.

Tout corps en général dans quel qu'état qu'il puisse être, tranquille ou en mouvement, solide comme fluide, possède constamment cette force.

Des Forces.  
Force Cen-  
trifuge.

*La Force Centrifuge* est l'effort que fait continuellement un corps qui décrit une courbe, pour s'échapper par la Tangente qui est la ligne perpendiculaire au diamètre d'un cercle qui touche son extrémité sans le couper.

*Expérience.* Les expériences les plus communes prouvent l'existence de cette force. La fronde, l'encensoir en sont des exemples familiers. Quand la fronde est en mouvement, la force centrifuge qui cause la tension de la corde fait appuyer la pierre sur le fond où commence la Tangente par laquelle elle voudroit s'échapper. De même la force centrifuge contraint le charbon de l'encensoir de se porter vers le fond du vase qui le contient.

*Expérience.* Faites tourner avec rapidité un gobelet plein d'eau, c'est la force centrifuge qui fait effort contre le fond du gobelet, qui empêche l'eau de se répandre.

Ainsi l'on peut dire que tout corps qui décrit une ligne courbe, tend à s'éloigner du centre de son mouvement, & que, s'il ne réussit pas, c'est qu'il est retenu par une force contraire.

VII. L E T T R E. 91

*La Force Centripete* est cette force contraire à la centrifuge qui sollicite continuellement le mobile de se rapprocher du centre commun. Ces deux forces, combinées ensemble, se nomment *Forces Centrales*.

~~Des Forces.~~  
Force Centripete.

*Les Forces Centrales* agissent sur tous les corps en général, pourvû que le mouvement soit en ligne courbe; & les Expériences qui émanent de ce principe nous démontrent que les mobiles qui en sont affectés sont sans cesse deux efforts opposés, l'un pour s'éloigner du centre commun, l'autre pour y revenir.

Forces Centrales.

Le bled que l'on vanne, prouve que la force centripete d'un corps, peut être occasionnée par la force centrifuge d'une autre qui circule autour. Le vaneur par un mouvement circulaire oblige la paille, & les parties légères de se rassembler au centre, pendant que le grain se porte à la circonférence.

Expériences.

La force centrifuge se mesure, ainsi que le mouvement, par la masse & par la vitesse. De deux mobiles égaux en vitesse, celui qui aura plus de masse aura plus de force centrifuge; de même, s'ils sont égaux en masse, la



Des Forces. force centrifuge sera plus forte du côté de celui qui aura plus de vitesse.

La vitesse d'un corps en mouvement circulaire se connoît par la courbe qu'il décrit, que l'on nomme *Révolution*; & par le temps que ce corps employe pour la faire, appelé *Périodique*.

## VIII. LETTRE.

*Gravité ou Pesanteur des Corps.*

Gravité des Corps.

**J**E vais, Monsieur, entamer une matière dont les Phénomènes sont aussi intéressants que la cause qui les produit est peu connue. La chute des graves, objet très-important va faire le sujet de cette Lettre. Les Sçavans les plus célèbres n'ont pû s'accorder sur le principe, lorsqu'ils ont voulu l'approfondir. Les Philosophes que j'ai pris pour guides ne l'ont pas encore découvert, ainsi que quantité d'autres qui ont imaginé des systêmes particuliers sans pouvoir se réunir sur la véritable cause. (a) Les Tourbillons, (b) l'Attraction, (c) l'Ecoulement d'une matière

(a) Systême de Descartes.

(b) Systême de Newton.

(c) Systême de Gassendi.

semblable à celle de l'aimant (d), la soumission aveugle d'un corps à une puissance qui le force d'obéir sont autant d'idées qui ne servent peut-être qu'à embarrasser l'esprit, sans donner de solution consolante. Ne pouvant pénétrer dans ce mystère, je me borne aux loix de la pesanteur des corps, découverte par *Galilée*, Philosophe Italien, que ses successeurs ont pris pour modèle.

---

Gravité des  
Corps.

La gravité ou pesanteur est cette force des corps qui les dirige toujours vers le centre de la Terre; qu'ils soient grands, qu'ils soient petits, cette force est égale pour toutes les parties qui tombent. Elle diffère du poids en ce que celui-ci est le volume de la matière propre à un corps, & plus ce corps a de volume, plus il a de poids. Qu'un corps qui tombe pèse 3 livres, je le suppose, sa chute se fera à vitesse égale; que ce corps soit d'un seul volume, ou partagé en deux ou en trois, le poids sera différent, mais la force de pesanteur sera la même.

Avant que l'on fût éclairé on confondoit le poids avec la pesanteur, parce que l'on voyoit une pierre de-

(d) système d'Aristote.

Gravité des  
Corps.

scendre plus vite qu'une plume ; mais ce même Galilée, que je viens de citer, établit pour principe que cette force étoit égale dans tous les corps , mais que ceux qui avoient moins de matière étoient plus exposés à la résistance des milieux. C'est ce qu'il est facile de prouver par une seule expérience.

Expérience.

L'on met sur la platine de la machine pneumatique un tuyau de verre de 2 pouces  $\frac{1}{2}$  de diamètre , six pieds de longueur plus ouvert , & plus large par les deux bouts , que l'on assure dans deux montants de bois. Dans la partie évasée supérieure sont plusieurs pinces qui retiennent des corps différents en espèce & en poids , comme des pièces de métal , de la plume , du papier , mais d'un volume à-peu-près égal ; & par le moyen d'un ressort qui fait ouvrir les pinces , on laisse tomber ces corps deux à deux ; par exemple une pièce d'or avec une plume , une pièce de cuivre , & du papier , &c.

Si , avant de faire le vuide , on les laisse échapper , leur chute se fait avec la vitesse proportionnée à leurs masses , ainsi l'or , le cuivre sont plutôt rendus sur la platine que le papier , la plu-

me, &c, mais, lorsque l'air est pompé, & que l'on vient à lâcher la détente, on voit ces corps tomber avec égalité de vitesse, & se rendre sur la platine en même-temps sans laisser de distance de l'un à l'autre; ce qui prouve que l'or, la plume, ainsi que tous les corps ont même pesanteur.

---

Gravité des  
Corps.

L'Expérience nous démontre donc qu'il n'y a aucun corps qui soit absolument léger, malgré le sentiment ancien qui établissoit le contraire, fondé sans doute sur ce que l'on voit la vapeur se répandre en tous sens. Si l'on avoit approfondi les circonstances, comme ont fait nos modernes, on auroit changé d'opinion, & l'on auroit vû qu'au moment que l'on interrompt l'ascension de cette vapeur, elle tombe comme les autres corps & prouve l'existence de sa pesanteur.

Mettez sur la machine Pneumatique un morceau de papier allumé qui fume beaucoup, couvert d'un récipient de 4 pouces de diamètre sur un pied d'élevation au moins. Raréifiez l'air promptement en faisant le vuide le plus parfait qu'il se puisse, vous verrez la fumée du papier brûlé après s'être soutenue un instant au haut du

Expériences.

récipient , retomber comme les corps  
 Gravité des graves , & s'étendre sur la platine.  
 Corps.

Cette expérience, en nous prouvant qu'il n'existe aucun corps absolument léger, nous fait connoître l'effet des vapeurs qui se répandent dans l'atmosphère, en s'élevant continuellement de la terre, & de quelle manière elles retombent. C'est un objet intéressant dans la Physique qui fixe l'attention des Sçavans, & sur lequel il s'est élevé plusieurs sentimens.

L'avis qui paroît le plus unanime est que le mouvement dans lequel la chaleur entretient les parties insensibles des corps, oblige les plus subtiles de s'en détacher.

D'autres se sont arrêtés aux surfaces auxquelles ils attribuent l'élévation de ces petits corps, en disant que plus ils sont divisés, plus ils ont de surfaces; qu'ainsi l'air agissant sur une plus grande quantité de surfaces les enlève plus facilement.

Ce dernier sentiment se trouveroit juste s'il n'étoit question que de l'expliquer au moment où ces vapeurs sont enlevées, pour rendre raison de la manière dont elles se répandent, & se soutiennent dans l'air; mais il n'est  
 pas

pas décisif pour répondre à leur ascension, car le même frottement qui s'augmente, & se multiplie par les surfaces, & qui tient les vapeurs suspendues dans l'atmosphère lorsqu'une fois elles y sont portées, les empêche de monter, parce que plus il y a de parties, plus il y a de surfaces, & plus il se trouve de surfaces plus les frottements ont lieu.

Gravité des  
Corps.

Quant à la première idée, elle est spéculaire; & elle trouveroit faveur si l'air qui régné dans l'atmosphère étoit toujours assez chaud pour occasionner une dilatation continuelle. Il est certain qu'en cet état ces petits corps, plus légers que l'air, seroient enlevés, & soutenus par ce fluide plus pesant qu'eux; mais le degré de chaleur nécessaire à leur dilatation n'existe pas également dans tous les temps de l'année & cependant les vapeurs montent, & se répandent dans l'air en tout temps.

Je pense, & je crois penser juste en disant, qu'il faut s'en tenir au sentiment de M. Nollet pour expliquer ce Phénomène, comme étant le seul appuyé sur des fondements qui paroissent solides. Je vais le rapporter tel qu'il

l'annonce lui-même. Cet habile Physicien prétend que l'air de l'atmosphère fait l'office d'éponge, & de dissolvant sur les corps qu'il touche. » Comment conçoit-on, dit-il, *page 119.* » de son second volume de Leçons de Physique expérimentale, que l'eau douce devient salée, quand on la met dans un vaisseau au fond duquel il y a du sel ? C'est que la liqueur s'insinuant dans les pores du corps solide, se rejoint à elle-même de tous côtés dessous les parties qui composent la surface, se soulève enfin, & les divise à tel degré, que ces parties elles-mêmes entrent dans les pores de l'eau, de la même manière, & par les mêmes causes que celles de l'eau ont pénétré le sel. »

Le même effet arrive dans l'évaporation des corps. Si ces corps sont plongés dans un fluide spongieux, il en résulte une grande quantité de vapeurs, parce qu'il exerce une action continuelle sur leurs parties. Or l'expérience démontre que l'éponge, le sucre s'emparent des parties du liquide dans lequel on les met. Ne voit-on pas l'eau s'élever au-dessus de son niveau dans les tuyaux capillaires ?

Dès que l'on regarde l'air comme une suite de petits tubes capillaires ; on ne doit pas être surpris de l'effet qu'il produit sur les vapeurs , & qu'il les attire.

Gravité des  
Corps.

Lorsque l'on sçait comment les vapeurs sont enlevées dans l'air , il est aisé de déterminer la cause qui les y soutient , ainsi que celle qui les fait retomber.

Ces petits corps par leur extrême petitesse sont plus légers que l'air dans lequel ils se trouvent. Le frottement que leurs petites surfaces effluent les tient suspendus , & leur légèreté les empêche de se faire passage au travers d'un air , qui tout raréfié qu'il est se trouve encore plus épais & plus pesant. C'est ce que l'expérience du papier brûlé sous le récipient fait connoître. On voit la fumée s'arrêter un instant au haut du récipient lorsque le vuide est fait , & y rester jusqu'à ce que se rassemblant en un même volume , & devenant plus pesante que l'air rarefié qui reste dans le récipient, elle retombe sur la platine.

De même les vapeurs se tiennent suspendues dans un air plus rare : elles s'y rassemblent ; & lorsqu'après s'être réunies , & condensées à un certain



Gravité des  
Corps.

point, elles ont acquis un poids plus fort que celui de l'air dans lequel elles nagent, elles retombent par leur pèsanteur sur la surface de la terre, soit en pluye, neige, &c.

Ainsi nous voyons que tous les corps ont leur pèsanteur ou gravité; & que ceux qui paroissent légers ne le sont que relativement aux fluides dans lesquels ils sont soutenus.

Pèsanteur  
absolue.

La Pèsanteur absolue propre à un corps est toujours la même. C'est-à-dire, une livre pèse toujours une livre; mais la vitesse de ce corps qui tombe lui donne une force qui augmente à chaque espace qu'il parcourt.

L'accélération des graves dans leur chute se fait suivant les nombres impairs 1, 3, 5, 7, &c. C'est-à-dire, qu'un corps en tombant qui parcourt un certain espace au premier temps, en parcourra trois fois autant au second, cinq fois au troisième, sept fois au quatrième, ainsi du reste.

Supposons qu'un corps grave qui tombe parcourt un pied dans une seconde, à la deuxième il en aura parcouru trois: sçavoir, un pour chaque seconde, & un troisième que l'impulsion

accélérée lui aura donné dans la première seconde.

Gravé des  
Corps.

Voilà deux pieds de parcourus naturellement dans les deux premières secondes, un autre pour la troisième ce sera 3, & deux que ce corps a acquis de vitesse dans les deux premières font 5.

3 Pieds de parcourus dans les trois premières secondes, joints à un quatrième pour la quatrième seconde, font 4. Mettez-y les 3 autres de vitesse acquises pour les trois premières secondes.

Vous trouverez que les espaces parcourus répondent aux carrés des temps; à la fin du deuxième on trouve 4 carré de 2, à la fin du troisième 9 carré de 3, & à la fin du quatrième 16 carré de 4.

Mais si le corps tombant rencontre un obstacle qui ne cede qu'insensiblement, alors son accélération est presque imperceptible. Une boule qui roule sur un escalier dont les marches sont larges & ont peu de pente, n'a pas plus de vitesse à la fin de la dernière qu'à la fin de première; parce qu'à chaque marche qu'elle parcourt, elle perd la vitesse qu'elle a acquise en tombant

Gravité des  
Corps.

par le chemin qu'elle est obligée de faire horizontalement sur chacune de ces marches pour arriver à une autre.

Nous trouvons dans la pesanteur des corps le mouvement d'*oscillation* du pendule.

Un *Pendule* est une masse de plomb soutenue par un fil, qui décrit un arc autour d'un point fixe où elle est suspendue.

Le mouvement d'*oscillation* est le balancement de ce pendule qui va de côté & d'autre de son point de suspension en décrivant des arcs.

Il est de principe que tout corps attaché par un fil à un point fixe que l'on écarte de son point de suspension acquiert dans cet écartement une vitesse nécessaire pour remonter aussi haut que l'endroit d'où il est parti.

Expérience. Donnez le mouvement d'*oscillation* à telle hauteur que vous le jugerez à-propos à un pendule. Si ce mobile ne trouve aucun obstacle, vous le verrez remonter par le côté opposé à une hauteur égale à celle par laquelle il est descendu. Mais la résistance de l'air le ramènera insensiblement au repos.

Le point de gravité du mobile qui décrit les arcs, se nomme *Centre de vi-*

bration ou d'oscillation, & celui autour duquel ce mobile se meut Centre du mouvement.

Gravité des Corps.

Quoiqu'on distingue deux sortes de pendules, l'un simple & l'autre composé; le premier n'est qu'imaginaire, attendu l'impossibilité qui se trouve dans l'exécution. Car il faudroit que toute la pèsanteur résidât au centre sans que le fil ou la verge auquel il est attaché en eût aucune; ainsi on ne s'attache & l'on ne fait usage que du second qui pèse par tout les points de sa longueur.

La Pèsanteur Spécifique est celle qui regarde tout corps comparé à un autre qui à volume égal, se trouve plus ou moins pèsant. Prenez un volume de laine égale à un volume de plomb; que ce dernier soit 100 fois, 1000 fois plus pèsant que le premier; on dira la pèsanteur spécifique de la laine à celle du plomb est comme un à cent, ou à mille. C'est ce que l'hydrostatique nous fera connoître.

Pèsanteur Spécifique.



## IX. LETTRE.

*De la Méchanique.*


---

Méchanique.

**L**A *Méchanique* est l'art que l'homme a trouvé pour se rendre maître des plus grandes forces, en les assujettissant à des loix par des moyens les plus simples, & les plus profitables pour lui.

Cette science embrasse la connoissance de ces moyens avantageux qui sont composés de corps destinés à opposer aux puissances des résistances capables de les égaler ou de les vaincre.

Ces corps ce sont les *Machines*. Les plus connues, & les plus ordinaires sont :

Le *levier* d'où dérivent la *bascule*, la *balance*, la *pince*, les *poulies*, les *roues*, &c.

Les *cordes* qui sont tirées des trois regnes dont la nature est composée.

Et le *plan incliné* qui produit les *coins*, les *vis*, &c.

*Le Levier.*

**Le Levier.** Le *Levier* est une machine composée de trois forces, la *puissance*, la *résistance*, & le *point d'appui*.

La *Puissance*, est une force qui soutient l'effort d'une autre force qui lui résiste, & qu'elle cherche à vaincre, comme la main qui monte le poids d'un horloge.

La *Résistance*, est une autre force qui s'oppose à la puissance, comme un bloc de marbre qui résiste aux efforts qui veulent l'enlever.

Le *Point d'appui*, ou le centre du mouvement, est un point fixe autour duquel roulent & tournent toutes les parties d'une machine. Comme l'axe d'un cercle, l'essieu d'une roue, &c.

Les Machines dont on se sert le plus communément, comme les *poulies simples*, ou *composées*, *dormantes* ou *mobiles*, les *balances égales*, ou *inégalés*; les *mouffles*; les *cabestans*; le *treuil*; la *grue*; les *roues engrénées dans des pignons*; les *cordes*, &c. Toutes ces machines, dis-je, se réduisent à la bascule & au simple levier.

On distingue le levier en trois genres. Celui du premier, celui du second & celui du troisième genre.

Le *Lévier du premier genre*, est celui dont la puissance est d'un côté, la résistance de l'autre, & le point d'appui au milieu. Une balance ordi-

---

Le Levier.

Lévier du  
premier genre.

~~Le Lévier.~~  
Le Lévier.

naire, la romaine, les ciseaux, la pince ou le pied-de-chevre, la bascule, sont des leviers du premier genre.

Dans la balance ordinaire, & dans la romaine; le poids que l'on met dans un des bassins de la première, & le poids mobile de la romaine forment la puissance, ce que l'on veut peser, que l'on place dans l'autre bassin, ou que l'on attache au crochet de la romaine fait la résistance, & le point d'appui c'est le clou de l'un & de l'autre autour duquel tournent ces deux balances.

On trouve la puissance aux anneaux d'une paire de ciseaux; le point d'appui dans le clou qui joint les branches, & la résistance dans le corps que l'on coupe.

La puissance est à l'endroit du pied-de-chevre où l'homme fait effort pour soulever le fardeau sous lequel il en pose le bout. La résistance est le fardeau, & le point d'appui se trouve entre ces deux forces, précisément à l'endroit où le talon de la pince touche la terre.

Lévier du  
second Gen-  
re.

*Le Lévier du second genre, est celui où la puissance est d'un côté, le point d'appui de l'autre, & la résistan-*

ce au milieu. Comme le pied-de-chevre ou pince, sert à deux usages différens, il devient aussi un levier du second genre dans une des deux manières de s'en servir.

Le Levier.

Lorsque l'on engage la pince, & que l'on pèse sur l'extrémité pour obliger le fardeau de s'élever assés pour mettre dessous un corps étranger comme une pierre, un rouleau, une corde, &c. c'est un levier du premier genre; mais quand on avance la pince sous le fardeau, & qu'au lieu de pèser sur le bout, on la souleve; alors cette pince devient levier du second genre, parceque le fardeau qui fait résistance se trouve entre le bout de la pince qui a son point d'appui contre terre, & la puissance qui est la force qui souleve l'autre extrémité de cette pince.

Le couteau du boulanger, les rames d'un bateau font des leviers du second genre. La puissance est la main qui coupe, la résistance le pain, & le point d'appui, l'anneau auquel le couteau est attaché sur la table. De même la main du batelier est la puissance, le point d'appui, l'eau sur laquelle les rames font effort, & la résistance est



Le Lévier.

le bateau contre lequel la puissance porte son effort à l'endroit où les rames sont arrêtées.

Lévier du  
troisième  
genre.

*Le Lévier du troisième genre*, est celui où le point d'appui se trouve d'un côté, la résistance de l'autre, & la puissance au milieu.

Les pincettes & les badines sont des exemples des leviers du troisième genre. Ce sont deux branches longues qui se joignent par une charnière ou un ressort à l'extrémité de la partie supérieur. Cette jonction fait le point d'appui, ce que l'on prend avec les extrémités de ces pinces est la résistance, & la main que l'on porte au milieu pour s'en servir forme la puissance.

Toutes les expériences qui se font sur les leviers, donnent pour principe certain que les masses, ou les poids que l'on y met en équilibre sont en raison inverse de leur distance au point d'appui.

Mettez dans les bassins de la balance ordinaire deux masses égales en poids, vous les verrez en équilibres, parceque ces deux masses sont non-seulement de pesanteur égale, mais aussi parceque leur distance au point d'appui est égale de part & d'autre; ainsi l'on voit que l'équilibre vient de

l'égalité de force qui se trouve dans les bras du fleau, comme de l'égalité de distance d'une masse à l'autre; mais si vous mettez un poids de trois livres d'un côté, & un poids de six livres de l'autre, pour trouver l'équilibre, & pour que les masses soient en raison inverse de leur distance; on doit mettre le bassin qui contient le poids le moins fort à une distance double du point d'appui: c'est-à-dire, si le poids de six liv. est d'un côté à trois pouces de ce point d'appui, le poids de trois livres doit être de l'autre à six pouces.

Dans cette position les deux masses ont égalité de force, parceque 3 multipliés par 6 donnent 18 qui sont égaux avec 6 multipliés par 3; toute cette mécanique dérive du principe établi à l'article des forces, que la force d'un corps se connoit en multipliant sa masse par sa vitesse.

Il en sera de même si l'on attache un poids à un des bras du fleau de la balance, & que l'on double, triple, &c. Celui que l'on place à l'autre bras de ce fleau, à une distance plus rapprochée du point d'appui du double, du triple, &c. Exemple.

Si vous attachez un poids de 18 liv.

Le Lévier.

à un pouce du point d'appui, pour faire équilibre avec un autre de 6 liv. vous devez attacher celui-ci à 3 pouces, parce que un pouce multiplié par 18. vaut 18, comme 3 multipliés par 6. Ces exemples font connoître que les distances des forces résistantes, & des puissances sont entre elles en rapport de 2 à 3, 4, 5, &c. Et dans tous les cas, on reviendra au principe que des poids en équilibre sont en raison inverse de leur distance au point d'appui.

La romaine en fournit encore un autre aussi sensible. Ce lévier du premier genre est composé de deux bras inégaux. Attachés au crochet 25 liv. de marchandise, si le poids mobile qui est la puissance pèse 5 liv. mettez le à 5 pouces du point d'appui, il fera équilibre avec les 25 liv. de marchandises, qui n'en doivent être éloignées que d'un pouce. La preuve est dans la multiplication de 5 de masse par 5 de vitesse où l'on trouve 25 qui équivalent à la marchandise. De cette manière on peut contre-balancer des forces bien supérieures, comme dix mille avec mille, & plus encore. Quel avantage, & quelle ressource pour l'homme

d'avoir sçu tirer parti d'une opération aussi simple pour assujettir des forces si considérables.

Le Levier.

De ce que nous venons de dire il résulte pour principes :

1°. Que deux masses égales en poids opposées l'une à l'autre sur un levier à distance égale du point d'appui, se seront en équilibre.

2°. Que si ces mêmes masses sont de poids inégal, elles ne pourront former l'équilibre que dans le cas où leur distance au point d'appui, se trouvera réciproque l'une à l'autre.

3°. Que plus le poids est éloigné du point d'appui, plus il a de force.

Toute la Méchanique se réduit à ces trois principes. Passons au détail des machines, & voyons comment, & de quoi elles sont composées.

*Balance ordinaire.*

La Balance commune est composée d'un fléau ou traversin, de la chaise qui soutient l'axe du fléau, de l'aiguille, & de deux bassins ou plateaux suspendus par des cordes au fléau.

Balance commune.

Il faut que l'égalité des deux côtés

Balance  
commune.

du fléau depuis l'aiguille jusqu'aux bouts qui portent les bassins soit parfaite en longueur, grosseur, & pèsanteur. On doit avoir la même attention pour les bassins, ainsi que pour les cordes qui les soutiennent, afin que le poids que l'on met dans un des plateaux équivale la marchandise que l'on pose dans l'autre; autrement l'erreur tourneroit au désavantage ou de l'acheteur ou du vendeur.

Une observation essentielle à faire, est que le point de suspension qui se trouve aux extrémités du fléau, soit à la hauteur du centre de l'axe, lequel lui-même ne doit pas se trouver dans le centre du fléau, mais un peu au-dessus; & il doit y avoir sous la chasle un double crochet qui contre-balance le poids de l'aiguille. Cette aiguille qui sert à marquer quand le fléau est horizontal & de niveau, est perpendiculaire à la longueur du fléau, quand les bras du fléau sont parallèles à l'horizon, & dans un parfait équilibre, l'aiguille est cachée dans la chasle; mais s'il se trouve un peu plus de pèsanteur d'un côté que de l'autre, elle se montre du côté où le poids l'emporte.

*Balance Romaine.*

La Balance romaine, est composée de deux bras inégaux qui mettent en équilibre deux quantités inégales de matière. A l'extrémité du bras le plus court est un crochet où l'on attache ce que l'on veut peser. On prend la longueur de ce petit bras depuis son extrémité jusqu'au point de suspension, & l'on porte cette mesure sur le bras le plus long où l'on marque autant de divisions que l'on peut en avoir sur cette plus grande longueur. Il doit y avoir un poids mobile qui s'approche, ou s'éloigne jusqu'à ce qu'il tienne le levier dans sa position horizontale. Le bras le plus long a deux côtés opposés qui répondent à deux distances du point de suspension, l'une plus longue, l'autre plus courte : l'on nomme un de ces deux côtés *le foible*, qui sert à peser les marchandises légères ; c'est celui dont les divisions sont plus distantes, & dont la chasse qui sert de point d'appui est plus éloignée de la résistance. L'autre s'appelle *le côté fort*, destiné aux pesées plus considérables. La distance de celui-ci à la chasse est plus rapprochée du levier, & les divisions sont plus serrées.

---

Balance  
Romaine.

*La Poulie.*

---

*La Poulie.*

*La Poulie*, est de bois ou de métal. C'est une roue creusée tout au pourtour dans son épaisseur en forme de rénure pour recevoir une corde. Elle tourne librement dans une chappe où elle est attachée par un boulen ou goujon. La chappe est une espee d'anse, le goujon est un morceau de fer qui la traverse, & la contient dans sa chappe.

La poulie est ou *fixe* ou *mobile*. *Fixe* lorsque la chappe est dormante, c'est-à-dire, lorsqu'elle est attachée à un crochet, & qu'elle n'a d'autre mouvement que celui de tourner sur elle-même; *mobile* lorsque c'est une corde qui l'embrasse, que l'on attache par un bout, & que la poulie suit la direction du poids suspendu à l'autre bout de la corde.

La *poulie fixe* doit être considérée comme levier du premier genre, dont le point d'appui est au milieu. Lorsqu'un poids quelconque est suspendu à l'extrémité de la corde d'un côté pour avoir équilibre, il faut qu'il y ait un autre poids égal en pesanteur à l'autre extrémité de cette

corde ; alors toutes les forces sont dans des rapports constans , ce qui forme le parfait équilibre.

---

La Poulie.

La *poulie mobile* doit être regardée comme levier du second genre , qui donne plus de facilité parceque l'effort de la résistance qui se trouve au milieu , étant également partagé entre la puissance & le point d'appui , la puissance ne doit employer que moitié moins de force pour être en équilibre avec le poids. C'est l'avantage que possède la poulie mobile sur la poulie fixe.

*Poulies Moufflées.*

Si les poulies mobiles sont plus avantageuses que les poulies fixes , quel secours ne résulte-t-il pas de plusieurs poulies fixes , & mobiles jointes ensemble ? C'est ce que l'on voit dans les poulies moufflées , dont les forces surpassent considérablement celles des poulies mobiles.

---

Mouffles.

Les *mouffles* sont composées d'un assemblage de poulies fixes , & de poulies mobiles. L'on enferme dans une seule chappe les poulies fixes , & les poulies mobiles dans une autre. On peut les faire traverser les unes



---

 Mouffles,

& les autres, soit par un boulon séparé pour chacune, soit par un seul boulon pour les fixes, & un autre pour les mobiles. On attache un bout de la corde à une poulie fixe ou dormante, en la faisant passer ensuite sur une poulie mobile, puis sur une fixe, & ainsi successivement jusqu'à la dernière.

L'usage des mouffles est d'enlever de grands fardeaux. Elles sont très-commodes en ce qu'elles occupent peu de place, lorsque les poulies sont placées horizontalement. Pour les mettre en œuvre il faut attacher les mouffles mobiles aux fardeaux que l'on veut enlever, & les fixes au plancher au-dessus. Avec une mouffle composée de trois poulies fixes & de trois mobiles, deux hommes peuvent enlever facilement 600 pésant. Chaque homme peut enlever 50 de poids, si chaque homme a cette force, celle de deux hommes est donc de 100. Or 100 de force font équilibre à 100 de poids : six poulies qui ont chacune une résistance de 100 à opposer à une puissance de 100 équivalent 600, puisque 6 multiplié par 100 font 600. Ainsi deux hommes peuvent enlever 600 avec le secours des mouffles.

*Les Roues.*

Les Roues sont des corps ronds & plats, qui se meuvent sur leurs centres. On les distingue en deux sortes, *mobiles* & *fixes*. On appelle *Roues mobiles* celles qui ont deux mouvements, l'un sur leur centre & l'autre qui s'avance en droite ligne; telles sont les roues des voitures: ce sont des leviers du second genre. Le terrain sur lequel les rayons portent est regardé comme le point d'appui, la résistance est le centre où passe l'effieu qui porte tout le poids; & la puissance ce sont les animaux qui tirent & mènent cette voiture.

---

 Les Roues.

Il est bon d'observer que les voitures sont plus légères & plus faciles à conduire & à traîner pour les chevaux, lorsque les roues sont grandes & égales, & dont le centre est à la hauteur du trait du cheval; parce que plus la circonférence d'une roue embrasse de terrain moins il y a de frottement; & nous sçavons que ce sont les frottements qui détruisent le mouvement.

Les *roues fixes* sont des leviers du premier genre. Elles n'ont qu'un mou-

118 LETTRES PHYSIQUES.

Les Roues.

vement sur leur axe sans changer de lieu : elles servent à égaler deux puissances entre elles, & à augmenter ou diminuer la vitesse de l'une des deux quand il est nécessaire : telles sont les roues des moulins, des horloges, &c.

*Treuil ou Cabestan.*

Treuil ou Cabestan.

*Le Treuil & le Cabestan* sont deux noms différens, donnés à la même machine selon sa position. Si elle est placée horizontalement elle s'appelle *Treuil* ; si elle est située verticalement on la nomme *Cabestan*.

Cette machine est composée d'un rouleau appuyé horizontalement sur des montans par les deux bouts lorsqu'elle sert comme *Treuil*, & placée verticalement dans un bâti à jour, si on la fait agir comme *Cabestan*.

Autour de ce cylindre tourne une corde que l'on amène dessus par le moyen de plusieurs rayons ou leviers qui sont attachés en croix à un des bouts. Comme *Treuil*, elle s'emploie aux puits, carrières ; & en qualité de *Cabestan*, elle sert sur les vaisseaux, & sur les ports pour attirer les fardeaux.

## X. LETTRE.

*Cordes.*

DEux objets bien intéressans pour la mécanique vont faire le sujet de cette 10<sup>e</sup> Lettre. Ce sont les *cordes* & le *plan incliné*.

---

*Cordes.*

Vous trouverez, Monsieur, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences (a) que M. Amontons a traité la partie des cordes avec toute la précision que l'on devoit attendre d'un homme aussi profond & aussi sçavant. C'est lui qui a réformé cette routine imparfaite que l'on suivoit, qui jettoit dans des écarts dangereux, pour la mettre dans un ordre assuré, en démontrant que très-souvent la seule roideur des cordes augmente la résistance d'un tiers.

Les cordes se tirent des trois régnes de la nature; sçavoir, du régne animal, du régne végétal & du régne minéral. Les fils de soye, les cordes à boyaux viennent des matières anima-

(a.) 1699. P. 217.

Cordes.

les ; les végétaux donnent les fils de chanvre & de lin , dont on forme les cordes de la grosseur & de la longueur que l'on désire , en les unissant ensemble : les fils de léton , les chaînes mêmes représentent les cordes qui viennent des métaux.

On se sert des cordes pour faire agir les machines suivant le but qu'on se propose. Elles sont d'usage pour enlever , conduire des fardeaux , les changer de place , les lier ensemble : elles augmentent de leurs propres poids les résistances sur lesquelles elles agissent. Exemple, si l'on tire de l'eau d'un puits profond avec deux seaux attachés chacun à chaque bout de la corde qui passe sur le cylindre du treuil ou de la rémure de la poulie ; le poids fera plus fort du côté où la corde sera plus longue.

Les changemens dont les cordes du règne végétal sont très-susceptibles , lorsqu'elles deviennent seches ou humides , ainsi que les différentes forces qu'elles acquièrent suivant qu'elles sont plus ou moins liées & tortillées ensemble , sont des défauts auxquels il est difficile de remédier.

Toutes

Toutes les cordes se gonflent & deviennent plus grosses en se racourcissant lorsqu'elles sont imbibées d'eau; au contraire elles diminuent de grosseur, & s'allongent à mesure qu'elles se fèchent. Cela est aisé à concevoir; l'eau qui pénètre les pores de la corde en écarte les parties solides: or ces parties ne peuvent s'écarter sans se gonfler.

---



---

Cordes.

Attachez à un endroit élevé un cordon, au bout duquel sera suspendu un poids considérable, qui le tiendra très-roide. Mouillez ce cordon d'un bout à l'autre avec une éponge, il se détortillera, se gonflera & fera monter le poids; ce qu'il est aisé de remarquer par la distance plus grande qui doit se trouver entre le poids & le plancher.

Expérience.

Cette expérience démontre l'effet prodigieux que fait l'eau qui pénètre & s'empare des pores de la corde.

C'est un préjugé trop commun dont il faut revenir, de penser qu'une corde que l'on rend plus grosse, par le tortillement des fils qui la composent (a), acquiert au dépend de sa longueur une force qui doit la rendre plus difficile à

(a) Mémoire de l'Académie de 1711, p. 6.

Cordes.

rompre. L'Expérience prouve que plus une corde est tortillée, plus elle perd de sa force, loin de l'augmenter.

Tirez d'un écheveau de fil plusieurs brins, autant égaux qu'il sera possible; s'ils sont capables, par exemple, de soutenir chacun séparément un poids, supposons-le d'une once; tortillez ensemble deux de ces brins pour en former un cordon; ce cordon cassera si vous y attachez un poids de deux onces.

Cette épreuve démontre clairement que le tortillement des cordes diminue leurs forces, parce que, plus on tortille les fils, plus on les affoiblit par la direction oblique qu'on leur fait prendre, & que l'effort se fait toujours sur toute la longueur, & non sur l'obliquité.

*Du Plan Incliné.*

Du Plan Incliné.

*Le Plan Incliné* est celui qui se trouve entre l'horizontal & le vertical. Il est plus ou moins incliné suivant qu'il est plus approché, ou plus éloigné de la perpendiculaire. La pente d'une montagne, la rampe d'une terrasse, d'un escalier, sont autant de plans inclinés sur lesquels les corps qui glis-

sont en roulant de haut en bas, sont en partie soutenus par ce plan, & le sont d'autant plus que le plan est plus incliné à l'horizon.

---

Du Plan Incliné.

Lorsqu'un corps grave descend par un Plan Incliné, il est mu par deux puissances dont les directions sont différentes, & il suit le principe établi précédemment dans le mouvement composé que je vais remettre sous les yeux : que tout corps obligé d'obéir à deux puissances dont les directions forment un angle, décrit une diagonale.

Un corps qui fait sa chute par le Plan Incliné, ne la fait jamais aussi vite que par la ligne verticale ; & plus le plan est incliné à l'horizon, plus la chute est retardée. C'est ce que je vous ai annoncé à la fin de l'article de la gravité des corps, par l'exemple de la boule, qui roule sur un escalier dont les marches sont larges & presque horizontales.

L'Expérience prouve que le temps qu'emploie un mobile dans sa chute par le Plan Incliné, est à celui qu'il auroit dans sa chute verticale, comme la longueur du Plan Incliné est à sa hauteur : c'est-à-dire, que s'il met deux



minutes pour faire sa chute par l'inclinaison, il n'en mettra qu'une par la ligne verticale; conséquemment la ligne du Plan Incliné doit être double de celle du Plan Vertical.

Delà on tire un principe général, que tout corps qui descend obliquement par la corde quelconque d'un cercle, met autant de temps à faire sa chute qu'il en employeroit, s'il tomboit verticalement par le diamètre entier de ce cercle. Pourquoi? parce qu'un corps grave fait toujours moins de chemin en descendant par la ligne perpendiculaire à l'horizon, & davantage lorsqu'il tombe par une ligne très-inclinée à cet horizon. La raison est simple, qu'un mobile tombe par une ligne verticale, il suit sa direction naturelle; s'il descend par un plan incliné, il décrit quantité de petites lignes courbes, & plus le plan est incliné, plus ces lignes qui sont en nombre & plus petites, s'écartent de la direction verticale.

Si les corps sont soutenus par le Plan Incliné, les forces deviennent moins grandes pour les faire monter par ce plan qu'elles ne seroient si on étoit obligé de les élever par une ligne ver-

ticale; & plus un plan est incliné, moins on employe de force. C'est une Géométrie naturelle à la portée de tout le monde; & personne n'ignore que pour faire monter un corps pesant au haut d'un terrain élevé, il faut le conduire par une pente douce, & que plus cette pente est douce plus elle donne de facilité.

---

Du Plan Incliné.

Si l'on veut atteindre le haut d'une montagne escarpée, ou bien y faire monter des fardeaux, on tourne autour par un chemin que l'on pratique en inclinaison presqu'insensible; par ce moyen l'on employe moins de force que l'on ne feroit si on vouloit y monter par une ligne droite, ce qui souvent se trouve impraticable. A la vérité on y met plus de temps, mais on se trouve dédommagé par l'épargne des frais très-considérables qu'il faudroit faire, si l'on étoit dans l'intention de se servir du chemin le plus court. Je laisse aux Géomètres à expliquer le rapport des puissances nécessaires, pour vaincre les résistances, en faisant agir un corps de bas en haut, suivant l'inclinaison du plan par lequel on le monte.

*Le Coin.*

---

**Coin.**

*Le Coin* est composé de plans inclinés. C'est un instrument triangulaire, dont la base est large & le sommet finit en tranchant & en pointe. On le construit de matière solide, de fer ou de bois : il sert à fendre & à écarter les parties du corps dans lequel on le fait entrer à force, soit par des poids dont on le charge, soit à coups de marteau.

L'écartement de l'ouverture que fait le *Coin* répond à sa hauteur verticale, & à l'inclinaison de ses côtés ; & son insinuation à la longueur du plan. Lorsque l'insinuation est grande, & l'ouverture petite, le bras qui le chasse éprouve moins de résistance.

Les outils tranchans, comme couteaux, ciseaux, rasoirs, bistouris, ainsi que les cloux, les épingles, enfin tout ce qui est large par un bout, & finit en pointe, ou en tranchant, sont autant de plans inclinés qui forment des *Coins*.

*La Vis.*

---

**La Vis.**

*La Vis* est encore un plan incliné qui tourne autour d'un cylindre : on la distingue en *Intérieure* & en *Extérieure*.

*La Vis Extérieure* est un cylindre où l'on a fait un creux ou espèce de gorge, qui tourne autour de l'axe en forme spirale.

La Vis.

La vis possède un filet, & un pas. Le filet est la vive-arrête de cette espèce de spire qui tourne autour du cylindre : le pas est la distance qui se trouve d'une vive-arrête, ou d'un filet à l'autre.

*La Vis Intérieure* a ses spires, ou filets, & ses pas de relief lorsqu'ils entrent l'un dans l'autre, c'est-à-dire, que les spires d'une vis embrasse les pas d'une autre. Celle qui est creusée se nomme *Ecrou*, & ce sont deux plans inclinés, dont l'un glisse sur l'autre.

La vis est propre à augmenter la force de la puissance. Cette dernière force, qui s'emploie pour serrer, fait un tour entier lorsque la résistance n'avance que d'un filet à l'autre, c'est-à-dire d'un pas. Aussi établit-on pour principe, que la puissance est à la résistance dans le cas d'équilibre, en raison réciproque des vitesses.

Les pressoirs, les étaux, &c. & tous instrumens semblables qui sont sans cesse devant nos yeux, sont autant de vis.

128 LETTRES PHYSIQUES.

*La Vis.*

Les filets des vis font angulaires, ou quarrés; les premiers se font aux vis en bois pour conserver leur force; les grosses vis de métal dont on se fert aux étaux, aux pressoirs, ont leurs filets quarrés, parce quelles effluent moins de frottemens.

Dans le nombre, & la quantité de vis qui existent, il s'en trouve de deux fortes que l'on considère particulièrement, & que l'on met dans un rang à part. Ce sont les Vis sans Fin, & celles d'Archimedes.

*Vis sans Fin.*

*La Vis sans Fin* sert à vaincre de grandes résistances, avec peu de force: outre cet avantage, elle possède celui de porter son action à de grandes distances.

Cette machine est composée d'une vis, dont le cylindre tourne sur deux pivots, où elle est posée par chacune de ses extrémités. Au-dessous est placée une roue, dont les dents s'engrenent dans les spires ou filets de cette vis: au centre de la roue, est un rouleau où pend une corde, à laquelle est attaché le fardeau que l'on désire enlever.

Rien ne peut mieux représenter la vis sans fin que l'horloge, ou le tourne-broche. Le mérite de cette mach

ne est de ralentir, & de prolonger le service du poids par la lenteur de sa chute. Il faut que la vis fasse un tour entier, contre le passage d'une dent de la roue, & toutes les dents de la roue doivent faire leur révolution, pendant que le rouleau autour duquel s'enveloppe la corde qui tient suspendue la résistance tourne une seule fois, de sorte que pour faire monter la résistance à la hauteur que donne le diamètre du rouleau, il faut que la manivelle de la vis tourne autant de fois qu'il y a de dents à la roue qui s'engrennent dans les spires.

---



---

La Vis.

*La Vis d'Archimedes* est très-ingénieuse. Elle est composée d'un cylindre incliné à l'horizon, qui tourne sur deux pivots, & d'un canal qui l'enveloppe; de manière qu'un corps grave & rond qui tombe par son propre poids au bas de ce tuyau, remonte de bas en haut, en parcourant toute la longueur de la vis, lorsqu'on la fait tourner.

Vis d'Archimedes.

Si vous plongez dans l'eau la partie inférieure de cette machine, lorsqu'elle est enveloppée d'un canal propre à la recevoir: l'eau montera à mesure que l'on fera tourner la vis, & sortira par l'ouverture supérieure.

## X I. LETTRE.

*De l'Eau.*

---

De l'Eau.

**D**ANS ma dernière Lettre, Monsieur, j'ai fini l'examen des corps terrestres; je vais passer aux Phénomènes qui naissent de l'élément liquide, & je m'estimerai heureux si vous approuvez l'explication que je vous donnerai de leurs effets.

L'Eau est un élément répandu dans toute la Nature.

Si nous parcourons les vastes plaines liquides, nous voyons ces mers immenses couvertes de villes mobiles qui se font des routes sur les flots, pour porter le commerce d'un bout du monde à l'autre.

Notre curiosité nous conduit-elle à connoître ce qu'elles renferment dans leur sein? Que de richesses on y découvre! quel monde de toute espèce destiné pour nos usages & pour nos besoins.

Quelle joie saisit nos sens, lorsqu'à la suite d'une sécheresse aride, le Ciel nous envoie des torrens d'eau qui

purifient l'air en chassant de l'atmosphère les exhalaisons sulphureuses & pestilentielles, qu'une chaleur excessive fait sortir du sein de la terre.

De l'Eau.

Rien n'annonce, & ne caractérise mieux la grandeur que ces vastes jardins découpés par l'élément liquide, lorsque s'échappant avec impétuosité des digues qui le tiennent resserré; il s'élançe dans les nues, & vient ensuite en rampant baigner les murs de ces Palais superbes, qui font la demeure des plus grands Monarques.

Je ne finirois pas si je voulois rappeler les avantages que l'on retire de l'eau; mais ce ne sont pas ses agréments que je dois dépeindre: je ne m'arrête qu'à son utilité la plus essentielle. Utilité qui regarde nos usages journaliers, & surtout la boisson; ce qui la rend si nécessaire à la vie, que sans elle nulle Créature ne pourroit exister.

La grande fluidité de l'eau vient du feu dont elle est pénétrée, qui met toutes ses parties en mouvement; la preuve se trouve dans l'état de solidité qu'on lui voit prendre au moment que la matière ignée l'abandonne.



De l'Eau.

L'eau s'éleve en vapeur dans l'atmosphère par l'action du Soleil, & nous la voyons retomber en pluie, neige, &c. Nous la trouvons dans la terre, dans les fontaines, dans les sources, les rivières, les fleuves, d'où elle va se rendre à la mer; lieu que l'Auteur de la Nature lui a destiné lors de la création, en lui donnant des limites qu'elle ne peut jamais enfreindre sans sa volonté suprême.

Les Philosophes ne sont pas d'accord sur l'origine des sources, & des fontaines. Deux fameux systèmes se sont élevés à ce sujet: celui des Cartesiens & celui de leurs Antagonistes.

Sentimens  
des Carte-  
siens.

Les *Cartesiens* prétendent que les sources sont formées de l'eau de la mer qui se rend par des conduits, ou canaux souterrains dans l'intérieur des montagnes qu'ils regardent comme les réservoirs de toutes les fontaines, que l'on voit sur la surface de la terre, que là elle s'épure & se dégage de ses sels par des degrés de chaleur occasionnés par le feu qui se trouve dessous, en la faisant élever en vapeurs dans le corps de ces montagnes,

& qu'ensuite elle retombe en se filtrant à travers les terres.

De l'Eau.

A l'appui de leur système, ils rapportent le flux & reflux auxquels sont sujettes certaines fontaines, qui se trouvent aux environs de Calais, Cadix, & dans d'autres endroits près de la mer. Cette preuve est spécieuse, elle pourroit conduire à un examen scrupuleux du système des Cartesiens; mais elle ne sera jamais authentique, ni suffisante pour nous convaincre que c'est l'eau de la mer qui forme l'origine des sources & des fontaines, en s'insinuant par des canaux souterrains dans les cavités des montagnes.

Les Anticartesiens attaquent directement ce système de l'alembic, & soutiennent qu'il n'y a nulle communication entre la mer & les canaux souterrains des montagnes qui puisse la faire remonter; qu'aucontraire toutes les eaux de la terre vont se rendre à la mer par une pente & un écoulement déterminés que l'on a observé, qu'elles ont vers ce lieu commun.

Sur l'objection qu'ils font à leurs adversaires, en leur demandant comment il est possible que la mer fournisse

De l'Eau.

se de l'eau à des sources qui sont plus élevées que son lit ; on leur répond que les sources communiquent à la mer par des conduits capillaires ; si c'étoit une réponse qu'il fallut admettre , elle me paroîtroit sans réplique.

Sentimens  
des Anticar-  
tésiens.

