

Ex libris Champfleury
1821

LEÇONS
DE PHYSIQUE
EXPERIMENTALE.
TOME SECOND.

**Groupe Histoire des Sciences
et Epistémologie**

LEÇONS
DE PHYSIQUE
EXPERIMENTALE.

PAR M. SIGAUD DE LA FOND;
*Démonstrateur de Physique
Expérimentale, & Maître de
Mathématiques.*

T O M E II.



A P A R I S,

Chez DES VENTES DE LA DOUÉ,
Libraire, rue Saint Jacques, vis-à-vis
le Collège de Louis le Grand.

M. D. CC. LXVII.

Avec Approbation, & Privilège du Roi.



LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

LEÇON V.

De l'Areostatique.

CCXVII. **L'**AREOSTATIQUE qui va faire l'objet de cette leçon, traite de la nature, des propriétés & des effets de l'air. La nature de ce fluide me paroît avoir échappé jusqu'à présent, aux recherches des plus habiles Physiciens. Les différentes idées que cette question a fait naître, ne sont point assez bien établies, pour trouver place dans cette leçon. Nous nous bornerons donc à la considération des propriétés

Tome II.

A

de ce fluide & des effets qu'elles produisent.

CCXVIII. On convient actuellement que l'air est un fluide : que ce fluide est pesant & élastique, & que c'est par ces trois propriétés, qui en sont inséparables, qu'il concourt à presque tous les phénomènes de la nature.

C'est à son extrême fluidité que nous sommes redevables de la facilité avec laquelle il se laisse diviser : c'est à sa pesanteur qu'il faut rapporter tous les phénomènes, que les anciens attribuoient à l'horreur de la nature pour le vuide : c'est son élasticité qui nous met à l'abri de cette pression énorme, qu'il exerce continuellement sur l'habitude de notre corps : car nous aurons occasion d'observer par la suite, qu'un homme de moyenne taille, supporte de la part de l'air une pression, qui équivaut à celle d'un poids de plus de 20000 liv. : c'est le concours de ces trois propriétés, qui font de l'air un milieu propre à la propagation du son; c'est par elles qu'il concourt à la production & à l'entretien du feu : ce sont elles qui le rendent propre à l'entretien de la vie animale, &c.

CCXIX. Nous parlerons dans cette Leçon de la pesanteur & du ressort de l'air. La découverte de la pesanteur de l'air peut encore être rangée parmi les nouvelles découvertes ; puisque ce fut *Galilée* qui y donna lieu, quoiqu'on ne puisse nier que le célèbre *Aristote* qui mourut 322 ans avant J. C. connut cette propriété, (a) qui étoit toujours restée dans l'oubli, jusqu'à l'époque que nous allons rapporter. Des pompiers d'Italie ayant construit une pompe aspirante, & voyant que malgré leurs efforts & leurs soins, l'eau ne pouvoit s'élever au-dessus de 32 pieds, ils consulterent le célèbre *Galilée* qui étoit mathématicien du Grand Duc de Toscane. Celui-ci surpris du récit qu'on lui fit, ne voulut point faire paroître sa surprise, & se contenta de leur dire, que cela venoit de ce que la nature n'avoit horreur du vuide, que jusqu'à un certain point ; & il mourut avant d'avoir pu découvrir la cause de ce phénomène. *Toricelli* son disciple, réfléchissant sur ce phénomène, soupçonna que l'élévation de l'eau dans les pompes, dépendoit d'une

(a) Dict. de Moreri à l'art. *Aristote*.

4 DE L'AREOSTATIQUE.

force extérieure ; qui obligeoit l'eau à s'élever jusqu'à une hauteur déterminée. Raisonnant ensuite par analogie , il se persuada que cette force ne pourroit élever un fluide plus pesant que l'eau , qu'à une hauteur proportionnée à sa densité. L'expérience confirma son idée. Il prit un tube d'environ 4 pieds de longueur , fermé hermétiquement d'un côté ; il le remplit de mercure , & après avoir bouché son orifice avec le doigt , il le plongea dans une cuvette , dans laquelle il avoit versé une certaine quantité de mercure & d'eau , & il observa que la colonne de mercure se précipita en partie dans la cuvette , & qu'elle demeura suspendue , à 27 , ou 28 pouces dans l'intérieur du tube , expérience qu'on peut répéter aisément , sans mettre d'eau dans la cuvette, ce qui est tout-à-fait inutile.