Les Philosophes opposés au système de Descartes , disent que ce sont les eaux de pluie , les neiges , les brouillards , &c. qui entretiennent les fontaines & les sources , en s'insinuant par des ouvertures que ces météores aqueux en tombant de l'atmosphère trouvent dans les corps des montagnes , & le long des colines , & qu'après s'être reposés sur des lits de pierres , & de glaise ; ils passent de côté & d'autre par les ouvertures qui se présentent , & vont former ces fontaines d'où naissent les fleuves & les rivières qui se rendent à la mer.

Ils autorisent leur sentiment sur des preuves qui paroissent convaincantes. Ils disent :

1<sup>o</sup>. Que les fontaines , celles même qui sont le plus près de la mer , tarissent dans des temps de sécheresse.

2<sup>o</sup>. Qu'il y a une pente naturelle qui conduit toutes les eaux de la terre vers la mer , & qui empêche celles de la mer de remonter.

3°. Que l'on trouve très-près de la mer des puits, & des sources d'eau très douce.

De l'Eau.

De-là ils concluent que les eaux des fontaines & des sources proviennent des vapeurs que le Soleil attire de la mer, & de la terre qui se dépouillent de leurs sels, avant de se répandre dans l'atmosphère, & qui retombent ensuite sur la terre.

Si leurs adversaires leur représentent qu'il n'est pas possible que la quantité d'eau exorbitante de ces sources, qui se succede perpétuellement, vienne des pluies, des neiges, &c. qui ne tombent que par intervalle; ils rapportent la comparaison qu'un habile Phisicien a faite de la quantité d'eau qui tombe à Paris dans une année, avec celle qui passe en pareil temps sous le pont royal. (b) Ce Sçavant a trouvé par ses observations, qu'il en tomboit beaucoup plus qu'il n'en falloit pour former les fleuves, les rivières, & toutes les sources de la terre.

Les Cartesiens refutent, & nient cette épreuve de M. Mariotte. Il est

(b) M. Mariotte, *Traité sur le mouvement des Eaux.*  
1<sup>re</sup> Partie, 11<sup>e</sup> Discours.

inutile d'en prendre la défense ; c'est un homme dont la réputation & la probité sont trop avérées, pour imaginer qu'il ait voulu en imposer. D'ailleurs ce fait est connu, & il seroit aisé de le vérifier s'il étoit nécessaire pour les convaincre.

Sur cet exposé, je ne fais nul doute, Monsieur, que vous ne préféreriez le systême opposé à celui de Descartes, comme étant le plus naturel, & le mieux prouvé : c'est aussi celui que nous estimons, devoir suivre. En conséquence, nous pensons que l'eau qui se trouve dans le sein de la terre vient de ces météores aqueux, qui après s'être élevés en vapeurs dans l'atmosphère, retombent en pluie, grêle, ou neige sur cette même terre, sans pouvoir jamais remonter de la mer dans les cavités des montagnes.

Après avoir connu de quelle manière l'eau nous vient, il nous reste à examiner les différens états par lesquels elle passe : Qui sont celui de *liqueur*, celui de *glace* & celui de *vapeur*.

L'Eau pure est transparente, & sans odeur, mais il n'est pas possible de l'avoir naturellement dans cet état.

Elle nous vient toujours chargée de matières hétérogènes qu'elle ramasse dans son cours, parce que ce liquide pénètre au travers des pores des corps sur lesquels il passe.

---

De l'Eau.

Lorsque l'on veut connoître la qualité des eaux, il faut avoir recours à l'art pour les éprouver.

Si l'eau sur laquelle on verse de l'huile de tartre par défaillance, devient laiteuse, c'est une marque qu'elle porte avec elle des matières salines & nitreuses.

On peut assurer que celle que l'on aura mêlée avec une infusion de noix de galles, contient du vitriol de mars, si lors du mélange on la voit devenir opaque, & prendre une couleur rougeâtre.

La dissolution d'argent par l'esprit de nitre trouble les eaux, & les change de couleur.

Les matières salines & nitreuses se joignent avec l'huile de tartre par défaillance, parce qu'elles ont plus de rapport avec elle. Du mélange de ces espèces, il résulte une effervescence qui rend l'eau laiteuse.

L'opacité & la couleur rougeâtre, occasionnées par l'infusion de la noix

---

De l'Eau.

de galles sur l'eau chargée de vitriol de mars, proviennent de l'union de ces corps, qui par leur nouvel arrangement ferment le passage à la lumière.

L'Eau se trouble avec la dissolution d'argent par l'esprit de nitre, parce que les sels qu'elle contient ont plus d'affinité avec l'eau-forte, qui abandonne le métal, pour s'unir à ce qui lui est plus analogue; alors l'argent tombe en précipité au fond du vase.

Avec ces épreuves on distingue les matières qui dominent dans les eaux; l'infusion de noix de galles indique les ferrugineuses; & celles qui sont chargées de matières salines & terrestres, se reconnoissent par l'huile de tartre par défaillance, ou par la dissolution d'argent par l'esprit de nitre.

Les mines de soufre & de bitume chargent les eaux qui les traversent de parties grasses, sulphureuses & inflammables.

On prétend que dans le Palatinat de Cracovie, il existe une fontaine dont la vapeur prend feu comme l'esprit-de-vin; si l'on en approche un flambeau allumé.

Que l'on plonge certains bois po-

reux dans une fontaine située près de Clermont en Auvergne, on les retire pétrifiés; parce que l'eau de cette fontaine est chargée de graviers, & de suc pierreux qui s'identifient en s'incrûtant dans les pores de ces bois; ce qui les rend plus massifs, & leur donne la qualité de pierre.

On rapporte deux Phénomènes singuliers sur les eaux, qui se chargent des matières sur lesquelles elles passent; l'un est en Pologne, l'autre en Irlande.

On prétend qu'en Pologne, il se trouve plusieurs fontaines dont les eaux filtrent par des mines de cuivre, & se chargent tellement des petites particules de ce métal, que si l'on y jette du fer, elles déposent dans les parties de ce dernier le cuivre qu'elles possèdent; de sorte qu'en tirant ce fer de l'eau, il paroît être changé en cuivre.

Celui d'Irlande est plus extraordinaire. C'est un étang, dans la boue duquel on enfonce un bâton, qu'il faut oublier quelque temps; & lorsqu'on le retire, on trouve la partie enfoncée dans la boue changée en fer; & celle plongée dans l'eau, changée en



Pierre. Si ces deux faits sont vrais, ils sont surprenants.

Dans un Village près Chevreuse (c), il existe une fontaine dont les eaux font perdre les dents sans douleur à ceux qui en font usage; parce qu'elles contiennent beaucoup de nitre.

Celles d'une autre située en Paphlagonie, ennivrent quiconque en boit une trop grande quantité, par les obstructions qu'elles causent au cerveau. Ces exemples me paroissent suffisans pour prouver que les eaux se chargent des matières sur lesquelles elles passent.

C'est l'agitation perpétuelle dans laquelle se trouve l'eau courante, qui sépare ses parties des matières hétérogènes qu'elle entraîne avec elle, & qui lui fait rejeter ce qu'elle a d'impur. Ce mouvement qui la renouvelle à chaque instant l'épure, & la rend propre à la boisson.

L'on voit donc qu'en général toutes les eaux sont altérées. L'eau de pluie même, la plus épurée de toutes, tombe sur la terre chargée des substances étrangères qu'elle recueille en passant dans l'atmosphère; mais comme ces

(c) Sentisses.

petits corps sont très-volatils , elle s'en débarasse aisément.

De l'Eau.

XII. LETTRE.

*Salure de l'Eau de la Mer.*

**L**Eau de la mer est la moins pure. Il n'est pas possible de s'en servir dans son état naturel à cause de sa salure , qui se trouve être d'un 32<sup>e</sup> , c'est-à-dire , porter également 4 gros de sel par chaque livre d'eau.

Salure de l'Eau de la Mer.

Plusieurs Philosophes raisonnent diversement sur cette égalité de la salure de l'eau de mer , dont ils n'ont pas encore approfondi la cause. Examinons si leurs differents sentiments ne peuvent pas nous conduire à des conjectures vraisemblables.

La salure de l'eau de la mer , disent quelques-uns , vient des parties de sel , de nitre , de vitriol & de bitume , dont elle est chargée depuis le commencement du monde. Quant à la preuve , ils n'en rapportent aucune : ils ne citent qu'un exemple ». Mettez , disent-ils , six gros de sel marin avec 23 onces d'eau de citerne , &

Salure de  
l'Eau de la  
Mer.

» 48 grains d'esprit de bitume, vous  
» verrez une eau salée & amere, à-  
» peu près comme celle de la mer ».

D'autres prétendent que si l'eau de la mer se trouve plus salée dans les Pays Méridionaux que dans le Septentrion; c'est une suite de la volonté Divine qui a mis davantage de sel dans les endroits où l'eau risque plus de se corrompre.

Mais les Sectateurs de ce système n'ont pas pensé, sans doute, que les eaux douces des pays chauds ne se corrompent jamais, & que l'eau de la mer gardée dans des vaisseaux se corrompt au bout d'un certain temps. Si ces Philosophes avoient fait attention à l'expérience de l'eau chaude, qui dissout plus de sel que l'eau froide; ils auroient indubitablement trouvé la cause de la plus grande salure de l'eau de la mer dans le Midi, que dans le Nord.

Un troisième sentiment, & c'est le plus commun, suppose, des mines de sel dans le lit de la mer, pareilles à celles que l'on trouve dans divers autres endroits de la terre; & que c'est le mouvement continuel dans lequel se trouve l'eau de la mer, qui fait

qu'elle se charge de cette salure égale de 4 gros par chaque livre d'eau. Salure de l'Eau de la Mer.  
 Voilà une supposition bien voisine de la vraisemblance.

Un célèbre Auteur du siècle, nous rapporte que la mer n'a pas été créée insipide, & que le sel n'est pas venu en altérer la douceur, & l'état naturel par l'excavation fortuite de quelques mines; mais que Dieu a rendu la mer salée, afin qu'elle se conservât toujours pure, & en état de nous servir; & qu'il a voulu qu'elle chariât le sel autour des Habitations des Hommes, pour qu'ils trouvassent sans peine un des éléments qui leur est le plus nécessaire.

Voilà donc deux causes pour lesquelles Dieu a créé la mer salée, pour le besoin des Hommes, & pour l'empêcher de se corrompre.

Quant à celle-ci, je penserois plus volontiers que le mouvement perpétuel, & violent dans laquelle elle se trouve, a pour le moins, autant de part que le sel à son incorruptibilité. Nous venons de remarquer que l'eau de la mer se corrompoit lorsqu'elle étoit renfermée.

Pour rendre raison de la première

Salure de  
l'Eau de la  
Mer.

cause, on doit penser que s'il n'y a point de mines de sel dans la mer, & que ses eaux contiennent également 4 gros de sel par chaque livre d'eau; la Providence a résolu cette égalité, lors de la création: mais cette égalité ne doit-elle pas se perdre à la longue, à moins que Dieu ne fasse un miracle par un remplacement continuel, qui rende à la mer ce qu'elle perd.

Nous sçavons que chaque année, les marais salans (*d*) fournissent au Domaine 15 mille muids de sel qu'ils enlèvent à la mer, & qu'il en reste encore aux propriétaires une quantité plus considérable qu'ils vendent aux Etrangers, qui préfèrent le sel de France, comme étant le meilleur. Admettons qu'il ne leur en reste qu'une quantité pareille à celle qu'ils distribuent pour la consommation de la France, cela fera 30 mille muids en tout: le muids pèse 4800 liv. multipliez 4800 par 30 mille, vous trouverez 144 millions de livres de sel que la France seule ôte à la mer par chaque année, sans compter le sel volatil que le Soleil élève en vapeurs; & si la volonté de Dieu, comme nous l'an-

(*d*) Pays d'Aunis & côtes de Bretagne.

nonce ce sentiment, est que le sel rou  
 le autour des Habitations des Hom-  
 mes pour leurs besoins; les autres Na-  
 tions doivent en faire un usage sem-  
 blable à celui de la France.

Salure de  
 l'Eau de la  
 Mer.

S'il étoit possible de calculer tout le  
 sel le plus subtil qui s'évapore par  
 l'action du Soleil, en ajoutant la quan-  
 tité exorbitante de celui que les Hom-  
 mes retirent chaque année, & le nom-  
 bre d'années écoulées depuis que cet-  
 te extraction se fait: si la salure de la  
 mer n'étoit pas épuisée, elle devroit  
 être considérablement diminuée, &  
 cependant cette égalité de salure a  
 toujours été, subsiste encore, & du-  
 rera jusqu'à la fin des siècles. Com-  
 ment la mer peut-elle la conserver? Il  
 est certain qu'elle donne, puisqu'elle  
 est destinée à servir aux besoins des  
 Hommes; & puisqu'il est assuré qu'elle  
 dissipe, comment peut-elle réparer?

Dira t-on que ce sont les eaux douces  
 qui font ce remplacement, en appor-  
 tant ce sel continuellement avec elles,  
 lorsqu'elles viennent se rendre dans  
 l'immense bassin de la mer où elles se  
 rassemblent? Et cette circulation peut-  
 elle être assez exacte pour qu'il n'entre  
 pas plus de sel qu'il n'en sort?

Salure de  
l'Eau de la  
Mer.

Si les eaux douces qui se jettent continuellement dans la mer rapportent avec elles cette même quantité de sel que l'on en tire, elles doivent nécessairement en augmenter le volume ; puisque d'une part les eaux ont une action continue qui rapporte sans cesse, & que de la part de la mer, il y a un repos qui est le temps où l'on ne tire pas de sel. Or, dans ces temps-là, la mer devoit se trouver plus salée. De plus, ces même eaux douces devoient être salées elles-mêmes, cependant elles gardent leur douceur jusqu'à ce qu'elles soient mêlées avec les eaux de la mer ; & l'on rencontre des fleuves très-rapides, qui s'élancent bien avant en pleine mer sans avoir encore rien perdu de leur insipidité.

Pour répondre à cette égalité de 4 gros de sel confondus dans chaque livre d'eau de la mer, que l'on suppose devoir être plus considérable, si la mer tiroit sa salure des mines qu'elle auroit dans son sein, puisque cette même livre d'eau, dit-on, est capable d'en dissoudre une plus grande quantité : en rapportant tout à l'Être Souverain, sa volonté seroit nôtre solu-

tion. Mais sans vouloir approfondir ses secrets divins, examinons si nous ne pourrions pas trouver une cause naturelle, ou au moins une conjecture vrai-semblable, qui nous fit connoître pourquoi chaque livre d'eau ne se charge que de 4 gros de sel, ce qui fait une 32<sup>e</sup> partie.

Salure de  
l'Eau de la  
Mer.

La mer est dans un mouvement violent. Les molécules d'eau qui se succèdent les unes aux autres avec une si grande rapidité, ne peuvent avoir le temps de se charger de beaucoup de sel; à peine ont-elles celui de pénétrer les parties les plus voisines, qui ont les pores les plus ouverts.

Si le sel se dissout comme nous l'apprennent nos Philosophes, par l'analogie qui se trouve entre les particules du sel, & celles du dissolvant; ces particules communes s'insinuent réciproquement, & entrent dans les pores les unes des autres. Or pour cette opération, il faut un temps, & l'expérience de l'eau chaude qui agit plus vivement, & plus efficacement que l'eau froide sur le sel, nous le démontre.

Mettez dans un vase autant de sel qu'une livre d'eau peut en dissoudre; versez cette livre d'eau dessus; à l'in-

Expériences



Salure de  
l'Eau de la  
Mer.

stant elle se chargera de ce sel, mais d'une partie médiocre, sur-tout si le sel forme une masse compacte, & serrée; & il faudra un temps marqué & assez considérable pour qu'elle prenne le reste.

On a de plus la certitude que dans les pays chauds, la mer se trouve plus chargée de sel que dans nos climats, à cause de la chaleur qui en fait dissoudre davantage.

Ces deux exemples ne suffisent-ils pas pour prouver que la mer contient plus de sel qu'on ne lui en attribue, & ne semblent-ils pas appuyer & authentifier notre conjecture sur les mines de sel que nous estimons résider dans son sein, auxquelles nous rapportons l'effet de ces 4 gros par livre d'eau qu'elle nous distribue ?

Ainsi, notre hypothèse nous conduit à penser, que l'eau de la mer est salée, parce que la mer renferme des mines de sel; & que cette même eau ne se charge que de 4 gros de sel par livre, parce que cette quantité est suffisante pour rassasier l'eau qui passe sur ces mines.



150 LETTRES PHYSIQUES.

Eau comme  
Liquueur.

Filtration.

On épure l'eau en la faisant filtrer ; soit dans les fontaines où l'on met du sable à travers lequel l'eau passe , & où elle dépose les parties grossières dont elle est chargée ; soit en la laissant reposer dans des jarres ou pots de grais , ou bien en la mettant dans de certaines pierres dont elle pénètre les pores qu'elle traverse en se débarrassant des parties hétérogènes qu'elle a ramassées dans sa route.

Distillation.

*Distiller l'Eau* c'est le meilleur moyen pour l'épurer. Cette opération demande de l'attention ; car si les substances qu'elle apporte avec elle sont évaporables , elles montent au chapiteau : le grand soin est d'empêcher que cette eau ne bouille.

Force de  
l'Eau.

*La Force de l'Eau* est si grande qu'elle occasionne quelquefois les plus tristes effets. L'eau qui se répand tout-à-coup avec abondance , enlève des villages entiers , inonde une campagne , déssole tout un continent , détruit & fait périr tout ce qui s'oppose à son passage.

Nous trouvons la preuve de la force de l'eau dans les carrières d'où l'on tire les meules pour les moulins. Pour

XIII. L E T T R E. 151

avoir les pierres destinées pour cet usage ; on fait un vuide entre chaque tranche que l'on emplit de bois tendre & que l'on asperge continuellement avec de l'eau. Lorsque les pores du bois en sont bien imbibés, il se gonfle, & l'augmentation de son volume force la pierre de se détacher d'elle-même du noyau.

Eau comme  
Liqueur.

L'Eau qui chauffe dans un vase ouvert, est exposée à l'action du feu qui en s'insinuant dans ses parties, les divise & les met en agitation. Elle se trouve resserrée par les parties du vaisseau qui la contient, de sorte que le poids de l'atmosphère est le seul qui la presse sur sa surface, tandis qu'elle est retenue des autres parts ; & par ce même poids de l'atmosphère, & par les côtés & le dessous du vaisseau. Dans cet état l'eau se dilate peu à peu, jusqu'à ce que le feu ait ouvert ses pores. Lorsqu'elle est dilatée le fluide igné passe librement à travers sa masse, dont il souleve les parties de tous côtés, ce qui forme l'ébullition. C'est le plus grand degré de chaleur que l'eau puisse atteindre. L'eau qui bout se dilate d'un vingt-sixième.

Ebullition  
de l'Eau.

## 152 LETTRES PHYSIQUES.

Eau comme  
Liqueur.

Eau dissol-  
vant.

Expérience.

L'Eau est un dissolvant qui s'introduit dans presque tous les corps en les divisant, & séparant leurs particules.

Versez de l'eau sur du sel, vous le verrez se dissoudre, & l'eau s'en emparer d'une manière si intime, que ces deux corps n'en feront plus qu'un; & si vous vous servez d'eau chaude, la dissolution deviendra plus prompte à proportion du degré de chaleur de l'eau, parce que la chaleur qui ouvre davantage les pores du sel donne lieu à une pénétration plus prompte & plus facile.

Mais l'eau ne dissout pas également tous les sels; elle en rencontre dont les pores plus ferrés sont moins pénétrables pour elle, par la disproportion qui se trouve entre leurs parties; ce qui prouve que la dissolution plus ou moins forte, dépend de l'analogie des parties qui doivent s'insinuer mutuellement les unes dans les autres. L'Expérience va le démontrer.

Expérience.

Mettez dans deux vases séparés quantité égale de sel marin dans l'un, & de salpêtre dans l'autre. Versez aussi sur chacun de ces sels une quantité égale d'eau, mais moins qu'il n'en faut

## XIII. LETTRE. 153

pour en dissoudre la totalité, de forte qu'il en reste au fond de chaque vase; vous aurez plus de salpêtre que de sel marin.

Eau comme  
Liquor.

Les sels mêlés avec l'eau la refroidissent les uns plus que les autres. Le sel ammoniac est celui qui la refroidit davantage; il est aisé d'en faire la remarque, par l'addition de 5 à 6 onces de ce sel dans une chopine d'eau froide: à mesure que le sel se fond, on sent l'eau augmenter de fraîcheur qui va presque jusqu'au terme de la congélation.

Une des grandes propriétés de l'eau est d'arrêter le progrès des plus grands incendies, & de les éteindre; mais il faut qu'elle soit en quantité suffisante, pour qu'elle ne s'évapore point sur le champ.

Ne jetez qu'une foible partie d'eau sur un feu très-ardent, elle ne servira qu'à le ranimer; parceque cette eau qui se réduit en vapeurs, se mêlant avec l'air, forme un milieu élastique où le feu trouve un ressort qui augmente sa vigueur & son activité: mais attaquez un embrasement violent avec une quantité d'eau capable de couvrir toutes les surfaces embrasées, le

---

Eau comme  
Liquueur.

feu cessera promptement, parce que l'eau ne forme plus qu'un même corps avec lui.

---

## XIV. LETTRE

*De l'Eau en état de Glace.*


---

L'Eau com-  
me Glacc.

**P**Eut-être auriez-vous souhaité, Monsieur, que j'eusse commencé par vous présenter les propriétés de l'élément liquide dans son état naturel de solidité; mais j'ai cru qu'il convenoit mieux de le faire connoître dans celui où il se tient le plus communément, & le plus long-temps.

La solidité paroît être l'état naturel de l'eau. Sans un agent étranger qui met toutes ses parties en mouvement en tous sens, nous ne la verrions jamais dans cet état de liquidité, avec lequel elle vient de passer sous nos yeux. Cet agent, c'est la matière ignée qui toute antipathique qu'elle lui est, la pénètre si intimement, que sitôt que ce fluide si perçant l'abandonne, elle prend une consistance solide, & devient glace. C'est dans cet état de glace, que nous allons la considérer, & en examiner les phénomènes.

Si l'eau perd sa fluidité quand le feu la quitte, c'est que ses molécules ne pouvant plus conserver la mobilité que leur donnoit cet agent si actif, s'unissent ensemble.

L'Eau com-  
me Glace.

On nomme *Congélation* la solidité que l'eau acquiert par la perte qu'elle fait du feu qu'elle contient.

Moins l'eau conserve de matière ignée, plus elle devient froide, & son froid augmente à mesure que les sels, & le nitre s'emparent de ses pores pour occuper la place du feu qu'elle perd.

Le *Traité sur la Glace* (a) que M. de Mairan nous a donné, est un excellent Ouvrage qui démontre les causes Physiques, & les différents progrès de la congélation. Essaiens d'après cet illustre Académicien de connoître le mécanisme de l'eau qui se change en glace. Ce Sçavant le rapporte à plusieurs causes principales, d'où dérivent les phénomènes qu'elle nous offre dans cet état : nous les réduirons à trois principes.

Le premier est que dans un temps froid, il sort du sein de l'eau quantité de parties ignées, qui se répandent

(a) Ce *Traité* a été réimprimé en 1750.



## 156 LETTRES PHYSIQUES.

L'Eau com-  
me Glace.

dans l'atmosphère, pour conserver l'équilibre qui doit toujours y subsister.

Le deuxième, que la matière ignée qui reste encore dans le sein de l'eau prête à geler perd beaucoup de son mouvement, & que cette perte vient de ce que les particules salines & nitreuses que les vents apportent entrent dans cette eau.

Et le troisième, que ces mêmes particules salines, & nitreuses pénètrent comme autant de petits coins dans les pores des molécules de l'eau, les bouchent exactement, & que plus le froid augmente, plus il s'évapore de particules de feu du sein de l'eau, & plus il s'y introduit de parties nitreuses à la place.

L'Eau convertie en glace nous offre un phénomène singulier, c'est son augmentation de volume. Nous savons comme vérité constante, que dans un temps de gelée, l'atmosphère est moins rempli de la matière ignée. Nous devons encore penser que le feu qui règne dans l'eau cherche toujours à se mettre en équilibre avec celui qui nage dans l'air. Pour cet effet, à mesure que l'atmosphère se refroidit, une partie du feu qui réside dans l'eau

passe dans l'air pour rétablir l'équilibre  
 perdu ; & comme il n'en reste plus  
 assez pour conserver aux parties de  
 l'eau, le mouvement que lui donne sa  
 liquidité ; ces mêmes parties se rap-  
 prochent & s'unissent. Alors l'air qui  
 n'a pas eu le temps de s'échapper , se  
 ramassé en globules dans la masse qui  
 l'environne ; & par l'effort qu'il fait  
 contre chaque partie de cette masse,  
 il l'empêche de se réunir parfaitement,  
 & rend son volume plus grand.

L'Eau com-  
 me- Glace.

Mettez à l'air lorsqu'il gèle, de l'eau  
 dans un vase de verre, ou de terre,  
 ou de fayance, elle gelera, & occu-  
 pera un plus grand espace, que dans  
 son état de liquidité ; & lorsqu'elle se  
 trouvera trop resserée, le volume plus  
 considérable qu'elle aura acquis, fe-  
 ra casser le vaisseau. Prenez le mor-  
 ceau de glace qui proviendra de cette  
 eau gelée, & mettez-le dans de l'eau  
 froide, vous le verrez surnager.

Expérience.

Dans cette Expérience, le morceau  
 de glace tient plus de place que l'eau  
 qui l'a formé. La preuve en est évi-  
 dente, puisqu'il casse le vase dans le-  
 quel il se trouve. Il est aussi plus léger,  
 puisqu'il surnage.

Ces deux effets ne peuvent venir

L'Eau com-  
me Glace.

que de l'augmentation de son volume, & cette augmentation de volume est causée par l'air qui se trouve renfermé dedans.

L'Eau devient glace lorsque la matière du feu sort de son sein; dans cet instant, l'air contenu dans ses parties commence à se dilater. Pour se dilater, il faut qu'il fasse effort, & cet effort qu'il fait pour sortir, souleve les molécules de l'eau, & les agrandit; mais au moment qu'il est prêt à s'échapper, l'eau se gele, devient solide par la perte du feu qu'elle vient de faire, & le renferme en globules dans son Volume. Plus le froid est âpre, plus l'eau gele avec promptitude, conséquemment l'air a moins lieu de sortir.

Ainsi la glace augmente de volume par la quantité d'air qu'elle tient renfermée, cette augmentation de volume lui fait faire des efforts prodigieux, qui vont jusqu'à fendre les pierres, crever les conduites d'eau, soulever les pavés; tels enfin que nul obstacle ne peut les empêcher.



## XV. LETTRE.

*Congélation des Liquides.*

**L**Es Liquides de la même nature que l'eau se gèlent par le froid, soit naturel, soit artificiel; mais la congélation est différente suivant la qualité des substances avec lesquelles ils sont mêlés.

---

Congélation  
des Liquides.

Exposez à une forte gelée trois tubes de verre mince de 7 à 8 lignes de diamètre, fermés par un bout. Le premier plein de vin rouge, le second d'un dissolution de sel commun dans l'eau, & le troisième d'eau pure.

Expériences.

Le vin se gèle par lames de la couleur de pelure d'oignon qui sont insipides, parce que tous les esprits se portent au centre.

L'Eau salée met plus de temps à se geler, & se trouve aussi plus chargée de sel au centre.

Et l'eau pure qui se glace la première, est plus dure.

Voici une autre Expérience qui donne la même preuve par l'inverse.

Expériences.

160 LETTRES PHYSIQUES.

Congélation  
des liquides.

Expérience.

Prenez quatre morceaux de glace égaux. Saupoudrez le premier de sel marin, de sorte qu'il fasse une croûte dessus le morceau de glace.

Faites la même opération au second morceau avec du sel ammoniac.

Servez-vous de salpêtre pour suivre le même procédé avec le troisième.

Et laissez le quatrième dans son état de glace.

Exposez ces quatre morceaux, ainsi préparés, à un degré de chaleur égal.

S'il est comme celui des caves de l'Observatoire de Paris; le premier morceau sera fondu en une heure; le second cinq à six minutes après; il faudra deux heures pour le troisième; & cinq heures & demie pour le morceau de glace pure.

Ces deux Expériences nous donnent la même preuve, & nous font connoître que l'eau gele plus complètement & plus promptement seule, que lorsqu'elle est mêlée avec quelque substance saline; parce que la matière dursen qui mettoit ses parties en mouvement n'existant plus, & n'y ayant rien qui puisse y suppléer, ces mêmes parties se fixent, & s'unissent plus li-

brement. C'est cette même cause qui fait que l'eau pure gelée met plus de temps à reprendre sa liquidité.

Congélation  
des Liquides.

Le Vin est chargé d'esprits & de flegme. Cette dernière partie est la seule qui se gele, parce qu'elle est de la nature de l'eau; aussi voit-on les parties spiritueuses se concentrer de plus en plus à mesure que le froid agit sur la liqueur.

L'Eau salée est plus difficile à geler. Les pointes des parties du sel sont comme autant de petits coins qui écartent les particules de l'eau jusqu'à ce qu'une force supérieure les oblige de céder.

La même raison démontre que les morceaux de glace saupoudrés de différents sels, dégèlent plus promptement que celui formé d'eau pure. Le sel marin à des parties plus aiguës que le sel ammoniac; celles de celui-ci sont plus tranchantes que celles du salpêtre: c'est ce qui occasionne la différence du temps plus ou moins long que ces morceaux mettent à se dégeler.

C'est par le mélange des sels avec la glace que l'on fait prendre les li-

**Congélation des liquides.** queurs que l'on fert sur table. On employe le sel marin ou le salpêtre : sans l'addition d'un sel, on ne pourroit réussir, parce que la glace recoit une partie de la chaleur du liquide destiné à geler. Le Salpêtre est moins cher que le sel ordinaire, l'on peut se servir encore d'une espèce de soude que l'on fait sur les côtes de Normandie, avec les cendres de différentes plantes marines.

Cette congélation augmente par la qualité des sels que l'on mêle avec elle.

**Expérience.** Fixez le Thermomètre au degré de la glace. Pour cet effet, mettez-en la boule dans un vase plein de glace pilée ; jetez-y ensuite une once ou deux de sel, le vase se remplira d'eau, & la liqueur descendra au-dessous du degré où elle s'étoit d'abord fixée. L'on voit par cette expérience le mélange se fondre, & cependant devenir plus froid.

Il est bien extraordinaire de voir la glace se fondre & se liquifier en lui donnant un refroidissement plus considérable.

Nous sçavons que l'état naturel de

l'eau seroit d'être solide, & que c'est l'action du feu qui lui donne la liquidité en pénétrant ses parties, & en les mettant en mouvement en tous sens. Si pour devenir glace, l'eau doit perdre la plus grande partie du feu qu'elle contient, & si cet agent si subtil est destiné à lui rendre sa fluidité, il rentre donc dans son sein pour la faire sortir de l'état solide; conséquemment au moment que l'addition des sels la liquifie, elle doit reprendre un degré de chaleur égal à celui de l'atmosphère: il en arrive cependant autrement; car bien loin que le feu rentre dans le sein de l'eau glacée, lors de l'addition des sels, le peu de chaleur que cette eau conserve encore est entièrement chassée par les particules salines & nitreuses, qui faisant l'office du feu, sont comme autant de petits coins qui pénétrant les parties intégrantes de la glace, les brisent avec éclat, & par l'écartement qu'ils leur causent rendent la liquidité à l'eau glacée. C'est ce que l'on reconnoît par le pétilllement & le craquement que l'on entend dans le mélange, & par la vapeur que l'on peut voir sortir du vase où il se fait.

---

Congélation  
des liquides.



Congélation  
des liquides.

C'est donc aux fels que l'on doit attribuer la cause de la fonte de la glace, & cela d'autant plus que leurs corpuscules sont plus acides. Ainsi ce sont ces particules salines & nitreuses qui forment cette nouvelle matière, qui faisant l'office du feu à l'égard de l'eau glacée, s'empare de ses parties, les brise, les rend mobiles, les unes envers les autres, & opere le plus grand refroidissement en rendant la liquidité.

Les esprits de nitre, de vin, & autres, augmentent de beaucoup & par la même raison le refroidissement de la glace. Mêlez, par exemple, le premier bien rectifié avec de la glace, le froid surpassera de plus de 30 degrés le terme de la congélation. L'esprit-de-vin fond aussi la glace en la refroidissant, parce qu'il contient des particules aqueuses, homogènes à celles de la glace, & comme ces deux matières se pénètrent réciproquement, celles de la glace qui enfilent les pores de l'esprit-de-vin, chassent la matière du feu qui s'y trouve, & cette pénétration réciproque opere la dissolution des parties avec le plus grand refroidissement.

XV. LETTRE. 165

Il n'en arrivera pas de même, si au lieu de glace, vous mêlez cet esprit de vin avec de l'eau, les effets seront opposés, & le mélange de ces liquides, loin de se refroidir s'échauffera au point que le degré de chaleur de ces liqueurs mêlées ensemble surpassera celui qu'elles avoient séparément avant leur union. Cela vient de ce que ces deux liquides sont remplis de matière ignée, qui dans leur pénétration mutuelle forme une agitation & une fermentation qui mettent toutes leurs parties en mouvement.

Congélation  
des liquides.

XVI. LETTRE.

*De l'Eau comme Vapeur.*

Pour terminer les différents états par où l'eau passe, il nous reste, Monsieur, à examiner comment elle se transforme en vapeur. ce qui la porte à se subtiliser; & les effets qu'elle produit lorsqu'elle est dans cet état.

La vapeur est une fumée occasionnée par les particules de l'eau qui s'élevent par l'action du feu. Cette va-

Eau com-  
me Vapeur.

Eau com-  
me Vapeur.

peur est plus ou moins forte, ou épaisse selon l'air qu'elle trouve plus ou moins capable de la condenser.

Ce fluide, qui n'est pas plus chaud que l'eau d'où il sort quand il se trouve exposé à l'air libre, peut causer les ravages les plus affreux lorsqu'il est renfermé. Personne encore n'a pu déterminer le degré de dilatation de l'eau en vapeur, l'on nous apprend seulement qu'il peut être assez violent pour fondre les métaux.

La cause des Eruptions des Volcans qui font tressaillir les entrailles de la terre, de ces feux souterrains qui portent avec eux l'épouvante, & la désolation, est peut-être moins l'effet des fermentations, & des effervescences des matières sulphureuses & salines, qui sont dans la terre, que de la prodigieuse dilatation des matières inflammables, & de celle de l'eau qui se trouve dans les lieux voisins.

L'Eau réduite en vapeur se dilate si considérablement, qu'elle contient, lorsqu'elle est dans cet état, un volume treize à quatorze mille fois plus grand.

Papin inventa en 1695, une *Pompe*

à feu, qui agit par le moyen de l'eau bouillante qui se condense & se dilate alternativement : les avantages de cette Pompe sont très-considérables. Je ne m'arrêterai point à en faire la description : pour en avoir un détail exact, il faut consulter Belidor, dans son *Traité d'Architecture Hydraulique*. Je remarquerai seulement qu'elle demande beaucoup de précaution pour le service, étant une forte dilatation de vapeurs, & qu'elle pourroit exposer à des dangers considérables, si on n'y apportoit pas l'attention nécessaire.

~~.....~~  
Eau comme Vapeur.

La *Marmitte* qui porte le nom de ce même Papin, est encore une preuve de la force de l'eau reduite en vapeur. C'est une boîte cylindrique de métal de 8 lignes d'épaisseur au moins, dont le couvercle se tourne à vis. On emplit ce vase d'eau, environ à moitié, & l'on y met cuire les os les plus durs, & les plus épais. Après avoir fermé hermétiquement ce vaisseau, on le met sur un trepied au-dessus d'un réchaut plein de charbons ardents.

Marmitte de Papin.

Quand ce qui est dedans est cuit, ce que l'on reconnoît si une goutte d'eau que l'on jette dessus s'évapore

Eau com-  
me Vapeur.

dans l'instant ; on la retire de dessus le feu en la laissant refroidir quelque temps. En l'ouvrant on trouve les os amollis sans consistance, & le bouillon en gelée. Si à la place de ces os on met des écorces d'arbres ou de végétaux, l'eau s'empare des sucés du bois, qui reste sec & sans saveur.

C'est l'humidité du moule dans lequel un Fondeur coule sa matière qui lui fait manquer son operation, en l'exposant lui & les spectateurs à un très-grand danger ; parce que la grande chaleur de la fonte convertit cette humidité en vapeur, qui venant à occuper un plus grand espace, oblige la matière, en s'élevant, de faire éclater le moule, & de se répandre avec impétuosité.

La goutte d'eau que l'on laisse dans ces petits pétards de verre, que l'on attache à une bougie, les fait crever avec bruit & avec violence par la même cause.

Nous finirons ce qui concerne la nature de l'eau, & ses propriétés par deux Expériences que rapporte M. Nöllet sur la *Dilatation de l'Eau reduite en Vapeur*.

La première peut servir à donner l'explication

XVI. LETTRE. 169

l'explication du recul des *Armes à feu.*

Quoique nous en ayons déjà parlé dans la 6<sup>e</sup> Lettre, à l'Article *des Corps à Ressort*, elle démontrera que la vapeur est le premier mobile de ce phénomène.

Eau com-  
me Vapeur.

La seconde prouve ce que nous avons avancé, qu'une seule goutte d'eau réduite en vapeur, prend un volume 14 mille fois plus grand que celui qu'elle avoit avant sa dilatation.

Ayez un vase de métal fait comme une poire, monté sur un bâti léger à trois roues, au milieu duquel doit être une petite lampe à esprit-de-vin. Mettez un peu d'eau dans le vase dont vous boucherez l'orifice avec un bouchon de liege retenu par une ficelle : posez ensuite cet instrument sur une table bien polie. Quand l'action du feu aura réduit l'eau en vapeur, cette vapeur en sortant fait sauter le bouchon & reculer la machine.

Expérience.

La vapeur dilatée dans ce petit vaisseau devient une espèce de ressort qui veut se faire jour ; son effort se porte vers l'endroit le plus foible, qui est le bouchon qu'elle fait sauter ; & comme cet effort violent s'exerce intérieurement sur toute la machine, il

Eau com-  
me Vapeur.

la fait reculer, parce que cette machine mobile ne trouve rien qui puisse lui résister.

Cette Expérience nous fait voir que ce sont les vapeurs qui occasionnent le recul d'un canon, ou d'un fusil; car l'effet de la poudre vient moins de l'air qui s'y trouve renfermé, que de la manière dont elle se dilate. Le feu qui prend à la poudre convertit le soufre & le salpêtre en vapeurs: ces vapeurs se dilatent, & donnent à la poudre l'effort prodigieux & terrible qu'elle produit.

Expérience.

Faites entrer une goutte d'eau dans la boule d'un tube de thermomètre. Que le volume de cette goutte soit au volume de la boule, comme un à quatorze mille; elle se réduira en vapeurs si vous la chauffez sur un réchaud plein de charbons ardents, en tournant doucement la boule pour lui donner un degré de feu égal. Trempez promptement le bout du tube dans un vase d'eau, cette eau montera précipitamment & remplira presque la boule.

L'Eau monte subitement dans le tube, par deux raisons; parce qu'elle va occuper la place de l'air, dont le

tube se trouve purgé par la dilatation de la goutte d'eau, & parce que l'air extérieur qui presse sur la surface de cette eau lorsqu'elle est dans le verre ne trouve aucune résistance intérieure.

Eau comme Vapeur.

Si le diamètre de la boule contient quatorze mille gouttes d'eau, celle qui est réduite en vapeur est donc comme un à quatorze mille fois son volume. C'est de cette manière, & en suivant ce procédé que l'on emplis les vases dont les tuyaux sont capillaires comme le thermomètre, l'éolipile, &c.

Quand nous n'aurions pas quantité d'Exemples aussi sensibles que ceux des Expériences que nous venons de mettre sous les yeux, pour faire connoître l'extrême dilatation de l'eau réduite en vapeurs, la castolette qui nous a servi à expliquer la divisibilité des corps, suffit pour l'éolipile. C'est un vaisseau de verre ou de métal, fait en forme de poire, dont la queue recourbée est un canal fort étroit.

Quand on y veut faire entrer une liqueur spiritueuse ou odorante, il faut en faire sortir l'air; pour cet effet on le chauffe à la flamme d'une bougie, ou sur des charbons. On en présente ensuite le bec à la liqueur, & lorsqu'elle



~~\_\_\_\_\_~~  
Eau com-  
me Vapeur.

est entrée , on met le corps de cet éolipile sur une lampe à esprit-de-vin , ou sur les mêmes charbons qui l'ont déjà chauffé. Dès l'instant que la liqueur a gagné le degré de chaleur nécessaire pour se réduire en vapeurs , elle sort avec impétuosité. Présentez une bougie allumée devant cette vapeur, vous lui verrez éteindre la bougie ; & si la liqueur est inflammable en mettant un flambeau allumé devant le bec de cet instrument, que l'on aura soin de renverser , elle formera un jet de feu.

Cette vapeur qui fait le même effet de l'air , puisqu'elle excite & allume le feu : a fait penser à plusieurs Philosophes que c'étoit l'air qui sortoit , & non une simple vapeur dilatée. Mais une seule Expérience donne la preuve du contraire.

Expérience.

Au moment que la vapeur sort de l'éolipile , plongez-en le bec dans un vase plein d'eau froide , vous n'en verrez pas sortir une bulle d'air , mais un fluide qui trouble l'eau du verre , & qui lui occasionne un frémissement semblable à une liqueur qui commence à bouillir ; & à mesure que la vapeur se répand dans l'eau , cette dernière s'échauffe par degrés jusqu'au point de bouillir elle-même.

tube se trouve purgé par la dilatation de la goutte d'eau, & parce que l'air extérieur, qui presse sur la surface de cette eau lorsqu'elle est dans le verre, ne trouve aucune résistance intérieure.

Eau comprimée Vapeur.

Si le diamètre de la boule contient quatorze mille gouttes d'eau, celle qui est réduite en vapeur est donc comme un à quatorze mille fois son volume. C'est de cette manière, & en suivant ce procédé que l'on emplit les vases dont les tuyaux sont capillaires comme le thermomètre, l'éolipile, &c.

Quand nous n'aurions pas quantité d'Exemples aussi sensibles que ceux des Expériences que nous venons de mettre sous les yeux, pour faire connoître l'extrême dilatation de l'eau réduite en vapeurs, la cassolette qui nous a servi à expliquer la divisibilité des corps, suffit pour le prouver. C'est un vaisseau de verre ou de métal, fait en forme de poire, dont la queue recourbée est un canal fort étroit.

Quand on y veut faire entrer une liqueur spiritueuse ou odorante, il faut en faire sortir l'air; pour cet effet on le chauffe à la flamme d'une bougie, ou sur des charbons. On en présente ensuite le bec à la liqueur, & lorsqu'elle

~~.....~~  
Eau com-  
me Vapeur.

est entrée, on met le corps de cet éolipile sur une lampe à esprit-de-vin, ou sur les mêmes charbons qui l'ont déjà chauffé. Dès l'instant que la liqueur a gagné le degré de chaleur nécessaire pour se réduire en vapeurs, elle sort avec impétuosité. Presentez une bougie allumée devant cette vapeur, vous lui verrez étindre la bougie; & si la liqueur est inflammable, en mettant un flambeau allumé devant le bec de cet instrument, que l'on aura soin de renverser, elle formera un jet de feu.

Cette vapeur qui fait le même effet de l'air, puisqu'elle excite & allume le feu, a fait penser à plusieurs Philosophes que c'étoit l'air qui sortoit, & non une simple vapeur dilatée. Mais une seule Expérience donne la preuve du contraire.

*Expérience.* Au moment que la vapeur sort de l'éolipile, plongez-en le bec dans un vase plein d'eau froide, vous n'en verrez pas sortir une bulle d'air, mais un fluide qui trouble l'eau du verre, & qui lui occasionne un frémissement semblable à une liqueur qui commence à bouillir; & à mesure que la vapeur se répand dans l'eau, cette dernière s'échauffe par degrés jusqu'au point de bouillir elle-même. XVII.

## XVII. LETTRE.

*De l'Hydrostatique.*

**C**omparer des Liqueurs entre-elles, soit Homogènes, soit Hétérogènes. Hydrostatique.

Démontrer les différentes densités de ces Corps, en cherchant à connoître leur gravité, ou pesanteur spécifique.

Mettre en équilibre des Corps Solides avec des Liquides.

Ce sont trois points de vue, sous lesquels on embrasse une Science nommée *Hydrostatique*, qui concerne la pesanteur des Liqueurs.

Sur ce simple exposé, Monsieur, cette Science doit vous paroître une des plus curieuse, & des plus importante à traiter dans la Physique. Nous venons de parcourir la nature, & les propriétés de l'Eau; mais notre connoissance sur cet Elément, resteroit imparfaite, si nous ignorions les moyens de le faire servir pour nos besoins & pour nos agréments.

L'*Hydrostatique* nous procure cet avantage; le fruit que nous en reti-

---

 Hydrosta-  
 tique.

rons nous met à portée d'employer utilement les machines hydrauliques, par le moyen desquelles nous embellissons nos jardins, nous fertilisons nos prairies, & nous transportons les eaux dans des endroits souvent inaccessibles.

Par cette Science nous apprenons à nous opposer aux forces supérieures de l'élément liquide qui nous desoleroit si nous ne trouvions chez elle les secours nécessaires pour nous en garantir.

C'est-elle encore qui nous met en état de constater l'équilibre entre les liquides, & de faire la comparaison de ces mêmes liquides avec les solides.

*Equilibre des Liquides Homogenes.*

---

 Equilibre  
 des Liquides  
 Homogenes.

Les *Liquides Homogenes*, sont composés de parties qui se ressemblent parfaitement. Cette partie de l'hydrostatique est soumise à des principes, que nous reconnoissons être au nombre de trois. Sçavoir :

 1<sup>er</sup> Principe.

1<sup>o</sup>. Que les liqueurs de même nature sont toujours en équilibre, dans quelques vaisseaux qu'elles se trouvent contenues.

2°. Que la masse d'une liqueur quelconque a sa pesanteur propre, & que ses parties pèsent aussi séparément, indépendamment les unes des autres.

Equilibre  
des Liquides  
Homogenes.

2<sup>e</sup> Principe.

3°. Que la pression qu'exerce une liqueur, s'exécute en tous sens, & que ce soit latéralement ou perpendiculairement, elle se fait toujours en raison de la hauteur & de la largeur de la baze du vase dans lequel elle est contenue.

3<sup>e</sup> Principe.

L'Expérience du Syphon renversé, & celle des vaisseaux communicants, fournissent la preuve du premier principe.

Preuve du  
1<sup>er</sup> Principe.

Pour faire la première Expérience, on se sert d'un Syphon à deux branches égales que l'on renverse. On fait couler dans l'une des deux branches telle liqueur que l'on juge à propos; à l'instant elle s'éleve également dans chaque branche, ce qui prouve que les parties semblables d'une même liqueur sont en équilibre entre-elles.

Expérience  
du Syphon  
renversé.

Pour la seconde Expérience, il faut se servir d'un grand vase posé sur un pied, au bas de ce vase doit être un petit canal horizontal, portant au milieu un robinet pour donner communication à son extrémité à des tuyaux montans, de différentes formes que

Expérience  
des Vases  
communi-  
cans.

Equilibre  
des Liquides  
Homogene.

l'on ajoute tour à tour, comme un perpendiculaire, un autre oblique; & d'autres de différens contours. Si-tôt que le vase est plein d'eau, on ouvre la communication; l'eau passe alors dans le vaisseau ajouté à l'extrémité du petit canal, & s'éleve à la hauteur de celle du vase. Cet effet est le même dans tous les tubes, ou vases communicans & montans, quelque figure & quelque forme qu'on leur donne.

C'est sur ce principe que sont établis les embellissemens des jardins par les eaux jaillissantes; il est vrai que ces sortes de jets ne montent jamais aussi haut que leur source, parceque l'eau qui jaillit est en bute à la résistance de l'air, qu'elle se trouve obligée de diviser; qu'elle s'affoiblit dans sa chute par son propre poids, & que les frottemens qu'elle essuie dans les canaux par où elle passe lui font obstacle: conséquemment elle doit perdre une partie de sa force.

Preuve de  
la 1<sup>er</sup> Partie  
du 2<sup>e</sup> Princi-  
pe.

La première partie du deuxième Principe, ne nous offre rien que de très-ordinaire. Personne n'ignore qu'un vaisseau quelconque plein de liqueur, pèse plus que lorsqu'il est vuide. La

liqueur est donc une matière pesante dans sa masse : le bateau qui s'enfonce par la pesanteur de l'eau qui le remplit. Les bois flottés qui vont au fond lorsque l'eau a pénétré leurs pores, & quantité d'autres exemples aussi familiers, nous prouvent tous les jours, que les liquides ont leur pesanteur propre, & qu'ils ajoutent aux poids des corps qu'ils pénètrent, que ces corps soient entièrement plongés ou non.

Equilibre  
des Liquide  
Homogenes.

Différens Exemples nous donnent la preuve de la seconde Partie du deuxième Principe, & nous démontrent que les parties des liqueurs ont leurs poids particuliers séparés les uns des autres; cela vient de ce que les parties des fluides sont toutes de petites masses particulières, sans liaison entre-elles, & roulant les unes sur les autres.

Preuve de  
la 2<sup>e</sup> Partie  
du 2<sup>e</sup> Princi-  
pe.

Voulez-vous arrêter l'écoulement d'une liqueur, qui se fait par un trou percé dessous le vaisseau qui la contient, vous ne trouverez de résistance que celle de la colonne perpendiculaire de ce liquide, qui répond à la largeur du trou.

Cette Expérience se fait avec un

Expérience

H v



Equilibre  
des Liquides  
Homogenes.

grand vase de verre cylindrique, percé par dessous d'un trou d'un pouce de diamètre pour y mettre une virole. On ferme ce trou avec un bouchon graissé, pour qu'il puisse sortir aisément, & dans la virole on ajoute un tube de verre de la hauteur du vase, & d'un diamètre d'environ un pouce.

On verse de l'eau dans ce tube jusqu'à ce que la pesanteur du liquide fasse partir le bouchon. Au moment qu'il part on remarque à quelle hauteur se trouve l'eau. Après cette remarque qui se fait dans le grand vase, on ôte le tube, & l'on verse de l'eau dans le vase : ce même bouchon ne part que lorsque l'eau est montée au niveau de la marque, qui a été faite lorsque celle du tube l'a fait partir; ce qui prouve que ce n'est que la colonne d'eau perpendiculaire au trou qui exerce & fait sentir sa pesanteur. Il est aisé de se convaincre de ce fait, en mettant le doigt à la place du bouchon, on ne sentira & on ne soutiendra que le poids de la colonne perpendiculaire au trou, parce qu'elle est indépendante de la masse totale.

Preuve de la  
1<sup>er</sup> Partie du  
3<sup>e</sup> Principe.

La première Partie du troisième Principe nous présente les liqueurs pesan-

tes, non-seulement de haut en bas à la manière des autres corps, mais encore latéralement, & suivant toutes fortes de directions. C'est alors qu'elles cherchent à vaincre l'obstacle qu'elles rencontrent, qui souvent les force de s'élever de bas en haut pour trouver l'équilibre où elles tendent toujours.

Si nous admettons, que les liquides sont composés de petites molécules imperceptibles à la vue, d'une extrême dureté, roulant les unes sur les autres, dont chacune à son poids particulier; nous ne serons pas étonnés de voir une colonne de ces petites masses sphériques, presser d'autres colonnes montantes: alors nous concevrons aisément leur pression latérale.

Cherchons la preuve dans l'Expérience. Plongez successivement dans un vase plein d'eau colorée, trois tubes de 7 à 8 lignes de diamètre ouverts par les deux bouts, l'un perpendiculaire, un autre fait en forme de Syphon oblique, & le troisième coudé à angle droit, vous verrez l'eau s'élever dans chaque tube à la hauteur où sera celle du vase.

Equilibre  
des Liquides  
Homogenes.

Expériences

Equilibre  
des Liquides  
Homogenes.

Que l'eau s'éleve perpendiculairement comme dans le tube droit, que que ce soit obliquement comme le présente le syphon oblique, ou latéralement, comme le fait voir celui qui est coudé à angle droit; elle entre toujours également dans tous les sens, & se tient en équilibre avec celle du vase. La colonne d'air qui se trouve dans ces tubes, fait place à la colonne d'eau plus pesante qu'elle, qui porte l'effort de sa pression jusqu'à ce qu'elle soit élevée à la hauteur où elle peut faire équilibre.

Un Puits que l'on construit, sert de preuve à la pression latérale, ou inférieure des fluides. L'Eau que l'on trouve en creusant remonte souvent si abondamment, que les Ouvriers courent risque d'être submergés, s'ils n'ont soin de prendre des précautions.

Preuve de la  
2<sup>e</sup> Partie du  
3<sup>e</sup> Principe.

La seconde Partie du troisième Principe, donne lieu à des Expériences dont les effets sont très-curieux. On les voit toujours constamment les mêmes dans des vaisseaux de différentes formes, & de différentes capacités, pourvû que la hauteur, & la base de ces vaisseaux soient les mêmes. Recourons aux Expériences pour nous

assurer d'un fait qui intéresse l'hydraulique.

On fait ces Expériences avec une grande cuvette doublée de plomb, plus longue que large, aux deux bouts de laquelle sont deux montans creusés en coulisse en dedans, pour hausser & baisser à volonté une pièce que l'on pose dessus. Cette pièce soutient deux petits piliers sur lesquels sont deux leviers, où pendent deux petits bassins de balance. Au fond de cette cuvette, est un trépied de fer, qui porte un cylindre creux de cuive propre à recevoir plusieurs vases : dans ce cylindre est logé un piston qui a peu de frottement ; on ajuste tour à tour au cylindre de cuive trois vaisseaux de verre cylindrique, de hauteur & de fonds pareils, mais de forme & de capacité différente ; l'un d'un diamètre médiocre, l'autre qui a le sien du triple au moins de grandeur plus considérable, & le troisième fait en forme de cosne renversé, qui peut contenir le quadruple des deux autres

On emplit d'eau le premier vaisseau que l'on met sur le cylindre, & l'on charge de poids les bassins des leviers pour enlever le piston. Alors l'eau s'é-

---

Equilibre  
des Liquides  
Homogenes.

Expérience

Equilibre  
des Liquides  
Homogenes.

182 LETTRES PHYSIQUES.

coule, & le même effet arrive aux autres vaisseaux de capacité plus grande, & de forme différente sans changer les poids, pourvû que l'on ait soin de mettre toujours l'eau à la même hauteur dans tous les vases. Ainsi que l'on se serve du vase qui contient le plus de liqueur, ou de celui qui en reçoit le moins, la colonne d'eau qui répond au piston pèse toujours également sur le fond du vase.

Ces Expériences prouvent donc le principe établi, que les liqueurs pèsent sur le fond du vaisseau, non en raison de la quantité, mais en raison de la hauteur perpendiculaire, & de la largeur du fond du vase qui les contient. Cette preuve se tire des poids que l'on n'est pas obligé de changer, lorsque l'on substitue un vaisseau plus grand à un plus petit.

Expérience.

Si l'on met sur le trépied de fer qui se trouve au fond de la cuvette, une espèce de lanterne de cuive garnie de glace, à laquelle on adapte un des trois vases ci-dessus, on reconnoît que la pression latérale des liqueurs est égale à la pression perpendiculaire à même hauteur, & même base. Le jeu de cette machine est dans le

piston qui a son mouvement horizontal : & ce qui prouve qu'il ne faut pas plus de force pour tirer une colonne d'eau horizontale, qu'une perpendiculaire, c'est que l'on se fert des mêmes poids pour les effets que l'on attend de ces Expériences.

Equilibre  
des Liquides  
Homogenes.

Ce sont ces épreuves qui ont donné la connoissance des pompes, découverte très-ingénieuse tant pour le service & les embellissemens des campagnes, que pour l'utilité des villes & de leurs habitans.

Les trois principes de cette partie de l'hydrostatique, & les Expériences qui en resultent se réduisent à une seule loi que la nature a imposée à l'élément liquide, sans qu'il lui soit jamais permis de l'enfreindre; que l'eau ainsi que tous les liquides, dans quelque position, & à quelque hauteur qu'elle se trouve, remonte toujours à son niveau, pour se mettre en équilibre avec elle-même; ce qui a donné naissance aux opérations hydrauliques les plus belles & les plus curieuses.



## XVIII. LETTRE.

*Equilibre des Liqueurs Hétérogenes.*

Equilibre  
des Liqueurs  
Hétérogenes.

**L**ES *Liqueurs Hétérogenes* qui font le sujet de cette deuxième Partie de l'Hydrostatique, sont celles qui ont des densités différentes les unes des autres, comme le *mercure*, l'*eau*, l'*esprit-de-vin*, &c.

De quelque manière que la pesanteur ait lieu, elle fait sentir sa force, & son effet sur les liquides Hétérogènes, comme nous venons de le voir sur les Hermogènes, & elle exerce toujours ses droits dans tous les sens.

1<sup>er</sup> Principe. *Mélez ensemble des liqueurs hétérogenes, vous les verrez se séparer par la différence de leurs poids.*

2<sup>e</sup> Principe. *Versez des liqueurs hétérogenes dans des vaisseaux communicants, en leur donnant même base, vous trouverez leur hauteur en raison inverse de leur densité.*

Voilà les deux Principes sur lesquels sont fondés la pesanteur, & l'équilibre des liqueurs hétérogenes; confirmons-les par des Expériences & par des Exemples.

piston qui a son mouvement horizontal : & ce qui prouve qu'il ne faut pas plus de force pour tirer une colonne d'eau horizontale, qu'une perpendiculaire, c'est que l'on se sert des mêmes poids pour les effets que l'on attend de ces Expériences.

Equilibre  
des Liquides  
Homogènes.

Ce sont ces épreuves qui ont donné la connoissance des pompes, découverte très-ingénieuse, tant pour le service & les embellissemens des campagnes, que pour l'utilité des villes & de leurs habitans.

Les trois principes de cette partie de l'hydrostatique, & les expériences qui en résultent, se réduisent à une seule loi que la nature a imposée à l'élément liquide, sans qu'il lui soit jamais permis de l'enfreindre; que l'eau, ainsi que tous les liquides, dans quelque position, & à quelque hauteur qu'elle se trouve, remonte toujours à son niveau, pour se mettre en équilibre avec elle-même; ce qui a donné naissance aux opérations hydrauliques les plus belles & les plus curieuses.





## XVIII. LETTRE.

*Equilibre des Liqueurs Hétérogenes.*

Equilibre  
des Liqueurs  
Hétérogenes.

**L**ES Liqueurs Hétérogenes qui font le sujet de cette deuxième Partie de l'Hydrostatique, sont celles qui ont des densités différentes les unes des autres, comme le mercure, l'eau, l'esprit-de-vin, &c.

De quelque maniere que la pesanteur ait lieu, elle fait sentir sa force & son effet sur les liquides hétérogenes, comme nous venons de le voir sur les homogenes, & elle exerce toujours ses droits dans tous les sens.

1<sup>er</sup> Principe. *Mélez ensemble des liqueurs hétérogenes, vous les verrez se séparer par la différence de leurs poids.*

2<sup>e</sup> Principe. *Versez des liqueurs hétérogenes dans des vaisseaux communicants, en leur donnant même base, vous trouverez leur hauteur en raison inverse de leur densité.*

Voilà les deux principes sur lesquels sont fondés la pesanteur & l'équilibre des liqueurs hétérogenes; confirmons-les par des Expériences & par des Exemples.

Versez

XVIII. LETTRE. 185

Versez dans un tube de verre des fluides differens , en cet ordre : Sçavoir, du *mercure*, de l'*huile de tartre*, de l'*esprit-de-vin*, de l'*huile de petrole*, & laissez de l'*air* pour la cinquième partie, ils conserveront l'ordre dans lequel vous les aurez placé tant que le tube demeurera en repos ; mais si l'on vient à les agiter en renversant le tube de bas en haut à plusieurs reprises, ils se mêleront & ne reprendront leurs places, que lorsque le tube sera resté quelque temps tranquile. Le mercure & l'*huile de tartre*, comme les plus pèsants, se separeront les premiers : l'*esprit-de-vin*, & l'*huile de petrole* se placeront ensuite, & l'*air* comme le plus léger, reprendra son poste au haut du tube.

Equilibre  
des Liqueurs  
Hétérogènes.

Expérience.

Ayez un vase composé de deux parties l'une sur l'autre, qui se communiquent par un petit tuyau étroit, placé entre deux. Mettez du vin rouge dans le vase inférieur jusqu'à l'étranglement, & remplissez le reste avec de l'eau : vous verrez le vin s'élever par colonnes pour prendre la place de l'eau, tandis que ce dernier liquide ira se précipiter dans le vase inférieur.

Exemple du  
passe-Vin.

Le vin & l'eau se tiennent aisément séparés lorsque l'on verse ce premier

Equilibre  
des Liqueurs  
Hétérogènes.

liquide très-doucement sur le dernier ; parce qu'en vertu de sa légèreté, il se soutient & nage sur le plus pesant ; c'est aussi parce qu'il est beaucoup plus léger que l'eau, qu'il remonte par le petit tuyau pour occuper la partie supérieure du vase ; mais comme ces deux liquides ont entre eux plus d'analogie, que les cinq fluides de l'expérience précédente, pour peu qu'on les verse promptement l'un sur l'autre, ou qu'on les agite légèrement, ils s'unissent si intimement qu'il n'y a plus moyen de les séparer.

Quantité d'Exemples nous font connoître les différentes densités des fluides, l'huile surnage l'eau, la crème monte sur la surface du lait que l'on met reposer, &c. Ces Exemples nous donnent la preuve du premier Principe, que c'est la différence plus ou moins grande des densités des liquides hétérogènes qui les sépare lorsqu'on les mêle ensemble.

Expérience.

L'Expérience du Syphon renversé en nous faisant voir le rapport qu'il peut y avoir entre deux liqueurs hétérogènes, que l'on veut mettre en équilibre dans un vase communiquant, nous donne la solution du second principe.

Appliquez un Syphon renversé sur

XVIII. LETTRE. 187

une planche graduée, versez dedans du mercure, assez pour qu'il entre dans les deux branches & qu'il s'y mette à niveau un demi degré plus haut que la courbure : versez ensuite de l'eau colorée dans une des deux branches, vous verrez le mercure s'élever un degré plus haut lorsque l'eau colorée sera à 14 degrés, parce que l'élévation du mercure fait équilibre à la quatorzième partie de celle de l'eau, c'est-à-dire, que le poids du mercure est à celui de l'eau, comme un est à quatorze.

Equilibre  
des Liqueurs  
Hétérogènes.

La même Expérience se peut faire pour toutes les liqueurs hétérogènes, dont on veut connoître les densités différentes, & les comparer ensemble comme l'eau, par exemple, avec l'huile ou le vin, ou l'esprit de nitre, &c.

XIX. LETTRE.

*Des Corps Solides plongés dans les Liquides.*

**I**L est de principe que tout Solide plongé dans un liquide en déplace un volume plus ou moins considérable, proportionnel à la densité du liquide.

Solides plongés dans les Liquides.

Solides plongés dans les Liquides.

1<sup>re</sup> Loi.

De ce Principe émanent quatre Loix, sur lesquelles se trouve fondée cette troisiéme Partie de l'*Hydrostatique*.

La première nous apprend que *tout corps solide plongé dans un liquide, qui a autant de pesanteur spécifique que lui, ne tombe au fond, ni ne surnage, mais qu'il reste dans l'endroit où il a été placé.*

2<sup>e</sup> Loi.

La seconde au contraire, qu'un corps solide surnage, s'il a moins de gravité spécifique, & si le volume qui reste plongé déplace un volume du liquide aussi pesant que lui solide entier.

3<sup>e</sup> Loi.

La troisiéme démontre que lorsqu'un corps solide a plus de pesanteur spécifique que le liquide dans lequel il se trouve plongé, il tombe au fond.

4<sup>e</sup> Loi.

Et la quatriéme, que le poids que perd un solide dans son immersion, est égal au poids du volume de la liqueur qu'il déplace.

Explication de la 1<sup>re</sup> Loi.

Le corps solide de la première Loi ne surnage, ni ne tombe au fond, parce qu'il est également pressé de tous côtés, par le liquide dans lequel il se trouve. Les poissons nous donnent la preuve de cette règle; ils montent, descendent, & se tiennent immobiles au milieu de l'élément dans lequel ils vivent: ils ont dans le corps une dou-

XIX. LETTRE. 189

ble vessie remplie d'air qu'ils dilatent, & resserent à propos, ce qui leur donne la facilité d'augmenter & de diminuer leur pèsanteur spécifique.

Solides plongés dans les Liquides.

Attachez à un tube une vessie pleine d'eau colorée, plongez cette vessie dans un vase rempli d'eau claire; l'eau colorée montera dans le tube à proportion que l'on enfoncera la vessie, mais elle se tiendra toujours au niveau de celle du vase.

Expérience;

Plus on enfonce la vessie plus l'eau monte dans le tube. Pourquoi? parce qu'à mesure que se fait l'enfoncement, la pression que l'eau du vase exerce sur cette vessie, devient plus forte par les colonnes d'eau, qui en augmentant de hauteur proportionnellement, pressent avec une plus grande force; & contraignent l'eau de s'élever dans le tube: l'équilibre subsiste entre les deux eaux, parce qu'elles ont même densité.

Le corps solide de la seconde Loi surnage, parce qu'il est plus léger que le volume du liquide qu'il déplace.

Explication de la 2<sup>e</sup> Loi.

Le pèse-liqueur, autrement nommé *Aréomètre*, nous fournit la preuve de ce Principe.

Solides plongés dans les Liquides.

Explication de l'Aréomètre.

Cet instrument se fait avec un petit tube de verre mince, renflé par le bas en forme de boule dont le col est gradué; dessous cette boule doit être un petit réservoir où l'on met une quantité de mercure propre à le tenir droit dans un vase rempli de liqueur, où il s'enfonce plus ou moins, suivant la densité de la liqueur. Il descend par exemple plus dans le vin que dans l'eau, & plus dans l'eau-de-vie que dans le vin.

*Expérience.* Mettez de l'eau jusqu'au deux tiers dans un vase de verre cylindrique, qui communique par en bas à un tube montant par un tuyau de cuivre garni d'un robinet. Faites une marque au tube à l'endroit où sera l'eau: plongez ensuite une boule de bois vernie extérieurement presque aussi grosse que le vase est large, la surface de l'eau s'élèvera au-dessus de la marque: ôtez alors par le robinet l'eau excédente le niveau de cette marque; retirez ensuite la boule, & après l'avoir essuyée, pesez-la contre l'eau retirée du vase, vous les trouverez en équilibre.

Par l'Expérience de l'Aréomètre, nous voyons que plus la liqueur est

XIX. L E T T R E. 191

dense, plus le corps plongé est soutenu, & par celle de la boule, qu'un corps qui surnage, a toujours une partie plongée qui pèse autant que le volume de la liqueur que cette partie déplace.

Solides plongés dans les Liquides.

Dans le nombre d'exemples qui viennent à l'appui de ces principes, je ne m'arrêterai qu'à un seul : c'est à celui de l'eau salée plus dense que l'eau douce, ce qui fait qu'une barque prend plus d'eau dans la riviere qu'en pleine mer.

Pour qu'un corps surnage, il n'est pas nécessaire qu'il soit plus léger que l'eau. Ce corps ne se soutient qu'en vertu d'un volume plus grand, qui répond à une quantité d'eau plus pesante, & non en vertu de la matière dont il est composé.

Nous tirons la preuve de la troisième Loi, dans l'exemple des nageurs. Ils pèsent plus que le volume qu'ils déplacent, & ils iroient au fond, s'ils n'avoient l'attention de déployer les pieds & les bras pour se donner des mouvemens contraires à leur pèsanteur.

Explication de la 3<sup>e</sup> Loi

Tout animal qui se noye, va d'abord au fond de l'eau, parce qu'il a plus de gravité spécifique, & il ne



Solides plongés dans les liquides.

Expérience.

reparoît au-dessus que lorsque les sels qu'il avoit dans le corps sont dissous.

Suspendez une bille d'ivoire au bras d'une balance, que vous ferez plonger dans un vaisseau plein d'eau, qui se trouvera dessous : l'on conçoit aisément que la bille descendra jusqu'au fond, si l'on ne met rien dans l'autre balance pour lui faire équilibre : mais si à cette bille on oppose un poids égale à la pesanteur qu'elle conserve dans l'eau, ce poids sera toujours moindre que celui qu'on lui opposeroit, si on vouloit avoir sa pesanteur dans l'air libre, parce qu'elle est soutenue par l'eau. La bille est plus dense, & plus pesante que le volume d'eau qu'elle déplace ; aussi voit-on ce dernier céder à la quantité du poids que le solide a sur lui ; mais cette bille est soutenue par l'eau, il n'est donc pas nécessaire de lui opposer un poids égal au sien, pour l'empêcher d'aller à fond, mais seulement la quantité suffisante pour égaler l'excès de celui qu'elle conserve sur le volume d'eau, qui la soutient, parce qu'un corps solide ne s'enfonce jamais dans un liquide par sa pesanteur absolue, mais par l'excédent du poids qu'il a sur le liquide.

Ayez

Ayez sous un large récipient une balance exacte & mobile, dont on puisse tirer le fléau. Mettez - y en équilibre une petite balle de plomb, avec une grosse boule creuse de bois léger, ou de carton. Après avoir fait le vuide, la boule de carton rompra l'équilibre, & emportera la balle de plomb. Pourquoi ? parce que dans l'air libre la boule de carton se trouvant plus soutenue par les colonnes de ce fluide qui exercent leur action sur une plus grande surface, & n'oppose à la balle de plomb que sa pesanteur respectivo ; & dans le vuide elle revient à sa pesanteur absolue. Et l'on sçait que les solides qui sont en équilibre dans les fluides par leur pesanteur respectivo, reprennent leur pesanteur absolue, dès qu'ils cessent d'y être plongés.

C'est en vertu de cette pesanteur respectivo, que l'on conduit aisément à bord avec la plus légère impulsion un corps solide d'un volume considérable qui flotte sur l'eau, & sa pesanteur absolue empêche qu'on ne puisse l'enlever du liquide sur lequel il nage ; parce que ce corps qui dans l'air ordinaire pèseroit 200, je le suppose,

---

Solides plongés dans les Fluides.

---

Expérience.

Solides plongés dans les Fluides.

Explication de la 4<sup>e</sup> Loi.

ne pèsera pas 4 livres dans l'eau qui le soutient.

Les vaisseaux, les barques, les batteaux, &c. donnent la démonstration de la quatrième Loi, qui établit qu'un corps solide dans son immersion perd dans sa partie plongée, un poids égal à celui du volume du liquide qu'il déplace. Exemple, qu'un corps solide plongé dans un fluide pèse une livre, & le volume du fluide déplacé une demi-livre; c'est une autre demi-livre qu'il faudra opposer pour empêcher ce corps d'aller au fond. Mais plus le corps solide aura de volume, moins il perdra de son poids dans l'immersion parce qu'il est plus soutenu, en vertu de sa plus grande surface.

Expérience.

Mettez en équilibre aux bras d'une balance, une bille d'ivoire avec une balle de plomb, plongez ces deux corps en remplissant d'eau deux vases qui se trouveront dessous. Lors de l'immersion l'équilibre cessera, & la balle de plomb emportera la bille d'ivoire.

Plus la liqueur est dense & matérielle, plus le corps plongé est soutenu; c'est encore ce que l'expérience démontre.

XIX. L E T T R E. 195

Attachez aux bras d'une balance deux billes d'ivoire égales en gros-  
 feur, & en pésanteur, vous les trou-  
 verez en équilibre. Remplissez deux  
 vases qui seront dessous l'un d'eau,  
 l'autre d'esprit-de-vin, & faites-y plon-  
 ger ces billes : celle qui sera dans  
 l'esprit-de-vin rompra l'équilibre, &  
 emportera l'autre, parce qu'elle est  
 moins soutenue, attendu que l'esprit-  
 de-vin est moins dense que l'eau.

Solides plon-  
 gés dans les  
 Fluides.

Expérience.

Pour faire ces Expériences, on se  
 fert d'une balance, nommée *Hydrosta-*  
*tique*, composée de trois vaisseaux de  
 verre montés sur une cuvette garnie  
 de plomb. Celui du milieu percé par  
 le bas, qui est plus grand & plus éle-  
 vé pour servir de réservoir, est cou-  
 vert d'un chapiteau, qui porte un  
 fléau, où pendent deux petits bassins  
 qui répondent aux vaisseaux de côté.  
 Au moyen d'une conduite qui commu-  
 nique dans la cuvette par dessous son  
 couvercle, & des ouvertures qui sont  
 sous les vaisseaux de côté, on peut  
 les emplir & les vuidier ensemble, ou  
 séparément par quatre robinets qui  
 sont entre ces vaisseaux, dont deux  
 servent à les remplir, & deux à les  
 vuidier.

BalanceHy-  
 drostatique.

Solides plongés dans les Fluides.

Usage de la Balance Hydrostatique.

La destination de cette balance est de faire connoître la pesanteur des fluides, & des solides. Son usage embrasse trois Objets :

Premièrement. *Elle développe la gravité de deux solides comparés ensemble.*

Secondement. *Elle démontre celle des corps solides avec celle des liquides.*

Troisièmement. *Elle mesure & compare deux fluides.*

Expérience.

Pour connoître la pesanteur spécifique de deux corps solides, il faut attacher aux bras de la balance, deux corps inégaux en volume, mais de pesanteur égale; ensuite faire venir l'eau dans les vases de dessous. Lors de l'immersion, le plus petit emportera l'autre, & ce qu'il faudra ajouter pour remettre l'équilibre, sera la différence de la pesanteur spécifique des deux. C'est ce que nous a prouvé l'expérience de la bille d'ivoire pesée contre la balle de plomb.

Expérience.

Attachez aux bras de la balance, un morceau d'or, mettez-le en équilibre dans l'air avec des poids; plongez-le ensuite dans de l'eau de pluie distillée; vous lui trouverez un quatorzième de perte du poids qu'il avoit dans l'air. Faites la même opération

sur un morceau de fer de même poids que l'or, ce dernier ne perdra qu'un huitième : ainsi en jugeant que l'or est dix-neuf fois plus pèsant que l'eau, tandis que le fer ne l'est que huit fois, vous conclurez que la gravité spécifique de l'or est à celle du fer, comme 19 est à 8.

Solides plongés dans les Fluides.

C'est ainsi que l'on a découvert que l'or pèse 19 fois plus que l'eau, & l'on prétend qu'Archimédes se servit de ce moyen pour découvrir que la couronne d'Hieron n'étoit pas d'un or pur.

C'est par la même opération, & en comparant différentes liqueurs avec de l'eau de pluie distillée, que l'on vient à bout de connoître leur pèsant-eur spécifique.

On se sert encore de l'Aréomètre, pour avoir la pèsant-eur spécifique des liqueurs; on commence par plonger cet instrument dans le liquide le plus léger, ensuite dans le plus dense; le poids dont on est obligé de charger le haut de sa tige, pour le faire descendre dans le dernier au même degré où il étoit dans le premier, est la différence de la pèsant-eur spécifique des deux liquides.

*Tubes Capillaires.*


---

Tubes Capillaires.

Tant d'illustres Philosophes ont échoué dans la recherche de la cause de ce Phénomène si contraire aux loix de l'Hydrostatique, qui nous fait appercevoir les liqueurs au-dessus de leur niveau dans les Tubes Capillaires, que je me croirois téméraire de vouloir en approfondir le principe.

Les Opinions de la plûpart de ces Sçavans me paroissent se réunir en faveur d'un fluide, que Newton à reconnu pour être *un milieu plus subtil que l'air*; qui suivant ce qu'il en dit dans son *Traité d'Optique*, Livre 3<sup>e</sup> Question 18, *reste dans le vuide après l'avoir purgé d'air.*

En regardant cet air subtil comme l'agent primordial de la nature dans ses opérations mystérieuses, ainsi que l'instrument le plus propre pour en développer quantité de phénomènes, on peut lui rapporter la cause immédiate de ce que l'on voit arriver aux liqueurs contenues dans les tuyaux capillaires.

Ces tuyaux sont faits de toute ma-

tière propre à recevoir des liqueurs, mais plus ordinairement de verre : on leur donne deux lignes & demie au plus de diamètre. Les corps spongieux comme le *sucre*, le *sel*, le *linge*, le *sable*, &c. sont regardés comme autant de tubes capillaires, dont ils ont la propriété.

Tubes Capillaires

Cette propriété consiste dans l'ascension des liqueurs au-dessus de leur niveau ; & plus la liqueur est dense, & le diamètre du tube étroit, plus l'élévation augmente ; de façon que si l'on enfonce plus ou moins les tubes dans la liqueur, celle-ci s'élève toujours proportionnellement à sa densité, & au diamètre du tube.

Un phénomène contraire, & fort singulier, est celui du mercure dans ces sortes de tubes. Ce fluide métallique, loin de participer aux effets ordinaires des autres liquides, en produit un tout différent : il se tient plus bas que sa source. La cause viendroit-elle de ce que le milieu subtil n'auroit pas de prise sur un fluide aussi pésant ?

Ce que l'on peut conjecturer sur l'effet des liqueurs dans les tubes capillaires, suivant les différentes opinions



---

Tubes Ca-  
pillaires.

qui tendent au même but ; c'est que si la liqueur monte au-dessus de son niveau dans les corps spongieux , ce peut être en vertu de l'air subtil qui la presse & la force de se glisser dans des matières poreuses , où l'air naturel & grossier ne peut pénétrer.

Mais cette opinion quelque vraisemblable qu'elle puisse paroître n'est encore que vague , & conjecturale , & l'on ne doit point négliger la recherche plus exacte d'une cause qui peut nous procurer des connoissances très-importantes.

Au surplus , si la cause immédiate de l'ascension des liqueurs dans ces fortes de tubes est ignorée , les effets qui en résultent sont très-curieux.

---

## XX. LETTRE.

### *L'Air & ses Propriétés.*

---

L'Air.

CHaque pas que nous faisons dans la Physique , Monsieur , nous conduit insensiblement à des matières plus intéressantes les unes que les autres. Celles que nous venons de quitter nous ont rempli d'admiration. Notre surpri-

se fera bien plus grande si en portant une attention sérieuse sur l'élément, dont l'examen va passer sous nos yeux, nous abandonnons notre esprit à ses réflexions.

L'Air.

Nul être vivant ne quitte le sein de sa mère, qu'il ne se trouve enveloppé dans un fluide si nécessaire à son existence, que l'instant où il en est privé l'annéantit pour jamais. Ce fluide est l'air dont l'action par sa vicissitude perpétuelle fait passer les corps dans différents états, souvent très-opposés. C'est un être dont les effets qui influent généralement sur toutes les productions de la nature, méritent d'être considérés avec l'exactitude la plus scrupuleuse.

Son usage le plus nécessaire est celui de la respiration; c'est-elle qui donne la vie: la poitrine s'éleve & s'abaisse environ 50 fois dans une minute.

Se dilate-elle? cette action opère ce que l'on appelle *Respiration*, qui attire l'air extérieur.

Au contraire elle se rétrécit quand elle forme l'*Expiration* qui est le moment où elle chasse celui qu'elle ne peut contenir.

202 LETTRES PHYSIQUES.

L'Air.

Ainsi la poitrine *inspire*, & *expire* continuellement pour renouveler sans cesse l'air intérieur, qui doit faire équilibre avec l'air extérieur.

Expérience  
de l'Oiseau  
dans le vuidc.

Mettez un Oiseau dans le vuide, vous le verrez tomber en convulsion, & périr après avoir essuié quelques coups de piston.

Le défaut de respiration dans un air trop raréfié, empêche le cœur de faire ses mouvemens alternatifs de sistole, & de diastole; conséquemment la circulation du sang est coupée: ainsi l'air que l'animal mis sous le récipient a dans le corps ne se trouvant plus en équilibre avec l'air extérieur, se dilate si prodigieusement, qu'il lui cause des convulsions violentes, au milieu desquelles il meurt.

Expérience  
du Poisson  
dans le vuidc.

Le même effet arrive à peu près sur un Poisson que l'on met dans un vase plein d'eau sous le récipient; il résiste cependant plus long-temps que les autres animaux, parceque cet aquatique rend par toutes les parties de son corps des bulles d'air, que la double vessie qu'il a lui fournit tant que le vuide a lieu.

L'Air contenu dans cette vessie se dilate si fort, que l'animal devient

plus gros & plus léger ; & cette dilatation le force de rester sur la surface de l'eau , en vertu du plus grand volume qu'il a acquis ; mais à l'instant que l'air ordinaire rentre dans le récipient , comme le Poisson a fait un trop grand usage de celui qu'il avoit dans sa vessie , le peu qui lui reste n'étant plus capable de faire équilibre avec l'air extérieur , il se trouve plus petit , par conséquent plus pèsant que le volume qu'il deplace , & suivant les principes & les loix de l'Hydrostatique , il va au fond sans pouvoir gagner la surface : enfin , il meurt comme les autres animaux , mais plus tard , parce que l'air lui est moins nécessaire.

---



---

 L'Air.

Les Animaux , sans en excepter aucun , subissent le même sort lorsqu'ils ont éprouvé la raréfaction de l'air , par le moyen du vuide. Ils périssent tous plutôt ou plutôt ; nul n'en peut revenir ; & ce seroit , je crois , le plus cruel des supplices , que d'être privé de la vie de cette manière.

Puisque cet Elément nous est si précieux , il seroit sage & prudent de le renouveler , & l'on ne doit point négliger cette précaution , surtout à l'égard des

---

 L'Air.

malades, pour la guérison desquels le renouvellement d'air contribue au moins autant que les remèdes.

Ce fluide est composé de quantité de parties qui sont d'une finesse si extrême, que les yeux les plus perçants ne peuvent l'appercevoir, quand même ils seroient secourus par les meilleurs instrumens d'optique.

L'Air se présente à nous sous différentes qualités, qui entraînent ses propriétés.

*C'est un fluide solide, exerçant sa pression en tous sens sur tous les corps indifféremment, grave, élastique, tranquille & agité.*

Nous ne rappellerons point sa solidité, elle a été prouvée dans la première Lettre, par l'Expérience du Gobelet que l'on fait descendre l'orifice en bas, sur une surface d'eau, & par celle de la Fontaine Intermittente.

*Pression de l'Air.*

---

 Pression de  
l'Air.

Il n'y a guère plus d'un siècle que l'on est revenu sur l'idée que l'on s'étoit formée de la légèreté absolue que l'on accorde à l'air : on admiroit ses effets sans en trouver la cause. Ce fut Galilée qui pensa ce que son disciple

Toricelli, rendit public en 1643; ce dernier eut l'avantage de démontrer par la première Expérience sur *la Pression de ce Fluide*, qu'une colonne d'air se met en équilibre avec une colonne d'un autre fluide, quelconque lorsqu'ils ont même baze.

Pression de l'Air.

Pour y parvenir Toricelli prit un tube de trois pieds de long, fermé par un bout qu'il remplit de mercure. Il le renversa ensuite en plongeant le bout ouvert dans un verre qui contenoit d'autre mercure : le tube se vuیدا jusqu'à ce que le mercure resta à 27 pouces  $\frac{1}{2}$  de haut, ce qui le mit en équilibre avec le poids de l'air.

Expérience de Toricelli.

A cette Expérience du Philosophe Italien, tous les yeux s'ouvrirent. Ceux qui étoient le plus attachés aux anciens systêmes, revenants comme d'un autre monde, se débarrasserent des préjugés qu'ils avoient reçus de leurs prédécesseurs, sur *la Pression de l'Air*, pour entrer en foule dans la nouvelle route que leur traçoit le disciple de Galilée.

Par l'examen du Tube de Toricelli, on apperçut des variations dans l'air, & l'on jugea que la colonne de mercure contenue dans le tube que l'on vouoit

---

 Pression de  
l'Air.
 

---

 Naissance  
du Baromètre.  
etc.

hausser & baisser, étoit une indication du poids de l'atmosphère. C'est de là que le Baromètre a prit naissance; ce terme qui vient du grec, veut dire *mesure du poids de l'Air*, & cet instrument est très-utile pour annoncer les changemens du temps.

Son Usage.

Dans nos climats le poids de l'atmosphère tient la colonne de mercure à 27 pouces  $\frac{1}{2}$  pour sa hauteur moyenne. Plus l'air qui regne dans cette atmosphère se trouve chargé de parties hétérogènes, plus il est dense, par conséquent plus il presse la colonne de mercure, & la fait élever: cette élévation ne va pas plus loin qu'un pouce  $\frac{1}{2}$ , & c'est beaucoup; sa plus grande élévation, n'est donc que d'environ 29 pouces, & c'est en s'élevant qu'il dénote & annonce le temps sec & beau; si aucontraire l'air se trouve dégagé de ces mêmes parties hétérogènes, il devient plus rare & plus léger, & presse avec un moindre avantage sur la colonne de mercure. Alors ce dernier se baisse d'un pouce  $\frac{1}{2}$  au-dessous de sa hauteur moyenne, & c'est cet abaissement qui indique la pluie & le mauvais temps.

Pascal, plus que tous les autres, fai-

fit si avidement l'expérience de Toricelli, & la répéta avec tant de succès qu'il reconnut que cette élévation du mercure à 27 pouces  $\frac{1}{2}$  au-dessus de son niveau, venoit de la pression seule de l'air sur la surface du mercure contenu dans le réservoir, & que celui qui étoit exposé à deux pressions égales retomboit & restoit à son niveau. Ce fut le résultat qu'il eut de la belle expérience qu'il imagina à ce sujet..

Pression de  
l'Air.

Ayez un Tube de verre de 60 pouces de haut au moins, recourbé dans le milieu & renflé dans sa courbure, de façon qu'il paroisse former deux tubes de 30 pouces chacun de hauteur, l'un inférieur, l'autre supérieur, à compter pour le tube inférieur, depuis l'ouverture jusqu'à la naissance de la courbure, & pour le tube supérieur, depuis la fin de la courbure jusqu'à 30 pouces en haut. Il faut qu'il y ait un petit canal couvert d'une vessie trempée dans de l'eau, au haut de la naissance de la courbure du tube inférieur.

Expérience  
de Pascal.

Emplissez ce tube de mercure, renversez-le ensuite en plongeant son ouverture dans un réservoir plein d'autre mercure.



Pression de  
l'Air.

Vous verrez le fluide métallique se mettre à 27 pouces  $\frac{1}{2}$  de hauteur dans le tube inférieur, & celui qui étoit dans le tube supérieur descendre & se mettre à niveau dans le renflement de la courbe, si le tube est bien purgé d'air.

Si vous piquez alors la vessie avec l'aiguille la plus fine, l'air entrera dans ces tubes par le trou imperceptible, & contraindra par sa pression le tube inférieur de se vider dans le réservoir, tandis que la même pression forcera le mercure resté dans le renflement de la courbure, de monter jusques à 27 pouces  $\frac{1}{2}$  dans le tube supérieur. Il faut observer de mettre le doigt sur le trou de l'aiguille en la retirant, & de ne laisser entrer l'air que peu à peu, autrement on courreroit risque de tout casser.

Voilà cette fameuse Expérience de Pascal, qui prouve que le fluide exposé à deux pressions égales de l'air, retombe à son niveau; & que lorsqu'il n'en éprouve qu'une, il s'éleve à une hauteur déterminée qui le met en équilibre avec le poids de l'atmosphère. Or cette hauteur dans nos climats est de 27 pouces  $\frac{1}{2}$  pour le mer-

cure, & 32 pieds pour l'eau. L'Expé-  
 rience suivante va prouver que les li-  
 quides de la nature de l'eau montent  
 jusqu'à cette élévation.

Pression de  
 l'Air.

Sucez l'air dans un tube ouvert par  
 les deux bouts, dont un sera plongé  
 dans un vase rempli d'eau colorée ;  
 l'eau prendra la place de l'air, & rem-  
 plira le tube si sa longueur n'excede  
 pas 32 pieds ; la succion peut avoir  
 lieu en tirant de bas en haut un bou-  
 chon de liége, qui en remplissant le  
 diamètre intérieur du tube, fait l'of-  
 fice d'un piston de pompe.

Expérience.

Nous voilà assurés par ces Expé-  
 riences, que la pression de l'air exté-  
 rieur est le mobile de l'ascension des  
 liqueurs : suivons cette pression dans  
 d'autres Expériences.

Couvrez avec la main un récipient  
 ouvert par le haut, dont les bords  
 seront arrondis. Après le vuide, votre  
 main se trouvera attachée, quel qu'ef-  
 fort que vous fassiez pour la retirer.

Expérience.

Tendez une vessie mouillée sur cet-  
 te ouverture. Raréfiiez l'air lorsqu'elle  
 sera seche, elle prendra la forme d'u-  
 ne calote renversée, & crevera avec  
 bruit. (a)

Expérience.

(a) Il faut partager en deux la Vessie dans son

210 LETTRES PHYSIQUES.

Pression de  
l'Air.

Expérience.

A la place de la vessie mettez un verre plat bien uni, de façon qu'il ne puisse point passer d'air entre ce verre & le tranchant du récipient. Pompez l'air, le verre se brisera en mille éclats. (b)

Expérience.

Placez une moitié de pomme sur l'ouverture d'un autre récipient, dont les bords seront tranchants. Au premier ou second coup de piston la pomme se coupera net.

La cause de ces quatre effets est la même que celle des Expériences précédentes, c'est la pression de l'air extérieur qui porte toute sa force sur les corps qui couvrent les récipients. Cet air ne trouvant plus de communication avec celui que le récipient contient, exerce sur ces corps une pression proportionnelle à la raréfaction de l'air intérieur, de façon qu'il attache la main, brise le verre, coupe la pomme, & fait éclater la vessie.

Ces Expériences nous font connoître la pression perpendiculaire de

épaisseur, comme on sépare une carte; sans quoi elle résisteroit trop, & pourroit ne pas crever.

(b) Cette Expérience est dangereuse à faire par les éclats du verre qui se jettent de tous côtés qui peuvent entrer dans les yeux.

XX. LETTRE. 211

l'air, sur les solides & sur les fluides, Pression de  
l'Air.  
prouvons par d'autres qu'à l'exemple de tous les fluides, il a sur ces corps la même action de bas en haut, latérale, & en tous sens.

Remplissez d'eau un gobelet plus long que large, couvrez-en l'ouverture avec un morceau de papier; renversez ce gobelet sans dessus dessous en mettant la main sur le papier: ôtez la main sitôt qu'il sera dans une position perpendiculaire, l'eau restera suspendue, & le papier attaché au gobelet. Expérience

Cet effet est occasionné par la colonne d'air, qui venant du plancher presse sur l'ouverture du vase de bas en haut, & ne trouve aucune résistance de la part de la colonne supérieur.

Prénez un Syphon, dont une jambe sera plus courte que l'autre, plongez la plus courte dans un vase plein d'un liquide; en suçant l'air par la jambe la plus longue pour le faire sortir: la liqueur prendra sa place, & se vuidera entièrement du vase où elle sera contenue. Expériences

Pour que la liqueur puisse couler continuellement jusqu'à ce qu'elle soit

Pression de  
l'Air.

entièrement retirée du vase, il faut que le Syphon ait une jambe plus longue que l'autre; autrement si elles étoient égales, la liqueur que l'on auroit fait entrer dans le Syphon, par le moyen de la succion, retomberoit également par les deux branches, parce que les colonnes d'air pèsantes & résistances se feroient équilibre: mais lorsque l'excédent de la plus longue branche se trouve rempli, cette petite colonne de liqueur joignant son poids à celui de la pression supérieure, occasionne un effort plus considérable, qui oblige la liqueur de monter par la plus courte branche, & de tenir le Syphon toujours plein tant que cette branche plus courte se trouve plongée dans le vase qui se vuide par ce moyen de tout ce qu'il contient.

Cet instrument est très-commode pour tirer les liqueurs au clair.

Expérience.

Mettez sur la Machine Pneumatique un petit moulinet couvert d'un récipient, percé par un côté d'un trou garni d'un bout de tuyau, que vous boucherez lorsque vous ferez le vuide.

En débouchant ce trou après le vuide, vous entendrez un souffle assez

fort, & vous verrez le moulinet tourner très-vîte.

Pression de  
l'Air.

Ces deux effets sont occasionnés par la rapidité avec laquelle l'air passe par le trou du tuyau, pour rentrer dans le récipient.

L'expérience de Magdébourg est une preuve bien évidente de la pression de l'air en tous sens; ce sont deux calotes hémisphériques de cuivre de 6 pouces de diamètre, dont l'une est garnie d'un robinet à vis, pour l'arrêter sur le trou de la machine pneumatique, & l'autre d'un anneau pour les suspendre. On joint ensemble ces deux calotes avec un cuir mouillé entre les deux joints pour qu'elles s'unissent plus intimement, sans qu'il puisse passer une bulle d'air au travers.

Expérience  
de Magdé-  
bourg.

Faites le vuide dans ce globe, attachez-le ensuite au plancher; un poids considérable que vous mettrez au crochet de la calote inférieure ne pourra jamais la désunir, parce que le poids de l'atmosphère comprime le globe dans toute sa circonférence; si l'on ouvre le robinet pour y laisser entrer l'air extérieur, alors ce globe se sépare aisément, attendu que l'air qui rentre intérieurement fait autant d'effort

~~pour la désunion que l'air extérieur~~  
 Pression de l'Air. pour l'union de ces deux calotes :  
 ce qui rend l'équilibre.

Expérience. Le même effet s'opère dans le vuide par la même cause, si l'air du récipient est bien raréfié, on leve sans peine une des deux calotes avec un crochet, dont le récipient doit être garni par le haut. Si après avoir laissé retomber cette calote sur l'autre ; on laisse rentrer l'air dans le récipient, elles s'attachent toutes deux aussi fortement qu'elles l'étoient avant l'expérience.

Il est bon d'observer que si les récipients subissent l'épreuve du vuide sans se casser, c'est qu'ils sont composés de parties qui se soutiennent mutuellement en se portant vers le centre commun, ce qui les met en état de soutenir l'effort de la pression de l'air extérieur.

Ces Expériences nous prouvent donc que l'air est un fluide qui, à l'exemple des autres, exerce sa pression de tous côtés, perpendiculairement, horizontalement, obliquement & en tous sens.

Nous portons sur nous-mêmes à chaque instant de notre vie, la preuve

ve de la pression de cet être en tous sens.

Pression de  
l'Air.

Par les calculs certains, (en admettant qu'une colone d'eau d'un ponce &  $\frac{1}{2}$  de diamètre, & de 32 pieds de hauteur, égale un volume d'air de même base) on a trouvé que l'air qui couvre la surface d'un homme pèse au moins 20 milliers. Il semble que ce poids énorme devoit écraser les créatures qui y sont soumises: elles le seroient effectivement, si la sagesse de l'Auteur de la Nature n'y avoit prévu en les soutenant intérieurement par le même fluide qui les presse au-dehors.