Le P. *Mersenne* Minime de Paris , fut le premier qui fut instruit de cette expérience. On la lui communiqua d'Italie en 1644. Ce fut lui qui la divulgua en France. (a) M. *Petit*

(a) Trait. de l'équil. des liqueurs de *Pascal*. Préface, p. xij.

DE L'AREOSTATIQUE. 5

intendant des fortifications, en fit part à M. *Paschal*, qui étoit alors à Rouen : ce qui donna à ce dernier occasion de faire plusieurs autres expériences relatives à cet objet, & qui firent la matière d'un ouvrage qu'il publia en 1647.

Cette même année M. *Paschal* apprit que *Toricelli* soupçonnoit que l'air étoit pésant, & que la suspension du mercure dans le tube, dont nous venons de parler, ainsi que l'élevation de l'eau dans les pompes aspirantes, étoit un effet de la pesanteur de ce fluide : cela détermina M. *Paschal* à faire plusieurs tentatives propres à confirmer cette idée. Parmi les différentes expériences qu'il fit à cet égard, la plus curieuse, & en même tems celle qui emporte la conviction avec elle, fut celle qu'il fit faire sur le puits de Dôme, en Auvergne. Voici en peu de mots ce qui détermina M. *Paschal* à faire cette expérience & la réussite qu'elle eut.

Si c'est à la pesanteur de l'air qu'on doit rapporter la suspension du mercure, dans le tube de *Toricelli*; c'est sans contredit à la pesanteur d'une co-

6 DE L'AREOSTATIQUE.

lonne d'air de même base que la colonne de mercure, suspendue dans le tube, & dont la longueur est égale à toute la hauteur de l'atmosphère. Or la base demeurant la même, la pression de cette colonne sera comme la hauteur; par conséquent cette pression augmentera, ou diminuera, suivant que cette colonne sera plus longue ou plus courte. Cela posé si on répète l'expérience de *Toricelli* au pied & sur le sommet d'une montagne, la pression de l'air étant plus grande dans le premier, que dans le second cas, la colonne de mercure suspendue dans le tube, sera plus longue au bas de la montagne, que vers le haut. Ce raisonnement détermina *M. Paschal* à écrire à *M. Perier* & à le prier de répéter cette expérience, au pied & au haut du puits de Dôme. Celui-ci la fit le 19 Septembre 1648, avec tout le succès possible: il la fit d'abord dans le jardin des Minimes, qui est presque l'endroit le plus bas de la ville, & il trouva que la colonne de mercure étoit de 26 pou. $3 \frac{1}{2}$ lig. il la répéta ensuite au haut du puits de Dôme, à 500 toises environ au-dessus du jardin des Minimes, & la hauteur de la co-

lonne fut de 22 pou. 2 lig. M. *Perrier* fit différentes stations, à différentes hauteurs, & il remarqua toujours des variations dans la longueur de la colonne, dont il rendit compte à M. *Paschal*. (a) Cette expérience que M. *Paschal* répéta lui-même à Paris, au haut & au bas de plusieurs tours, telles que celles de S. Jacques la boucherie, & notre Dame, & dont le succès fut toujours le même, confirma donc d'une manière incontestable, que c'est à la pression de l'air qu'on doit rapporter l'élévation de l'eau dans les pompes aspirantes & la suspension du mercure dans le tube de *Toricelli*.

CCXX. Cette decouverte se divulga aussitôt; tous les sçavans en furent instruits, & chacun la répéta: les uns pour se convaincre par eux-mêmes de cette vérité, qui détruisoit de fond en comble l'opinion qui étoit depuis si long-tems en vigueur dans l'école; les autres pour tacher de la refuter & de conserver à l'ancienne opinion le crédit dont elle jouissoit: ce qui donna naissance à plusieurs hypotheses plus bizarres les unes que les autres:

(a) Trait. de l'équil. des liqueurs, p. 177.