Les animaux dont la demeure est assignée sur la surface du globe terrestre, ainsi que ceux qui, d'un vol rapide, s'élevent & parcourent l'immensité de l'atmosphère, respirent un fluide dont le poids extérieur les accableroit, si le ressort de ce même fluide ne lui étoit pas égal dans l'intérieur; car au moment de la respiration s'il n'y avoit point d'équilibre entre l'air intérieur, & l'air extérieur, le mouvement de la poitrine ne seroit pas libre, & cette partie se trouveroit comprimée & opprimée par ce-



Pression de  
l'Air.

lui qui presseroit davantage , comme il arrive dans les fluxions de poitrine & aux personnes qui sont attaquées du poulmon.

Les aquatiques éprouvent le même effet. L'air qu'ils respirent est par son ressort en équilibre avec la portion d'eau qui passe continuellement avec lui dans leurs corps.

## XXI. LETTRE.

*Gravité de l'Air.*

L'Air grave.

LA solidité que nous connoissons à l'air, la pression qu'il exerce sur tous les corps en tous sens, & que nous éprouvons à chaque moment, nous conduisent nécessairement à lui accorder une pésanteur & une gravité déterminées. Nous en ferons plus certains par l'Expérience du Ballon de verre, qui le prouve sans que l'on puisse en douter.

Expérience  
du Ballon  
qui prouve la  
gravité de  
l'Air.

Ayez un Ballon de verre garni d'une virole par le bas, pour le mettre sur le trou de la Machine Pneumatique, & d'un robinet, afin d'avoir la facilité de le purger d'air.

Au

Au moyen d'un crochet qui tiendra à sa partie supérieure; vous l'attacherez à une balance très-mobile & très-exacte, où vous le mettrez en équilibre avec les poids nécessaires.

L'Air Gr<sup>de</sup>  
ve.

Lorsqu'il aura été pesé, raréfiez l'air qu'il contient autant qu'il sera possible, attachez-le une seconde fois à la balance pour le peser de nouveau. Vous serez alors obligé d'ôter partie des poids pour le remettre en équilibre; & si vous ouvrez le robinet pour laisser rentrer l'air extérieur, il deviendra plus pesant & ne reprendra l'équilibre que sa pesanteur lui fait perdre, qu'en rechargeant le bassin de la balance avec les mêmes poids que vous aurez ôté.

Quand nous n'aurions pas une preuve aussi évidente sur la pesanteur de l'air, que celle que nous fournit cette seule Expérience, nous n'en pourrions douter puisque nous le sçavons composé de particules matérielles, qui quoiqu'infiniment petites, sont des corps solides. Or on sçait que tout solide est matière, & qu'il a sa gravité ou pesanteur à laquelle il cède, & sa tendance vers le centre.

*L'Air Elastique.*

*L'Air Elastique.*

Tout pèsant qu'est l'Air, il est d'une élasticité extrême. Lorsqu'il est comprimé, & qu'il trouve jour à s'échapper, il détend son ressort avec une promptitude & une vivacité si grande, qu'il y auroit du danger de le contraindre dans certaines occasions. Servons-nous de plusieurs Expériences qui nous découvriront les différents degrés de son élasticité, & son extrême dilatation.

*Expérience de la Bulle d'Air.*

Prenez une phiole pleine d'eau où vous laisserez une bulle d'air, Plongez l'orifice de cette phiole dans un vase. Placez le tout sous le récipient. La bulle occupera la partie supérieure; faites le vuide, cette bulle se dilatera & s'étendra de façon qu'elle chassera dans le vase l'eau de la phiole; faites rentrer l'air, l'eau remontera dans la phiole, & la bulle reprendra sa place.

*Expérience de la Pomme.*

Couvrez d'un récipient une pomme ridée, faites le vuide, la pomme se gonflera & paroîtra aussi fraîche qu'elle pourroit être sur l'arbre. Si vous rendez l'air, vous la trouverez plus

ridée qu'elle n'étoit avant de lui avoir fait éprouver le vuide.

Une vessie flasque chargée d'un poids de 15 à 20 liv. se gonfle & soulève ce poids quand on la met dans le vuide.

Ces phénomènes viennent de ce que l'air qui reste dans ces corps se dilate proportionnellement à la raréfaction de l'air contenu dans le récipient. Ils prouvent aussi que cette dilatation a lieu lorsque l'équilibre cesse d'exister entre l'air intérieur, & l'air extérieur.

Cherchons encore l'élasticité de ce fluide dans une compression plus forte que celle du poids de l'atmosphère, & servons-nous pour cet effet des Expériences du Fusil à vent, & des Fontaines de Compression, & d'Hieron.

Le *Fusil à vent* est une de ces machines plus curieuses qu'utiles. Il est défendu par le danger qu'il y a de s'en servir : il a la forme d'un fusil ordinaire. Avec une pompe foulante, on comprime l'air renfermé dans la crose qui devient assez fort pour chasser une balle qui peut tuer sans bruit à 70 pas.

---

L'Air Elastique.

---

Expérience de la Vessie.

Expérience du Fusil à vent.

L'Air Élastique.

Expérience de la Fontaine de Compression.

La *Fontaine de Compression* est faite de cuivre ou de fer-blanc. C'est un vaisseau plus large par le haut que par le bas, à qui l'on donne la forme d'une console que l'on emplit d'eau jusqu'aux deux tiers de sa capacité; on applique à vis à ce vaisseau un canal garni d'un robinet dans le haut, qui descend jusqu'au fond à une ligne près. Avec une pompe foulante garnie d'une vessie au bout on comprime l'air à force, ensuite on met un ajutage: sitôt que l'on ouvre le robinet, l'eau pressée par le ressort de l'air s'élève en jet à la hauteur de 25 à 30 pieds dans le commencement.

L'Air comprimé avec une force aussi considérable a une élasticité bien plus grande que le poids de celui qui régné dans l'atmosphère, qui presse sur l'orifice du canal: cette force s'étend sur la surface de l'eau, & la chasse par le canal ouvert.

Cet effet vient de ce que l'air intérieur étant extrêmement condensé, déploie toute sa force sur la surface de l'eau; & à mesure que le ressort de ce même air se trouve détendu par l'évacuation de l'eau, le jet baisse de sa hauteur.

La même raison sert pour donner l'explication de l'effet du fusil à vent.

La *Fontaine d'Hienn*, est composée de deux boules de métal ou de verre, exactement fermées à l'air extérieur par des plateaux de métal, garnis de leurs viroles pareilles, qu'elles ont chacune à leurs surfaces supérieures & intérieures où elles sont biens mastiquées.

Le premier plateau de la boule supérieure qui sert de cuvette est percé dans son centre d'une ouverture qui porte un écrou, pour y adapter à vis un petit tuyau garni de son ajutage, & d'un robinet par où l'eau sort en jet.

Ce petit tuyau descend jusqu'à une ligne du fond de la boule supérieure.

Le dernier plateau de la boule intérieure est aussi garni d'un robinet pour vuidier l'eau.

Ces deux boules communiquent l'une à l'autre par deux autres tuyaux de métal, dont l'un qui traverse la boule supérieure, est soudé aux deux plateaux de cette boule, & doit être ouvert de la largeur de son diamètre extérieurement au haut du premier plateau de la boule supérieure, qui fait le fond de la cuvette destinée pour recevoir l'eau du jet.

## 222 LETTRES PHYSIQUES.

L'Air Elastique.

Ce même tuyau qui passe dans la boule inférieure est pareillement soudé au premier plateau de cette boule, & descend à 3 ou 4 lignes du fond inférieur du second plateau.

L'autre tuyau prend sa naissance au premier plateau de la boule inférieure où il est également soudé, & traversant le deuxième plateau de la boule supérieure, s'éleve jusqu'à une ligne du fond du premier plateau de cette boule.

Par l'ouverture du milieu on emplit d'eau aux  $\frac{3}{4}$  la boule supérieure; on adapte ensuite le petit tuyau qui porte l'ajutage, après quoi l'on verse de l'eau dans la boule inférieure par le tuyau qui sort extérieurement.

A mesure que l'eau descend dans la boule inférieure, une partie de l'air qui y réside reflue par l'autre canal dans la boule supérieure, & se joignant à celui qui s'y trouve, qu'il augmente de densité, il exerce une pression assez forte sur la surface de l'eau pour la faire jaillir. Et cet effet subsiste jusqu'à ce que l'eau de la boule supérieure soit écoulée.

Par ces Expériences nous voions de quelle façon le ressort de l'air augmente à mesure qu'on le comprime.

La même raison sert pour donner l'explication de l'effet du fusil à vent.

L'Air Elastique.

La *Fontaine d'Hieron*, est composée de deux boules de métal ou de verre, exactement fermées à l'air extérieur par des plateaux de métal, garnis de leurs viroles pareilles, qu'elles ont chacune à leurs surfaces supérieures & inférieures où elles sont bien mastiquées.

Expérience de la Fontaine d'Hieron.

Le premier plateau de la boule supérieure qui sert de cuvette est percé dans son centre d'une ouverture qui porte un écrou, pour y adapter à vis un petit tuyau garni de son ajutage, & d'un robinet par où l'eau sort en jet.

Ce petit tuyau descend jusqu'à une ligne du fond de la boule supérieure.

Le dernier plateau de la boule inférieure est aussi garni d'un robinet pour vuidier l'eau.

Ces deux boules communiquent l'une à l'autre par deux autres tuyaux de métal, dont l'un qui traverse la boule supérieure, est soudé aux deux plateaux de cette boule, & doit être ouvert de la largeur de son diamètre extérieurement au haut du premier plateau de la boule supérieure, qui fait le fond de la cuvette destinée pour recevoir l'eau du jet.



222 LETTRES PHYSIQUES.

L'Air Elastique.

Ce même tuyau qui passe dans la boule inférieure est pareillement soudé au premier plateau de cette boule, & descend à 3 ou 4 lignes du fond inférieur du second plateau.

L'autre tuyau prend sa naissance au premier plateau de la boule inférieure où il est également soudé, & traversant le deuxième plateau de la boule supérieure, s'éleve jusqu'à une ligne du fond du premier plateau de cette boule.

Par l'ouverture du milieu on emplit d'eau aux  $\frac{3}{4}$  la boule supérieure; on adapte ensuite le petit tuyau qui porte l'ajutage, après quoi l'on verse de l'eau dans la boule inférieure par le tuyau qui sort extérieurement.

A mesure que l'eau descend dans la boule inférieure, une partie de l'air qui y réside reflue par l'autre canal dans la boule supérieure, & se joignant à celui qui s'y trouve, qu'il augmente de densité, il exerce une pression assez forte sur la surface de l'eau pour la faire jaillir. Et cet effet subsiste jusqu'à ce que l'eau de la boule supérieure soit écoulée.

Par ces Expériences nous voyons de quelle façon le ressort de l'air augmente à mesure qu'on le comprime.

Mais

XXI. L E T T R E. 223

Mais sans avoir recours à quantité d'Expériences pour prouver l'élasticité de l'air, nous pourrions nous borner à une seule, simple & familière, qui se présente naturellement.

L'Air Elastique.

L'on sçait que ce fluide est le véhicule du feu, & que sa circulation est nécessaire à son entretien.

Rien ne constate donc mieux son ressort que la différence avec laquelle il agit sur les matières combustibles, dans l'été & dans l'hyver.

Le feu dans cette dernière saison est plus vif & plus piquant, parce que l'air se trouvant plus dense agit avec une élasticité que la trop grande chaleur de l'été amortit; ce qui rend son ressort moins tendu par une plus grande raréfaction.

XXII. L E T T R E.

*Fluidité de l'Air.*

**V**Oici Monsieur, les dernières qualités sous lesquelles nous devons examiner l'air, qualités qui l'assujettissent à autant de variations qu'il éprouve d'états par lesquels il passe.

Fluidité de l'Air.

Nous venons de le voir habiter parmi nous, pénétrer tous les corps, &

Fluidité de  
l'Air.

nous découvrir des phénomènes très-interressants. Prenons un vol plus hardi, allons le chercher jusque dans cette immense atmosphère, vaste domaine où il regne en souverain : c'est là où nous le verrons se transformer en mille manières différentes, pour nous présenter quantité de nouveaux phénomènes aussi curieux que ceux qu'il nous a déjà fait connoître.

L'observons-nous comme tranquile ? Nous trouvons l'atmosphère chargée d'exhalaisons qui se répandent sur la surface de la terre pour sa fertilité.

Sous la forme du vent, nous le voyons dans des agitations furieuses sortir du sein de la terre, en secouer les entrailles, & ne s'en échapper qu'avec des efforts violents qui causent les ravages & les désordres les plus terribles.

D'autres fois il vient par la douce influence de son haleine, favoriser la navigation, & nous procurer les secours les plus agréables.

Enfin le son, dont il est l'ame, nous le présente dans un mouvement agité, par fois trop bruiant, souvent égal, destiné à établir le commerce & la société entre les êtres vivants.

Ce fluide qui ne se gele point tout rempli qu'il est de parties aqueuses, parce que les particules de la matière ignée dont il est pénétré ne l'abandonnent jamais entièrement : ce fluide dis-je, est chargé de vapeurs & d'exhalaisons qui donnent lieu à des phénomènes appelés *météores*, que l'on distingue sous trois espèces ; sçavoir, les *ignés*, les *aériens*, & les *aqueux*. Ces derniers dont il est à présent question, désignent le *brouillard*, les *nuages*, la *grêle*, la *neige*, la *pluie*, la *rosée* & le *serain*.

Le *Brouillard*, provient d'une grande quantité de vapeurs grossières qui se répandent dans la partie basse de l'atmosphère, & l'obscurcissent, parce qu'elles rencontrent un air froid qui les condense, & les empêche de monter plus haut.

Ces vapeurs sont les particules les plus déliées de l'eau que le Soleil attire, & divise : souvent ils y joint des exhalaisons que l'on reconnoît à leur odeur.

Si le froid qui les empêche de monter, est assez fort pour les geler, elles s'attachent aux toits, & aux branches d'arbres ; on appelle cette nouvelle transformation *givre* ou *frimat*.

Fluidité de  
l'Air.

Brouillard.

Givre.

---

 Fluidité de  
l'Air.
 

---

Nuées.

Lorsque ces mêmes vapeurs sont assez légères pour s'élever plus haut dans l'atmosphère, il s'en forme un assemblage que l'on nomme *Nuées*, qui sont plus ou moins épaisses suivant les parties qui les composent.

L'action des vents rapproche-t-elle les vapeurs; ou bien viennent-elles à se condenser par un air plus froid? Alors devenant plus pesantes que l'air qui les tenoit en équilibre, elles retombent sur la terre soit en *pluie*, *neige*, ou *grêle*.

Pluie.

*En Pluie*, lorsqu'elles se ramassent en gouttes par la condensation de l'air qui les porte.

On appelle *Bruine*, une Pluie fine occasionnée par une réunion insensible des parties des vapeurs, dont les gouttes sont extrêmement petites.

Et *Pluie* simplement, celle dont les gouttes acquièrent plus de grosseur & de pesanteur en tombant, soit par la rencontre qu'elles font d'autres gouttes auxquelles elles se joignent, soit que la condensation s'opere plus promptement.

La pluie qui n'est pas continuelle produit des effets salutaires, elle rafraîchit l'air dans l'été, elle le

purifie de quantité d'exhalaisons qu'elle entraîne avec elle, & de tout ce qu'il a de grossier; de sorte qu'après la pluie les objets se voient de plus loin, & sont plus distincts. Elle est nécessaire dans certaines saisons, elle prépare la terre à recevoir les grains.

Fluidité de l'Air.

Les *Nuées* tombent en *Neige*, si le froid qui regne dans l'atmosphère attaque les vapeurs qui s'y trouvent répandues avant qu'elles aient eu le temps de se joindre.

Neige.

La *Neige* a la propriété de bonifier la terre par les fels qu'elle y dépose.

L'eau de neige est un excellent remède contre l'inflammation des yeux.

Enfin les nuées tombent en *Grêle*, quand les vapeurs ont eu le temps de s'unir & de se réduire en gouttes, qui rencontrent une région de l'atmosphère plus froide, qui les condense en les glaçant.

Grêle.

Ce phénomène est plus fréquent en Été, il vient de l'air qui se trouvant plus vivement agité dans la moyenne région, en augmente le froid.

La *Rosée*, est une vapeur subtile mêlée avec les substances des minéraux & des végétaux, que la chaleur qui regne dans l'atmosphère attire du sein de la

Rosée.

Fluidité de  
l'Air.

terre quelque temps avant le lever du Soleil.

Ce météore aqueux s'attache à tout, excepté au métal poli.

Exposez à la rosée une pièce d'argent sur une assiette, ou de fayance ou de porcelaine, la pièce restera sèche, & l'assiette se trouvera mouillée; mettez du mercure à la place de l'écu; la rosée s'étendra autour sans toucher le métal.

Serein.

Le *Serein*, vient des vapeurs subtiles que la matière du feu entraîne avec elle, lorsqu'elle sort du sein de la terre au coucher du Soleil, pour se répandre dans l'air, & entretenir l'équilibre qui doit toujours s'y trouver en tous temps. Ces vapeurs aqueuses & subtiles se répandent dans la partie de l'atmosphère la plus voisine de la terre; le froid les condense; & devenant dans cet état plus denses, & plus pesantes que le volume d'air qui les contient, elles tombent sur la terre: c'est cette humidité que l'on sent dans l'Été fitôt le coucher du Soleil.

*Des Vents.*

Des Vents.

Après avoir vu l'air fluide comme atmosphère, nous allons le trouver

mis en mouvement par quelque cause particulière : cette seconde disposition de la fluidité de l'air concerne les vents.

Des Vents.

En général on définit le vent une agitation, un mouvement violent de l'air repandu dans l'atmosphère, dont on connoît l'effet, sans en déterminer précisément la cause primitive. On sçait que c'est un défaut d'équilibre, mais on ignore les opérations physiques de ce météore, & l'on n'en a encore parlé que par conjectures. Passons en revue les opinions qui nous paroissent les plus vraisemblables.

On attribue quatre causes primordiales à l'effet du vent, & à sa naissance. Ce météore, dit-on, est occasionné par *la raréfaction de l'air* ; par son ressort ; par les fermentations & feux souterrains ; & par *la chute des Nuages*.

Quatre causes primordiales des Vents.

Par *la raréfaction*, lorsque l'air est dilaté par l'action du Soleil qui l'échauffe. Dans cet état de dilatation il occupe un plus grand volume, & pour s'emparer d'un espace proportionné à ce nouveau volume, il chasse l'air voisin avec une violence extrême, qui met toute cette partie de l'atmosphère en agitation; cet effet arrive dans la Zone-

1<sup>re</sup> Raréfaction de l'air.



## 230 LETTRES PHYSIQUES.

Des Vents. Torride, & produit les vents généraux & constants.

2<sup>e</sup> Par son Ressort de l'Air.

Par son ressort, parce qu'il n'y a aucun corps dans la nature qui soit si élastique que l'air; s'il se trouve dilaté dans une partie de l'atmosphère, nécessairement il doit repousser celui qui l'environne; & cette action se communiquant de proche en proche se transmet au loin, ce qui devient une cause physique du vent.

3<sup>e</sup> Par la Fermentatiō & feux souterrains.

Par la fermentation & les feux souterrains, lorsque l'ardeur du Soleil attire les exhalaisons de la terre qui s'amassent, & se répandent dans la moyenne région de l'atmosphère, & nous donnent ces secousses & ces bouffées produites par l'explosion que leur fermentation occasionne, & par les matières grasses, sulphureuses & salines, qui viennent se choquer les unes contre les autres.

4<sup>e</sup> Par la chute des Nuages.

Par la chute des Nuages, lorsqu'une nuée plus pesante que le volume d'air qui la contient, se convertit en pluie abondante. Elle tombe avec impétuosité, & presse avec tant de force l'air qui se trouve entre elle & la terre, qu'elle l'oblige de s'écarter promptement, ce qui donne naissance aux tempêtes & aux orages.

Nous separons les Vents en trois classes, ſçavoir : les *Généraux*, les *Périodiques*, & les *Variables*.

Les *Généraux*, ſurnommés *Conſtans*, ſoufflent toujours dans une partie de l'atmoſphère. Ce ſont les vents aliſés qui ſe trouvent entre les deux tropiques, qui viennent continuellement l'un du nord à l'orient, & l'autre de l'orient au midi.

Les *Périodiques*, commencent & finiffent dans des temps & à des heures marqués, comme les vents de mer & les vents de terre qui s'élevent les premiers au lever du Soleil, & les derniers à ſon coucher.

Les *Vents Variables*, n'ont rien de fixe, en aucun temps ni en aucune faiſon.

On diviſe & ſubdiviſe les vents juſqu'à 32 fois; mais les plus connus ſont ceux qui viennent des quatre points cardinaux de la Sphère. ſçavoir, du *Nord*, du *Midi*, du *Levant*, & du *Couchant*.

La *viteſſe des Vents* ſe meſure par le moyen d'une machine nommée *Anémomètre*. Celle qu'avoit M. Pagiote, à Berny, eſt dit-on, dans le Cabinet du Roi. Elle eſt décrite fort au long

Des Vents.

Trois fortes de Vents.

Vents Généraux.

Vents Périodiques.

Vents Variables.

Diviſion des Vents.

Viteſſe des Vents.

Des Vents.

dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de 1734; elle marque la direction du vent, sa durée, & sa vitesse.

Réflexions  
sur les Vents.

Je ne terminerai point cet article sans faire une réflexion sur l'utilité des vents, qui n'a pas échappée aux Philosophes qui ont traité cette partie. Quoique ces Scavans l'aient présenté avant moi, avec le feu & l'éloquence dont ils sont en possession, je ne me dispenserai pas de la retracer aux yeux. Elle est trop intéressante pour la passer sous silence.

Les Hommes trop accoutumés au bien-être, & à la mollesse, se plaignent de la plus légère incommodité qu'ils ressentent, sans faire réflexion que la même cause qui la leur occasionne, leur devient souvent de la plus grande utilité.

Leur délicatesse ne leur fait remarquer le vent que comme un météore qui cause les plus grands dommages, & qui nuit à la douceur de leur vie: ils ne s'arrêtent qu'à ce qu'ils s'imaginent leur être à charge, sans examiner que ce même vent contre lequel ils se déchainent, leur est aussi favorable qu'indispensable.

Nous séparons les Vents en trois classes, sçavoir ; les *Généraux*, les *Périodiques* & les *Variables*.

Les *Généraux*, surnommés *Constans*, soufflent toujours dans une partie de l'atmosphère. Ce sont les vents alifés qui se trouvent entre les deux tropiques, qui viennent continuellement, l'un du nord à l'orient, & l'autre de l'orient au midi.

Les *Périodiques*, commencent & finissent dans des temps & à des heures marqués, comme les vents de mer & les vents de terre qui s'élevent, les premiers au lever du Soleil, & les derniers à son coucher.

Les *Vents Variables*, n'ont rien de fixe, en aucun temps ni en aucune saison.

On divise & subdivise les vents jusqu'à 32 fois, mais les plus connus sont ceux qui viennent des quatre points cardinaux de la Sphère : sçavoir, du *Nord*, du *Midi*, du *Levant*, & du *Couchant*.

La *Vitesse des Vents* se mesure par le moyen d'une machine nommée *Anémomètre*. Celle qu'avoit M. Pajot, à Bercy, est, dit-on, dans le Cabinet du Roi. Elle est décrite fort au long

232 LETTRES PHYSIQUES.

Des Vents. dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de 1734; elle marque la direction du vent, sa durée, & sa vitesse.

Réflexions  
sur les Vents.

Je ne terminerai point cet article sans faire une réflexion sur l'utilité des vents, qui n'a pas échappé aux Philosophes qui ont traité cette partie. Quoique ces Savans l'ayent présentée avant moi, avec le feu & l'éloquence dont ils sont en possession, je ne me dispenserai pas de la retracer aux yeux. Elle est trop intéressante pour la passer sous silence.

Les hommes trop accoutumés au bien-être & à la mollesse, se plaignent de la plus légère incommodité qu'ils ressentent, sans faire réflexion que la même cause qui la leur occasionne, leur devient souvent de la plus grande utilité.

Leur délicatesse ne leur fait remarquer le vent que comme un météore qui cause les plus grands dommages, & qui nuit à la douceur de leur vie; ils ne s'arrêtent qu'à ce qu'ils s'imaginent leur être à charge, sans examiner que ce même vent, contre lequel ils se déchainent, leur est aussi favorable qu'indispensable.

Quel

Quel autre que le vent apporteroit ces nuages si propices, & souvent si desirés, qui viennent fondre sur nos têtes pour la fertilité de la terre? Qui pourroit mieux que lui dissiper ces mêmes nuages, dont la trop grande abondance nuiroit à la production?

N'est-ce pas le vent qui par l'impétuosité de son soufle, découvre le sein de la terre aux douces influences des rayons du Soleil, lorsqu'après ces débordemens trop cruels, elle se trouve englo. & affaissée sous le poids énorme de l'élément liquide, afin que le Moteur universel ranime & virifie par sa chaleur les trésors immenses dont cette tendre mere nous comble sans cesse, & sans mesure.

Le vent purifie l'atmosphère.

Un vent léger rend la vigueur abbatue par l'excessive chaleur.

Par le secours du vent, les nations les plus éloignées commercent ensemble; par son moyen l'on extrait les farines des grains renfermés dans les plantes.

C'est lui enfin qui nous donne les secours & les agrémens de la vie.



## XXIII. LETTRE.

*Son.**Son.*

**I**L nous reste encore, Monsieur, à faire l'examen de la propriété de l'air qui concerne le Son. C'est sous cette dernière disposition que nous allons vous le présenter.

Le Son qui naît du choc des corps solides, consiste dans leurs vibrations qui se communiquent de proche en proche, pour venir faire leur impression sur l'organe propre à le recevoir.

Cet organe, c'est l'ouïe, rivale de la vue, qui tient en suspens pour décider, s'il falloit perdre l'une ou l'autre, & que l'on fut maître du choix, si on aimeroit mieux se priver de voir que d'entendre.

Par un détail succint des parties de l'oreille, nous pourrons voir la progression du son, depuis le corps sonore jusqu'à son organe, & de quelle manière il est porté à l'ame pour en juger.

Aux deux côtés de la tête sont deux chambres ou cavités nommées

*Orcilles*, garnies de membranes destinées à recevoir le son.

---



---

 Son.

La partie extérieure & évasée de chaque oreille se nomme *Conque*, c'est à l'entrée de cette espee d'entonnoir que se ramassent & viennent aboutir les rayons sonores.

De la *Conque* part un canal qui va porter l'impression du son sur une membrane appelée *le Tambour*, tendue comme la peau de cet instrument.

Conque.

Sous cette membrane se trouve une cavité, nommée *Caisse du Tympan*, ou du *Tambour*, vers laquelle le centre de la membrane de ce tambour s'enfonce un peu.

Tambour.

A l'entrée de la caisse du tympan sont quatre osselets nommés *le Marteau*, *l'Enclume*, *l'Estrier* & *l'Os orbiculaire*, dont les muscles des deux premiers sont autant de ressorts destinés à faire parvenir le son dans sa juste proportion, jusqu'au siège du sentiment.

 Le Marteau.  
 Enclume.  
 Estrier.  
 Os orbiculaire.

Le marteau & l'enclume servent à tendre & à relacher la membrane du tambour, & cette même enclume avec l'estrier ouvre & ferme l'entrée d'une autre cavité, & porte le son, suivant la foiblesse ou la violence du



---



---

 Son.

bruit qui se fait entendre, & l'os orbiculaire qui unit les trois premiers osselets fait l'office de porte à la seconde cavité.

Trompe  
d'Eustache.

La première cavité ou caisse du tympan est remplie d'air qu'elle reçoit par le *trompe d'Eustache*, canal qui descend jusque vers l'alluette; & cet air qui tend la peau du tambour, porte à l'organe de l'ouïe les vibrations qu'il reçoit de l'air extérieur avec lequel il fait équilibre. Car cette communication de la trompe d'Eustache avec l'alluette a fait connoître que le son passe aussi par la bouche.

Lyमाण. Au fond de la caisse du tambour se trouve placée une seconde cavité que l'on nomme *Labyrinthe*, à cause de ses détours dont les parties principales sont le *vestibule*, & les *trois canaux demi-circulaires*.

Vestibule.  
Canaux de-  
mi-circulai-  
res.

Ensuite se présente un cosne évasé qui se rétrécissant en forme de spire, est entouré d'un conduit séparé dans sa longueur par une membrane nommée *lame spirale*. Ce conduit, que sa forme fait appeller *limaçon*, a deux issues dont l'une aboutit aux vestibules du labyrinthe, & l'autre à la caisse du tambour.

C'est dans ce limaçon garni de petites fibres nerveuses qui aboutissent au nerf auditif, que réside l'organe de l'ouïe.

Voilà les parties de l'oreille destinées à recevoir & à porter le son à l'ame. Ainsi lorsqu'un corps sonore rend du son, il reçoit un frémissement dans toutes ses parties qui les met en mouvement; ce mouvement se communique à l'air extérieur, d'où il passe dans la *conque de l'oreille*, pour se rendre au *tympan*: du tympan à l'air contenu dans *sa caisse*, ou première *cavité*; de cet air à celui qui se trouve renfermé dans la seconde cavité, qui forme le labyrinthe; de ce dernier enfin aux houpes & fibres nerveuses du limaçon, qui font l'organe de l'ouïe. Par cette progression, on voit en peu de mots comment le son agit sur nous.

*Corps Sonore.*

Les corps élastiques sont les plus propres à former les corps sonores. Le son qui naît de leur collision est clair & distinct; il dure proportionnellement à leurs vibrations, parce que c'est dans les vibrations de ces corps qu'il consiste.

---



---

Son.

---



---

Corps Sonore.

---

Corps So-  
noir.

---

Expérience.

Tendez une corde à boyau, pincez-en le milieu, ou prenez une cloche de verre ou de métal, dont vous frapperez le bord en la tenant suspendue, la corde résonnera & ses vibrations deviendront un parallélograme : celles de la cloche seront alternativement ovales, comme l'anneau élastique du choc des corps à ressort ; & vous entendrez les premiers sons de la corde, & de la cloche plus forts que les derniers, parce que les premières vibrations sont plus grandes & plus fortes que les suivantes. Si vous posez un corps solide sur la corde ou sur la cloche, le son cessera, parce que les vibrations seront interrompues : le son consiste donc dans les vibrations du corps sonore.

Si le son vient des vibrations qui se succèdent les unes aux autres, il ne peut être continu à cause de l'intervalle marqué entre chaque vibration qui doit former un silence nullement sensible, à la vérité dans certains cas par l'extrême vitesse avec laquelle on fait mouvoir ces vibrations. L'anche d'un basson nous en donne l'idée, les deux lames qui la forment battent l'une sur l'autre avec une vitesse si extraordi-

naire que le son paroît continu, mais il ne peut l'être puisque chaque lame frémit l'une après l'autre; la même opération a lieu sur le glotte qui forme la voix.

Corps sonores.

*Milieu qui transmet le Son.*

L'Air est un milieu qui transmet le son, mais il n'est pas le seul qui possède cet avantage malgré le sentiment de plusieurs Auteurs. L'Expérience prouve que d'autres fluides ainsi que les solides ont aussi bien que lui cette propriété, & qu'ils participent à ce phénomène.

Milieu qui transmet le Son.

Fixez sur une platine de plomb de l'épaisseur de 5 à 6 lignes, un réveil que vous couvrirez d'un récipient dont les bords seront luttés avec de la cire. Plongez dans l'eau cette machine suspendue par des fils, vous entendrez sonner le réveil.

Expériences

Mettez l'oreille à l'extrémité d'une longue poutre, vous entendrez le choc d'un petit clou avec lequel on frappera l'autre extrémité.

Expériences

Ces deux Expériences prouvent contre ceux qui prétendent vainement que l'air est le seul milieu qui puisse transmettre le son.

Milieu qui  
transmet le  
Son,

Tout milieu qui transmet le son doit être *dense & élastique*, qualités qui sont si essentielles que sans elles, il ne produiroit point cet effet. *Dense*, pour que l'action qui occasionne le son puisse s'appuyer. *Elastique*, pour rendre & repousser cette action.

*Intensité du Son.*

Intensité du  
Son,

Le son dans un air condensé augmente suivant la densité de l'air, c'est-à-dire, qu'il est proportionnellement plus grand à chaque distance : une fois plus à une, deux fois à deux, trois fois à trois, ainsi du reste ; de là on a conclu que l'intensité ou force du son doit augmenter comme le quarré de la densité ou de l'élasticité, ou comme le produit de l'une multipliée par l'autre.

Mais si dans un air plus dense le son se transmet plus loin à proportion de la densité, il doit décroître de même, & par les mêmes règles dans un air libre, & naturel. Ainsi le son venant du corps sonore, qui se trouve au sommet du cosne, que forment les rayons qui le portent à l'oreille, qui devient elle-même la base de ce cosne, doit être quatre fois moins fort à

à une double distance, 16 fois moins à une quadruple, en vertu du principe établi que les cercles sont entre eux comme les quarrés de leurs diamètres, parce qu'un cercle deux fois plus grand qu'un autre renferme un espace quatre fois plus étendu : si 4 est le quarré de 2, & 16 le quarré de 4 ; le son doit décroître dans l'air naturel comme le quarré de la distance à mesure qu'elle augmente.

---

Intensité du son.

*Son Réfléchi.*

Lorsque le son rencontre des surfaces polies, & impénétrables, sa direction change ; & loin de s'amortir il est renvoyé par ces surfaces qui deviennent autant de corps sonores qui le réfléchissent, & en augmentent la force en suivant la loi que la nature impose à tout corps réfléchissant, qui est de faire son angle de réflexion égal à celui de son incidence.

---

Son Réfléchi.

De cette loi résultent plusieurs phénomènes, la voix par exemple se fait mieux entendre dans un lieu fermé que dans une plaine ; parce que l'oreille reçoit le son direct, & le son réfléchi de la muraille, & que les vibrations sont plus répétées.

Son Réflé-  
chi.

Plus le corps sur lequel le son réfléchi est dur, & poli, plus l'augmentation du son est sensible. La trompette, le cor-de-chasse, le porte voix augmentent prodigieusement le son, parce qu'il se joint aux rayons directs qui ne se dissipent point; une infinité de rayons sonores, réfléchis sur une surface extrêmement polie.

Voilà l'effet de la réflexion du son qui se fait de près; mais quand les corps réfléchissants sont éloignés, la réflexion qui parvient à l'organe répète les premiers sons, ce qui se nomme *écho*.

écho.

Les bois, les rochers, les montagnes, & généralement tout obstacle réfléchissant forme l'*écho*. Celui qui ne répète qu'une fois, se nomme simplement *écho*, & l'on appelle *poliphone*, celui qui répète plusieurs fois. M. l'Abbé Nollet, nous rapporte un Phénomène singulier d'un écho qui se trouve à trois lieues de Verdun, entre deux tours distantes l'une de l'autre de 36 toises, qui se renvoient alternativement 12 à 13 fois un mot prononcé dans leur ligne de direction.

Vitesse du  
Son.

Une personne dont la voix portera sur un obstacle éloigné, sera autant de secondes à entendre la répétition des

sons ou des mots qu'elle aura prononcés, qu'il se trouvera de fois 173 toises à parcourir, parce que le son employe 173 toises par secondes pour faire son chemin.

Son Rélé-  
chi,

Que d'une distance éloignée on regarde un ouvrier frapper avec un marteau sur un corps solide, ou que du bord d'une riviere à l'autre on examine établir un pilotis; on verra le marteau de l'ouvrier remonter en l'air, & le mouton qui sert à enfoncer le pilotis se relever de sa chute avant que d'avoir entendu le bruit.

En 1738 l'Académie des Sciences députa plusieurs de ses Membres pour constater la vitesse du son, & d'après leurs Expériences elle statua:

Que le son parcourt 173 toises par seconde en tout temps.

Que le bruit plus ou moins fort, ni l'espace plus ou moins grand n'apportent aucun changement à la vitesse du son, qui, dans ce cas est toujours égal de 173 toises par seconde.

Et que la vitesse du son augmente, ou diminue à proportion de la force du vent favorable ou contraire. C'est-à-dire, si le vent se trouve en même direction, le son parcourt 173 toises



Son Réflé-  
chi.

par seconde, plus la vitesse du vent ; de même 173 toises par seconde, moins la vitesse du vent, s'il se trouve en direction contraire. Ainsi l'on voit que la vitesse du son se mesure par le temps & par l'espace.

## XXIV. LETTRE.

*Son Articulé.*

Son Arti-  
culé.

**L**E *Son Articulé* désigne la voix humaine qui prend sa naissance sur les lèvres de la *glotte*.

La *glotte* est l'ouverture d'un canal nommé *trachée-artère*, dont la fonction est de recevoir, & de rendre l'air nécessaire pour la respiration.

Cette ouverture, qui se trouve vers la racine de la langue, est petite, ovale, & capable de contraction, & de dilatation.

Ses lèvres sont formées de cordons tendineux, qui tiennent à des cartilages qui leur donnent différents degrés de tension.

Lorsque l'air qui sort de la *trachée-artère*, presse plus ou moins vivement la *glotte*, il en fait frémir les lèvres, & ce frémissement les fait resonner suivant qu'elles sont plus ou moins ten-

dues : c'est ce qui forme le son.

Si la glotte se rétrécit, le son qu'elle rend est plus aigu ; il devient plus grave au contraire à mesure qu'elle s'élargit, & c'est dans la bouche, & dans le mouvement de la langue, des lèvres, & des dents, que le son trouve l'articulation : ainsi la glotte est l'organe de la voix.

L'Expérience faite par M. Ferrin sur la trachée-artère d'un cadavre qui venoit d'expirer, dont il tira des sons après y avoir introduit de l'air par le moyen d'un soufflet, a décidé que le son qui sort de la glotte ne ressemble point à celui d'une flûte, comme on le prétendoit autrefois, mais à celui d'une corde de violon qu'un archet met en vibrations. Et c'est d'après cette Expérience que cet habile Anatomiste a fait ses observations sur tous les tons que peut fournir la voix humaine.

*Son Relatif ou Musique.*

Le *Son Relatif* a pour objet cette science enchanteresse qui fait l'amusement de l'univers entier. Il n'y a pas une seule partie du monde où la musique ne soit en regne. Qui voudroit

L. iij

---

Son Articulé.

---

Son Relatif ou Musique.

Son Relatif  
 en Musique.

remonter à sa source, iroit jusqu'à la création des Anges. Dans quelle vénération n'étoit-elle pas chez les anciens ! *David* la faisoit servir pour exprimer sa reconnoissance ; les Grecs l'employoient pour exciter l'émulation. Quel dommage d'avoir perdu ces modes si admirables & si variés, dont les Lacédemoniens sçavoient faire usage si à propos, soit pour leurs plaisirs, & leurs fêtes dans les temps de paix, soit pour amollir, & énerver le courage de leurs ennemis, & relever le leur lorsqu'ils avoient à les combattre.

La Musique a toujours attiré & fixé l'attention des hommes, mais elle n'étoit pas autrefois aussi universellement répandue ; quand une nation la possédoit, d'autres en étoient privées. *L'Italie* est la seule qui paroisse l'avoir toujours conservée ; aussi cette nation l'a-t-elle portée à un degré si supérieur, qu'elle est devenue l'émule & la rivale des autres. L'on peut, & l'on doit regarder *l'Italie* comme la source d'où dérive le goût général, qui s'est répandu pour la Musique.

La *France*, qui dans son origine étoit dans la plus grande ignorance, n'a commencé à la goûter que sous

le dernier règne. Règne destiné à illustrer tous les Arts, & à rendre cette belle partie du monde le modèle des sciences, & du goût.

Son Rélatif  
ou Musique.

C'est dans ce siècle heureux que parut le fameux *Lulli*, dont le génie si fécond vint enrichir notre patrie de la Musique, qui a fait l'étonnement, & qui fait l'admiration générale. Combien de grands hommes a produit l'émulation qu'il a apportée avec lui en France.

Que ne devons-nous pas à l'ampion de nos jours, (a) qui à seu concilier le goût tendre, pathétique, & raisonné de la Musique Française, avec la faillie heureuse, & la vivacité de la Musique Italienne. A quel point de perfection n'a-t-il pas porté cette science, jusqu'à la faire considérer comme nécessaire dans l'éducation des grands hommes ? quelle harmonie, quelle variété, quel feu, quels tableaux dans ses ouvrages !

Enfin, c'est cet homme si sublime en ce genre, qui a élevé la Musique à un si haut degré, que l'Italie même, toute jalouse qu'elle est de ses droits, se fait actuellement honneur de pren-

(a) M. Rameau.

Son Relatif  
ou Musique.

dre le goût de ce génie François, & d'exécuter ses œuvres. (b) Cela seul manquoit à la gloire de la France, qui donne le ton à toutes les autres Nations.

C'est la différence des sons qui viennent des corps sonores, occasionnés par la différence des vibrations plus ou moins grandes dans un temps déterminé, qui forme les tons. Il s'en trouve deux principaux; l'aigu, & le grave. Le premier vient des vibrations plus fréquentes & plus nombreuses; le grave au contraire, est produit par des vibrations plus lentes & moins nombreuses.

Montez deux cordes à boyau d'égale grosseur & de même longueur sur un instrument quelconque, tendez les également, elles vous donneront l'unisson, parceque leurs vibrations seront isochrones, c'est-à-dire, égales en nombre: remontez une de ces cordes une fois plus que l'autre, de sorte qu'elle fasse deux vibrations pendant que l'autre n'en fera qu'une, elle sonnera l'octave en haut. Si vous les tendez toutes deux en rapport de trois

(b) En 1760, on a exécuté à Parme *Castor* & *Pollux*, de M. Rameau.

à deux, on aura la quinte; si l'on veut la quarte, il faut entendre une quatre fois contre l'autre trois, cinq contre quatre de tension, donneront la tierce majeure, & six contre cinq la tierce mineure.

Son Rélatif.  
ou Musique.

Ces Remarques sont les principes fondamentaux de la Musique, qui doivent être connus de tout le monde, mais le degré de tension que doit avoir une corde, pour rendre tel ou tel son, est une démonstration géométrique, que nous allons tâcher de développer.

Les vibrations des cordes dépendent de leur longueur, de leur grosseur & de leur degré de tension.

Nous connoissons la différence des vibrations sur deux cordes égales par les différents degrés de tension qu'on leur donne. Or ces vibrations, quant au nombre, sont en raison des racines quarrées des forces qui les tendent, c'est-à-dire, si la force qui est la cheville du violon qui tend la corde est une à une corde, contre quatre à une autre corde, la racine quarrée de quatre étant deux, & celle de un étant un, les vibrations sont dans le rapport de 1 à 2, ce qui donne l'octave, de même ces cordes mises dans le rapport de 3 à 2

Son Relatif  
ou Musique.

donnent la quinte, en faisant une tension de 9 contre 4, parce que la racine quarrée de 9 est 3, & celle de 4 est 2.

Les vibrations se trouvent en raison réciproque des diamètres des cordes, si les cordes sont différentes en grosseur. Dans ce cas, la plus grosse fera une fois moins de vibrations que l'autre. Si les diamètres sont entre eux comme 3 est à 2, la plus grosse fera deux vibrations contre l'autre trois. C'est ainsi que sont montés les violons, les violoncelles, & les quintes par des cordes égales en longueur, qui different en grosseur.

Et si les cordes sont également tendues, mais de longueur différente, comme celles d'un clavecin ou d'une harpe, les vibrations se trouveront en raison inverse de leur longueur: la corde une fois plus courte, fera une fois plus de vibrations, & celle qui se trouvera comme 2 à 3, fera 3 vibrations contre l'autre 2.

Ainsi nous voyons que la longueur, la grosseur, & le degré de tension des cordes une fois réglés, nous avons des rapports dans le nombre des vibrations que donnent des cordes qui ne peuvent exister sans ces proportions.

à deux, on aura la quinte; si l'on veut  
la quarte, il en faut tendre une qua-  
tre fois contre l'autre trois; cinq con-  
tre quatre de tension, donneront la  
tierce majeure, & six contre cinq la  
tierce mineure.

Son Relatif  
ou Musique.

Ces Remarques sont les principes fondamentaux de la Musique qui doivent être connus de tout le monde, mais le degré de tension que doit avoir une corde, pour rendre tel ou tel son, est une démonstration géométrique, que nous allons tâcher de développer.

Les vibrations des cordes dépendent de leur longueur, de leur grosseur & de leur degré de tension.

Nous connoissons la différence des vibrations sur deux cordes égales par les différents degrés de tension qu'on leur donne. Or ces vibrations, quant au nombre, sont en raison des racines quarrées des forces qui les tendent, c'est-à-dire; si la force qui est la cheville du violon qui tend la corde est une à une corde, contre quatre à une autre corde, la racine quarrée de quatre étant deux, & celle de un étant un, les vibrations sont dans le rapport de 1 à 2, ce qui donne l'octave, de même ces cordes mises dans le rapport de 3 à 2



Son Relatif  
ou Musique.

donnent la quinte, en faisant une tension de 9 contre 4, parce que la racine quarrée de 9 est 3, & celle de 4 est 2.

Les vibrations se trouvent en raison réciproque des diamètres des cordes, si les cordes sont différentes en grosseur. Dans ce cas, la plus grosse fera une fois moins de vibrations que l'autre. Si les diamètres sont entre eux comme 3 est à 2, la plus grosse fera deux vibrations contre l'autre trois. C'est ainsi que sont montés les violons, les violoncelles, & les quintes par des cordes égales en longueur, qui diffèrent en grosseur.

Et si les cordes sont également tendues, mais de longueur différente, comme celles d'un clavecin ou d'une harpe, les vibrations se trouveront en raison inverse de leur longueur: la corde une fois plus courte, fera une fois plus de vibrations, & celle qui se trouvera comme 2 à 3, fera 3 vibrations contre l'autre 2.

Ainsi nous voyons que la longueur, la grosseur & le degré de tension des cordes une fois réglés, nous avons des rapports dans le nombre des vibrations qui donnent des accords qui ne peuvent exister sans ces proportions.

C'est

## XXIV. LETTRE. 251

C'est dans ces principes que les maîtres en l'art de l'harmonie trouvent une source féconde d'accords mélodieux avec lesquels ils affectent si agréablement notre organe, qu'ils faussent & enchainent nos sens, sur lesquels ils portent tels degrés d'impression que ces habiles compositeurs veulent nous donner.

---

Son Rélarif  
ou Musique.

## XXV. LETTRE.

*Le Feu.*

L'Examen de cet être incompréhensible, de ce fluide si subtil, universellement repandu, present dans tous les corps, qui les agite & les met en mouvement; son action, & ses effets, vont faire Monsieur, le sujet de cette quatrième Partie de la Physique Expérimentale, dont nous nous sommes engagés de vous envoyer l'analyse.

---

Le Feu.

La matière du feu est partout. Je dis matière, parce que c'est un corps qui s'étend, se restraint, qui reçoit & donne du mouvement.

Il n'existe rien que ce fluide ne pé-

---

 Le Feu.

nêtre, il réside dans l'astre qui nous porte la lumière, il remplit l'atmosphère, il se trouve dans l'élément liquide, il est concentré dans les entrailles de la terre d'où sortant trop souvent comme un torrent impétueux, il vient effrayer la Nature en immolant autant de victimes qu'il rencontre d'obstacles à son passage.

Si ses effets sont funestes & terribles, lorsque contraint il trouve des matières propres à exciter sa furie; quand il est tranquille, sa présence devient secourable, bienfaisante, & nécessaire pour les besoins, & pour la régénération de tous les êtres, dont il est l'ame, le soutien, & la vie.

Le principe & la nature de cette matière fluide sont encore inconnus. Les plus grands Philosophes, Descartes, Newton, & tout ce que les siècles ont produits de Sçavans, n'ont pu, malgré leurs recherches, parvenir à définir son essence: sçavoir, si c'est une matière inaltérable dont l'action primitive & simple dissout les corps, ou si cette action consiste dans la communication du mouvement des parties qui se touchent & qui se joignent. L'on n'en a parlé que par conjecture,

& la Physique la plus lumineuse n'a offert jusqu'à présent sur cet objet que des doutes, & des incertitudes.

---



---

Le Feu.

Mais que ce soit, comme le prétend un Auteur célèbre, un élément particulier, différent des autres, séparé, & placé dans la plus basse région, voisin de la terre, logé dans son sein, & totalement distinct de la lumière, que ce même Auteur ne regarde que comme un véhicule qui sert au feu pour l'animer lorsqu'elle le rencontre.

Ou bien que ce fluide subtil créé dès le commencement du monde, soit comme le pensent quantité de Sçavans, identique à la lumière, ou la lumière elle-même sous des modifications particulières, suivant telle ou telle circonstance, ce qui paroît plus vraisemblable, puisque le feu éclaire & que la lumière brûle; il est certain que cet être est un *fluide élastique, actif*, dont les effets sont par fois funestes, ce que l'on n'éprouve que trop souvent dans les incendies, qui la plupart du temps naissent de la plus légère étincelle.

Sa fluidité qu'il tient de la finesse, & de la ténuité des parties qui le composent, se connoît par le penchant

Le Feu fluide.

Le Feu.

naturel qu'il a pour se répandre en tous sens dans tous les corps qu'il pénètre, afin de se trouver toujours en équilibre avec lui-même. Qu'un corps chaud en touche un autre qui sera froid; le feu qui réside dans le premier se répandra en partie dans le second, pour partager l'excès de chaleur qu'il a sur lui, jusqu'à ce qu'il se trouve en parfaite égalité dans ces deux corps. Si par exemple vous trempez un fer rouge dans l'eau, elle s'échauffera au dépend du fer qui perdra une partie assez considérable de son feu, pour la faire bouillir.

Non seulement cet être est fluide, il est encore la cause de la fluidité en s'insinuant dans les corps dont il divise les parties: alors ces corps perdent leur solidité, & deviennent fluides, & le moment où il vient à les quitter, est celui où ces mêmes parties désunies se rapprochent & reprennent leur consistance.

Nous voyons ce fait journellement dans les corps gras, comme le suif, la cire, &c. qui perdent leur consistance dès que le feu s'en empare, & dans l'eau & les autres liquides chargés de beaucoup de flegme, & de peu d'es-

prits qui deviennent solides à l'instant que cet élément les prive de sa présence.

---

Le Feu.

Nous trouvons l'élasticité du feu dans sa disposition à se faire jour au travers des corps qu'il pénètre, & dans la force qu'il met pour s'étendre, & pour se disperser. Si vous versez de l'eau sur un feu très-ardent, il redouble de vivacité en rejetant cette eau avec violence.

Le Feu élastique.

L'union de l'eau, de l'air, & de certains sels avec cet élément le rend capable des plus grands efforts. Les volcans en donnent une preuve effrayante.

L'or ne fulmine que lorsqu'après avoir été dissout dans l'eau régale, on le précipite par un *alkali* : on fait sécher doucement ce précipité, & on l'expose ensuite à un foible degré de chaleur.

Un composé de salpêtre, de sel de tartre, & de soufre, forme la poudre fulminante. Ce mélange mis sur un réchaud plein de charbons allumés fait une explosion terrible quand il a acquis un certain degré de chaleur.

L'activité du feu est extrême. Si vous le joignez à des corps combusti-

Activité du Feu.

bles, il se communique de proche en proche aux particules ignées qu'ils contiennent, qui n'attendent que le moment d'être excitées pour se déclarer.

Le vent est le véhicule le plus sûr pour animer le feu. C'est une preuve trop commune pour être ignorée. Elle se trouve également dans la main du plus grand génie, & du scavant, comme dans celle du stupide & de l'ignorant; mais il faut qu'il soit proportionné au feu qu'il doit exciter; autrement s'il se trouvoit en plus grande quantité que lui, & qu'il exerçât toute sa force, il l'éteindroit, & le forceroit de se renfermer dans ses envelopes.

L'action du vent dirigée sur le feu en un seul point, l'anime, & l'augmente considérablement. Les Méteurs-encœuvres, les Emaillieurs, soudent les métaux, & travaillent le verre en réunissant la flamme d'une lampe par le moyen d'un chalumeau dans lequel on introduit le vent d'un soufflet, ce qui donne au feu un très-grand degré d'activité, parce que le vent en ramasse toutes les parties.

On augmente encore l'activité de ce fluide en le concentrant par des obsta-

cles assez puissants pour l'empêcher de se répandre. Les étuves, les fourneaux ordinaires, ceux des laboratoires, l'alambic, les reverberes, sont autant de moyens que l'on emploie pour concentrer le feu, & lui donner des degrés de vivacité extraordinaires.

---

Le Feu.

Mais si le feu s'unit & s'entretient par les aliments qu'on lui donne, & par l'air sans lequel il ne peut subsister, sitôt qu'on le prive de ce véhicule, & de sa nourriture, on le ralentit, & on l'éteint.

Séparez des buches enflammées de manière qu'elles ne se touchent pas complètement, le feu se rallentira.

Que cette séparation soit totale, c'est-à-dire, que les buches soient éloignées les unes des autres, & entièrement isolées; le feu s'éteindra peu à peu faute de nourriture.

Et si vous jetez sur du feu un volume d'eau plus considérable que le sien, ou si vous l'étouffez en le privant d'air, alors il s'éteint tout de suite, & les particules incandescentes se renferment dans leurs enveloppes comme elles étoient avant que d'être animées.



Le feu s'excite aussi par le choc & par le frottement. Le faisceau d'étincelles qui naît de la collision de l'acier & du caillou, l'amande qui s'échauffe sous les coups du pilon qui l'écrase pour en tirer l'huile essentielle, le grain de phosphore qui s'allume lorsque mis entre deux papiers, on le frotte avec le manche d'un couteau, & quantité d'autres Expériences pareilles prises dans les trois règnes de la nature, le *minéral*, le *végétal* & l'*animal*, prouvent que tout est rempli de ce fluide igné qui brille au dehors, & qui manifeste sa présence dès qu'on l'excite.

Nous devons la connoissance du phosphore à une de ces découvertes dont la nature récompense souvent un Chimiste habile, qui malgré ses peines, ses veilles & ses dépenses ne peut parvenir à l'objet qu'il s'est proposé.

Rien ne contient plus de particules ignées que le phosphore. S'il est exposé à l'air libre, il s'enflamme de lui-même. Une chaleur douce le fond, & il se dissout aisément dans les huiles.



## XXVI. LETTRE.

*Effets du Feu.*

LE Feu s'insinue dans tous les corps solides & liquides. C'est une vérité dont tout ce qui existe fournit sans cesse la preuve. Cet être raréfie ce qu'il pénètre, & désunit les parties des corps sur lesquels il agit. Les différentes formes & les différens caractères que prennent les matières que l'on expose à ce fluide lorsqu'elles s'y décomposent prouvent la grande variété de ses effets. Il n'est rien dans la nature qu'il ne pénètre intimement. Tout se ressent de son action; le *marbre*, les *métaux*, le *verre*, les *végétaux*, l'*eau*, &c. tous les corps en général y sont assujettis; & lorsqu'il entre & se loge dans leurs pores, il les dilate, & les chauffe de même que son absence contraint ces mêmes corps de se resserrer, & de se condenser.

Les métaux les plus durs, les plus froids, le *cuivre*, le *fer*, augmentent de volume lorsqu'ils sont chauffés soit par l'action du feu usuel, soit par le

---

 Effets du  
Feu.

Effets du  
Feu.

frottement, soit par l'ardeur du soleil. Nous en avons l'exemple dans les mouvements de la Machine de Marly. C'est pour remédier à cet inconvénient que les assemblages sont percés de plusieurs trous pour allonger ou raccourcir les barres de fer suivant le besoin.

Expérience.

Quand on plonge la boule d'un thermomètre pleine d'eau colorée dans de l'eau prête à bouillir, pendant l'immersion la liqueur s'abaisse de quelques lignes, & au moment que l'on retire la boule de l'eau, cette même liqueur remonte un peu plus haut qu'elle n'étoit avant l'immersion.

Cette seule Expérience pourroit suffire pour faire connoître l'action du feu sur les solides comme sur les liquides. La liqueur ne descend dans la capacité de la boule que parce que le volume de la boule devient plus grand qu'il n'étoit avant l'immersion; or ce volume ne s'augmente que par l'action du feu qui dilate & écarte les parties du verre en l'échauffant; car lorsque le feu cesse d'agir sur ces parties, elles se rapprochent & reprenent le premier volume qu'elles avoient, & dans ce moment la liqueur remonte mais au-dessus de la place qu'elle oc-

cupoit avant que d'être chauffée, par ce qu'elle reçoit aussi de la part du feu une dilatation qui la fait augmenter de volume.

Effets du Feu.

Les liquides sont assujétis à l'action du feu, & se dilatent par la chaleur, mais plus ou moins, suivant les degrés différents de chaleur qu'on leur donne, & suivant la qualité plus ou moins considérable de matière ignée qu'ils possèdent dans leurs parties. Le mercure, par exemple, est celui qui se dilate moins, parce que ses parties sont moins pénétrées de ce fluide; & l'esprit-de-vin qui paroît être celui qui en possède davantage, est aussi celui qui se dilate le plus.

Cette dilatation des liquides par l'action du feu a fait imaginer un instrument nommé *Thermomètre*, propre à marquer la température de l'air où il se trouve. Son effet est de s'accorder avec le froid & le chaud qui regnent dans l'atmosphère & d'en marquer les degrés. Pour y faire des observations exactes, il faut l'exposer à l'air libre au nord, de façon qu'il ne reçoive point les rayons du soleil, & l'on doit le consulter avant le lever de cet astre, & sur les deux ou trois heures après-midi.

Thermomètre.

Effets du  
Fcu.

Veut on élever des plantes, des fruits, des fleurs dans une serre, le thermomètre est indispensable pour connoître le degré de chaleur nécessaire à cette culture; dans une étuve c'est par lui que l'on connoit le degré convenable pour la conservation des liqueurs, & des fruits sucrés.

La connoissance de cet instrument nous est venue d'un nommé *Drebel*, payfan de Northollande, on en a fait quantité depuis; mais le plus simple & le plus en usage aujourd'hui est celui de M. de Reaumur.

Ce Physicien commence la graduation du sien au terme de la glace, depuis ce point fixe, il prend le rapport qui se trouve entre la capacité de la boule & le tuyau ou tube du thermomètre. Il divise ce tube de manière que chaque division puisse contenir la *millième* partie de la liqueur qui est dans la boule, & dans le quart du tube, & il marque *zéro* à l'endroit où la liqueur s'arrête en descendant lorsque la boule est dans la glace. Les degrés de condensation & de froid plus fort que celui de la glace, sont au-dessous de *zéro*, & ceux de chaleur & de dilatation au-dessus.

C'est à cause de la dilatation des liqueurs par l'action du feu, & pour prévenir l'accident qu'elle pourroit causer, que l'on expose les orifices des vases fragiles à la vapeur du liquide bouillant avant de le verser dedans.

Effets du  
Feu.

La Porcelaine est la matière qui résiste le mieux à l'action subite & violente du feu. On l'éprouve journellement par le thé, le café & les autres liqueurs bouillantes que l'on verse dans des tasses, faites de cette composition. Elle seroit préférable si elle étoit plus commune & moins chere.

On prétend que M. de Reaumur a fait une découverte qu'il a rendue publique, par laquelle on peut faire de la porcelaine à bon marché. Il paroît que l'on n'a pas saisi ses principes, ou que la chose n'est pas praticable; car la porcelaine est très-chere, & l'on a bien de la peine pour en faire d'aussi belle que celle des Indes & du Japon. En Saxe on en approche pour la bonté & on la surpasse en beauté, quand à ce qui concerne les peintures & les ornements. Celle de Sève que notre Monarque si cheri ne dédaigne pas d'honorer de sa protection, surpasse toutes les autres en richesse, il est

vrai que la pâte n'est pas encore portée à son degré de perfection ; mais on doit attendre une prompte & entière réussite de l'habileté & du goût de ceux qui sont à la tête de cette entreprise.

## XXVII. LETTRE.

*Action du Feu.*

*Action du  
Feu.*

**L'**Action du feu ne produit pas simplement la dilatation, & les effets que nous venons de voir ne sont pas les seuls qui s'operent sur les corps que ce fluide pénètre & anime.

Si l'on pousse ces mêmes corps à une épreuve plus violente, à celle par exemple qui tend à la désunion de leurs parties, on les verra changer de nature, les uns par l'évaporation d'une partie de leurs principes, d'autres par l'annéantissement totale de leurs masses ; & d'autres par une dilatation poussée jusqu'à son dernière période.

C'est ce que le mercure porté jusqu'à l'ébullition, terme que les liquides ne peuvent jamais passer, la poudre fulminante, & la fusion des métaux vont nous faire connoître.

Remplissez

Remplissez de mercure jusqu'aux deux tiers, la boule d'un thermomètre d'un pouce de diamètre, dont le tube sera d'un pied de long. Nouez au bout de ce tube une moitié de vessie de poisson; mettez ensuite l'instrument chauffer sur un bain de sable par degrés jusqu'à ce que de petites lames de plomb puissent s'y fondre. Retirez le tube du sable, & présentez-en la boule sur des charbons ardents à un demi-pouce près. le mercure se soulèvera en petits jets, & l'on verra la masse bouillir, tant que la boule du thermomètre sera exposée sur les charbons.

Cette Expérience nous prouve que les liquides les plus pèsants ne sont pas exempts de l'ébullition, & que les bulles que l'on voit s'élever pendant le temps du bouillement, ne sont pas de l'air qui sort de leur masse. La preuve se voit dans la vessie qui devoit se trouver enflée pendant & après l'expérience, & qui paroît à peine dilatée par la petite quantité d'air qui reste dans le tube au-dessus du mercure.

Mais si ce n'est pas de l'air qui cause l'effet de ces bulles, qu'est-ce que ce peut être? De grands Philosophes, ne

---

Action du Feu.

---

Expérience de l'Ébulliti<sup>o</sup> du Mercure.



~~\_\_\_\_\_~~  
 Action du  
 Feu.

voyant point jour pour expliquer ce phénomène par la dilatation de l'air, se réjettent les uns sur un fluide élastique, ou milieu subtil répandu dans l'atmosphère qu'ils estiment être de la nature de l'air. Les autres sur la conversion du liquide en vapeur occasionnée par l'action du feu. Ce dernier sentiment est celui des Philosophes dont nous suivons les principes.

L'Ébullition, disent-ils, vient de la conversion des parties des liquides en vapeurs. Elle commence par celles qui sont les plus proches du verre, qui se dilatent subitement en grosses bulles; & ces bulles, en montant vers la surface, soulèvent brusquement toute la masse qui se trouve entièrement pénétrée par l'action du feu.

Les pores du vase s'agrandissent ainsi que ceux des liquides à mesure que la chaleur augmente, & plus la dilatation est considérable, plus les pores sont ouverts; parce que le feu est dans une plus grande activité. Cette activité du feu qui agit sur les parties du verre, & du liquide, dilate aussi nécessairement celles de la matière subtile qui s'y trouve renfermée, qui ressemble à de l'air, & celle-ci se trou-

vant libre, remonte à la superficie en vertu de sa légéreté : c'est alors que cette vapeur qui ressemble à de l'air, part du fond du vase, pour se répandre dans toute la masse liquide, & former le bouillonnement, qui est le plus fort degré de chaleur que les liquesurs puissent avoir.

—————  
Action du  
Feu.

De là on doit conclure que les liquides vont par degré jusqu'au terme de l'ébullition qu'ils ne passent jamais.

Voyons maintenant par l'Expérience de la poudre fulminante, l'action du feu sur un composé de matière qui bout pendant un certain temps, se consume, & s'évanouit avec éclat si-tôt qu'il est réduit en vapeurs.

Mettez dans une ceuiller de fer sur des charbons allumés, trois gros de salpêtre fin, deux gros de sel de tartre, & six gros de fleur de souffre broyés ensemble. Ce mélange se noircit par les bords, se liquifie ensuite, fume un peu, jette quelque petite flamme violette, & un moment après se dissipe avec une explosion considérable : cette poudre s'appelle *Fulminante*.

Expérience  
de la Poudre  
Fulminante.

Pour que ce mélange ait son entier effet, il faut que les trois matières qui



rience de la poudre fulminante de sa prompte conversion en vapeur, & de la dilatation de cette vapeur par l'action du feu. C'est l'avis des deux Physiciens que j'ai pris pour guides, que j'adopte d'autant plus volontiers que je vois la poudre à canon & la poudre fulminante avoir les mêmes effets étant composées de matières semblables.

—————  
Action du  
Feu.

Les effets de cette poudre sont terribles, rien ne résiste à son effort; plus elle est resserrée & pressée, plus son action est violente, & c'est la violence de cette action qui chasse la balle ou le boulet qu'on lui applique, qui perce & détruit ce qui se trouve dans sa direction.

Quelque meurtrière cependant quelque soit, l'humanité doit de la reconnaissance à celui qui en a trouvé l'invention. Puis qu'il n'est pas possible d'arracher du cœur de l'homme, la cupidité, l'ambition & la jalousie, trois monstres aussi cruels qu'inséparables, qui le déchirent dès le berceau; au moins falloit-il chercher les moyens de retarder ceux que ces furies employent pour assouvir leurs rages par d'autres plus lents & moins de-

Action du  
Feu.

strueteurs. C'est ce que l'on a trouvé en quelque manière par l'usage de la poudre à canon.

Avant que l'on eût imaginé le secret de faire voler le salpêtre, les peuples se servoient du trait, du javelot, & de l'épée, pour deffendre leurs droits prétendus, & se faire raison des insultes le plus souvent idéales qu'ils croyoient avoir reçues. Rien de si meurtrier que ces sortes de batailles, surtout lorsque l'on venoit à s'approcher & à se frapper avec le javelot & avec l'épée : 100 mille hommes restoient sur la place sans que l'on en fût étonné. Aujourd'hui une canonnade n'est rien en comparaison d'un combat corps à corps, qui se fait avec la bayonnette. (a) Nous avons vû de nos jours deux armées se fusiller pendant près de douze heures entières, qui n'auroient pas combattu deux heures à l'arme blanche sans une perte 3 à 4 fois supérieure à celle que l'on a faite. Autrefois les Villes assiégées ne se prenoient que par assaut & à force de perdre des hommes ;

(a) Bataille de Parme du 29 Juin 1734, gagnée par l'armée de France, commandée par M. le Maréchal de Coigny ; contre l'armée de l'Empereur, commandée par le Général Mercy qui y fut tué.

à présent c'est l'ouvrage du canon. 100 bouches d'airain détruisent une ville & conservent 20 mille hommes. Si c'est la destinée des hommes de tendre à leur destruction, c'est donc un avantage d'avoir inventé un secret qui rende leur perte moins considérable.

Aktion du  
Feu.

C'est encore par l'action du feu que les matières se fondent. Les métaux les plus durs n'en sont point exempts. Cette action leur fait perdre leur solidité, & les rend liquides; l'or, l'argent, le cuivre, le fer, le plomb, l'étain, subissent ce sort. C'est à la facilité, avec laquelle ce fluide change ces corps de forme, que nous devons l'usage des métaux, qu'il rend pour ainsi dire, malleables; & c'est par son moyen que nous les faisons servir pour notre utilité, nos agrémens, & nos parures.

Fusion des  
Métaux.

Que de bijoux précieux, l'or & l'argent nous procurent! de quelle ressource la fusion des métaux n'est-elle pas entre les mains de ces habiles Artistes, qui les travaillent avec tant d'adresse & de succès.

L'Or & l'Ar-  
gent.

Nous mettons le cuivre en œuvre

Action du  
Feu.

Cuivre.

pour quantité d'usages différens. L'ancien préjugé où l'on est encore de s'en servir pour apprêter les mets qui nous nourrissent devroit être aboli. Nous avons presque tous les jours sous les yeux des exemples trop funestes du poison le plus subtil, dont ce métal se purge & se dépouille, sans que la source se tarisse. L'habitude empêche de faire attention que le cuivre est extrêmement pernicieux: quelque soin que l'on ait de le tenir propre, & de le couvrir de couche d'étain, les sels dont les matières que l'on y dépose sont composées, attirent le verd de gris, poison d'autant plus à craindre, qu'il est toujours accompagné de coliques violentes, & de déchiremens d'entrailles qui immolent autant de victimes, qu'il attaque de personnes. Il a tant de ressources d'ailleurs, que l'on devroit le priver entièrement de cette destination. Bornons-le donc dans l'intérieur de nos maisons, à l'embellissement de nos appartemens, dont il fait une grande partie de la décoration: que son éclat rende nos voitures lestes, & brillantes. Qu'il porte à la postérité les actions mé-





Action du  
Feu.

fondent pas au même degré de feu. Les métaux alliés sont plus aisés à prendre la fusion que les simples. Ceux-ci même diffèrent entre eux dans leurs degrés de fusion, suivant leur dureté plus ou moins grande.

Le plomb, par exemple, est celui de tous qui se fond le plus aisément, & le plus promptement. L'or est le plus dur à fondre, parce qu'il est plus dense, & plus compact dans ses parties; mais la fusion la plus forte, & qui demande le degré de feu le plus violent, est celle des matières propres à faire le verre, parce qu'elles sont extrêmement dures.

Toute matière qui se fond, va jusqu'au terme de l'ébullition. Les métaux fondus paroissent exceptés de cette règle. Comme on ne peut rapporter cet effet à leur pesanteur, puisque le mercure qui ne le cede en poids qu'à l'or & à l'argent, bout quand il est chauffé à un certain degré; on l'attribue à la décomposition qui se fait de leurs souffres, & de leurs parties grasses dans le temps de la fusion. Ils ont cependant la faculté souvent dangereuse, & funeste de bouillir, ainsi que les autres matières; mais



## XXVIII. LETTRE.

*Chimie.*Chimie.

**L**ES parties des liquides , toutes petites qu'elles sont ne se trouvent pas plus exemptes que les solides , de l'action de ce fluide si vif & si pénétrant.

Le frottement que leurs petites masses effuient les unes contre les autres , va quelquefois jusqu'à opérer l'inflammation.

C'est ce que nous démontrerons mieux par les phénomènes merveilleux que nous allons vous rapporter , de la chaleur qui naît du mélange des liqueurs. Quoique la Chimie s'en soit emparée préférablement à la Physique, cette connoissance a tant de rapport avec notre sujet , qu'il n'est ni indifférent , ni hors de propos de développer des effets aussi singuliers que surprénants & intéressants.

Les Chimistes nomment *fermentations* , le mouvement intérieur produit par la séparation des principes , qui composent un mixte , ou bien l'union de ces mêmes principes nécessaires pour le former ; *effervescence* , la péné-

tration des parties de différentes substances, comme les acides (a) avec les alkalis (b); & *ébullition*, lorsque deux matières qui se pénètrent mutuellement, rendent un très-grand nombre de bulles. Voilà les trois distinctions que font les Chimistes.

---

Chimie.

On connoit bien ces effets, mais la cause qui les produit & qui occasionne la pénétration mutuelle de différentes parties qui se joignent & se choquent forme une contestation qui a donné naissance à différentes opinions.

Si l'on consulte un Cartésien, ce sont les impulsions d'une matière subtile, dont le mouvement en tous sens pénètre les corps les plus durs, qui font entrer les pointes des acides dans les alkalis.

Si l'on en croit un Newtonien, c'est un mouvement intérieur des parties insensibles, occasionné par l'introduction des acides dans les alkalis: lorsque les parties sont prêtes à se joindre, ajoute-t-il, la vertu attractive tend à les unir si intimement que les molécules des acides qui sont autant de parties tranchantes, longues & pointues, se trouvent forcées d'en-

(a) *Acide*, est un sel aigre.

(b) *Alkali*, un sel plus doux.

trer dans celles des alkalis qui sont poreuses , spongieuses & faites en forme de guaines ou de foudreaux.

Si j'ai recours à mes guides, ils estiment que le dissolvant qui est l'acide , est porté dans les molécules poreuses du dissoluble qui est l'alkali , non par cette vertu attractive newtonienne , ni par l'impulsion de ce fluide par excellence cartésien , mais par une puissance qui porte les liqueurs dans les corps spongieux comme dans les tuyaux capillaires.

Nous ne doutons pas un instant que ce dernier sentiment n'ait la préférence. Au moins est-il fondé sur un exemple qu'on ne peut se refuser d'admettre. Rapporter la fermentation à l'impulsion de la matière subtile ; c'est une idée dont il faut démontrer la réalité. Prétendre que c'est la vertu attractive qui fait pénétrer le dissoluble par le dissolvant , c'est dire l'effet sans la cause ; mais regarder & considérer les pores du dissoluble comme autant de tuyaux capillaires , c'est unir tous les sentimens , & les rappeler à un seul , par un exemple qui n'a point de replique. On connoît l'effet de ces tubes capillaires ; à la véri-

té la cause n'en est pas encore bien démontrée, mais c'est un fait, & il suffit qu'il existe pour pouvoir en produire un semblable.

Chimie.

Sous le nom général de *fermentation*, on comprend la *dissolution*, l'*ébullition*, les *chaleurs*, l'*effervescence*, l'*inflammation*, les *précipités*, les *exaltations*, les *évaporations*, les *coagulations* & les *cristallisations*.

La *dissolution* arrive lorsque les acides entrent dans les alkalis, dont ils brisent les parties. Ils ne peuvent les briser sans soulever la matière dont elles sont composées, c'est ce que l'on appelle *ébullition*. Au moment que les alkalis sont brisés, ils reçoivent un mouvement en tous sens, qui produit d'abord la *chaleur*; de cette chaleur qui augmente, naissent l'*effervescence*, & l'*inflammation*. Cette progression comme l'on voit est nécessaire pour rendre inflammables deux liqueurs froides de leur nature, lorsqu'on les mêle ensemble.

Dissolution.

Ebullition.

Chaleur.

Effervescen-

ce.

Inflamma-

tion.

Lorsque les parties des alkalis brisés sont plus pesantes, elles tombent au fond du mélange, & forment ce que l'on appelle *précipité*: si elles sont moins pesantes, elles s'élevent vers

Précipité.

Chimie.  
Exaltation.  
Évaporation.

Coagulation.  
Cristallisation.

Expérience  
de l'eau forte  
sur le mercure  
ou l'étain.

Expérience  
du champignon  
philosophique.

la partie supérieure & donnent les *exaltations* & les *évaporations* ; mais s'il arrive que les parties des acides s'introduisent dans les guaines des alkalis sans les briser , alors leurs molécules devenant trop pesantes pour se communiquer le mouvement en tous sens qui forme la liquidité , prennent consistance , & font la *coagulation* , & ces parties coagulées se convertissent en cristaux , ce qui donne le nom de *cristallisation*. Voyons par des Expériences les différents états par où passent les liqueurs froides , mêlées ensemble.

Versez de l'esprit de nitre sur de l'étain ou sur du mercure , vous aurez *dissolution, ébullition, chaleur, effervescence* , parce que les acides de l'eau forte qui entrent impétueusement dans les alkalis du mercure , ou de l'étain , en brisent les molécules , & leur communiquent un mouvement en tous sens , qui produit ces effets.

Jetez une demi-once de bon esprit de nitre fumant , sur trois onces d'huile de gayac , vous verrez une violente *fermentation* accompagnée de fumée , & en continuant de verser l'esprit de nitre , il s'élèvera au milieu

## XXVIII. LETTRE. 281

un corps spongieux environné de flamme appellé *champignon philosophique* ; qui se forme des particules grasses & huileuses du bois de gayac , qui étant enlevées par les particules d'air , s'enveloppent d'une couche très-mince de la matière dont l'huile de gayac est composée.

Chimie.

Il est peu de corps plus propre à l'inflammation que les huiles , en les mêlant avec un acide bien rectifié. Telles sont les huiles essentielles de gérofle , celles que nous venons de citer par les Expériences , & celles que l'on retire par la distillation ; ainsi que les huiles grasses & pesantes , comme les huiles d'olives , de navette , de noix , &c. que nous retirons par expression qui contiennent une grande quantité de feu , & de soufre. L'acide qui les pénètre dans leurs parties déchire les enveloppes des petits ballons de feu , dont elles sont remplies , qui se trouvant excités éclatent de toutes parts , c'est ce que l'on voit dans la belle Expérience du mélange de l'esprit de nitre avec les huiles de gérofle ou de térébentine , &c.

Versez un gros de bon esprit de nitre mêlé avec autant d'huile de vi-

Expériences.



Chimic.

triol concentré, sur trois gros d'huile ou de gérofle ou d'esprit de terrebentine dans un grand verre; à l'instant du mélange, il s'élève une flamme jusqu'à la hauteur de 3 à 4 pieds.

Expérience  
de la coagu-  
lation.

Pour faire naître la *coagulation*, on mêle ensemble de l'huile de tartre par défaillance, avec de l'eau de sel & de chaux. En agitant ce mélange avec un petit bâton, les acides entrent dans les alkalis de l'huile sans les briser, & les molécules trop pesantes pour céder au mouvement que leur donne l'état de liquidité, se joignent, & forment un corps opaque qui se coagule. Cette coagulation se perd aisément & l'on rend la liquidité au mélange dès que l'on verse dessus un acide assez puissant pour désunir ces mêmes molécules qui se sont jointes. Pour cet effet il ne faut que verser dessus la coagulation, un peu d'esprit de nitre; aussitôt le mélange revient dans son premier état de liquidité.

Expérience  
du mélange  
d'eau & d'es-  
prit-de-vin.

Versez brusquement trois onces d'eau claire, & pure sur trois onces d'esprit-de-vin bien déflegmé. Le mélange se troublera, sera louche, & l'air se manifestera en bulles à la surface.

## XXVIII. LETTRE. 283

Quoique cette expérience n'opère pas l'inflammation, ses effets sont les mêmes que ceux que nous venons de mettre sous les yeux, ainsi que la cause & l'explication. La pénétration subite de ces deux liquides, donne un mouvement brusque à leurs parties qui occasionne l'ébullition.

---

 Chimie.

De cette Expérience, il résulte un phénomène très-curieux, & très-singulier; c'est que le poids de ce composé d'eau, & d'esprit-de-vin lorsqu'il est mêlé, est plus fort que celui qu'avoient en total ces deux liquides avant leur mélange, en les pesant séparément.

Les Expériences que nous venons de rapporter prouvent que le mélange & la pénétration de deux liqueurs, dont les molécules se divisent, & se déchirent par le choc, & le frottement des parties de ces mêmes liqueurs, occasionnent des degrés de chaleur, qui vont quelque fois jusqu'à l'embrasement: voyons si le mélange est toujours nécessaire pour opérer cet embrasement, & s'il ne se trouve pas des corps qui nous donnent les mêmes phénomènes par des mouvemens qui naissent de la matière dont ils sont

Chimie.  
composés. Le Pyrophore va nous servir d'exemple.

Pyrophore. Le *Pyrophore* est comme nous l'avons observé à l'article du Phosphore, ainsi que lui une découverte heureuse produite par le hazard. M. Homberg l'a trouvé en travaillant sur la matière fecale, & l'alun mêlés ensemble, avec toute autre idée que celle de le chercher. Il s'aperçut que le caput mortuum de ce mélange prenoit feu à l'air libre, lorsqu'il étoit refroidi, & c'est à cet habile Chimiste que la Physique est redevable de cette découverte.

La différence qui se trouve entre le phosphore & le pyrophore, est que le premier s'enflamme par le frottement, & jette une lumière brillante; & le second s'embrase à l'air libre, & se met en charbon.

Le pyrophore est une poudre noire semblable à la poudre à canon, dont on jette quelques grains sur du papier ou dans la main. Sitôt qu'elle est exposée à l'air, elle s'embrase, & chaque petit grain montre à sa superficie une petite flamme violette. Cette poudre se fait aussi avec du miel, de la farine & de l'alun.

M. l'Abbé Nollet a trouvé que M. Homberg rendoit raison de l'embrasement du pyrophore, d'une manière si sensible, qu'il a rapporté l'explication entière que ce Chimiste en a donnée : je ne crois pas effectivement que l'on puisse s'expliquer d'une manière plus claire, & plus précise.

Le résultat est que cette poudre s'embrase, parce que la matière par une calcination aussi forte que celle qu'elle reçoit, perd tout ce qu'elle contient d'aqueux, & la plus grande partie de son huile & de son sel volatil, de sorte qu'elle ne conserve plus qu'une espèce de tissu spongieux d'une matière terreuse, qui a retenu tout son sel fixe, avec une partie de son huile fœtide, dont les pores vuides conservent pendant quelque temps la flamme qui les a pénétré pendant la calcination. Ce sel fixe qui reste absorbe l'humidité de l'air qui le touche, & c'est cette humidité qui en s'introduisant subitement dans les pores de la poudre, produit un frottement capable d'exciter la chaleur, qui jointe aux parties de la flamme qui y sont demeurées en forment une assez grande, & assez forte pour donner l'em-

Chimie.

brasement au peu d'huile qui se trouve dans cette poudre calcinée.

Voilà en peu de mots la raison & la cause de l'embrasement du pyrophore; embrasement qui vient de ces mouvemens intestins, causés par la matière même, mais cependant excités & animés par l'humidité de l'air, qui fait l'office de mélange.

Fermentation des Végétaux.

Quand les végétaux fermentent, ils s'échauffent à proportion du mouvement qui les agite. Les uns se gonflent avec effervescence, les autres s'échauffent au point de faire crever les vaisseaux dans lesquels ils sont renfermés, & d'autres s'embrasent.

Si cette fermentation va jusqu'à la putréfaction, il se fait une évaporation des parties des mixtes, qui fermentent & qui changent totalement leur substance; aussi les voit-on se régénérer de nouveau, & prendre une autre nature, un autre goût, & souvent changer de couleur.

Les végétaux ne s'échauffent & ne fermentent que parce qu'ils sont composés de parties hétérogènes. L'eau, par exemple, ne fermenterait ni ne se corromperait jamais, si elle n'étoit mêlée avec des parties étrangères, dont

elle se charge en filtrant à travers les terres, parce qu'elle est naturellement composée de parties homogènes.

---

Chimie.

Les plantes aromatiques contiennent beaucoup de matière ignée. Il s'en trouve quantité dont les exhalaisons s'enflamment : si vous approchez, une bougie allumée d'une plante nommée *fraxinelle*, vous lui verrez prendre feu & s'enflammer.

Il n'existe rien dans la Nature qui ne prouve que tout est rempli de la matière du feu. Les corps solides comme les liquides, les minéraux, les végétaux, les matières animales, toute substance, enfin ; & ce n'est que par l'agitation, & le frottement que cette matière, que les corps contiennent, se met en mouvement, s'anime, s'allume & s'embrase.

*Météores ignés.*

Qui nous démontre mieux la disposition subite qu'ont les corps à s'embraser, lorsque leurs parties sulfureuses viennent à se rencontrer, & à se choquer, que ces météores enflammés que nous voyons de nuit passer d'un côté de l'atmosphère, à l'autre, connus du vulgaire sous les noms

---

Météores ignés.

Météores ignés.

Etoiles filantes.

Feux-follets.

Tonnere.

d'étoiles filantes ou tombantes. Ce sont des vapeurs inflammables qui s'élevaient de terre, & qui rencontrent en l'air d'autres matières propres à fermenter avec elles jusqu'à l'inflammation. Ainsi ces feux que l'on voit courir, c'est l'instant où ces matières s'unissent, se mêlent & se confondent.

Ces autres météores plus voisins de la terre, qui causent souvent plus de frayeur que de curiosité, par les contes fabuleux que l'on débite sur eux; ces exhalaisons nommées feux-follets, sont occasionnées par des matières grasses, & par des vapeurs sulphureuses qui s'embrasent par la fermentation sous différentes formes. C'est dans l'Automne que l'on voit courir ces feux, dans des endroits marécageux, où la terre est grasse & humide. Ce sont des matières agitées par le vent, qui s'unissent, s'enflamment & voltigent au gré de ce même vent jusqu'à ce qu'elles soient consumées.

Ce seroit ici le moment de parler de ce phénomène si terrible, de ce météore qui étonne autant qu'il épouvante, qui frappe, brûle, consume, calcine, annéantit dans un instant tout ce qu'il rencontre. De ce tonnerre qui produit

## XXVIII. LETTRE. 289

produit des effets si extraordinaires, & si étranges, jusqu'à exterminer, & faire périr sur le champ, hommes & animaux, qui cependant restent dans leur entier, sans qu'il paroisse aucun vestige de leur mort; de cette foudre enfin qui fond une lame d'épée sans endommager le fourreau, dans lequel elle est renfermée, & qui fait naître une infinité d'autres prodiges plus frappans, & plus effrayants les uns que les autres; pour cet effet nous consulterions la sçavante dissertation du Pere Lozeran, nous chercherions à nous instruire en approfondissant celle de M. l'Abbé Nollet aussi judicieuse qu'elle est nettement exposée, si nous étions encore dans l'erreur, & dans l'ignorance sur les effets & les causes de l'électricité. Actuellement que l'on doit regarder comme certain & constant que le tonnerre & l'électricité partent du même principe, je me réserve d'en parler lorsqu'il sera question de cette partie, une des plus étonnantes & peut-être des plus intéressantes que puisse avoir la Physique. Du moins si l'on n'en a pas encore démontré l'utilité, est-ce une des plus curieuses découvertes qui jamais ait été faite.

Météores  
ignés.



## XXIX. LETTRE.

*De la Lumière.*

Da la Lu-  
mière.

**M**E voici parvenu, Monsieur, à cette partie si brillante de la Physique à la démonstration de cet être si agréable, & en même-temps si nécessaire à l'homme, que lorsqu'il se trouve privé de l'organe qui lui en procure les avantages, il ne devient plus qu'une machine sujette, & dépendante du caprice des autres créatures, qui la font agir & mouvoir à leur gré.

Les temps ne furent pas plutôt écoulés, où Dieu dans son éternité avoit résolu de produire l'univers, que cet Être Divin, commença par créer le Ciel & la Terre, ensuite il fit la Lumière & la sépara des Ténébres.

Quelle sublimité dans les paroles dont Moïse s'est servi pour nous transmettre la volonté de Dieu : *Fiat lux, & facta est*, nul intervalle entre la pensée & l'action. L'ordre est-il donné, il est exécuté : que la Lumière soit, elle est : quel tableau plus frap-

pant pour marquer l'obéissance aux ordres du Tout-Puissant. Cette Expression est si merveilleuse, & si divine, qu'elle élève l'ame autant qu'elle la saisit de respect & d'admiration.

De la Lu-  
mière.

Plusieurs interprètes ont pensé que la lumière étoit un corps lumineux, qui a pu servir de matière pour former les autres Astres ; que pendant les trois premiers jours de la création, il avoit le même mouvement que le Soleil, & que nécessairement il éclaireroit en différens lieux, de même qu'il formoit le jour & la nuit.

C'est de ce fluide si précieux, de cet astre lumineux, de cet élément qui éclaire l'univers, de la lumière enfin, qu'il faut traiter, en chercher la cause, & en démontrer les effets. Pour parvenir au but que je me propose, je diviserai cette partie de la Physique en plusieurs objets.

Je chercherai d'abord quelle peut-être sa nature ; d'où vient sa propagation. J'exposerai ensuite la description, & l'anatomie de l'organe de la vue sans lequel, il n'est pas possible de pénétrer dans les phénomènes de la lumière. La Mécanique de la vision naturelle, & l'optique suivront de près

De la Lu-  
mière.

cette description ; après quoi , j'entreprendrai la Catoptrique , & la Dioptrique , lesquelles seront suivies à leur tour , de la décomposition de cette lumière , dont avec le secours des plus grands Philosophes , je séparerai les couleurs les unes des autres , pour en saisir les propriétés.

La Lumière est un fluide incompréhensible , que l'on mesure & que l'on calcule cependant très-aisément. Tout subtil qu'est ce fluide , c'est un être matériel sur la nature duquel les plus grands Philosophes varient dans leurs sentiments. Je l'annonce matériel , parce que toute matière communique , ou reçoit une modification qui lui est propre ; or la lumière vient frapper l'organe de la vue , pour lui imprimer l'objet éclairé ; de plus , on la mesure comme nous venons de le remarquer , on peut l'aggrandir , & la réduire dans un très-petit espace ; donc la lumière est matière.

Newton prétend que la lumière est composée d'une matière dont les particules infiniment petites émanent en droite ligne du corps lumineux , qui lance continuellement autour de lui des rayons de sa propre substance ,

qui se succedent avec une vîtesse incompréhensible.

De la Lumière.

Gassendi, Cassini, Roemer, Bradley, ont eu la même idée de la lumière; ils avoient puisé leurs sentiments dans les opinions d'Epicure, & de Démocrite.

Descartes qui se renferme dans la petitesse inexprimable des parties de la lumière, qu'il regarde comme une suite de petits corps globuleux, dit que cette matière extrêmement déliée remplit tout l'univers; qu'elle est animée, soit par le Soleil, soit par les Etoiles, soit enfin, par tous les corps qui s'enflamment sur la terre ou ailleurs, non par un mouvement de translation, mais par un trémouffement qui l'agite, comme seroit celui du son, & que l'impulsion du corps lumineux se porte à la distance la plus éloignée en un instant.

Un Scavant Auteur (a) se conforme au sentiment de Descartes; il estime la lumière un fluide intermédiaire, qui non-seulement s'étend du Soleil jusqu'à nous, mais qui remplit généralement tout l'univers, & qui

(a) M. Pluche, *Speâcle de la Nature*. Tom. IV. page 93.

De la Lu-  
mière.

sans se déplacer, transmet par une pression successive, quoique très-rapide jusque dans les sphères des étoiles l'action de nôtre Soleil, ainsi que l'impulsion des Etoiles dans la sphère du Soleil. Le corps lumineux, dit cet Auteur, est un liquide immense, qui réside toujours autour de nous, prêt à nous servir & à nous avertir au premier ébranlement qu'il reçoit du Soleil, d'un incendie, d'un flambeau, d'une étincelle : ce fluide, dit-il encore, est poussé par les corps enflammés, dont il n'est ni la production, ni l'effet.

Mais il se trouve un obstacle considérable à vaincre, pour quiconque veut entreprendre la défense du système de Descartes ; obstacle qui sera toujours un écueil où pourroient échouer ceux qui s'attacheront à ce parti, & c'est lui sans doute, qui a détourné Cassini, Roemer, Bradeley, & d'autres Philosophes Modernes, de suivre les principes du Réformateur de la Physique, pour embrasser le système du Philosophe Anglois.

Au commencement de cet article, nous avons remarqué que la Lumière se mesuroit, & qu'elle étoit soumise au calcul ; c'est ce que les Philosophes

que nous venons de citer ont reconnu. *En 1675*, Cassini observa que la Lumière traversoit le diamètre entier de l'orbe annuel de la terre en 14 minutes, par conséquent que nous devions recevoir celle du Soleil en 7 à 8 minutes. Roemer & Bradeley ont suivi cette opinion, & l'ont rendu si sensible à force d'observations, qu'aujourd'hui elle est universellement reçue pour constante; de manière que l'on regarde le mouvement de la Lumière comme progressif, sans en faire aucun doute.

---

De la Lumière.

Or, si le mouvement de la Lumière, est un mouvement progressif, se communiquant de proche en proche par l'émanation du corps lumineux qui se porte depuis sa source, jusqu'au terme de sa translation; le système des filets globuleux qui n'attendent que la plus légère impulsion pour être mis en mouvement s'évanouit.

*De la Nature de la Lumière.*

Passons à l'examen de la nature de cet être, qui nous tire pour ainsi-dire du néant, en dissipant les épaisses ténèbres, dans lesquelles nous nous trou-

---

Nature de la Lumière.

Nature de  
la Lumière.

avons plongés chaque jour, pour renouveler notre existence, & nous en faire mieux sentir le prix.

Il paroît que presque tous les Philosophes sont d'accord sur la nature de la Lumière, & que les sentimens se réunissent pour décider que la Lumière & le feu sont le même être, qui diffère seulement suivant les circonstances. Descartes cependant ce génie créateur à voulu distinguer la Lumière de la chaleur & la mettre dans un ordre différent. Je ne puis comprendre comment ce grand homme à pu se refuser à une démonstration qui se passe journellement sous nos yeux, & aussi évidente que celle qui prouve à chaque instant l'unité de ce fluide. La flamme brille, & éclaire; nous sçavons que les rayons du Soleil rassemblés en un point, embrasent les matières les plus dures. Si nous voyons la flamme éclairer, & la Lumière brûler; nous devons conclure que la Lumière & le feu ne sont qu'un seul être présent dans tous les corps qui existent, & que cet être est répandu dans toute la Nature. Deux Expériences vont servir à nous prouver que le feu & la lumière sont identiques.

Celle de la traînée de Lumière, qui sort d'une serviette unie, que l'on fait glisser entre les doigts dans l'obscurité, après l'avoir fortement chauffée à un feu très-vif, prouve que la chaleur prépare les parties du feu qui sont dans le linge, & que le choc ou le frottement en les excitant anime la Lumière, & la fait naître. Cette Lumière est donc un feu que la chaleur met en action, qui s'allume sur le champ, & qui se dissipe de même.

Nature de la Lumière.

Expérience de la Serviette.

Les lettres, lignes ou caractères que l'on trace avec un bâton de phosphore de Kunkel, jettent une lumière très-vive & brillante, qui disparaît lorsque l'on souffle dessus; mais qui l'instant d'après redevient plus animée. Le feu qui se trouve en liberté s'enflamme, & à mesure que les parties extérieures se consomment, le feu intérieur anime celles de dessous, qui s'allument à leur tour, & ainsi de proche en proche, jusqu'à ce que toute la matière du phosphore soit consumée. Ici la Lumière est l'action d'une matière présente partout, au dedans comme au dehors des corps; & quelle peut être cette matière, si ce n'est le feu?

Expérience du Phosphore.



Nature de  
la Lumière.

Si la matière de la Lumière est présente par-tout, & identique avec le feu élémentaire ; le feu & cette matière ne sont donc qu'un même élément sous des modifications différentes ; c'est ce que nous venons de voir, par les deux Expériences ci-dessus, & ce que nous trouverons dans la plus grande partie des corps de toute espèce.

*Des Phosphores.*

Phosphore.

On appelle *Phosphore* (b) tout corps qui brille dans l'obscurité. Nous en connoissons de deux sortes, l'un naturel, l'autre artificiel, qui se trouvent tous deux dans les trois regnes de la Nature, *animal, végétal & minéral.*

Phosphore  
naturel.

Le *Phosphore naturel*, est celui qui jette une lumière de sa propre substance, sans avoir été préparé ; c'est ce que l'on reconnoît dans presque tous les corps, excepté les métaux, & ceux de couleur brune.

La découverte des Phosphores naturels sur les Fossiles, a été faite par Boyle, Philosophe Anglois, & par M. Dufay. Le premier a fait un *Traité sur le Diamant*, qu'il a trouvé lumi-

(b) Phosphore veut dire, *Porte-Lumière.*

neux : mais M. Dufay a trouvé que le diamant, le jaune fut-tout, & quantité de pierres fines avoient la propriété de briller. Enfin plus les recherches ont été poussées, plus on a remarqué d'espèces différentes, comme terre, sable, pierres dures & tendres, briller dans l'obscurité, après avoir été exposées au grand jour.

---



---

 Phosphore.

Voulons-nous chercher ces portes-lumières dans le regne animal, toutes les parties du monde, nous fournissent des exemples sans fin. La France, l'Italie, l'Espagne, le Nord, les Indes fourmillent de ces petits phosphores vivants, qui brillent & lancent une lumière très-vive.

En France c'est une petite mouche, communément appelée *ver-luisant*, femelle du *scarabé*, dont la peau sous le ventre est transparente, & renvoye une lumière qui sort de ses intestins.

Scarabé, femelle.

En Espagne, en Italie, c'est une autre petite mouche nommée *lucciola*, si commune que l'atmosphère en est éclairée.

Lucciola.

Dans les Antilles on trouve une grosse mouche, qui sert de lumière pendant la nuit, & que l'on renouvelle tous les quinze jours.

Phosphore.

Les corps inanimés sont aussi phosphoriques que les êtres vivants, & l'on voit souvent luire les viandes, le sang, les urines, les cheveux, & jusqu'aux immondices de cuisine.

Nous fouillerions encore dans le regne animal, qui nous fourniroit quantité d'autres exemples, s'ils nous étoient nécessaires pour prouver ce que nous avançons; mais ceux que nous venons de rapporter suffisent pour faire voir que presque tous les corps sont capables de luire, dès que la matière de la lumière qu'ils contiennent est disposée pour cet effet.

En parcourant le regne végétal nous en avons mille à citer aussi familiers que ceux du regne animal. Les farines, le sucre, le cotton, les écorces de bois, des plantes, & quantité d'autres s'allument au jour, & brillent dans l'obscurité.

On assure que Beccari, professeur à Bologne, s'enfermoit dans une chambre très-noire, qu'il avoit fait construire, & que par une espece de tour, il faisoit passer du grand jour, à la plus parfaite obscurité, les corps qu'il vouloit éprouver, & qu'il les a trouvé presque tous Phosphoriques.

XXIX. LETTRE. 301

On prétent que les Guides du Nord éclairent les voyageurs pendant la nuit avec des morceaux de bois lumineux.

Phosphore.

Lorsque les matières qui composent les trois regnes sont préparées, soit par une chaleur modérée, soit par la dissolution de leurs parties, ou par la calcination, elles deviennent toutes des phosphores lumineux, & elles dévelopent dans l'obscurité la lumière qu'elles contiennent. Les os, les nerfs, &c. pour les matières animales; pour les végétales, les fèves, les amandes, & sur-tout le papier qui retient l'empreinte lumineuse d'une plaque de métal chaude; que l'on applique dessus 3 à 4 minutes; & la pierre de Bologne, & autres de cette nature préparées par la calcination pour les minéraux, sont autant de phosphores artificiels qui ont la même propriété que les naturels. Ainsi tous les corps, soit naturellement, soit artificiellement par une préparation, sont remplis de ce feu élémentaire, de cette lumière prête à éclatter dès qu'elle est mise en action.

Phosphores  
Artificielles.



## XXX. LETTRE.

*De la Vue.*


---

 La Vue.

**A**près avoir fait connoître autant qu'il a été en notre pouvoir, la nature & la propagation de la lumière, nous allons passer ses effets en revue : mais avant de développer ses propriétés, & ses phénomènes, il est nécessaire de faire l'examen des parties qui composent l'organe destiné pour les appercevoir, sans lequel l'homme ne peut admirer les miracles perpétuels de la Nature.

Je ne sçais, Monsieur, si vous pensez comme moi. Je trouve que la vue, le cinquième de nos sens, est le plus précieux de tous. Elle nous fait découvrir les beautés variables à l'infini, dont la Nature embellit l'univers. Elle saisit dans un instant l'objet qui lui est présenté d'une manière plus vive que les autres sens. Son organe, ce sont les deux yeux placés à l'antérieur de la tête qui sont comme deux transparens, au fond desquels la lumière va peindre l'image des objets

que la Nature lui représente. Ces yeux sont logés dans deux creux que l'on nomme *orbites*, & ils ont chacun six muscles qui les font mouvoir en tous sens.

Le *Nerf-optique* se répand en trois Branches qui composent le globe de l'œil. La première se nomme *dure-mere*, qui forme l'enveloppe extérieure. La seconde s'appelle *piemere*, qui sert de seconde enveloppe, & l'on donne le nom de *moëlle* à la troisième.

On distingue aussi dans l'œil trois tuniques, & trois humeurs. Les tuniques sont la *cornée*, l'*uvée* & la *rétilne*.

La *cornée* est une expansion de la *dure-mere*, qui couvre le devant de l'œil. Elle tire son nom de sa transparence, qui la fait ressembler à de la corne, & la partie qui s'enfonce dans l'œil se nomme *sclerotique*. Ainsi nous voyons que la *cornée*, la *dure-mere*, & la *sclerotique*, sont des noms différens attribués à la même partie.

La *sclerotique* ou *cornée-opaque*, est la partie de la *dure-mere*, qui se trouve dans l'intérieur de l'œil; & la *cornée transparente* est la partie qui est à l'extérieur.

La Vue.  
Les deux  
Orbites.

Nerf-opti-  
que.

Dure-mere.

Piemere.

Moëlle.

La Cornée.  
L'Uvée.  
La Rétilne.  
La Cornée.

Sclerotique.

- La Vue.  
L'Uvée.  
 Prunelle.  
 Choroidé.  
 L'Iris.  
 Couronne-Ciliaire.  
 La Rétine.  
 Humeur-Aqueuse.
- L'*Uvée* réside sous la cornée. Cette seconde enveloppe que nous avons nommée *piemere*, est opaque. L'ouverture circulaire qu'elle possède au milieu s'appelle *prunelle*, qui se rétrécit à la grande clarté, & s'élargit dans l'obscurité.
- La partie de l'uvée qui s'enfonce dans l'œil prend le nom de *choroïde*. Elle est très-noire, & très-opaque, aussi fait-elle l'effet d'une chambre obscure. Cette choroïde se divise en deux parties. Celle de devant forme l'*iris*, celle de derrière la *couronne-ciliaire*.
- L'*iris* est le cercle coloré que nous venons de désigner sous le nom de *prunelle*.
- La *Couronne-Ciliaire* tient vis-à-vis la *prunelle* un corps transparent, appelé *cristallin*.
- La *Rétine* est une partie des fibres les plus déliés du nerf-optique, qui s'étendent derrière la choroïde sur la totalité du fond de l'œil.
- Les trois humeurs dont l'œil est rempli, sont l'*humeur-aqueuse*, l'*humeur-vitrée* & l'*humeur-cristalline*.
- L'*Humeur-Aqueuse* est une liqueur claire, qui occupe l'espace qui se

trouve entre la cornée, & le cristallin.

La Vue.

L'*Humeur-Vitrée* a plus de consistance quoique diaphane. Elle réside dans la partie postérieure de l'œil, & elle est destinée à rafraichir la rétine.

L'Humeur-Vitrée

L'*Humeur Christalline* se trouve entre l'humeur-aqueuse & l'humeur-vitrée, dans une membrane nommée *arachnoïde*. Sa figure est lenticulaire, plus convexe dans sa partie antérieure. C'est ce cristallin enchassé dans la couronne-ciliaire, suspendu vis à vis la prunelle, dont les petits fibres, qui sont à sa circonférence, viennent de la choroïde.

Voilà les parties principales destinées à déterminer les fonctions de l'œil. Le cristallin ressemble à un verre lenticulaire, qui placé dans des milieux moins denses que lui, rassemble dans un foyer les rayons qu'il reçoit; aussi les objets extérieurs qui viennent tomber dessus, s'y refractent, & vont s'imprimer au fond de l'œil. La dioptrique nous fera connoître le détail de ce mécanisme.

Mais sur quelle partie de l'œil ces objets extérieurs vont-ils se peindre? est-ce sur la rétine, ou sur la choroïde.



~~de.?~~

La Vue.

de? L'opinion la plus ancienne paroît décider en faveur de la rétine ; cependant si nous devons déférer à l'avis de grands Anatomistes , & aux expériences mêmes , nous placerons l'organe de la vue sur la choroïde ; ce que nous allons rapporter en décidera.

L'ingénieur M. Mariote, aussi grand Physicien qu'habile Anatomiste , entreprit de découvrir sur quelle partie de l'œil s'accomplissoit la vision ; pour cet effet, il fit une expérience simple qui démontre que la rétine que l'on regardoit comme la partie la plus nécessaire pour la vision est insensible. Pour s'assurer de ce fait , il attachâ sur une

*Expérience.* muraille du papier blanc à la hauteur de ses yeux ; puis à droite , à deux pieds de distance, il en mit un autre morceau un peu plus bas que le premier , afin qu'il vînt donner directement sur le nerf-optique de l'œil droit.

Cette préparation achevée , en se plaçant vis-vis le premier papier , & fermant l'œil gauche , il vit les deux papiers à la fois : alors il s'éloigna peu à peu , & lorsqu'il fut environ à neuf pieds d'éloignement , il perdit de vue le second papier quoiqu'il vît encore

les objets qui étoient plus éloignés sur la droite. De-là il conclut que l'image disparoît chaque fois qu'elle touche sur la rétine, & que cette partie n'étant pas capable de peindre les objets, il falloit que ce fût la choroïde qui reçut leurs images. (a)

---

La Vue.

Le célèbre M. le Cat, dans son *Traité des Sens*, pag. 385, ouvrage si précieux par son utilité, & par la netteté avec laquelle il est écrit, appuye le sentiment de M. Mariote, non-seulement par la même Expérience de ce Sçavant Anatomiste qu'il a faite & réitérée, mais encore par plusieurs autres de sa façon, & surtout par ses observations; de sorte qu'il prouve que la choroïde est l'organe immédiat de la vue.

Ainsi selon l'avis de ces Sçavans Anathomistes, nous devons regarder la choroïde comme la membrane destinée à recevoir les images des objets extérieurs.

Actuellement que nous connoissons les parties qui constituent la vision, nous entreprendrons dans les Lettres suivantes d'expliquer les effets de la

(a) Journal des Sçavans 1680 : Recueil des Ouvrages de M. Mariote.

La Vue.

lumière ; ce sont des connoissances qui dépendent de l'optique.

## XXXI. LETTRE.

*Optique.*

Optique.

**L'***Optique* est une science qui embrasse tout ce qui concerne la vision que nous distinguons en trois autres Sciences particulières.

La première, nommée *optique* ou *vision directe*, comprend les effets, & le mécanisme de la vision naturelle.

La seconde qui regarde la réflexion de la lumière sur les corps opaques, tels que les miroirs, s'appelle *catoptrique*.

**E** la troisième est connue sous le nom de *dioptrique*, qui dépend de la réfraction de cette même lumière lorsqu'elle traverse des corps transparents ou diaphanes.

*Optique ou Vision directe.*Optique ou  
vision directe.

Par l'*Optique* ou *Vision directe*, on entend la direction des rayons de la lumière assujettis à la loi invariable que la Nature a imposée à tous les corps qui sont en mouvement.

La lumière fuit constamment sa première direction ; & si elle en change, ce n'est jamais qu'à la rencontre de quelque obstacle qui se trouve à son passage, qui la force de prendre une nouvelle route, soit en se réfléchissant, soit en se réfractant.

Optique ou  
vision dire-  
cte.

L'optique nous apprend comment les objets que nous appercevons viennent se peindre, & se représenter au fond de nos yeux.

Déterminons un rayon de lumière par une émanation de la substance du corps lumineux, qui se communique de proche en proche, par une progression successive qui conduit la lumière au terme de sa translation.

Quelque petit que soit ce rayon, c'est une gerbe qui contient une quantité de rayons insensibles à nos yeux ; & lorsqu'elle part du corps lumineux, tous les rayons qui la composent s'écartent, & forment des pyramides dont l'œil est la base. C'est ce que l'on nomme *Divergence*, qui se mesure par les angles que font ces pyramides en s'éloignant les unes des autres.

Divergence.

Si les rayons au contraire se rencontrent comme il arrive, quand le corps lumineux darde de toutes parts une

Optique ou  
vision dire-  
cte.

Convergen-  
ce.

multitude de ces gerbes qui se joignent, & qui se croisent en tous sens. Cette jonction s'appelle *Convergence*, qui se mesure aussi par les angles qui se trouvent au point de réunion.

Ainsi les rayons de lumière sont *divergens*, lorsque partant du point rayonnant ils s'éloignent les uns des autres, & *convergens*, quand ils viennent se réunir en un seul point que l'on nomme *foyer*.

Nous avons dans l'Optique différents objets à considérer, d'où naissent les phénomènes de la vision. *La rectitude des rayons de lumière, leur interruption, leur affoiblissement, la manière dont les objets se peignent dans l'organe; leur situation, leur figure, leur grandeur & leur distance.*

Cherchons dans les principes des Philosophes dont j'ai suivi les cours, ce qui peut nous fournir les preuves & les explications de ces phénomènes.

*Expérience.* Faites passer dans une chambre obscure un rayon solaire par un trou pratiqué au volet, où vous mettrez un tuyau de 2 pouces de long garni à son entrée d'une lentille de 18 lignes de diamètre, dont le foyer se

## XXXI. LETTRE. 311

trouvera au bout de ce tuyau, que vous <sup>Optique ou</sup> couvrirez d'un diaphragme, pour ne <sup>vision dire-</sup> laisser à la lumière que deux lignes <sup>de.</sup> de passage ; par ce moyen vous aurez des pyramides de lumière divergente.

Opposez au jet de lumière un carton percé d'un trou de six lignes de diamètre.

Si vous mettez votre œil derrière ce trou, vous verrez le point rayonnant ; & autant de trous que l'on fera, autant de personnes verront comme vous ce même point par chaque trou, parce qu'elles découvriront toutes ensemble des gerbes de rayons divergens, qui formeront des cônes lumineux, dont le sommet sera le point radieux, & l'œil la base.

Tout rayon de lumière qui d'un <sup>Direction de</sup> point radieux arrive à l'œil dans un <sup>la lumière.</sup> milieu homogène, se dirige en droite ligne. C'est d'après ce principe que l'on juge la distance des objets jusqu'à un certain point ; que l'on décide par exemple, l'éloignement du gibier ; que l'on estime le mouvement des astres, & quantité d'autres exemples pareils.

Mais si ce rayon de lumière est <sup>Interruption</sup> sujetti à la loi qu'il ne peut transgresser <sup>de la lumière.</sup>

Optique ou  
vision dire-  
cte.

dans un milieu homogène, trouve à son passage un obstacle tel qu'il puisse être; alors sa direction est interrompue, & change de cours, & cette interruption forme ce que l'on appelle ombre.

L'Ombre, est une privation de la lumière qui contient l'espace que remplit le corps interceptant.

Presentez votre doigt vis-à-vis le rayon qui entre par le trou du volet, la lumière se trouvera interceptée, & cette interception sera en raison inverse du carré de la distance: ainsi le corps opaque interceptera à une distance double quatre fois moins de lumière, qu'il ne feroit à la première: ce qui fait voir que l'ombre s'affoiblit à mesure que le corps opaque s'éloigne du corps lumineux.

La Lumière  
se s'affoiblit  
par l'éloigne-  
ment.

La lumière s'affoiblit dans la même proportion, par la distance qui se trouve entre l'objet & l'œil, quand ce dernier s'en éloigne; parce que dans un éloignement considérable, il n'entre dans la prunelle qu'une très modique partie de rayons extrêmement raréfiés, qui ne peuvent faire une impression

pression suffisante sur l'organe qui s'en trouve trop foiblement affecté.

---

Optique ou  
vision directe.

---

Vous en aurez facilement la preuve, en présentant derrière le trou du carton opposé au jet de lumière, un autre carton blanc à un pied de distance, puis à deux, à trois, à quatre, &c.

---

Expérience.

Si à chacune de ces distances vous mesurez les cercles lumineux qui viendront s'imprimer sur le carton, vous jugerez par leur aggrandissement que la lumière décroît en raison inverse des quarrés de la distance; car après l'avoir reconnu dans sa force à un pied, vous la trouverez diminuée du quadruple à deux pieds, parce que 2 fois 2 font 4, & que 4 est le quarré de 2; à 3 pieds 9 fois plus foible; à 4 pieds 16 fois, ainsi du reste.

Mais l'éloignement n'est pas la seule cause de l'affoiblissement de la lumière. Les milieux diaphanes qu'elle traverse lui ôtent beaucoup de sa vivacité en lui causant du déchet, parce qu'ils rejettent une grande partie de ses rayons, par les obstacles qui se présentent

Regardez au travers des vitres quelqu'un qui passe dans la rue, vous le



Optique ou  
vision direc-  
te

verrez beaucoup mieux qu'il ne pourra vous voir, parce qu'il est entouré d'une lumière plus éclatante que celle de la chambre où vous êtes, qui est interceptée par le verre qui se trouve entre vous, & celui que vous regardez.

L'effet est le même, & par la même cause, si la nuit vous êtes dans un salon bien illuminé. Les personnes de dehors vous veront distinctement, lorsque vous ne pouvez les apercevoir.

Si les Astres ne se peignent point dans nos yeux avec tout leur éclat, c'est que les corps hétérogènes répandus dans l'atmosphère en interceptent une grande partie.

Lorsque les Astres se levent & se couchent, ils paroissent plus grands & moins brillants que lorsqu'ils sont au Méridien.

Phénomènes sur le lever & le coucher des Astres.

C'est un Phénomène sur lequel se sont élevées quantité d'opinions. Dans le nombre des Philosophes qui sont entrés en lice pour en déterminer la cause, quatre se sont distingués par leurs observations qui méritent beaucoup d'égard.

*Regis* prétend que ces effets vien-

ment des réfractions de la lumière occasionnées par les vapeurs qui regnent en abondance dans l'atmosphère au travers desquelles nous voyons lever les Astres.

Optique ou  
vision directe.  
&c.

Le *Pere Mallebranche*, attribue la grandeur du Soleil, & celle de la Lune, à leur lever, ou à leur coucher, à l'interposition des objets terrestres.

Le *Pere Gouye*, dit que l'aspect des corps étrangers que l'on voit autour de la Lune, nous la fait paroître plus grande que lorsqu'elle est isolée.

*Smith* Opticien Anglois, observe que les Astres paroissent plus grands à l'horison, parce que nous les croyons plus près de nous, quoiqu'ils en soient plus éloignés, que lorsqu'ils sont en *Zénith*. (a)

Les sentiments de ces quatre Philosophes repandent de grandes lumières sur la cause de ce phénomène.

Il n'est pas douteux, comme le prétend *Smith*, que nous voyons le Soleil & la Lune plus grands à l'horison qu'au *zénith*, parce que nous les croyons plus près de nous : mais cette différence de distance n'est point réel-

(a) Le *Zénith*, est le point perpendiculaire au-dessus; le *Nadir*, est le point contraire.

Optique ou  
vision dite-  
de,

le ; elle ne vient que de l'interposition des corps qui se trouvent entre l'espace qui les separe de l'œil , & qui rend les angles plus ou moins grands.

C'est une vérité qu'on ne peut contester , & tout le monde pense avec le *Pere Mallebranche* , que la distance des objets nous paroît plus grande lorsqu'il y en a beaucoup d'autres entre eux & nous , que lorsque ces mêmes objets sont isolés : mais dans l'hypothèse présente ce principe ne peut avoir lieu , & se trouveroit mal appliqué ; car l'optique nous apprend , comme nous le verrons dans peu , que plus les objets s'éloignent , plus les angles visuels deviennent petits ; conséquemment si l'interposition des corps éloigne l'objet , l'angle visuel devenant plus petit , nous deverions voir l'Astre plus petit , au lieu que nous le voyons quelquefois d'une grandeur démesurée.

Je penserois plus volontiers comme le *Pere Gouye* , que l'aspect des corps qui accompagnent l'Astre , le fait paroître plus grand que lorsqu'il est isolé. C'est un fait d'optique qui arrive lorsque l'on voit des objets très-éclairés dans des lieux sombres.

## XXXI. LETTRE. 317

Mais *Regis* nous conduit avec bien plus de clarté dans la route qui nous mène à la découverte de ce Phénomène, lorsqu'il fait dépendre cette grandeur apparente des réfractions de la lumière augmentées par les vapeurs qui sont répandues dans l'atmosphère.

En effet, il ne paroît pas que l'on puisse mieux attribuer cette cause, qu'aux corps hétérogenes, qui faisant l'effet des verres lenticulaires dont on compose les lunettes, réfractent les rayons de lumière, & les rassemblent dans des foyers qui aggrandissent les objets, & les rapprochent en diminuant leur clarté. Regardez un objet, une orange par exemple, au travers d'un verre plein d'eau, vous la verrez plus grosse, selon les formes différentes que possédera le milieu réfringent, parce que les rayons de lumière qui partiront de l'orange se réfracteront en venant à l'œil & formeront des angles plus ouverts. C'est donc à la réfraction de la lumière occasionnée par les vapeurs dont l'atmosphère est remplie, que l'on doit attribuer le peu de clarté, & la grandeur extraordinaire que nous trou-

Optique ou  
vision dite-  
etc.

Optique ou  
vision dire.  
etc.

vons au Soleil & à la Lune, lorsque ces Astres se levent & se couchent; par la même raison nous croyons les voir plus clairs à mesure qu'ils montent au zénith, parce que l'air étant plus raréfié, les vapeurs sont plus dissipées.

## XXXII. LETTRE.

CE n'est point assez, Monsieur, de connoître l'ordre que tient la lumière dans sa marche, ni de sçavoir pourquoi tel objet qui se présente plus près, ou plus éloigné de nous, paroît plus grand, ou plus petit dans telle ou telle circonstance; il faut encore s'assurer comment les rayons de lumière qui nous transmettent les objets éclairés, les portent & les peignent dans le fond de l'organe destiné pour les recevoir.

Expérience. Percez au volet de la fenêtre de la chambre obscure, & aux deux côtés du trou de la première expérience, à distance égale, deux autres trous pareils sur la ligne horizontale, garnis aussi chacun de leur bout de tuyau de deux pouces, avec une lentille à leur entrée, plus un verre coloré de

rouge au bout du tuyau droit, & un autre verre coloré de bleu au bout du tuyau gauche, celui du milieu ne portant simplement que sa lentille, avec un petit entonnoir à chaque bout de tuyau, pour ouvrir ou fermer à volonté le passage à la lumière.

Optique ou  
vision dite-  
etc.

Mettez à deux ou trois pieds de distance derrière ces tuyaux, un carton de deux lignes d'épaisseur percé au milieu d'un trou rond de six lignes de diamètre, & présentez derrière à 15 ou 20 pouces, un autre carton blanc.

Lorsque vous ouvrirez les trois trous, vous verrez trois pyramides lumineuses passer par le trou du premier carton, pour venir se peindre & se ranger sur la même ligne, & dans le même ordre sur le carton blanc placé derrière; mais dans une situation renversée, c'est-à-dire, que les deux rayons ou pyramides des côtés se croiseront au trou du premier carton; que le rayon rouge partant de la droite, ira peindre son cercle rouge à gauche, vis-à-vis le rayon bleu, & que celui-ci partant de la gauche, ira également peindre le sien à droite, vis-à-vis le rayon rouge, tandis que

Optique ou  
vision direc-  
te.

le rayon de lumière naturelle & sans couleur, sortant de la lentille seule du tuyau du milieu, ira marquer sa pyramide lumineuse sans se croiser & prendre sa place au milieu des deux autres cercles croisés.

Le même effet s'opère dans l'œil. Les rayons arrivent à la prunelle, s'y rassemblent; & se croisant au passage, vont se peindre dans un ordre renversé au fond de cet œil.

Expérience.

Faites un trou d'un quart de pouce en forme de cosne extérieurement au volet d'une chambre obscure; les objets de dehors viendront se peindre renversés sur le plafond, avec leurs figures, leurs couleurs, & leurs mouvemens.

Quoique ces objets se peignent renversés au fond de l'œil, on ne doit pas croire qu'ils soient apperçus autrement que dans leur situation naturelle, ni confondre le mécanisme qui se passe dans l'organe, avec la nature sage & prévoyante.

Les rayons de lumière qui partent d'un même point, viennent en droite ligne frapper le nerf-optique. Il est bien essentiel de ne pas perdre de vue cette vérité, c'est-elle qui doit prou-

ver ce que nous avançons, que quoique les images se peignent renversées au fond de l'œil, nous les voyons dans leur situation naturelle.

Optique ou  
vision dire-  
cte.

Avant que d'entrer en explication sur ce Phénomène, rappelons une Expérience qui représente la vision naturelle; elle servira à faire connoître & à détailler ce qui se passe dans l'œil.

Prenez une boîte ronde, grosse à peu près comme celles dont on se sert pour mettre les savonnettes. Que cette boîte soit percée de deux trous opposés l'un à l'autre, dont l'un aura un pouce  $\frac{1}{2}$  de diamètre, que vous couvrirez avec un velin fin, & l'autre portera un petit tuyau mobile d'un pouce de long, qui pourra s'allonger, & se racourcir comme celui d'une lunette. Donnez à ce tuyau un pouce de diamètre, & mettez à son extrémité une lentille dont le foyer sera à la distance du velin.

Expérience

Placez-vous dans une chambre obscure, & tournez le verre de cette boîte sur une place bien éclairée; vous verrez sur le velin les objets renversés très-distincts, & avec toutes leurs couleurs.



Optique ou  
vision dire-  
cte.

Cette imitation artificielle de l'œil prouve les effets de la vision, & de quelle manière les objets se peignent dans les yeux : mais pourquoi sont-ils dans une situation renversée ? Et comment s'y trouvent-ils distincts & sans confusion ? Ce sont toutes questions naturelles dont les doutes sont aisés à lever.

Qu'un objet vienne se peindre dans l'œil, par trois points radieux qui partent de ses deux extrémités, & de son centre. Le jet de lumière du centre passera le cristallin en droite ligne, & ira occuper le fond de l'œil au centre. Les objets des deux extrémités se croiseront à la prunelle ; & à leur point de réunion, celui de la droite, ou du haut, se placera au fond de l'œil à gauche ou en bas, & celui de la gauche ou d'en bas, fera le même effet, en s'imprimant sur le fond de l'œil à droite ou en haut, ce qui renverse l'image.

C'est la même opération que celle des trois cercles lumineux de l'expérience précédente, où l'on voit le rayon rouge passer le trou du premier carton, pour aller marquer sa couleur à gauche sur le carton posé der-

rière, & le bleu venir de la gauche à la droite, pendant que le rayon de lumière du milieu se place toujours au centre.

Optique ou  
vision direc-  
te.

Puisque les rayons se croisent à la prunelle, nécessairement l'objet qui se présente à l'œil, doit se peindre sur le fond de cet œil, la droite à la gauche, la gauche à la droite, & le centre ou le point du milieu conserver sa direction naturelle. C'est ainsi que l'œil en reçoit l'impression, & cela doit être à cause du croisement des rayons. Mais comment le voit-il, & comment le rend-il ?

Comme on juge l'objet de la vision au bout des gerbes lumineuses qui s'impriment dans l'œil, cet organe doit donc rapporter le rayon de lumière du milieu qu'il reçoit en droite ligne, au bout de cette même ligne de direction. Or si l'œil rapporte ainsi ce jet de lumière au bout de la ligne qui le lui a imprimé, il doit par la même raison rapporter le rayon qu'il a reçu à gauche, au bout de ce même rayon qui lui vient de la droite ; & de même le rayon qui s'imprime à droite au bout de la même ligne, qui l'amène de la gauche, parce que ces

Optique ou  
vision dire-  
cte.

deux rayons arrivent sur la choroïde en ligne droite des points d'où ils sont partis.

Nous sçavons comment les objets se peignent dans les yeux, & comment ces organes les reçoivent & les rendent; mais comment s'y peignent-ils sans confusion, lorsque ces mêmes objets se trouvent plus éloignés, ou plus rapprochés? Car en bouchant le trou du milieu, & en présentant à la place du carton percé un autre carton noirci, avec une carte blanche au milieu, de 12 lignes de diamètre, on voit cette carte peinte de la couleur de pourpre, qui naît du mélange des rayons rouge & bleu, qui viennent se confondre dessus: de plus, la dioptrique nous apprend que le foyer ou point de réunion des rayons se détermine plus près ou plus loin de la lentille qui les reçoit, suivant la distance de l'objet.

Pour répondre à la première observation, nous dirons que le mélange du rouge & du bleu, qui viennent se confondre sur la carte, ne fait pas le même effet sur la vision, & que deux objets diversement colorés qui se présentent à nos yeux, ne sont point apper-

cus sous une couleur mixte , parceque la prunelle fait l'office du trou du premier carton de l'expérience des trois pyramides lumineuses , & non celui de la carte de cette expérience.

Optique ou  
vision direc-  
te.

La seconde observation demande un peu plus de détail , & nous allons entreprendre de vous en donner l'explication d'après les sentiments des plus habiles Anatomistes.

Soit un objet dont les rayons qui passent sur le cristallin , s'y réfractent autant qu'il est nécessaire pour faire leur reunion au fond de l'œil , alors la vision ne peut être confuse , & l'objet se peint distinctement. Mais si cet objet se trouve trop près de l'œil les rayons viennent prendre leur point de réunion plus loin que le fond de l'œil , comme ils viendront se réunir en deça de la choroïde , au fond de cet œil si l'objet est plus éloigné. Dans ces deux dernières positions , la vision doit être confuse.

Pour obvier à ces deux inconvéniens , il se passe dans l'œil une mécanique sur laquelle differens avis se sont formés.

M. le Cat , dont le sçavoir doit être en vénération , & qui regarde

Optique ou  
vision dire-  
cte.

avec raison les yeux comme les télescopes de l'ame, nous annonce que ces mêmes yeux ont la faculté de s'allonger pour voir les objets voisins, & de se racourcir pour distinguer ceux qui sont éloignés par le moyen de six muscles qui environnent le globe de l'œil, dont quatre se dirigent dans des mouvemens droits en tous sens, & les deux autres dans des mouvemens obliques.

Traité des  
sens. p. 489.

» Les humeurs de l'œil, dit ce  
» sçavant Anatomiste, font l'office  
» d'une lentille, & la choroïde est la  
» toile qui reçoit l'image. Il faut donc  
» pour voir distinctement, lorsqu'on  
» regarde un objet très proche, qu'il y  
» ait plus de distance entre le cristallin,  
» & la choroïde; & que, lorsque l'ob-  
» jet est éloigné, le cristallin & la co-  
» roïde soient plus proches l'une de  
» l'autre, sans quoi l'image est con-  
» fuse. C'est pourquoi, continue-t-il,  
» quand on regarde un objet éloigné,  
» l'œil s'accourcit & s'aplatit; le fond  
» s'approche de l'entrée pour aller au  
» devant du cosne lumineux qui re-  
» çoit ses pinceaux plus près de leur  
» croisement. Que l'on vienne ensui-  
» te à regarder un objet plus voisin,

» l'œil, de plat qu'il étoit, s'allonge  
 » pour reculer la choroïde au point  
 » de réunion des pinceaux. »

Optique ou  
 vision \* dite-  
 etc.

Plusieurs Opticiens ont attribué ce mécanisme, les uns aux ligamens ciliaires qui tiennent au cristallin, qu'ils regardent comme autant de petits muscles possédants la faculté d'avancer ou de reculer le cristallin; les autres à l'uvée, à qui l'on donne le pouvoir de se relacher, & de se resserrer suivant les besoins.

Mais quelques différens que paroissent ces sentimens, ils se rapportent tous au point principal. Ils conviennent que pour voir distinctement les objets plus ou moins éloignés, le cristallin se recule, ou se rapproche, & ils ne diffèrent que dans la manière dont s'exécute cette opération.

Les rayons qui se croisent à la prunelle forment des angles semblables, & opposés par leurs sommets à ceux qu'ils formoient avant le croisement. Nous l'avons reconnu par la quatrième Expérience : or, ces angles sont plus ou moins ouverts, suivant la distance plus ou moins grande de l'objet. Si l'angle optique est ouvert, l'image occupe au fond de l'œil un plus

Grandeur  
 de l'objet.

Optique ou  
vision directe.

grand espace, suivant la grandeur de son ouverture; s'il est aigu l'effet devient contraire.

A mesure que l'objet s'éloigne, sa grandeur diminue en proportion égale à l'augmentation de sa distance, c'est-à-dire, qu'il paroîtra une fois plus petit si on le regarde une fois plus loin; & à force de s'en éloigner, on le perd de vue, parce que l'organe cesse de voir distinctement lorsque l'angle optique ne comprend pas au moins une demi-minute de degré. (b)

Plus un objet est éloigné, plus les angles qui nous les présentent sont aigus. Quand nous nous trouvons à l'entrée d'une galerie ou d'une longue allée d'arbres, les deux bouts nous paroissent se rapprocher, parce que les angles optiques qui viennent des derniers arbres & des bouts de la galerie, étant plus aigus & plus resserrés, occupent moins de place dans le fond de l'œil. C'est aussi par cette raison qu'un arbre dans un champ vaste paroît beaucoup plus petit, & souvent comme un buisson à proportion de la distance.

La figure des objets varie aussi sui-

(b) Selon le sentiment de Hooek.

vant leur position. Si vous découvrez d'un lieu élevé une file de soldats rangés en demi cercle, & que vous soyez en face, cette file vous paroîtra sous une ligne droite, parce que sa courbure est vue sous un angle optique insensible.

Optique est  
vision dire-  
cte.

Quantité d'Exemples prouvent que les objets que nous voyons varient d'une infinité de manières, suivant les angles optiques qui nous les présentent, ce qui fait connoître que les apparences sont très-souvent trompeuses, & que nous ne devons pas asséoir notre jugement sur ce que nous croyons voir.

La vitesse du mouvement se mesure par le temps qui s'écoule, & par l'espace que l'objet parcourt; mais si cet espace ne répond pas dans une seconde à un angle optique, au-dessus de 20 secondes de degrés, le mouvement n'est pas sensible. C'est ce qui nous fait juger les Astres immobiles, quoique leur course soit de la plus grande rapidité; parce que le trop grand éloignement occasionne une confusion dans les angles qui se portent au fond de l'œil.

C'est à cause de la grande rapidité



~~Optique ou~~  
Optique ou  
vision dire-  
cte.

avec laquelle les objets se meuvent que nous leur attribuons des figures qu'ils n'ont pas réellement.

Un charbon ardent paroît un cercle lumineux, lorsqu'attaché au bout d'une corde, on le fait tourner rapidement.

Cela vient de la promptitude avec laquelle l'objet se meut, & répète son action, & de ce que les premières sensations qui se font sur les nerfs n'ont pas le temps de s'effacer avant que les suivantes viennent les affecter.

Nous jugeons de la grandeur apparente d'un objet, par l'angle optique sous lequel nous l'apercevons. Cet angle est formé par les rayons qui partent de l'objet, & qui vont se joindre, & se croiser à la prunelle.

Dans un éloignement considérable, la grandeur apparente d'un objet est en raison inverse de sa distance à l'œil. C'est-à-dire, que si l'objet se trouve éloigné de l'œil d'une demi-lieue par exemple, sa grandeur apparente sera double de celle qu'il auroit eu s'il eût été éloigné d'une lieue; parce qu'à une demi-lieue, il est vû sous un angle double de celui sous lequel il seroit apperçu d'une lieue.

Voilà les principes généraux d'après lesquels on détermine, & l'on juge la grandeur des objets éloignés.

Optique au  
vison dire  
de.

Les corps étrangers, & les substances grossières dont l'atmosphère est chargée, trompent nos sens sur la distance à laquelle nous estimons les objets.

Que nous appercevions la nuit un feu clair & lumineux, nous le jugeons plus près de nous qu'il ne l'est effectivement; tandis que nous estimons un feu sombre & obscur presque étouffé, plus éloigné qu'il ne l'est réellement.

Quand on regarde un objet, son image se peint à la fois, & au même instant dans les deux yeux; l'ame reçoit donc deux images du même objet. Dira-t-on? non l'objet se peint à la vérité, sur la choroïde de chaque œil, sur laquelle s'accomplit la vision: mais cette membrane est un assemblage de petites fibres qui viennent du nerf-optique, & qui en font partie. Si les deux choroides dans des yeux bien constitués se ressemblent parfaitement, soit par leur arrangement, soit par leur ressort, les deux images s'unissent en une, par le moyen du nerf-

Optique ou  
vision direc-  
te.

optique, & ne portent à l'ame qu'une seule, & même idée.

Mais si ces parties n'ont pas la correspondance parfaite, & nécessaire que nous venons de marquer, & qu'elles ne se ressemblent pas avec cette analogie que donne une parfaite égalité, de manière que les images viennent à tomber sur différens points de l'organe, elles ne se confondent plus en une; chaque œil voit la sienne particulière; or l'ame juge l'objet double, parce qu'il lui paroît occuper deux lieux différens. Ces sortes de vues s'appellent *Louches*.

Il se trouve dans la vue deux sortes d'accidens. Ce sont les yeux *Myopes*, & les yeux *Presbites*, qui en sont affectés.

Œil Myope.

L'*Œil Myope*, est celui dont la choroïde est trop éloignée du cristallin, qui lui-même est trop convexe, de manière que le point de réunion se fait en deça de la choroïde.

Œil Pres-  
bite.

L'*Œil Presbite*, vient d'un effet contraire. La choroïde est trop voisine du cristallin, lequel est aussi trop aplati, & n'a plus sa convexité ordinaire; alors le point de réunion se fait au-delà de la choroïde.

XXXII. LETTRE. 333

Chez les Myopes la réfraction se fait trop tôt, & l'image arrive au fond de l'œil avec une divergence que les rayons prennent à leur point de réunion en deçà de la choroïde, qui rend cette image confuse. Ces sortes de vues sont obligées d'allonger le foyer, ce qui fait regarder de très-près.

Optique ou  
vision aïre-  
cte.

Les verres concaves qui ont la propriété de ralentir le croisement des rayons en augmentant leur divergence, servent à remédier à ce défaut, & l'âge le corrige.

Chez les Presbites, la réfraction se fait trop tard, & l'image se peint au fond de l'œil avant la réunion des rayons, ce qui la rend confuse; ceux qui sont attaqués de cet accident aiment à regarder de loin; ce défaut vient avec l'âge, & est ordinaire aux vieillards.

Les verres convexes y remédient en ce qu'ils ont la propriété de rendre moins divergens les rayons qui le sont trop; par conséquent d'augmenter la réfraction, & de racourcir le foyer.

Ces sortes de verres concaves ou convexes, qui servent pour remédier aux inconvénients de la vue, & pour

Optique ou  
vision dite-  
cte.

aider celles qui sont foibles & fatiguées par vieillesse, ou par incommodité, se mettent dans des cercles d'écaille, & sont connus sous le nom de *lunettes*. On appelle *monocles*, celles qui n'ont qu'un verre, & *binocles*, celles qui en ont deux.

Dans l'un & l'autre cas que je viens de citer, la vue est confuse, & c'est pour la secourir que l'on se sert de ces instrumens. Un Cordelier d'Oxford, nommé *Bacon*, passe pour avoir eu beaucoup de part à leur invention, & leur usage n'a été connu qu'au commencement du quatorzième siècle.

Je ne m'arrêterai point sur les maladies des yeux. C'est un fait d'Anatomie, sur lequel les plus habiles en cet art ont écrit. Si l'on est curieux d'étudier cette partie, on peut consulter MM. de la Hire, de Buffon, Jurin, où l'on trouvera de quoi se satisfaire.

Voilà ce qui m'a paru de plus intéressant à dire sur ce qui concerne l'optique; dans la Lettre suivante, il sera question de la lumière réfléchie qui regarde la Catoptrique.

## XXXIII. LETTRE.

*Catoptrique ou Lumière Réfléchie.*

**L**A *Catoptrique* est une science qui nous instruit des propriétés des corps les plus propres à réfléchir la lumière, tels que les *Miroirs plans*, les *Convexes* & les *Concaves*.

---



---

*Catoptrique.*

Nous n'ignorons pas le principe général auquel tout rayon de lumière est soumis, & nous sçavons qu'il est obligé, ainsi que tout autre corps mis en mouvement de suivre constamment sa première direction, tant qu'il se trouve dans un milieu homogène : mais si dans son passage ce rayon rencontre un corps opaque qui lui résiste, il se réfléchit, & revient sur lui-même, & cette réflexion de lumière appartient à la *Catoptrique*; science dont nous allons examiner les effets.

Sans entrer dans la dispute qui s'est élevée, & qui n'est pas encore décidée; sçavoir, si ce sont les parties propres des surfaces des corps qui font rejaillir la lumière, ou bien si en suivant le système de Newton, la lumière

Catoptrique.

re, est simplement repoussée par la matière qui réside dans les corps avant de toucher leur surface. Je m'en tiens aux effets, & je dis que la lumière se réfléchit à la rencontre d'un corps opaque, dur, & poli, qui s'oppose à son passage.

Dans ce cas elle suit les deux règles de la réflexion des corps solides, que nous avons rapporté dans la cinquième Lettre, & que nous remettons sous les yeux.

La première, est que lorsque la lumière tombe perpendiculairement sur une surface réfléchissante, elle se relève, & revient par la même direction, & par la même ligne qu'elle a tracée en tombant sur cette surface.

La deuxième, que si elle tombe obliquement toujours sur une surface réfléchissante, elle rejait de l'autre côté, faisant un angle de réflexion, égal à celui de son incidence.

Expérience. C'est ce que vous verrez arriver, si dans une chambre fermée de toutes parts, vous faites tomber sur un miroir plan, un rayon solaire de la grosseur du doigt environ, par un trou pratiqué au volet, exposé au midi. Vient-il obliquement sur le miroir ?

roir? Il rejaillit dans la partie opposée à celle par laquelle il a fait son incidence, & il se trouve autant éloigné de la perpendiculaire, que l'est le trou par où il a passé, pour faire sa réflexion. Si au contraire, vous le faites tomber perpendiculairement, vous le verrez lors de sa réflexion rejaillir de dessus le miroir, par la même ligne qu'il a tracée en tombant.

---

Catoptrique.

De ces opérations on tire ce principe, que *la lumière réfléchissante fait son angle de réflexion, égal à celui de son incidence.* Cette loi constante est le fondement de la catoptrique, qui sert à expliquer les effets des miroirs.

L'incidence des rayons de lumière devient plus ou moins oblique suivant qu'ils arrivent, ou *parallèles*, ou *divergens*, ou *convergens*, & suivant la figure du miroir qui entre pour beaucoup dans les effets de la lumière, parce que les rayons varient dans leur réflexion, comme dans leur incidence; & c'est de cette variété, que naissent les phénomènes que nous allons vous présenter, qui dépendent de la catoptrique ou lumière réfléchie sur des miroirs plans, convexes & concaves.



Catoptrique.

Miroir Plan.

Le *Miroir Plan*, est celui dont la surface est plate, égale & unie. Ces miroirs sont ou de verre ou de métal. Les premiers se font avec une glace polie, étamée par derrière avec l'étain, & le vif-argent. Les seconds sont composés de cuivre & d'étain.

Miroir Convexe.

Le *Miroir Convexe*, est celui dont une de ses surfaces est faite en forme de lentille, qui occasionne la divergence aux rayons de lumière après leur réflexion.

Miroir Concave.

Le *Miroir Concave*, est celui dont la surface creusée en forme de calotte, donne la convergence aux rayons réfléchis.

Expérience  
du Miroir  
Plan.

Que l'on fasse tomber sur un miroir plan des rayons parallèles, ou divergens, ou convergens; leur réflexion ne changera rien ni au parallélisme, ni à la divergence, ni à la convergence, parce qu'il est de principe immuable, que les angles de réflexion sont toujours égaux à ceux de l'incidence: or de ce principe, il suit que la réflexion conserve le parallélisme aux rayons qui incident avec des inclinaisons semblables; & que la réflexion de ceux qui ne sont pas parallèles, les représente avec



Catoptrique.

courbure ou convexité d'un pareil miroir, n'est autre chose qu'une suite de lignes droites infiniment petites, inclinées les unes sur les autres) : ce rayon, dis-je, fera son angle de réflexion égal à celui de son incidence. Le second rejaillira aussi sur une autre petite ligne droite pareille-même, mais un peu inclinée par rapport à la première, & il fera comme le premier rayon, son angle de réflexion pareil à celui de son incidence : mais les angles que forment ces deux rayons deviennent obliques l'un à l'autre eu égard à l'inclinaison des lignes du miroir, sur lequel se fait leur incidence, & cette obliquité n'est causée que parce que les angles sont assujettis à l'égalité de réflexion & d'incidence, que la loi leur a imposée. Delà il suit que l'écartement de ces deux rayons devient plus considérable, s'ils tombent plus obliquement sur la convexité du miroir. C'est donc l'écartement ou divergence qui a lieu, lorsque des rayons parallèles se réfléchissent sur un miroir à surface convexe. Et c'est par la même cause que les rayons convergens perdent de leur convergence, & que les divergens augmentent en divergence.

Si vous faites réfléchir sur un miroir concave des rayons parallèles, ou convergens, ou divergens, les premiers deviendront convergens, les seconds le feront davantage, & les derniers auront moins de divergence après la réflexion.

---

Catoptrique.

---

Expérience  
du Miroir  
Concave.

La différence qui se trouve entre les miroirs concaves, les convexes & les plans, vient de ce que les derniers conservent le parallélisme aux rayons après la réflexion, les seconds leur donnent la divergence, & les premiers la convergence.

Le Miroir Concave est composé de petites lignes droites inclinées les unes vers les autres dont l'effet est de rapprocher les rayons de lumière dans leur réflexion; ainsi les parallèles qui tombent dessus, doivent devenir convergens, & les divergens doivent perdre beaucoup de leur divergence; & le point où les rayons incidens se rassemblent sur le miroir concave qui forme le foyer de ce miroir se trouve à trois distances différentes.

Lorsque les rayons tombent parallèles, ils se réunissent après la réflexion, & viennent converger à la distance du miroir en avant du quart du

---

 Catoptrique.

diamètre de la sphericité du miroir. C'est-là le foyer.

S'ils viennent convergens dans leur incidence , le foyer se trouve plus près du miroir , que celui des rayons paralleles.

Et si ces mêmes rayons arrivent divergens , leur point de réunion où se fait le foyer , est plus éloigné du miroir que celui des rayons paralleles.

Ainsi le foyer des rayons paralleles se trouve au quart du diamètre de la sphericité du miroir en avant.

Le foyer des rayons convergens plus près du miroir , environ de la moitié de l'espace , entre le miroir & le foyer des rayons paralleles.

Et celui des rayons divergens plus loin que celui des rayons paralleles de cette dernière distance environ.

---

### XXXIV. LETTRE.

#### *Propriété du Miroir Plan.*

---

 Propriété du  
Miroir Plan.

Dans la Lettre précédente , Monsieur , nous avons vu les effets des différents miroirs qui se rapportent à

la loi, qu'il ne faut jamais abandonner de vue, dans celle-ci nous allons reconnoître leurs propriétés & le rapport qu'ils peuvent avoir les uns avec les autres, en observant l'ordre que nous leur avons donné.

Propriété du  
Miroir Plan.

L'effet du miroir plan est de renvoyer l'image de l'objet comme il la reçoit, c'est ce qui rend les appartemens si brillants, surtout aux lumières. Lorsque les glaces sont placées vis-à-vis les unes des autres, elles repètent les objets, une infinité de fois, jusqu'à ce que le déchet que souffre la lumière dans chaque répétition les ait éteint dans la dernière.

Les images des objets représentés devant un miroir plan, ont derrière la glace un éloignement égal à celui où sont ces objets devant la glace; que l'on fasse un mouvement devant une glace, il se répétera derrière à une égale distance.

La raison de cette égale distance se trouve dans la manière dont l'œil reçoit les objets. Or, l'optique nous a appris que les piramides, ou rayons de lumière viennent en droite ligne se peindre sur notre organe, & que l'œil qui reçoit la représentation des objets,

Propriété du  
Miroir Plan.

les reporte dans la même direction au point d'où ils sont partis.

Cette règle est si fortement imprimée dans notre ame, que par habitude nous sommes forcés de conduire en droite ligne derrière la glace l'image de l'objet représenté devant, quoiqu'il revienne à nos yeux par un angle de réflexion, égal à celui de son incidence.

Mais pour que la glace représente en entier l'image de l'objet qui se trouve devant-elle, il faut qu'elle ait en hauteur la moitié de celle de l'objet, parce que les deux rayons qui viennent des deux extrémités de l'objet représenté converger sur l'œil, sont coupés par la glace dans le milieu de leur route sur cet organe, & que l'écartement qu'ils ont dans cet endroit est égal à la moitié de l'effigie de l'objet, qui se trouve au bout des angles.

Un miroir plan ne produit point de foyer, mais la réflexion de plusieurs miroirs plans, portée sur un même corps, est capable d'échauffer & d'exciter l'embrasement.

Expérience. Que l'on porte sur la boule d'un thermomètre la réflexion d'une dou-

zaine de rayons solaires, par le moyen d'une même quantité de petits miroirs plans de 3 ou 4 pouces de diamètre, on verra la liqueur monter en peu de temps, bien plus haut qu'elle ne seroit par la réflexion d'un seul miroir plan, qui ne peut échauffer comme un rayon direct, parce que les imperfections de la glace causent une perte réelle à la lumière; ainsi ce ne peut être qu'une multiplication de réflexions qui produise de la chaleur.

L'Histoire rapporte que c'est par le moyen de ces réflexions rassemblées, qu'Archimedes mit le feu à la flotte des Romains, qui faisoient le siège de Syracuse. Quoique l'on se soit récrié contre ce fait, en le traitant de Fable, il ne nous paroît pas impossible par l'exemple que nous avons du miroir de M. de Buffon, qui est composé de quantité de petits miroirs plans, inclinés les uns sur les autres & montés sur un bâti de bois, de manière qu'il n'en forme qu'un, qui brûle le bois à 200 pieds, fond l'étain à 150, & le plomb à 140. Or, il est probable qu'Archimedes, ayant vu la flotte des Romains à la portée du trait, qui n'excede pas 200 pieds, ait emprunté le

Propriété du  
Miroir Plan.



Propriété du  
Miroir Plan.

secours de plusieurs miroirs pour rassembler & réunir dans le même espace quantité de réflexions du soleil capables d'y mettre le feu.

*Propriété du Miroir Convexe.*

Propriété du  
Miroir Convexe.

Le *Miroir Convexe* fait voir l'image plus petite que son objet, parce que les rayons, après la réflexion sur un miroir de cette espèce, devenant plus divergens qu'ils ne l'auroient été s'ils eussent réfléchis sur un miroir plan, se perdent en partie par leur trop grande divergence, & que nous ne recevons de cette réflexion que les rayons les plus rapprochés du centre de la sphère, qui nous présente l'objet sous un angle plus petit.

Ce que le miroir convexe a de commun avec le miroir plan, c'est de représenter l'image derrière la glace, avec cette différence, que le point de réflexion sur le miroir plan rend cette image à distance égale derrière le miroir comme l'objet représenté l'est devant, ainsi que nous venons de l'observer plus haut; au lieu que celle que rend le miroir convexe, se trouve plus ou moins rapprochée à proportion de la courbure du miroir.

Le miroir convexe ne peut rendre l'image conforme à l'objet, parce que toutes les parties de cet objet ne se présentent pas dans une distance égale sur la surface réfléchissante, & que la courbure de cette surface disperse les angles dans des réflexions inégales.

---

Propriété du  
Miroir Con-  
vexe.

Que l'on se regarde sur le dessus d'une cuillère d'argent bien brunie, on verra son image derrière, & près la surface réfléchissante, dans sa situation naturelle, mais défectueuse par la raison que nous venons d'alléguer. Si la surface a peu de convexité, & que l'on soit éloigné, la représentation sera moins défigurée.

Le miroir convexe n'a point de foyer, par conséquent ne peut rendre aucune chaleur, parceque sa propriété est d'occasionner la divergence des rayons qui réfléchissent dessus.

*Propriété des Miroirs Concaves.*

Le *Miroir Concave* nous rend un ob-  
jet de trois manières, ou derrière la  
glace comme les miroirs plans & con-  
vexes, pour lors sous un très gros vo-  
lume si l'objet est placé un peu plus  
près du miroir que son foyer; ou sor-

---

Propriété  
des Miroirs  
Concaves.

tant de la glace en avant & renversé, si l'objet est éloigné du foyer du double de sa distance; ou bien enfin, derrière la glace plus petit & renversé, si l'objet est au-delà de la double distance.

On voit l'image derrière une surface concave comme dans les autres miroirs, lorsque l'objet se trouve placé devant la glace, plus près que la distance qui égale le diamètre de la sphericité du miroir. L'image est amplifiée parce que des rayons dans leur incidence, deviennent divergens, lorsqu'ils sont réfléchis par un miroir concave.

L'Image semble sortir du miroir en avant, quand l'objet est placé au-dessus du centre du miroir concave; pour lors elle s'apperçoit entre le centre, & le foyer, parce que c'est-là que se fait le concours de la réflexion, & que c'est à ce point de croisement, que l'image se fait voir.

L'Image paroît plus éloignée derrière la glace, plus petite, & renversée, lorsque l'objet est au-delà de la double distance du foyer; plus éloignée, parce que les rayons qui viennent de chaque point de l'objet, perdent une partie de leur divergence

dans la réflexion, ce qui rend le point de réunion derrière la glace plus éloignée plus petit à cause de la concavité de la glace, qui rassemble & rapproche davantage les rayons sur l'objet; & renversée, parce que le concours de la réflexion ne se fait qu'après le croisement des rayons au foyer.

Propriété  
des Miroirs  
Concaves.

Les miroirs concaves ont la propriété de rassembler dans ce foyer, dont nous venons de donner l'explication des rayons de lumière, qui brûlent, fondent, & calcinent les corps les plus durs.

C'est avec la réunion des rayons, par le moyen des miroirs concaves, que l'on a fait à Prague la découverte de la belle Expérience du charbon ardent, qui enflamme de l'amadou, ou de la poudre à une distance de 20 à 30 pieds & plus.

Expérience  
de Prague.

Pour faire cette Expérience, il faut avoir deux miroirs concaves de 15 à 18 pouces de diamètre, sur lesquels les rayons parallèles doivent faire leur réflexion à leurs foyers.

On met au foyer d'un de ces miroirs, un charbon ardent que l'on anime, & que l'on excite avec le vent d'un soufflet à deux aines.

Propriété  
des Miroirs  
Concaves.

Au foyer de l'autre miroir que l'on place vis-à-vis le premier à 15 ou 20 pieds de distance, on expose un corps combustible, comme de l'amadou, ou de la poudre à canon.

Si l'on souffle le charbon bien également, le corps combustible prend feu, même à 30 & 40 pieds de distance.

On peut dans cette Expérience se servir de miroirs plâtrés ou de carton doré; ceux de métal sont les meilleurs & les plus surs: ils ne se gâtent pas si aisément. Mais il faut que les miroirs que l'on employe soient exactement polis, pour rendre la réflexion plus forte.

Deux personnes entendues doivent être employées pour le service de cette Expérience; l'une pour souffler également, & l'autre pour tenir le corps combustible dans le foyer; & l'obscurité vaut mieux que le plein jour pour y réussir.

La raison de l'effet de ces deux miroirs qui réciproquement rassemblent les rayons qui viennent de l'un à l'autre, est simple.

Rappellons-nous ce que nous venons de dire plus haut, en établissant

XXXIV. LETTRE. 351  
le point de convergence, à l'endroit où  
les rayons paralleles se rassemblent.

---

Propriété  
des Miroirs  
Concaves.

Nous avons marqué le foyer des rayons paralleles, qui se réfléchissent sur un miroir concave, au quart du diamètre de la sphéricité de ce miroir; cela fondé sur le principe qui ne varie jamais de l'égalité de l'angle de réflexion avec celui de l'incidence. Si en vertu de cette égalité, les rayons paralleles réfléchis font leur point de convergence à la distance que nous venons d'indiquer, les rayons du charbon qui tombent parallelement sur une autre surface concave, sont réfléchis de nouveau & vont allumer la poudre ou l'amadou qu'ils trouvent placés à ce même point de réunion du second miroir.

---

XXXV. LETTRE.

*De la Dioptrique ou Réfraction  
de la Lumière.*

**L**A *Dioptrique* est un science qui nous démontre de quelle manière la lumière se réfracte en passant d'un milieu dans un autre, ou plus dense, ou plus rare.

---

Dioptrique.

---



---

 Dioptrique.

On appelle *Réfraction de la Lumière* ; le pli que souffrent ses rayons , lorsqu'ils pénètrent des milieux transparents.

Je ne m'arrêterai point à vous rapporter les différentes opinions des Philosophes sur la cause de la réfraction de la lumière ; il me suffira de vous faire observer que les deux plus grands hommes que la Physique ait eu , s'accordent parfaitement sur les effets , & sur la vitesse accélérée de la lumière passant d'un milieu rare dans un plus dense , mais qu'ils n'en ont pu déterminer la cause.

Les Newtoniens , qui ne reconnoissent que la vertu attractive mutuelle des corps , prétendent la trouver dans l'attraction.

Les corps , selon eux , s'attirent en raison directe des masses ; ainsi disent-ils , un rayon de lumière qui passe d'un milieu rare dans un plus dense , doit être plus attiré par ce dernier qui lui fait recevoir dans ce moment , un mouvement qui l'approche de la perpendiculaire.

Descartes , qui le premier a développé le germe de la Physique , & à qui nous sommes redevables des con-

noissances que nous avons acquises depuis, nous annonce qu'un milieu plus dense, comme le verre est plus perméable à la lumière que l'air, parce qu'une masse d'air est composée de parties rameuses moins propres à laisser des passages en droite ligne, que le verre dont les surfaces sont lisses, par conséquent plus disposées à recevoir la propagation de la lumière.

Dioptrique.

Ne pouvant approfondir cette cause, nous nous en tiendrons aux effets qui sont inmanquables, & aux loix qui en résultent; & c'est dans les Expériences que nous devons chercher les vérités que l'on pourra découvrir sur cette matière.

Par les principes & par les loix de la Catoptrique que nous venons de quitter, nous avons vû de quelle manière la lumière se réfléchit sur les corps opaques: cherchons présentement à connoître comment elle se réfracte lorsqu'elle entre, & qu'elle se répand au travers des milieux transparents.

Pour que la lumière se réfracte, il faut deux circonstances. 1°. Qu'elle passe d'un milieu dans un autre.



2<sup>o</sup>. Que sa direction soit oblique : de là nous tirons trois principes.

Le premier, que si la lumière entre perpendiculairement dans quelque milieu que ce soit, elle ne souffre aucune réfraction.

Le second, que si elle tombe obliquement d'un milieu rare dans un plus dense, comme de l'air dans l'eau, elle se réfracte en s'approchant de la perpendiculaire.

Et le troisième au contraire, que sa réfraction l'éloigne de la perpendiculaire, si elle sort obliquement d'un milieu dense pour entrer dans un plus rare, comme de l'eau dans l'air.

Ces principes nous font connoître que la réfraction de la lumière, n'a de commun avec celle des autres corps que le premier ; & que pour les deux autres, elle suit une route contraire, & toute opposée : car qu'une pierre tombe obliquement dans l'eau, elle fera sa réfraction en s'éloignant de la perpendiculaire, comme elle s'en approcheroit si elle sortoit de l'eau, milieu plus dense, pour entrer dans l'air, milieu plus rare, ce qui est opposé aux loix de la réfraction de la lumière.

Recevez sur la surface d'un verre plan, dans une chambre obscure des rayons solaires paralleles, par un trou rond pratiqué au volet d'une fenêtre exposée au midi; & mettez derrière le verre plan une cuvette, de manière que le jet de lumière puisse entrer dedans.

Si l'incidence des rayons est oblique, qu'ils entrent ou qu'ils sortent de la cuvette; que la cuvette soit vide, ou pleine d'eau, vous les trouverez toujours également paralleles entre eux; ce qui prouve que la différence de densité des milieux par lesquels ces rayons passent, ne change rien au parallelisme qu'ils ont dans chaque milieu qu'ils traversent.

Tout jet de lumière qui passe obliquement d'un milieu rare dans un dense s'approche de la perpendiculaire dans sa réfraction. C'est la loi du second principe. Ainsi le jet de lumière des rayons paralleles, dont l'incidence est oblique, qui passe sur une surface plane, dans un milieu plus dense, doit se réfracter en s'approchant de la perpendiculaire.

Comme ce jet de lumière est composé d'une infinité de rayons qui sont

---



---

 Dioptrique.

 Expérience  
des rayons  
paralleles sur  
une surface  
Plane.

---

 Dioptrique.

paralleles ; tous ces rayons qui se plient également lors de l'inflexion qu'il font obligés de faire dans leur incidence en entrant obliquement dans un milieu plus dense , conservent leur parallélisme entre eux. On le voit par l'égalité du diamètre de ce jet dans l'eau , comme dans l'air.

Ce jet qui se plie en entrant dans l'eau , peut être reporté de ce milieu dans celui d'où il est parti. Dans ce cas il essuie une nouvelle réfraction , & se plie encore une fois en entrant dans ce nouveau milieu ; mais c'est en s'éloignant de la perpendiculaire , parce qu'il sort du milieu dense pour entrer dans un plus rare ; de façon qu'il reprend sa route parallele à celle qu'il avoit avant sa première incidence ; alors il forme un second angle égal à celui qu'il avoit en se réfractant dans l'eau , & continuant sa route , il traverse deux surfaces paralleles entre elles , qui sont celle de l'air & celle de l'eau.

Puisque ces surfaces sont paralleles entre elles , les angles du jet de lumière avant que d'entrer dans l'eau , & après en être sorti , doivent être égaux ; & si ces deux angles sont égaux , le jet après sa seconde réfra-

ction doit reprendre la direction parallèle à celle qu'il avoit avant que de la faire.

---



---

Dioptrique.

Si vous faites tomber les rayons parallèles sur la surface d'un verre concave, que vous mettez à la place du verre plan devant la cuvette pleine d'eau, vous verrez le jet de lumière cylindrique qui en proviendra s'élargir dès son entrée dans l'eau, & le cercle lumineux augmenter de grandeur à mesure qu'on le fera allonger en éloignant la cuvette de la surface réfringente.

Expérience  
des rayons  
parallèles sur  
une surface  
concave.

Par cette Expérience nous découvrons des rayons parallèles qui passant d'un milieu rare dans un plus dense, terminé par une surface concave, deviennent divergens.

Mais qui peut occasionner la divergence de ces rayons lorsqu'ils entrent dans l'eau ? C'est l'effet de la loi fondamentale du second principe, qui force tout rayon oblique, passant d'un milieu rare dans un plus dense, de se rapprocher de la perpendiculaire lors de sa réfraction. Or la surface concave du verre qui forme intérieurement une courbe sphérique, se présente obliquement aux rayons parallèles à

Dioptrique.

cause de sa courbure ; & ces rayons en se partageant prennent une figure conique , ce qui prouve leur divergence.

Expérience  
des rayons  
parallèles sur  
une surface  
convexe.

Si vous recevez ces mêmes rayons parallèles sur la surface d'un verre convexe que vous leur présenterez devant la cuvette , à la place du verre concave , vous les trouverez convergens après leur réfraction.

Le verre convexe est composé d'une quantité de petits plans insensiblement inclinés les uns sur les autres ; ainsi les rayons de lumière parallèles qui viennent incider directement sur la surface convexe d'un pareil verre , suivent l'inclinaison de ces petits plans , & se réfractent sur le rayon du milieu , qui est le seul qui suive sa direction naturelle en droite ligne , sans se réfracter. C'est cette deviation ou pli des rayons sur celui du milieu , qui leur donnent la convergence qui ne diminue ni n'augmente , parce que ce sont tous rayons parallèles , dont chacun se trouve vis-à-vis l'inclinaison d'une de ces petites surfaces courbes , dont le verre convexe est composé , sur laquelle il passe en droite ligne.

Suivons les Expériences sur les

rayons divergens & convergens, qui viennent incider sur les surfaces planes, concaves & convexes. Les mêmes principes nous serviront pour en expliquer les phénomènes.

Dioptrique.

Pour avoir des rayons divergens, vous ajusterez au trou du volet, un bout de tuyau de six pouces de long, environ d'un pouce  $\frac{1}{2}$  de diamètre, garni au bout qui rend dans la chambre d'un verre concave, dont la propriété est de donner la divergence aux rayons de lumière qui viennent s'y réfracter. Si vous faites passer des rayons de cette espèce sur la surface plane d'un verre posé devant la cuvette pleine d'eau, leur divergence diminuera dans l'eau, comme elle augmentera si vous l'en faites sortir pour entrer dans l'air.

Expérience  
des rayons  
divergens sur  
une surface  
plane.

La raison qui rend ces rayons moins divergens dans la cuvette remplie d'eau, que lorsqu'elle est vuide & qui les fait redevenir plus divergens en sortant de cette eau pour rentrer dans l'air, vient de ce que l'eau, milieu plus dense que l'air d'où ils sortent, résiste davantage, & que cette résistance les oblige de se plier en s'approchant de la perpendiculaire, selon le second prin-

Dioptrique.

cipe, comme ils se réfractent en sens contraire, selon la loi du troisième principe, c'est-à-dire, en s'éloignant de la perpendiculaire, lorsqu'ils sortent de l'eau pour rentrer dans l'air milieu plus rare.

Expérience  
des rayons  
divergens sur  
une surface  
concave.

Faites passer dans la cuvette par la surface d'un verre concave posé devant une pyramide de rayons divergens, dont le point de réunion où commence la divergence, se trouvera au centre de la concavité; vous n'apercevrez aucun changement de grandeur, ni de forme dans la pyramide de lumière.

Ainsi des rayons divergens, qui viennent jusqu'au centre de la concavité dans leur divergence naturelle, ne se réfractent point.

Eloignez la cuvette de façon que les rayons de lumière y entrent avec beaucoup de divergence; vous trouverez la base de la pyramide lumineuse moins large dans l'air qu'elle ne l'étoit dans l'eau.

par ce procédé l'on voit que les rayons divergens qui viennent de plus loin que le centre de la concavité augmentent de divergence.

Mais si vous rapprochez la cuvette  
pour

pour que les rayons entrent dans l'eau au commencement de leur divergence, la base de la pyramide s'élargira plus que dans les autres Expériences.

Dioptrique.

Ceci prouve que les rayons divergens qui viennent plus près que le centre de la concavité perdent de leur divergence.

Si nous ne nous écartons point de nos principes, & que nous ne les quittons jamais de vue, nous trouverons aisément la solution des effets de cette Expérience.

Des rayons divergens qui viennent du centre de la surface concave ne se réfractent point sur cette même surface en entrant dans l'eau, parce qu'ils tombent perpendiculairement sur tous les points de la concavité; mais s'ils commencent à diverger plus près ou plus loin que le centre de cette concavité, ils se réfractent indispensablement suivant nos loix & nos principes. S'ils sont plus éloignés du centre ils divergent davantage, & au contraire ils divergent moins, s'ils en sont plus rapprochés.

Expérience  
des rayons  
divergens qui  
passent sur  
une surface  
convexe.

Faites incider des rayons divergens dans la cuvette pleine d'eau par la surface d'un verre convexe que vous



Dioptrique.

placerez devant cette cuvette au lieu du verre concave.

Plus la piramide de la lumière que formeront ces rayons s'allongera, plus leur divergence diminuera, de manière qu'ils deviendront parallèles, & qu'ils pourront même passer à la convergence.

C'est toujours la vérité de nos principes qui donnent aux rayons de lumière les différentes formes qu'on leur voit prendre dans ces Expériences, & tout vient de l'assujétissement où ils sont aux loix de la réfraction.

Ainsi l'on doit rapporter au second principe l'effet des rayons divergens, que l'on fait passer par une surface convexe. Ces rayons perdent leur divergence à mesure que la piramide ou cercle lumineux s'allonge dans la cuvette, & on les voit passer au parallélisme, & même à la convergence; parcequ'en se réfractant dans un milieu plus dense, ils se rapprochent de l'axe vers la perpendiculaire au point de leur incidence, & cet effet devient plus considérable à mesure que le cercle lumineux s'éloigne.

Finissons les Expériences sur la Dioptrique, par celles des rayons con-

vergens qui passent sur des surfaces planes, concaves & convexes.

Dioptrique.

Pour avoir des rayons convergens, il faut mettre au bout du tuyau attaché au volet un verre convexe, dont la propriété est de donner la convergence; faites incider ensuite les rayons qui en proviendront sur la surface plane du verre, que vous poserez devant la cuvette pleine d'eau.

Expérience des rayons convergens passans sur une surface plane.

Lorsqu'ils arriveront de l'air dans l'eau, milieu plus dense, vous les verrez perdre de leur convergence; & si vous les faites repasser dans l'air, milieu plus rare que l'eau, leur convergence augmentera.

Des rayons convergens ne sont autre chose que des rayons droits opposés les uns aux autres, qui entrent obliquement dans un milieu ou plus dense, ou plus rare en sens contraire, ce qui occasionne la convergence au point de leur réunion.

Si vous faites incider des rayons de cette espèce dans la cuvette vuide par une surface plane, ils viendront se réunir au point où leur direction les conduit naturellement, en formant une pyramide de lumière dont la pointe entre dans la cuvette; & si vous

Dioptrique.

versez de l'eau dans la cuvette, la pyramide s'allongera, & vous verrez les rayons converger plus loin.

Cela s'accorde parfaitement avec nos principes qui veulent que tout rayon de lumière qui passe obliquement d'un milieu rare dans un plus dense, fasse sa réfraction en s'approchant de la perpendiculaire; & au contraire qu'il s'en éloigne s'il passe d'un milieu dense dans un plus rare. C'est la raison pour laquelle la convergence au point de réunion de ces rayons se trouve diminuée dans l'eau, & augmentée dans l'air.

Expérience  
des rayons  
convergens  
qui passent  
sur une sur-  
face concave.

Faites venir dans la cuvette pleine d'eau des rayons convergens, qui passeront sur la surface d'un verre concave mis à la place du verre plan.

Si les rayons convergent beaucoup ce qui dépend de la convexité plus forte du verre attaché au bout du tuyau, la pyramide de lumière s'allongera dès son entrée dans la cuvette, & sa forme deviendra plus irrégulière.

Si les rayons convergent moins, ils s'écarteront les uns des autres jusqu'au point de devenir parallèles, & ensuite divergens.

Cette Expérience prouve que des

rayons peuvent non-seulement diminuer de convergence, mais passer au parallélisme, & même devenir divergens.

Dioptrique.

C'est toujours en suivant le second principe que nous voyons les rayons convergens de cette Expérience, passant de l'air dans l'eau par une surface concave, perdre de leur convergence, & tendre à devenir parallèles à mesure qu'ils se prolongent, le devenir en effet; & même prendre la divergence lorsque la prolongation est assez considérable.

Faites incider des rayons convergens sur une surface convexe. Si le point de réunion se trouve au centre de la sphéricité du milieu réfringent, la convergence ne diminuera, ni n'augmentera dans quelques milieux plus denses ou plus rares que ces rayons se trouvent.

Expérience  
des rayons  
convergens  
qui passent  
sur une sur-  
face convexe.

Mais si le point de réunion se fait plus près que le centre de la convexité, les rayons qui passeront dans un milieu plus dense, diminueront de convergence, & au contraire, la convergence augmentera si le point naturel de réunion se trouve au-delà du centre de la sphéricité.

Lorsque des rayons convergens

Dioptrique.

viennent prendre leur réunion en deçà ou au-delà du centre de la sphéricité du verre convexe, ce qui leur arrive selon les milieux plus ou moins denses qu'ils traversent, ils perdent leur parallélisme en deviennent des rayons obliques, qui souffrent réfraction dans leur incidence, en s'approchant de la perpendiculaire, s'ils passent d'un milieu rare dans un dense, suivant le second principe; & en s'éloignant de cette perpendiculaire, s'ils viennent du milieu dense dans le rare, comme le troisième principe l'annonce.

Ce qui se passe dans les Expériences sur la dioptrique, & dans les effets qui en résultent, se rapportent aux principes qui forment la base de tous les Phénomènes que nous fournit cette science.

Quand on est assuré de ces vérités, on ne doit pas être étonné de voir les objets dans l'eau différents de ce qu'ils sont réellement, & dans des endroits où ils ne sont pas.

Les pierres, les plantes, un bâton dans un bassin, une cerise, une prune dans un verre plein d'eau; en un mot tous objets qui sont au fond de

l'eau que la vue peut appercevoir, paroissent beaucoup plus gros, & plus élevés par la réfraction que souffrent les rayons de lumière qui vont de notre œil à eux, & qui reviennent de ces objets à notre œil, suivant la convergence, ou la divergence qu'ont ces rayons soit en entrant, soit en sortant d'un milieu dans un autre, & cela toujours fondé sur nos principes qui ne varient jamais, & qui servent de règles pour toutes les opérations de la dioptrique.

Dioptrique.

Mettez un écu de trois liv. au fond d'un verre plein d'eau. Couvrez ce verre avec une assiette plate, & renversez le tout sans dessus dessous avec promptitude : vous verrez deux écus ; un de six liv. sur l'assiette, & un de trois liv. à la surface supérieure de l'eau.

Expérience.

L'écu paroît dans sa grandeur naturelle à la superficie de l'eau, parce que son image est élevée de la surface inférieure à la supérieure, par des rayons paralleles.

Il paroît double, parceque l'œil qui reçoit cette image la saisit par des rayons obliques, qui dans leur refraction s'écartent de la perpendiculaire

Dioptrique.

lorsqu'ils sortent d'un milieu dense pour entrer dans un plus rare.

Et l'organe le juge sur l'assiette amplifié d'un double au moins de son volume naturel, parce qu'il l'apperçoit par la surface courbe & convexe de l'eau qui prend la forme du verre où elle est contenue. Or la propriété d'une surface convexe, est de reporter les objets qui la pénètrent avec des angles plus ouverts & plus grands, dont elle est la base, & dont le sommet se trouve à l'organe de la vue qui les reçoit.

La réfraction nous fait encore appercevoir les objets dans l'eau au-dessus de l'endroit où ils sont placés lorsque les rayons de lumière qui nous les représentent, viennent obliquement de ces objets à nous.

Expérience.

Mettez une pièce d'or ou d'argent au fond d'une jatte de fayance, retirez-vous en arrière peu à peu, jusqu'à ce que le bord de cette jatte vous empêche de la voir : arrêtez-vous alors, & faites verser de l'eau dans la jatte. Quand il y en aura une quantité suffisante, vous appercevrez le louis d'or par chaque point éclairé de cette pièce qui devient vi-

sible par un faisceau de lumière qui passe obliquement de l'eau dans l'air. Or par nos principes nous scavons qu'un rayon de lumière qui passe obliquement d'un milieu dense dans un plus rare, se réfracte dans ce dernier en s'écartant de la perpendiculaire; & c'est à cause de cet écartement qu'essuie la piramide de lumière qui vient du lous d'or à l'œil, qu'on le voit dans l'eau au dessus de son véritable lieu.

---

Dioptrique.

Le lever du Soleil & de la Lune, dont les disques paroissent sur l'horizon avant que ces Astres y soient parvenus, & que nous voyons dans un lieu où ils ne sont pas effectivement, nous présente un phénomène dont l'explication devient simple lorsque l'on connoît les loix de la réfraction.

Effets des  
Astres à leur  
lever.

L'atmosphère qui remplit l'espace des cieux, est un milieu plus rare que celle qui regne autour de la terre, que l'on nomme *Atmosphère Terrestre*. D'après cette connoissance dont on ne peut douter, par toutes les Expériences réitérées depuis tant d'années, on est assuré que c'est par la réfraction de la lumière que nous appercevons les Astres sur l'horizon, le ma-



Dioptrique.

tin avant qu'ils y soient arrivés, & le soir après qu'ils en sont sortis.

Ainsi, lorsque nous voyons le Soleil à son lever, c'est son image que ses rayons nous apportent en entrant dans l'atmosphère terrestre, milieu plus dense que celui d'où ils sortent, & cette différence de densité qui les oblige de se réfracter pour s'approcher de la perpendiculaire, nous fait appercevoir l'astre où il n'est pas encore.

Il est essentiel d'observer que les rayons d'un Astre qui se réfractent pour venir à nous, ne suivent pas une ligne droite dans leur réfraction, comme ils feroient dans un milieu d'une densité uniforme. Cela vient de ce que l'atmosphère dans laquelle ils entrent est plus chargée de vapeurs, par conséquent plus dense en approchant de la terre. Or cette différence de densité contraint les rayons de se plier davantage, ce qui fait suivre à l'Astre une courbe qui diminue à mesure qu'il s'éleve, jusqu'à ce qu'il ait atteint le zenith.

Ces Exemples prouvent & constatent l'évidence & la vérité de nos principes.

## XXXVI. LETTRE.

CE que nous venons de remarquer, Monsieur, dans la Lettre précédente, les Principes, les phénomènes de la Dioptrique, leurs effets, & leur explication nous donnent la connoissance des propriétés des verres plans, concaves & convexes, qui font l'objet de cette science, & dont nous allons vous faire part des principales.

---

 Dioptrique.

Le *Verre Plan* ne forme point de foyer, parce qu'il ne peut rassembler les rayons de lumière qui lui viennent parallèlement, attendu que ses pores sont alignés, de façon qu'ils laissent passer en droite ligne ceux qui viennent les pénétrer.

 Propriété du  
Verre plan.

Les verres plans représentent les objets tels qu'ils sont, & dans leur situation lorsqu'ils ne sont pas trop épais. La réfraction qu'ils occasionnent aux rayons de lumière, comme milieux plus denses que l'air d'où ces rayons sortent, se trouve corrigée par une seconde qu'ils essuient à leur sortie de ces sortes de verres pour rentrer dans l'air, & qui devient parallèle à la pre-

Dioptrique.

Propriété du  
Verre concave.

mière , ce qui fait voir les objets tels qu'ils sont.

Les propriétés du Verre Concave sont différentes. Il n'a de commun avec le verre plan , que de ne pouvoir former de foyer postérieur. Il diminue l'objet de grandeur , & il est propre à ceux qui ont les yeux myopes.

Il n'est point verre ardent , parce que la trop grande divergence qu'il donne aux rayons l'empêche de les rassembler en un seul point , & lui en fait perdre une grande partie.

Il diminue l'objet que l'on regarde au travers parce qu'il le présente sous un angle plus petit. Cet effet vient de ce que les rayons convergens qui entrent dans le verre concave deviennent moins convergens lors de leur réfraction , & les rayons réfractés , qui vont se réunir au centre de l'autre concavité , sortent du verre sans souffrir une seconde réfraction , ce qui rétrécit l'angle sous lequel l'objet est apperçu.

Ce verre est bon pour les myopes qui ont le cristallin trop convexe , parce que sa fonction étant de rendre les rayons divergens , il rapproche & aggrandit l'angle sous lequel ces sortes de vues saisissent les objets.

Les *Propriétés des Verres Convexes* sont opposées à celles des verres concaves. Ils embrasent les corps combustibles exposés à leurs foyers. Ils présentent les objets éloignés dans des situations renversées ; ils les éclaircissent , ils les grossissent , & ils servent pour les instruments d'optique.

Dioptrique.

Propriété  
des Verres  
convexes  
lenticulai-  
res.

Un verre convexe lenticulaire réduit en cendre les corps combustibles que l'on expose à son foyer , parce qu'il rassemble en un même point un grand nombre de rayons solaires.

Vous voyez au travers d'un verre lenticulaire , les objets éloignés dans une situation renversée , parce que les rayons de lumière qui viennent des extrémités de ces objets se croisent au foyer du verre.

Le verre convexe éclaircit l'objet que l'on regarde au travers , parce qu'il rassemble au fond de l'œil plus de rayons de lumière , que l'organe n'en recevroit sans son secours ; conséquemment la lumière diverge moins , puisque les rayons sont plus resserrés.

Le verre convexe grossit les objets , parce qu'il les présente sous un angle plus grand. Or l'optique nous apprend qu'il est de principe que la grandeur

Dioptrique.

apparente d'un objet s'estime par la grandeur de l'angle sous lequel il vient jusqu'à notre organe. C'est par cette raison que l'on se sert de verres lenticulaires pour les Lunettes, les Microscopes, & pour les vues presbites dont le cristallin est affoibli & aplati, ou par infirmité, ou par vieillesse.

Le verre convexe lenticulaire possède un foyer postérieur, & un foyer antérieur, suivant ses deux convexités; ce qui le rend très-nécessaire pour les lunettes de longue vue.

Lunettes de longue vue.

Les *Lunettes de longue vue* ou *telescopes* sont deux usages. Ces instrumens servent pour la découverte, & l'examen des Astres, & pour voir les objets terrestres. Dans le premier cas on les nomme *Telescopes*, dans le second on les appelle *Lunettes d'approche*, ou de *longue vue*, parce que leur effet est de rapprocher & de grossir l'objet.

C'est depuis environ 300 ans qu'on les connoît. Du 14 au 15<sup>e</sup> siècle, un Ouvrier de Midelbourg en Zélande, regardant par hazard au travers de deux verres, l'un convexe, l'autre concave, découvrit que l'objet qu'il voyoit grossissoit considérablement sans se confondre. A cette découverte

Galilée joignit les règles de la dioptrique, & fit construire ces instruments suivant les proportions nécessaires.

---



---

Dioptrique.

Les premiers étoient composés de plusieurs tuyaux qui s'emboïtoient les uns dans les autres, dans lesquels étoient renfermés deux verres l'un objectif convexe placé à l'extrémité du tuyau, l'autre oculaire concave mis près de l'œil un peu au-dessus du foyer du verre objectif, ce qui rendoit l'objet plus distinct, plus net, & dans sa situation naturelle : plus net parce que selon les principes de la dioptrique, le verre lenticulaire rassemble les rayons de lumière qui vont converger à un point de réunion, qui forme le foyer de ce verre. Dans sa situation naturelle, & sans être renversé, parce que le verre oculaire concave étant placé au-dessus du foyer du verre objectif convexe, les rayons qui n'ont pas le temps d'arriver au point de concours ne peuvent se croiser.

Mais l'usage de ces Lunettes est d'un foible secours, parce que leur longueur & leur champ limité empêchent l'œil d'embrasser beaucoup d'objets à la fois : ce qui fit penser à Kepler

Dioptrique.

d'ôter le verre concave, & de lui substituer un autre verre convexe oculaire, en plaçant ces deux verres de manière que le foyer postérieur de l'objectif concourût avec le foyer antérieur de l'oculaire.

Par ce moyen la Lunette a plus de champ, par conséquent l'œil embrasse plus d'objets, qui sont vus sous des angles plus grands, mais dans une situation renversée, ce qui forme un inconvénient pour l'examen des desseins, paysages, perspectives, &c.

Pour remédier à ce défaut, on a ajouté deux verres oculaires convexes au premier, dont l'effet est de relever l'objet dans sa situation naturelle par la convergence que prennent les rayons au foyer du troisième au second verre oculaire, qui forme entre le premier, & le second oculaire une seconde image en sens contraire de la première, qui se trouve renversée entre l'objectif, & le troisième oculaire; alors l'œil placé au premier oculaire, reçoit cette image dans sa situation naturelle par la raison qu'il la recevrait renversée, s'il étoit placé au troisième oculaire, comme il arrive aux Lunettes composées de deux verres.

On met des petits cercles de cartons noircis, appelés *diaphragmes*, entre ces verres lenticulaires pour absorber & éteindre les rayons de lumière qui nuiroient à la netteté de l'image.

Dioptrique.

Newton, ce Philosophe qui sçavoit que plus il y avoit de verre à pénétrer, plus il se perdoit de rayons par le déchet que la lumière éprouve au passage de chaque verre; ce rare génie qui voyoit l'incommodité du service de ces Lunettes par leur extrême longueur, conçut le dessein de rectifier les verres lenticulaires, pour leur faire rassembler plus de rayons; mais il abandonna son projet, par l'inutilité de ses recherches, & se rejetta sur les miroirs. Ce fut d'après ce changement, qu'il fit construire le Téléscope qui porte son nom.

Ce Téléscope est composé d'un gros tuyau ouvert entièrement par un bout, pour laisser passer les rayons de lumière qui vont se rendre sur un miroir de métal plan, placé à l'autre bout en dedans de ce tuyau. Au milieu & vis-à-vis ce grand miroir plan, est un autre petit miroir de même métal un peu ovale, incliné de 45 dé-

Téléscope  
de Newton.



Dioptrique.

grés à l'axe du tuyau, qui reçoit ces mêmes rayons qui viennent converger en réfléchissant dessus, & qui les renvoyent sur une lentille placée sur le côté du tuyau en avant où ils reprennent leur parallélisme, & reviennent converger de nouveau sur l'œil qui se trouve placé à un petit trou vis-à-vis cette lentille.

Ce Télescope amplifie les objets & les rend renversés; mais on les redresse avec trois lentilles que l'on met dans le petit tuyau oculaire. Et l'on approche & recule à volonté le petit miroir plan avec une tige mobile sur laquelle il est posé.

Polémef.  
scopes.

Cet instrument est incommode en ce que les objets ne se présentent point en droite ligne, mais de côté comme dans les Polémescopes, qui tirent leur nom de l'usage auquel on les destine; car sans être apperçu, en s'appuyant derrière un parapet ou les remparts d'une ville, avec le secours d'un Polémescopé, on découvre sans risque les mouvemens des ennemis. Son effet est de représenter les objets de droite & de gauche, lorsqu'il paroît qu'on les examine en ligne droite.

Sa mécanique est simple. C'est une

glace inclinée de 45 degrés, mise au fond d'un tuyau vis-à-vis laquelle on ouvre ce tuyau. L'angle de réflexion égal à celui d'incidence, que font les objets qui vont se peindre sur ce miroir de côté, les ramène à l'œil qui se trouve à l'autre bout de ce tuyau pour les réunir.

Dioptrique.

Un nommé *Jacques Grégoiri*, entreprit de corriger le Téléscope de Newton; il en fit construire un, qui n'a été porté à sa perfection qu'en 1726. C'est celui dont on fait aujourd'hui le plus d'usage.

Ce Téléscope à miroir percé, est composé d'un gros tuyau ouvert par un bout, pour recevoir les rayons de lumière qui vont se réfléchir sur un miroir concave de métal percé par le milieu, qui se trouve placé à l'autre bout du tuyau.

Téléscope  
de Grégoiri.

Vis-à-vis le trou ouvert du grand miroir, se trouve en opposition un petit miroir de même métal plus concave que le grand, dont le diamètre est un peu plus grand que ce même trou du grand miroir, & monté comme celui du Téléscope de Newton, sur une tige mobile pour l'avancer, ou le reculer selon le besoin.

---



---

 Dioptrique.

Les rayons réfléchis par le grand miroir viennent converger au foyer des rayons parallèles ; ensuite ils deviennent divergens jusqu'au petit miroir qui les renvoie passer au trou du grand miroir , où ils sont reçus par un verre convexe , qui redresse l'image , & qui la porte à travers une lentille oculaire , à l'œil placé à un petit trou rond vis-à-vis cette lentille.

Ce Télescope a l'avantage de grossir considérablement les objets , & de les porter plus aisément à la vue , parce que l'œil est placé au bout du tuyau comme aux lunettes d'approche. Il fait l'effet d'une lunette de 6 à 8 pieds , s'il a 15 ou 16 pouces de long , & il en égale une de 30 pieds au moins , lorsqu'on lui donne le double de longueur.

---



---

## XXXVII. LETTRE.

*De la décomposition de la Lumière  
& de la nature de ses Couleurs.*

---

 Couleurs.

**L**A partie qui me reste à traiter , Monsieur , pour satisfaire à ma promesse , & remplir le plan que je me

suis proposé dans cet abrégé , est une des plus intéressantes, & des plus séduisantes que la Physique puisse avoir.

---

Couleurs.

Si je porte mes regards sur ces champs colorés & variés à l'infini. Si je contemple la magnificence que la nature répand sur ses productions , il me semble qu'elle n'est occupée que du soin de s'épuiser , pour m'offrir le spectacle le plus resplendissant , & le plus superbe que l'imagination puisse enfanter.

Je suis rempli d'admiration , en voyant l'art son émule , tirer parti des trésors dont elle nous enrichit. Avec quelle adresse , & quel avantage ce rival ne se sert-il pas des beautés sans nombre dont elle se décore ? De quelle envie & de quelle jalousie n'est-il pas atteint lorsqu'il fait ses efforts pour l'égalier , en voulant la surpasser ?

L'un & l'autre ne nous présentent que des objets ravissants. Quelles actions de grâces nous devons rendre à l'Être bienfaisant , qui n'a créé toutes ces beautés que pour flatter plus agréablement la vue , ce sens si nécessaire & en même-temps aussi délicat qu'il est précieux.

La décomposition de la lumière est

382 LETTRES PHYSIQUES:

Couleurs.

un des plus brillans phénomènes de la Physique expérimentale, & je n'en connois point de plus satisfaisant que celui d'en extraire les couleurs dont elle est composée; couleurs dont les nuances multipliées fournissent perpétuellement, par leur variété, de quoi contenter le goût particulier de chaque créature.

Il est donc question de séparer les couleurs de la lumière, & de traiter de leur nature; mais avant que d'entrer en matière, qu'il me soit permis de rendre hommage à l'illustre Auteur de cette découverte, au grand Philosophe qui le premier a osé pénétrer jusqu'au centre de l'astre si pur & si parfait qui les contient, pour y puiser de nouveaux miracles.

Extrait de  
la vie de  
Newton.

Isaac Newton, ce génie immortel en faveur de qui la nature a ouvert son sein pour lui prodiguer ce qu'elle a de plus rare, & de plus caché; cet esprit créateur qu'à peine un siècle a pu former, naquit à Woolstrophe en Angleterre. Il fit tant de progrès dans les Sciences, qu'à l'âge de 27 ans il fut nommé Professeur de Mathématique dans la fameuse Université de Cambridge.

La Géométrie de Descartes , & l'Optique de Kepler , lui fournirent les premiers principes de cette Science. En 1687, parut son Livre des *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*, Ouvrage dont M. de Fontenelles fait tant d'éloges, en avouant qu'il ne peut venir que d'un génie, qui dans le siècle le plus heureux ne tombe guerre en partage qu'à trois ou quatre hommes, pris dans toute l'étendue des pays sçavans

Couleurs.

Dix-sept ans après il donna son *Traité d'Optique*, modèle où les plus célèbres Physiciens vont s'enrichir des plus belles connoissances.

Enfin, ce grand homme, après quantité d'autres Ouvrages aussi dignes d'admiration, subit le sort du mortel le plus ordinaire. Il mourut âgé de 85 ans, & fut enterré dans l'Abbaye de Westminster, à Londres.

Jusqu'à Newton la Physique s'étoit soutenue sans qu'il fût question que les couleurs fussent une partie essentielle de la lumière. Voscius paroît être le seul qui prétendoit qu'elles résidoient dans cet être.

Descartes donnoit différentes modifications à la lumière, qu'il regardoit

---

 Couleurs.

comme un fluide homogène, dont les rayons globuleux tournoient sans cesse sur leur centre. De là il prétendoit que le plus ou le moins de vitesse dans le mouvement de ces rayons, occasionnoit au fond de l'organe les différentes impressions des couleurs.

Toutes les conjectures que les Philosophes ont porté sur cet important article. L'opinion même de Descartes toute spécieuse qu'elle étoit, n'a pu satisfaire Newton. Il lui falloit des faits, & il n'étoit réservé qu'à lui de les trouver. C'est d'après les connoissances que ce Philosophe en a laissé à la postérité, que nous en allons parler.

Presque tout le monde est affecté d'un préjugé très-facile à détruire : ceux qui n'ont nulle teinture de la Physique, pensent que les couleurs résident dans les corps : à la vérité ils en sont bien affectés, mais ce n'est point d'eux seuls que nous devons attendre des éclaircissimens contre ce préjugé ; c'est au contraire, dans le corps même de la lumière que nous devons fouiller pour trouver le lieu de leur résidence.

Qui peut nous faire appercevoir les objets ? sera-ce la nuit où nous nous  
trouvons

trouvons dépouillés de toute espèce de lumière. On ne peut juger des corps que lorsqu'ils sont visibles, & qui peut les rendre tels, si ce n'est la lumière? L'optique nous apprend que nous ne voyons les objets que par les rayons de lumière qui venant tomber dessus les réfléchissent & les peignent dans nos yeux, & c'est à ce moment que nous estimons leurs couleurs. Les couleurs dépendent donc de la lumière, & c'est dans cet être si brillant que nous devons les considérer. Imitons en cela Newton, & suivons-le dans les expériences qu'il a fait passer jusqu'à nous sur l'analyse des couleurs que la lumière renferme dans son sein.

---

 Couleurs.

L'on nous apprend que la découverte que fit Newton de la décomposition de cet être, n'est point le fruit de son travail sur cet objet, mais simplement l'effet d'un pur hazard qui le favorisa lorsqu'il s'occupoit de toute autre chose. Il avoit entrepris de perfectionner les verres des Téléscopes. Son intention étoit de les rendre plus clairs, & de rassembler une quantité plus considérable de rayons solaires sur le verre lenticulaire; & ce



Couleurs.

fut en cherchant à mettre son projet en exécution, qu'il s'apperçut par des Expériences décisives que la lumière n'est pas homogène dans toutes ses parties.

Expérience  
du Prisme  
qui décom-  
pose la lu-  
mière.

Cette grande découverte fut la solution, & le résultat de la belle Expérience que fit ce Philosophe, qui lui procura le plus brillant & le plus superbe phénomène. Pour y parvenir, Newton fit entrer un rayon solaire dans une chambre obscure & bien fermée, par un trou rond pratiqué au volet d'une fenêtre.

A ce rayon il présenta l'angle d'un prisme triangulaire équilatéral, & il vit sur un carton blanc élevé verticalement à 15 ou 16 pieds derrière le prisme, sept couleurs rangées en cet ordre en montant : Sçavoir, le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo & le violet.

On nomme couleur, une quantité particulière de lumière sous laquelle un objet se présente à notre organe, & l'on distingue ce terme par des noms différents, qui tous ont rapport aux différents corps qui les représentent suivant l'arrangement de leurs surfaces.

Un prisme est un verre solide d'environ 6 pouces de long, composé de trois faces dont chacune a ordinairement un pouce, ou un pouce  $\frac{1}{2}$  de large, qui relève le rayon solaire dans une situation presque horizontale, & le dilate en lui faisant marquer sur le carton une image de figure longue, terminée des deux côtés dans sa longueur par deux lignes droites, & arrondie par les deux bouts; où sont peintes les couleurs de la lumière dans l'ordre que nous venons de citer. La longueur de cette image égale le diamètre du rayon solaire, & la lumière réfractée paroît par bandes colorées.

---

Couleurs.

Cette Expérience de Newton prouve que les couleurs au nombre de sept résident dans la lumière, & que chaque rayon a sa couleur primitive & déterminée. Pour décider si ces couleurs sont des modifications, ou des propriétés inaltérables de la lumière, appellons les Expériences à notre secours.

Recevez comme dans la première Expérience, le rayon solaire sur l'angle du prisme. Le but de celle-ci étant de séparer chaque couleur en particulier; il faut présenter à 4 ou 5 pieds

Expérience  
qui prouve  
que chaque  
couleur peut  
se séparer.

---



---

 Couleurs.

du prisme une planche mince couverte d'un carton blanc d'un pied de long, percée au milieu d'une fente d'une ligne  $\frac{1}{2}$  de largeur, sur un pouce  $\frac{1}{2}$  de long. Cette planche doit être mobile par le moyen de deux anneaux, dans lesquels passe un bâton posé sur un guéridon qui se hausse, & se baisse à volonté.

La figure des rayons réfractés venant à tomber sur cette planche, on fait passer successivement par la fente chaque couleur qui va se peindre séparément sur un carton présenté au fond de la chambre.

Cette Expérience fait voir que l'image colorée que donne le prisme est un assemblage de couleurs que l'on peut séparer aisément.

Expérience  
qui prouve  
que les cou-  
leurs sont  
inaltérables.

Voulez-vous connoître si ces couleurs sont inaltérables, faites passer celui des sept rayons de couleur que vous jugerez à propos, par le trou de la planche. Ayez de plus, un second prisme dont l'angle sera de 30 à 40 degrés; un verre lenticulaire blanc de 2 à 3 pieds de foyer, sept autres verres lenticulaires représentant les sept couleurs, & des miroirs de différentes formes.

Le rayon de couleur simple que vous ferez passer par l'angle du prisme se réfractera, & ira peindre sur le carton blanc une tache de sa couleur naturelle, comme il l'avoit avant de rencontrer le prisme.

Couleurs.

La raison de cet effet vient de ce que les parties de lumière de ce rayon sont homogènes, étant composées chacune de la couleur qui lui est propre : dans ce cas l'image rendue sur le carton, ne peut être que d'une seule teinte, & ne peut se faire voir sous une figure oblongue, ni diversement colorée comme celle de la première Expérience.

Si vous choisissez un rayon rouge, par exemple, & que vous lui opposiez après son passage au second prisme, un verre lenticulaire bleu, ou verd, vous lui verrez conserver sa couleur rouge au foyer du verre.

Cela prouve, que les couleurs appartiennent à la lumière; qu'elles sont inaltérables de leur nature, & ne sont point des modifications de ce fluide, comme l'ont prétendu plusieurs Philosophes.

Si les couleurs ne résidoient pas dans la lumière, certainement le verre coloré de bleu ou de vert opposé

au rayon rouge rendroit une couleur bleue ou verte, mais nous voyons que ce rayon réfracté par une nouvelle lentille conserve sa couleur rouge sans être altérée.

De cet effet, nous devons conclure avec les Philosophes de qui nous tenons nos principes, que les corps diaphanes ne sont pas capables de colorer la lumière, mais qu'il faut les regarder comme des espèces de tissus analogues à chaque rayon de couleur suivant l'arrangement des parties qui composent leurs surfaces, & qu'un rayon de lumière homogène, qui se réfléchit sur une surface, doit peindre de sa couleur propre l'endroit sur lequel il est tombé, par la raison qu'il est inaltérable.

Lorsque vous ferez passer le rayon de couleur homogène au travers du verre lenticulaire de 2 à 3 pieds de foyer, vous lui verrez former deux cones opposés l'un à l'autre, & les miroirs de différentes formes sur lesquels vous ferez tomber ce rayon, l'étendront ou le resserront sans le changer de couleur.

Suivant les loix de la dioptrique, tout rayon de lumière soit simple,

soit composé, qui part du point lumineux pour se réfracter sur un verre lenticulaire, arrive avec divergence formant une pyramide dont la base est le verre: mais dans la réfraction que ce rayon effuie sur toutes les petites surfaces inclinées, dont le verre est composé, il est obligé de se plier en s'approchant de la perpendiculaire; alors il sort du verre avec une convergence qui réunissant toutes ses parties au foyer du verre, égale la divergence qu'il avoit en venant, & le fait paroître avec plus d'éclat.

---

 Couleurs.

La réflexion des miroirs ne peut faire changer de couleur un rayon de lumière simple, parce que toutes les parties qui le composent sont de même nature, & que sa couleur n'est point l'effet d'une cause accidentelle.

Les couleurs appartiennent donc à la lumière, elles y résident, & cela sans aucune contestation. Les faits sont trop clairs & les épreuves trop averées pour les revoquer en doute. Le hazard nous produit souvent cette certitude.

Lorsque dans les chaleurs de l'été on ferme les volets d'un appartement, on apperçoit un rayon du Soleil en-

Couleurs.

trer par quelque fente qui se trouve au volet, & on lui voit former une trace lumineuse garnie de petits filets de couleur au bord, qui forment une espèce de frange.

Ces expériences nous assurent que les couleurs ne sont pas des modifications, mais des propriétés inaltérables de la lumière.

## XXXVIII. LETTRE.

**N**ON seulement les couleurs qui sont dans la lumière sont inaltérables, comme nous venons de le voir dans la Lettre précédente, mais elles sont réfrangibles & réflexibles les unes plus que les autres, suivant les différents degrés de leur force. C'est ce que nous allons tâcher de développer en suivant les Expériences de Newton.

Expérience  
qui prouve  
que les rayons  
de couleurs  
sont réfran-  
gibles & ré-  
flexibles les  
uns plus que  
les autres.

Faites tomber sur un des côtés d'un prisme rectangulaire un rayon solaire qui viendra du trou du volet; la réfraction de ce rayon formera une image colorée dans l'ordre ordinaire sur un carton que vous élevez verticalement 5 à 6 pieds plus loin. Faites ensuite tourner ce prisme sur

son axe, jusqu'à ce que sa base fasse avec le rayon un angle de 50 degrés.

Couleurs.

Vous verrez alors le rayon se réfléchir & les couleurs quitter le carton pour aller se peindre ailleurs. Le violet comme le plus tendre sera celui qui se séparera plutôt.

Si vous faites passer ce rayon réfléchi par un second prisme, il se réfractera de nouveau, & se peindra sur un carton blanc que vous lui opposerez. Dans cette nouvelle réfraction les violets & les bleus se feront voir les premiers, & se placeront plus haut que les autres.

Une autre Expérience simple & curieuse prouve encore la réfrangibilité plus ou moins grande des couleurs; & que les plus tendres sont les plus réfrangibles.

Que l'on mette sur le plancher à 5 à 6 pieds d'une fenêtre bien éclairée, un carton de 6 pouces de long, large de 2 pouces, couvert par moitié d'un drap gros bleu, & cramoisi. En le regardant 8 ou 10 pieds plus loin au travers de l'angle d'un prisme, dont la longueur sera parallèle à celle du carton, & dont on tournera l'angle réfringent en haut, on verra l'image

Expérience  
qui prouve  
la même chose.



Couleurs.

du carton s'élever, la partie colorée en bleu plus haute & presque détachée de celle colorée en cramoisi.

Cette simple Expérience prouve que les couleurs qui sont dans la lumière, sont plus réfrangibles les unes que les autres.

La précédente donne la preuve qu'elles sont aussi plus réflexibles, & que la lumière est hétérogène en elle-même, & composée de parties dont on voit la différence par leurs degrés de réfrangibilité, & de réflexibilité. Que celles qui sont les plus réfrangibles, sont les plus réflexibles. Que le rayon violet comme le plus tendre est le plus réfrangible, conséquemment le plus réflexible; le rayon rouge le plus dur de tous est le moins réfrangible, & le moins réflexible, & que tous les autres le sont plus ou moins à proportion de ce qu'ils s'approchent ou s'éloignent de ces deux rayons.

Doute si l'orangé, le vert & l'indigo sont des couleurs primitives.

Mais les doutes que l'on a eu sur l'orangé, le vert & l'indigo, ont été poussés jusqu'à refuser de les regarder comme des couleurs simples & primitives; cette opinion s'est fondée sur ce qu'un mélange de rouge & de jaune, produit l'orangé, comme le

XXXVIII. LETTRE. 395

vert se trouve formé par celui du jaune & du bleu, & que le bleu mêlé avec le violet fait une couleur pourpre ou indigo.

Couleurs.

Donc a-t-on dit, il ne peut y avoir que 4 couleurs primitives : sçavoir, le rouge, le jaune, le bleu & le violet. Newton à voulu s'assurer du fait, & par l'Expérience que nous allons rapporter, il a trouvé que l'orangé, le vert & l'indigo sont des couleurs primitives, comme les quatre autres à qui l'on n'a pas disputé ce privilège.

Pour parvenir au but de cette Expérience, il faut faire coïncider les rayons de couleur les uns sur les autres, en introduisant dans une chambre obscure un jet de lumière que vous ferez tomber à 10 ou 12 pieds au-delà sur un verre lenticulaire, derrière lequel vous présenterez un prisme. Le spectre ira se peindre sur une planche mince, percée dans sa ligne verticale du milieu de 2 trous de 4 lignes de diamètre éloignés de 7 à 8 pouces l'un de l'autre, & posée & enchassée dans un pied, de manière qu'elle puisse se hausser & se baisser à volonté.

Expérience qui prouve que les trois couleurs sont primitives.

Vous prendrez un des rayons rou-

R vj

Couleurs.

ge, jaune ou bleu pour le faire passer par un des trous de la planche exposée au foyer de la lentille, qui marquera sur un carton blanc posé derrière, une tache ronde de sa couleur propre.

Si vous choisissiez le rayon rouge, faites-le coïncider avec le rayon jaune par l'autre trou de la planche, pour qu'il aille se placer avec la tache rouge peinte sur le carton.

En regardant à travers un prisme, ou à la vue simple, les images de ces deux rayons. Vous les verrez rondes, & teintées de leur couleur, si elles sont seules; & si vous les examinez sur la planche après les avoir fait coïncider l'une sur l'autre, elles se présenteront dans une figure un peu ovale, une couleur débordant l'autre. Cet effet sera le même en faisant coïncider le jaune sur le bleu, & le bleu sur le violet.

Voilà l'Expérience que fit Newton pour s'assurer que l'orangé, le vert, & l'indigo, étoient des couleurs simples & primitives, comme les quatre autres: effectivement puisqu'elles ne se décomposent pas, & qu'elles ont des degrés de réfrangibilité comme les au-

tres, elles doivent être regardées de même.

Lorsque l'on veut aggrandir l'image des couleurs, & lui donner une figure différente, au lieu de percer un trou au volet on y fait une fente étroite & taillée horizontalement, par laquelle on fait passer le rayon solaire. En mettant la longueur du prisme parallèle à la longueur de cette ouverture, l'image prend la forme d'un tableau carré & les couleurs paroissent rangées par bandes très-vives, & très-pures.

Newton prétend avec raison, que la lumière est un composé parfait des différentes couleurs mêlées dans une juste proportion, & que le brillant éclat qu'elle répand vient de l'exactitude de ce mélange. Ainsi l'impression que toutes ces couleurs font sur nous lorsqu'elles sont mêlées ensemble, ne peut être la même que celle qu'elles nous causent en les voyant séparément.

Faites entrer par le trou du volet, un jet de lumière que vous recevrez sur un prisme. A quatre pieds plus loin présentez aux rayons réfractés un verre lenticulaire de 4 à 5 pouces de dia-

---

Couleurs.

Expérience  
pour changer  
la forme du  
spectre.

Expérience  
qui prouve  
que la lumière  
est le mélange  
des  
couleurs.

mètre, & de 2 à 3 pieds de foyer, & recevez l'image qui en proviendra sur un carton placé derrière le verre.

Vous verrez les rayons en passant par la lentille former deux cones opposés par leurs pointes au foyer.

Si le carton se trouve au foyer du verre, l'image qui se peindra dessus ne formera qu'un petit cercle de lumière brillante sans couleur, comme un rayon qui vient du soleil sans l'interposition du prisme. Si vous interceptez une partie des rayons qui le forment avec le bout du doigt ou un filet de carton, le cercle perdra une partie de son éclat, & se colorera.

Et si en posant le carton immédiatement derrière la lentille, vous venez à le reculer jusqu'au foyer de ce verre, l'image colorée qui se peindra dessus diminuera de grandeur, comme elle augmentera & se renversera si vous lui faites passer le foyer du verre.

Cette Expérience prouve que la privation des couleurs dans la lumière vient du mélange complet de toutes les couleurs dont elle est composée.

L'image resserrée dans un très-petit cercle brillant, qui paroît sans couleur, lorsque le carton est précisément

XXXVIII. LETTRE. 399

au foyer du verre, & à qui on voit reprendre ses couleurs lorsque passé ce foyer, les rayons divergent & s'écartent les uns des autres après leur croisement, prouve encore que les couleurs résident dans ce petit cercle, & que ce qui empêche de les appercevoir au foyer est leur réunion parfaite & leur mélange proportionné.

Couleurs.

Si l'on avoit le moindre doute sur ce que j'avance, l'interception d'une partie des rayons qui forment le petit cercle lumineux par le filet de carton, qui occasionne une teinte à ce qui reste au cercle de lumière, suffit pour le lever entièrement.

L'image représente toujours les mêmes couleurs, soit qu'elle se resserre en approchant le carton du foyer de la lentille, soit qu'elle s'agrandisse en réculant ce même cercle & le portant au-delà du foyer du verre, parce que la convergence qui resserre les rayons de différente espèce, ou la divergence qui les écarte, ne peuvent rien sur les couleurs qui les composent; mais les deux effets différents occasionnent à l'image un allongement, & un rétrécissement sans se décolorer, & elle ne fait que changer de situation

en se renversant de haut en bas lorsqu'elle est portée au-delà du foyer.

Ces Expériences procurerent à Newton cette découverte si heureuse qu'aucun Philosophe ait jamais pu faire. Après les avoir répété plusieurs fois avec toute l'attention possible, & après avoir réfléchi sur les résultats qu'il trouva constamment les mêmes, il décida :

Que la lumière est un corps hétérogène composé de sept couleurs homogènes, chacune dans son espèce, qui différent entre elles, & qui sont désignées sous les noms de *rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo & violet.*

Que ces couleurs ont différents degrés de réfrangibilité, ce dont on ne peut douter par la forme de l'image allongée, & arrondie par les deux bouts que prend la lumière réfractée, lorsqu'elle sort du prisme.

Allongée pour contenir sept images particulières & circulaires colorées, qui s'élevent les unes plus que les autres.

Arrondie par les deux bouts, parceque ces sept images circulaires qui débordent les unes sur les autres, en se confondant un peu, représentent chacune en particulier une gerbe de rayons homogènes, d'un diamètre égal à celui

XXXVIII. LETTRE. 399

au foyer du verre, & à qui on voit reprendre ses couleurs, lorsque passé ce foyer, les rayons divergent & s'écartent les uns des autres après leur croisement, prouve encore que les couleurs résident dans ce petit cercle, & que ce qui empêche de les appercevoir au foyer est leur réunion parfaite & leur mélange proportionné.

Couleurs.

Si l'on avoit le moindre doute sur ce que j'avance, l'interception d'une partie des rayons qui forment le petit cercle lumineux par le filet de carton; qui occasionne une teinte à ce qui reste au cercle de lumière, suffit pour le lever entièrement.

L'image représente toujours les mêmes couleurs, soit qu'elle se resserre en approchant le carton du foyer de la lentille, soit qu'elle s'agrandisse en reculant ce même carton & le portant au-delà du foyer du verre, parce que la convergence qui resserre les rayons de différente espèce, ou la divergence qui les écarte, ne peuvent rien sur les couleurs qui les composent; mais ces deux effets différents occasionnent à l'image un allongement & un rétrécissement sans se décolorer, & elle ne fait que changer de situation

\* R viij



---



---

 Couleurs.

tives inalterables, réfrangibles, & réfléchibles; que de ces sept couleurs combinées & mêlées les unes avec les autres sortent toutes les autres couleurs composées que l'art & la nature varient à l'infini, & que le mélange juste & complet de ces sept couleurs primitives, forme la lumière vive & blanche qui nous éclaire, & qui jette un si grand éclat.

---



---

## XXXIX. LETTRE.

*Couleurs dans les Corps.*


---



---

 Couleurs  
dans les  
Corps.

NEWTON vient de nous éclairer, Monsieur, dans la décomposition de la lumière. C'est en le suivant pas à pas que nous avons cherché à prouver que les couleurs appartiennent à cet être, & qu'elles y résident au nombre de sept primitives. Mais il ne suffit pas de connoître comment on peut les en séparer, il faut encore examiner l'impression qu'elles portent sur les objets, & pourquoi tel corps paroît sous une couleur particulière; si cet effet vient de sa nature propre, ou de l'arrangement des parties qui le com-

XXXIX. LETTRE. 403

posent. Ne quittons pas de vue ce sublime Philosophe. Ce sera le guide le plus sûr pour nous remettre dans la route, si nous venions à nous en écarter.

~~\_\_\_\_\_~~  
Couleurs.  
dans les  
Corps.

L'on ne doit point douter que les corps ne contribuent aux couleurs sous lesquelles ils se présentent à nos yeux. Ils ont dans leurs pores certains arrangements destinés à nous faire apercevoir celles qu'ils reçoivent. L'inégalité, la délicatesse, la structure du tissu qui forme leurs surfaces, sont comme autant de petits cribles qui admettent, ou repoussent, ou absorbent les rayons qui viennent les frapper.

Les corps transparents dont les pores sont plus ouverts, laissent passer certains rayons de lumière, qui les pénètrent en retenant ceux qui leur sont propres, tandis que les corps opaques dont les pores sont plus resserrés sont réjaillir en avant les couleurs qui leur sont analogues.

La surface blanche dont les pores sont extrêmement serrés, réfléchit entièrement la lumière, qui tombe dessus sans en rien laisser passer.

Le noir au contraire a les siens si

Couleurs.  
dans les  
Corps.

ouverts qu'il donne l'entrée libre à toute espèce de rayons qui viennent s'y perdre, & s'y absorber.

Newton trouve la cause des phénomènes des corps colorés dans la ténuité plus ou moins grande, & dans les différents degrés d'amincissement des parties qui les composent sans les rendre responsables des effets qu'ils procurent.

Si la différence des couleurs sous lesquelles nous voyons les corps vient des différents arrangements, & des degrés de ténuité, plus ou moins considérables, qui se trouvent dans les pores du tissu qui compose leurs surfaces, toute surprise doit cesser à l'aspect de ces phénomènes qui étonnent l'imagination lorsque l'on n'en a pas encore approfondi la cause.

En effet, qui ne seroit tenté de crier au miracle, en voyant l'écrevisse perdre à la cuisson sa couleur verte pour reparoître sous le rouge le plus vif, si l'on ne sçavoit que la grande activité du fluide qui la pénètre, change sa contexture, & ne laisse à découvert qu'une surface propre à réfléchir des rayons rouges en absorbant tous les autres.

XXXIX. LETTRE. 405

Les métamorphoses des liqueurs colorées par leur mélange, dépendent de l'arrangement des parties superficielles des corps plus propres les uns que les autres à recevoir la lumière de telle ou telle espèce.

Couleurs  
dans les  
Corps.

Versez quelques gouttes d'esprit de nitre sur une teinture de tournesol, elle abandonnera sa couleur bleue pour paroître sous le plus beau couleur de feu.

Expériences

Pourquoi le sirop de violette est-il changé en rouge par le mélange d'un acide, & en vert par celui d'un alkali ? C'est que les acides qui sont des sels plus dévorents atténuent les parties de cette liqueur, de manière qu'elle n'est plus capable, que de réfléchir les rayons rouges, tandis que les alkalis qui sont aussi des sels pénétrants, mais moins mordants que les acides, ne changent l'arrangement de ces mêmes parties de la liqueur qu'au point de la mettre à portée de recevoir & de réfléchir des rayons plus doux, tels que les verts.

Expériences.

Les mêmes effets arriveront par la même cause dans une dissolution de cuivre par l'esprit volatil de sel ammoniac.

Couleurs  
dans les  
Corps.

Expérience.

Si vous versez un peu de cet esprit volatil sur une dissolution légère de vitriol bleu dans de l'eau, de façon qu'elle n'ait que la teinte de couleur d'aigue-marine, vous la trouverez du plus beau bleu du monde; versant ensuite un peu d'eau forte, le bleu disparaîtra & la liqueur reprendra sa couleur d'aigue-marine.

En voici une autre qui prouve que l'air a beaucoup de part aux couleurs que réfléchissent les corps sur lesquels il influe.

Expérience.

Mettez de la limaille de cuivre rose, dans une phiole pleine d'esprit volatil de sel ammoniac; bouchez-la promptement & exactement, la liqueur conservera sa couleur blanche; mais au moment que vous lui ferez prendre l'air, elle se changera dans un bleu superbe.

Newton nous apprend encore que non-seulement le changement de porosité des corps vient de ce qu'une liqueur aténue les parties d'une autre, comme nous l'avons annoncé plus haut, mais encore de l'effet contraire, c'est-à-dire, que les parties de certaines liqueurs que l'on mêle ensemble sont si grossières que dans leur

XXXIX. LETTRE. 407

union elles bouchent & ferment le passage aux rayons de lumière, & forment l'opacité.

Couleurs  
dans les  
Corps.

Tirez à clair une infusion d'un peu de sublimé corrosif dans de l'eau nette, sur laquelle vous verserez de l'huile de tartre par défaillance, il en naîtra un mélange opaque de la couleur de rouille de fer. Répandez sur ce mélange quelques gouttes d'esprit volatil de sel ammoniac, vous formerez un blanc de lait parfait.

Expérience.

Voilà deux liqueurs très-limpides, qui mêlées ensemble en forment une opaque & colorée, qui se change à son tour dans une autre aussi opaque & de couleur différente, par l'addition d'une troisième liqueur très-claire; mais qui reprendra bientôt sa première limpidité, & perdra toute couleur, si vous y joignez un peu d'esprit de nitre.

Par ces Expériences on voit des liqueurs claires, se colorer lorsqu'on les unit ensemble, & d'autres changer les couleurs qu'elles avoient naturellement avant leur union.

Si des liqueurs sans couleur en forment une décidée lorsqu'elles sont mêlées, c'est qu'au moment du mélange

Couleurs  
dans les  
Corps.

les pores de ces liqueurs changent de nature, en sorte qu'ils perdent leur propriété d'admettre toute lumière, & qu'ils ne sont capables que de laisser passer de nouveaux rayons propres & analogues à la nouvelle forme qu'ils prennent.

Dès que nous sçavons que c'est le différent arrangement que prennent les molécules des liqueurs dans leur mélange, dont les pores des unes sont divisés par les acides qui donnent entrée à telle ou telle espèce de couleur, & que les pores des autres se trouvent bouchés par l'épaisseur qu'acquièrent leurs molécules lors de leur union; on ne doit pas être étonné de voir ces molécules grossières empêcher toute espèce de rayon de lumière de les pénétrer, & de former l'opacité, & l'on doit s'attendre à voir renaître la limpidité dans ces mêmes liqueurs, si l'on y joint un autre véhicule qui soit en état de diviser les parties trop unies, & de leur rendre leur première ténuité; ce que fait l'esprit de nitre sur le mélange de la dissolution du sublimé corrosif avec l'huile de tartre par défaillance, ou avec l'esprit volatil de sel ammoniac.

C'est

C'est par ces causes que nous ve-  
 nons d'expliquer que l'on peut rendre  
 raison d'une infinité de phénomènes  
 de cette espèce qui se présentent con-  
 tinuellement sous nos yeux.

Couleurs  
 dans les  
 Corps.

Que je mêle une infusion de noix-  
 de-galles faite dans l'eau, avec une  
 autre infusion de vitriol de Mars, ou  
 de limaille d'acier faite aussi dans l'eau;  
 de ces deux liqueurs claires & trans-  
 parentes, j'en composerai une opaque  
 & noire comme de l'encre; & si sur ce  
 mélange je verse un peu d'eau-forte,  
 je rends sur le champ à cette liqueur  
 la transparence & la limpidité.

Expérience.

Les parties gommeuses de la noix  
 de l'expérience, s'accrochent avec les  
 parties ferrugineuses du vitriol de  
 Mars, d'une manière si intime qu'elles  
 ne forment plus toutes ensemble que  
 des molécules très-grossières, qui pré-  
 sentent un arrangement irrégulier, lais-  
 sent par cette nouvelle disposition un  
 passage libre aux rayons de lumière, qui  
 viennent s'éteindre & s'absorber dans  
 cette masse informe; mais l'eau-forte  
 que je verse sur ce mélange, est plus  
 analogue avec les parties ferrugineu-  
 ses. Après les avoir divisé & détaché de  
 celles de la noix-de-galles, elle les ron-



Couleurs  
dans les  
Corps.

ge & s'en empare avidement, ce qui fait cesser leur union, & ce qui dispose les liqueurs à réfléchir la lumière.

Cette Expérience nous fait connoître que l'opacité vient d'un assemblage de parties hétérogènes, & d'une porosité irrégulière & mal alignée.

Toutes les Expériences sur les changements de couleur que prennent différentes liqueurs dans leur mélange, nous conduisent à penser qu'il n'existe point de corps opaques, ou transparents, qui ne puissent changer leur état suivant les circonstances : car tel est transparent dans telle situation qui prend la plus parfaite opacité dans une autre comme nous venons de le voir, & cette même opacité disparoît par un nouvel arrangement, qui le fait revenir dans la plus grande transparence.

Voilà, Monsieur, les trésors que Newton a laissés à la postérité, sur la décomposition de la lumière, & sur les couleurs. La découverte des plus brillans phénomènes étoit réservée à cet illustre génie : aussi a-t-il poussé ses recherches jusqu'au scrupule, & il ne nous a rien laissé à désirer sur cet article. J'ai l'honneur d'être, &c.

F I N.



# TABLE

## DES MATIÈRES.

### A

- A** BRÉGÉ de la Vie de Descartes,  
*Lettre 1<sup>re</sup>, page 4.*
- Accélération des Graves dans leur  
 chute, *Let. 8, p. 100.*
- Acier, *Let. 6, p. 73.*
- Acier trempé, *ibid.*
- Action du Feu, *Let. 27, p. 264.*
- Air, *Let. 20, p. 200.*
- Air Grave, *Let. 21, p. 216.*
- Air Elastique, *Let. 21, p. 218.*
- Air Fluide, *Let. 22, p. 223.*
- Analise des Parties de l'Oreille, *Let. 23,*  
*p. 223 & suiv.*
- Analise des parties des Yeux, *Let. 30,*  
*p. 303.*
- Apparences trompeuses, *Let. 32,*  
*p. 329-330.*
- Aréomètre ou Pese-Liqueur, *Let. 19,*  
*p. 189-190.*

Astres paroissent plus grands à leur lever & à leur coucher, *Let.* 31, p. 314.

Avis de Sanctorius sur la Transpiration, *Let.* 2, p. 23.

## B

BALANCE Commune, *Let.* 9, p. 111.

Balance Romaine, *Let.* 9, p. 113.

Balance Hydrostatique, *Let.* 19, p. 195.

Batomètre, sa naissance, son usage, *Let.* 20, p. 206.

Brouillard, *Let.* 22, p. 225.

## C

CABESTAN, *Let.* 9, p. 118.

Catoptrique, *Let.* 33, p. 335.

Cause Physique de l'Elasticité, selon Newton, *Let.* 6, p. 74.

Changement de Direction, *Let.* 5, p. 56.

Chimie, *Let.* 28, p. 276.

le Coin, *Let.* 10, p. 126.

Compressibilité, *Let.* 2, p. 23.

Compression, *Let.* 2, p. 24.

Condensation, *ibid.*

Congelation des Liquides, *Let.* 15, p. 159.

Convergence, *Let.* 31, p. 237.

- Cordes , *Let. 10 , p. 119.*  
 Corps sans Ressort , *Let. 6 , p. 68.*  
 1<sup>ere</sup> Regle de leur choc , *ibid.*  
 2<sup>e</sup> Regle , *Let. 6 , p. 69.*  
 3<sup>e</sup> Regle , *Let. 6 , p. 70.*  
 Corps à Ressort , *Let. 6 , p. 75.*  
 3 Principes sur ces Corps , *Let. 6 ,  
 p. 76.*  
 Corps Solides plongés dans les Liqui-  
 des , *Let. 19 , p. 187.*  
 4 Loix qui en dépendent , *Let. 19 ,  
 p. 188.*  
 Corps Sonores , *Let. 23 , p. 237.*  
 Couleurs dans la Lumière , *Let. 37 ,  
 p. 386.*  
 Couleurs Inaltérables , *Let. 37 , p. 388.*  
 Couleurs Réfrangibles & Réflexibles ,  
*Let. 38 , p. 393.*  
 Couleurs dans les Corps , *Let. 39 ,  
 p. 402.*  
 Courbe , appelée *Parabole* , *Let. 7.  
 p. 85.*

## D

- DÉCISION de Newton sur les Cou-  
 leurs , *Let. 38 , p. 400.*  
 Décomposition de la Lumière , *Let. 37 ,  
 p. 380.*  
 Dioptrique ou Réfraction de la Lumiè-  
 re , *Let. 35 , p. 351.*  
 3. Principes , *Let. 35 , p. 354.*

- Direction de la Lumière, *Let. 31, p. 311.*  
 Dissolution des Minéraux par l'eau-  
 forte, *Let. 3, p. 39.*  
 Distillation de l'Eau, *Let. 13, p. 150.*  
 Distinction des Corps mous & des  
 Corps à ressort, *Let. 6, p. 66.*  
 Divergence, *Let. 31, p. 309.*  
 Divisibilité, *Let. 3, p. 34.*  
 Doute sur l'Orangé, le Vert & l'Indigo,  
*Let. 38, p. 394.*  
 Ductilité de l'Or, *Let. 3, p. 40.*

## E

- EAU, *Let. 11, p. 130.*  
 L'Eau n'est point parfaitement pure,  
*Let. 11, p. 136.*  
 L'Eau courante propre à la boisson,  
*Let. 11, p. 140.*  
 L'Eau arrête l'incendie, *Let. 13, p. 153.*  
 Eau dissolvant, *Let. 13, p. 152.*  
 L'Eau en état de Glace, *Let. 14, p. 154.*  
 L'Eau convertie en Glace augmente  
 de volume, *Let. 14, p. 156.*  
 Eau salée plus difficile à geler, *Let. 15,  
 p. 162.*  
 Eau comme Vapeur, *Let. 16, p. 165.*  
 Ebullition de l'Eau, *Let. 13, p. 151.*  
 Echo, *Let. 23, p. 242.*

Effet du Microscope Composé, *Let. 3,*  
*p. 31.*

Effets du Feu, *Let. 26, p. 259.*

Effets des Astres à leur lever, *Let. 35,*  
*p. 369.*

Elasticité, *Let. 6, p. 72.*

Encre de simpatie, *Let. 2, p. 19.*

Eolipile, *Let. 16, p. 171.*

Epreuve sur les qualités de l'Eau;  
*Let. 11, p. 137.*

Equilibre des Liquides Homogènes,  
*Let. 17, p. 174.*

3 Principes, *ibid.*

Equilibre des Liquides Hétérogènes;  
*Let. 18, p. 184.*

2 Principes, *ibid.*

Etang en Irlande, qui change un bâ-  
 ton moitié en pierre & moitié en  
 fer, *Let. 11, p. 139.*

Extrait de la Vie de Newton, *Let. 37,*  
*p. 382.*

F

FAIRE le Vuide, *Let. 2, p. 17.*

Fermentation des Liqueurs, *Let. 28,*  
*p. 297.*

Fermentation des Végétaux, *Let. 28,*  
*p. 286.*

le Feu, *Let. 25, p. 251.*

Actif, *Let. 25, 255.*

Elastique, *ibid.*

- le Feu Fluide, *Let. 25, p. 253.*  
 Feux Follets, *Let. 28, p. 288.*  
 Figure des Corps, *Let. 3, p. 27.*  
 Filtration de l'Eau, *Let. 13, p. 150.*  
 Fontaine Intermittente, *Let. 1, p. 11.*  
 Fontaine de Cracovie dont la vapeur  
 prend feu, *Let. 11, p. 138.*  
 Fontaine en Auvergne, qui change le  
 bois en pierre, *Let. 11, p. 139.*  
 Fontaine en Pologne, qui change le  
 fer en cuivre, *ibid.*  
 Fontaine près Chevreuse, qui fait  
 perdre les dents, *Let. 11, p. 140.*  
 Fontaine en Paphlagonie, qui enni-  
 vre, *ibid.*  
 Force de l'Eau, *Let. 13, p. 150.*  
 Forces, *Let. 7, p. 86.*  
 Force Motrice, *ibid.*  
 Force Projectile, *Let. 7, p. 87.*  
 Force d'Inertie, *Let. 7, p. 89.*  
 Force Centrifuge, *Let. 7, p. 90.*  
 Force Centripete, *Let. 7, p. 91.*  
 Forces Centrales, *ibid.*  
 Frotemens, *Let. 4, p. 44.*  
 Fusion des Métaux, *Let. 27, p. 271.*

## G

- GIVRE, *Let. 22, p. 225.*  
 Glace donne un refroidissement plus  
 grand, en se fondant par l'addition  
 des sels, *Let. 15, p. 162-163.*

- Grandeur de l'Objet, *Let. 32, p. 327.*  
 Gravité spécifique de l'Or & du Fer,  
*Let. 19, p. 197.*  
 Gravité des Corps, *Let. 8, p. 92.*  
 Gravure en Taille Douce, *Let. 1,*  
*p. 15.*  
 Grêle, *Let. 22, p. 227.*

## H

HYDROSTATIQUE, *Let. 17, p. 173.*

## I

- INTENSITÉ du Son, *Let. 23, p. 240.*  
 Interruption de la Lumière, *Let. 31,*  
*p. 311.*  
 Introduction, *Let. 1, p. 1.*

## L

- LÉVIER du 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> & 3<sup>e</sup> genre, *Let. 9,*  
*p. 104 & suiv.*  
 Loix de Newton sur le Mouvement,  
*Let. 4, p. 43.*  
 Lumière, *Let. 29, p. 290.*  
 Lumière s'affoiblit par l'éloignement,  
*Let. 31, p. 312.*  
 Lunettes de longue vue, *Let. 36,*  
*p. 374.*

## M

- MACHINE Pneumatique, *Let. 2, p. 17.*  
 Machine des Frotemens, *Let. 4, p. 45.*



- Marmite de Papin, *Let. 16, p. 167.*  
 Méchanique, *Let. 9, p. 104.*  
 Météores Aqueux, *Let. 22, p. 225.*  
 Météores Ignés, *Let. 28, p. 287.*  
 Microscope Simple, *Let. 3, p. 28.*  
 Microscope Composé, *Let. 3, p. 29.*  
 Microscope Solaire, *Let. 3, p. 30.*  
 Milieux qui transmet le Son, *Let. 23,*  
*p. 239.*  
 Miroir Plan, *Let. 33, p. 338.*  
 Miroir Convexe, *ibid.*  
 Miroir Concave, *ibid.*  
 Mouvement des Corps, *Let. 4, p. 41.*  
 Mouvement Communiqué, *Let. 6,*  
*p. 66.*  
 Mouvement Composé, *Let. 7, p. 83.*  
 Moyen pour épurer l'Eau de la Mer,  
*Let. 13, p. 149.*

## N

- NATURE des Corps, *Let. 1<sup>ere</sup>, p. 8.*  
 Nature de la Lumière, *Let. 29,*  
*p. 295.*  
 Neige, *Let. 22, p. 227.*  
 Nuées, *Let. 22, p. 226.*

## O

- OBJETS se peignent à la fois dans les  
 deux yeux, *Let. 32, p. 331.*  
 Œil Myope & Presbite, *Let. 32,*  
*p. 332.*

- Oiseau dans le vuide, *Let. 20, p. 202.*  
 Ombre, *Let. 31, p. 312.*  
 Optique, *Let. 31, p. 308.*  
 Or Fulminant, *Let. 27, p. 268.*  
 Origine des Fontaines, *Let. 11, p. 136.*  
 Oscillation du Pendule, *Let. 8, p. 102.*

## P

- PÉSANTEUR Absosue, *Let. 8, p. 100.*  
 Pésanteur Spécifique, *Let. 8, p. 103.*  
 Phosphores, *Let. 29, p. 298.*  
   Naturels, *ibid.*  
   Artificiels, *Let. 29, p. 301.*  
 Plan de cet abrégé, *Let. 1<sup>re</sup> p. 7.*  
 Plan Incliné, *Let. 10, p. 122.*  
 Pluie, *Let. 22, p. 226.*  
 Poisson dans le vuide, *Let. 20, p. 202.*  
 Polémoscope, *Let. 36, p. 378.*  
 Pompe à Feu, *Let. 16, p. 115.*  
 Porcelaine, *Let. 26, p. 263.*  
 Porosité des Corps, *Let. 2, p. 15.*  
 Poudre Fulminante, *Let. 27, p. 267.*  
 Poudre à Canon, *Let. 27, p. 269.*  
 Poulie Fixe, *Let. 9, p. 114.*  
 Poulie Mobile, *Let. 9, p. 115.*  
 Poulie Moufflée, *ibid.*  
 Pression de l'Air, *Let. 20, p. 204.*  
 Preuves que les Bulles qu'on voit s'élever dans l'ébullition du Mercure, ne sont pas de l'Air, *Let. 27, p. 265.*

Propriété du Miroir Plan, *Let.* 34,  
*p.* 342.

du Miroir Convexe, *p.* 346.

du Miroir Concave, *p.* 347.

Propriété des Tubes Capillaires,  
*Let.* 19, *p.* 199.

Propriété des Verres Plans, *Let.* 36,  
*p.* 371.

des Verres Concaves, *p.* 372.

des Verres Convexes, *p.* 373.

Pyrophore, *Let.* 28, *p.* 284.

## Q

QUALITÉS des Corps Elastiques, *Let.* 6,  
*p.* 72.

## R

RAYONS de Lumière peignent les ob-  
 jets : comment, *Let.* 32, *p.* 318.

Récipient, *Let.* 2, *p.* 27.

Recul des Armes à feu, *Let.* 6, 16,  
*pp.* 79, 170.

Réflexion des Corps, *Let.* 5, *p.* 58.

Réfraction, *Let.* 5, *p.* 62.

Réflexion sur les Vents, *Let.* 22,  
*p.* 232.

Réffistance des Milieux, *Let.* 4, *p.* 49.

Réffort des Corps nécessaire pour la  
 Réflexion, *Let.* 5, *p.* 61.

Roiée, *Let.* 22, *p.* 227.

Rones, *Let.* 9, *p.* 117.

## S

SALURE de l'Eau de la Mer, *Let. 12,*  
*p. 141.*

Avis différens sur cette Salure ;  
*Let. 12, p. 142 & suiv.*

Résultat, *Let. 12, p. 146 & suiv.*

Sentiment sur la Divisibilité, *Let. 3,*  
*p. 35.*

Sentimens sur l'effet des Vapeurs qui  
s'élèvent & se répandent dans l'At-  
mosphère, & comment elles retom-  
bent, *Let. 8, p. 96 & suiv.*

Sentimens sur l'origine des Fontaines,  
*Let. 11, p. 132.*

Serein, *Let. 22, p. 228.*

Solidité des Corps, *Let. 1<sup>ere</sup> p. 10.*

Son, *Let. 23, p. 234.*

Réfléchi, *Let. 23, p. 241.*

Articulé en Voix Humaine, *Let.*  
*24, p. 244.*

Rélatif ou Musique, *Let. 24, p. 245.*

## T

TÉLESCOPE de Newton, *Let. 36,*  
*p. 377.*

Télescope de Grégori, *Let. 36, p. 379.*

Thermomètre, *Let. 26, p. 261.*

Thermomètre de M. de Reaumur ;  
*Let. 26, p. 262.*

422 TABLE DES MATIÈRES.  
Tonnerre, *Let. 28, p. 288.*  
Treuil, *Let. 9, p. 118.*  
Tubes Capillaires, *Let. 19, p. 198.*

V

VAPEUR de l'Eau d'une force extrême,  
*Let. 16, p. 169.*  
Vapeur qui sort de l'éolipile n'est point  
de l'air, *Let. 16, p. 172.*  
Vents, *Let. 22, p. 228.*  
Généraux, Périodiques, & Va-  
riables, *Let. 22, p. 231.*  
Vis, *Let. 10, p. 126.*  
Vis Extérieure & Intérieure, *Let. 10.*  
*p. 127.*  
Vis fans Fin, *Let. 10, p. 128.*  
Vis d'Archimedes, *Let. 10, p. 129.*  
Vitesse du Vent, *Let. 22, p. 231.*  
Vitesse du Son, *Let. 23, p. 242.*  
Vol des Oiseaux, *Let. 4, p. 53.*  
Usage de la Balance Hydrostatique,  
*Let. 19, p. 196.*  
Vue, *Let. 30, p. 302.*

*Fin de la Table des Matières.*

---

## APPROBATION.

J'AI LU par l'ordre de Monseigneur le Chancelier, un Manuscrit, qui a pour titre *Lettres Physiques, &c.* dans lequel je n'ai rien trouvé qui doit en empêcher l'impression. A Paris le 27 Juillet 1763.

Signé, FOUCHER.

---

## PRIVILÈGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu Roi de France & de Navare : A nos Amés & Féaux Conseillers les gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, grand Conseil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenants Civils & autres nos Justiciers qu'il appartiendra; SALUT. Notre amé *Louis-Guillaume Dehanfy, Libraire à Paris*; Nous a fait exposer qu'il désiroit faire imprimer & donner au Public un Ouvrage qui a pour titre *Lettres Physiques*, s'il Nous plaisoit lui accorder nos Lettres de Privilège pour ce nécessaires. A ces causes, voulant favorablement traiter l'Exposant, Nous lui vons permis & permettons par ces Presentes de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui semblera, & de le vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume pen-

dant le tems de *trois* années consécutives; à compter du jour de la datte des Présentes: Faisons defences à tous Imprimeurs, Libraires, & autres personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre obéissance; comme aussi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage, ni d'en faire aucun extrait sous quelque pretexte que ce puisse être, sans la permission expresse & par écrit dudit Exposant ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiscation des exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenants, dont un tiers à nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers audit Exposant, ou à celui qui aura droit de lui, & de tous dépens, dommages & intérêts: A la charge que ces Présentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impression dudit Ouvrage sera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en bon papier & beaux caractères, conformément à la feuille imprimée attachée pour modèle, sous le contre-scel des Présentes; que l'Impétrant se conformera en tout aux réglemens de la Librairie & notamment à celui du 10 Avril 1725: qu'avant de l'exposer en vente, le manuscrit qui aura servi de copie à l'impression dudit Ouvrage, sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le Sieur DE LAMOIGNON; & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplai-

res dans notre Bibliothèque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle dudit Sieur DE LAMOIGNON, & un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France ledit Sieur FEYDEAU DE BROU; le tout à peine de nullité des Présentes; du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Exposant ou ses ayant cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie desdites Présentes qui sera imprimée tout au-long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage soit tenue pour dûment signifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conseillers & Secrétaires foi soit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & nécessaires sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Normande & lettres à ce contraires; Car tel est notre plaisir. DONNÉ à Paris le dix-huitième jour du mois de Mai l'an de grace mil sept cent soixante-trois, & de nôtre Regne le quarante-huitième.

Par le Roy en son Conseil,

Signé, LE BEGUE.

*Réglé sur le Registre XV, de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N<sup>o</sup>. 843, fol. 449, conformément au règlement de 1723. A Paris ce 5 Aout 1763.*

Signé, LE BRETON, Syndic.



---

---

## E R R A T A.

- Page 18, ligne 13, Phylofophes, lifez Philo-  
fophes.*
- P. 21, lig. 15, 16 & 17, vitriol blanc dont  
la bafe eft du zine calciné au foieil, & pul-  
vérisé, lif. vitriol blanc calciné au foieil, &  
pulvérisé dont la bafe eft du zine.*
- P. 34, lig. 32, 33 & 34, fi les Mouches ne  
trouvent point de jerme pour y déposer leurs  
œufs, cependant, lif. fi l'air n'en apporte les  
germes; cependant, &c.*
- P. 46, lig. 30, l'angle que forment, lif. que  
forme.*
- P. 47, lig. 1<sup>ere</sup> leurs deux circonferéce fe  
trouve de, lif. de leurs deux circonferéces  
fe trouve.*
- P. 67, lig. 28, qu'ils n'en eft point, lif. n'en  
ont point.*
- P. 69, lig. 30, qu'on leur, lif. qu'on lui.*
- P. 80, lig. 10, a reçus, lif. a reçu.*
- P. 87, lig. 29, son rrou, lif. font ou.*
- P. 114, lig. 1<sup>ere</sup> métal, lif. métal.*
- P. 140, à la note, Sentiffes, lif. Senliffes.*
- P. 142, lig. 2, verrez une eau, lif. aurez une eau.*
- P. 143, lig. 24, dans laquelle, lif. dans lequel.*
- P. 164, lig. 6, forment cette, lif. forment une.*
- P. 169, lig. 22, fait, lif. fera.*
- P. 171, lig. 21, pour l'éclipile, lif. pour le  
prouver.*
- P. 181, lig 14, de cuive, lif. de cuivre.*
- Idem. lig. 17, & 18, de cuive, lif. de cuivre.*
- P. 182, lig. 24, de cuive, lif. de cuivre.*
- P. 193, lig. 13, & n'oppofe, lif. n'oppofe.*

- P. 201, *lig.* 25, respiration, *lis.* inspiration.  
P. 214, *lig.* 2, pour l'union, *ajoutez*, de ces deux calotes.  
P. 216, *lig.* 5, est pur, *lis.* est par; *lig.* 6, son effet, *lis.* son ressort.  
P. 221, *lig.* 3, d'Hienn, *lis.* d'Hieron; *lig.* 8 & 9, in érieures, *lis.* inférieures; *lig.* 18 & 19, intérieure, *lis.* inférieure.  
P. 231, *lig.* 28, Pagiot, *lis.* Pajot; *lig.* 29 & Berny, *lis.* Bercy.  
P. 249, *lig.* 2, entendre, *lis.* en tendre.  
P. 250, *lig.* 29 & 30, que donnent des cordes; *lis.* qui donnent des accords.  
P. 305, *lig.* 9 & 10, arachinoide, *lis.* arachnoide.  
P. 326, *lig.* 27 & 28, qui reçoit, *lis.* qui réunit.  
P. 336, *lig.* 6, en deviennent, *lis.* & deviennent.  
P. 374, *lig.* 15, sont, *lis.* ont.  
P. 379, *lig.* 9, Gregoiti, *lis.* Gregori.  
P. 399, *lig.* 21, ce même cercle, *lis.* ce même carton.  
P. 410, *lig.* 19, arangement, *lis.* arrangement.

A 210585B