§ DE L'AREOSTATIQUE.

telles par exemple, que celle de *Linus*, qui prétendoit que la suspension du mercure venoit de ce qu'il étoit retenu dans le tube, par les filets d'une espece de membrane invisible de vif argent, qui se sépare de la superficie de la colonne & qui remplit toute la partie supérieure du tube, qui paroît vuide. (a) Quoiqué toutes ces hypothèses denuées de fondement ne meritent point de refutation, il ne sera pas hors de propos, de nous y arrêter un moment; parce qu'elles sont toutes appuyées sur une expérience qui demontre que si on suspend à l'un des bras d'une balance, un tube de *Toricelli*, rempli de mercure, à la hauteur ordinaire, dont l'orifice plonge dans une cuvette remplie de mercure; on éprouve qu'il faut employer un même poids pour le tenir en équilibre, que lorsque ce tube est suspendu dans une situation contraire; c'est-à-dire, son orifice étant tourné vers le bras de la balance & son extrémité scellée étant plongée dans le mercure de la cuvette, (b)

(a) Differt. du D. Power.

(b) Exper. de Wallis.

d'où l'on infere que la pression de l'air ne soutient point la colonne de mercure dans le premier cas ; puisqu'on ne devoit supporter alors , que le poid du tube & non celui de la colonne de mercure.

Il faut donc remarquer ici , que ce n'est point le poids de la colonne de mercure qu'on est obligé de soutenir & de contrebaler , dans la premiere expérience ; mais le poids de la colonne d'air , qui s'appuie sur la partie extérieure de la voute du tube ; ce qu'on peut confirmer par l'expérience suivante.

Prenez un tube de 36 pouces de longueur , ouvert à ses deux extrémités , dont l'une soit évasée ; liez fortement un morceau de vessie mouillée sur cette derniere extrémité , & répétez l'expérience de *Toricelli*. Lorsque la colonne de mercure aura atteint la longueur qu'elle doit avoir dans le tube , vous observerez la vessie creusée en forme de calotte , dont la convexité sera tournée vers l'intérieur du tube : or cette forme que prend alors la vessie , vient de la pression que la colonne d'air exté-

A v

rieur, qui s'appuie dessus, déploie contre elle, & qui ne peut être contrebalancée; puisque la cavité supérieure du tube demeure vaide, ou au moins n'est remplie que d'un fluide trop rarefié, pour contrebalancer la pression de l'air: c'est donc le poids de cette colonne qui se fait sentir sur la voute du tube, dans l'expérience précédente & non le poids du mercure.

Une nouvelle preuve de l'existence & de la pression de cette colonne d'air, c'est que si on perce la vessie avec une aiguille, on voit aussitôt la colonne de mercure se précipiter dans la cuvette; ce qui vient de ce que la colonne d'air, qui s'introduit par cet orifice, compense presque tout l'effort de la pression de l'air, qui soutient le mercure dans le tube; ce qui fait que ce dernier fluide se précipite, par l'excès de son poids.

CCXXI. Parmi les différens curieux qui s'occupèrent à répéter l'expérience de *Toricelli*, *Otto de Guerikue* Consul de Magdebourg, laissa ce tube en expérience dans son cabinet, & s'apperçut que la longueur de la colonne de mercure souffroit quel-

DE L'AREOSTATIQUE. II
ques changemens en plus & en moins,
& qu'ils étoient accompagnées de va-
riations, dans l'atmosphère : il re-
marqua que le tems devenoit beau &
serain, lorsque cette colonne deve-
noit plus longue, & qu'il survenoit de
la pluie, de l'orage, &c. lorsqu'elle de-
venoit plus courte ; ce qui lui fit croire
qu'on pouvoit regarder ce tube com-
me un instrument météorologique,
propre à indiquer les changemens de
tems. Telle fut l'époque de cet instru-
ment si repandu & qui est connu sous
le nom de barometre.

CCXXII. Ce fut donc *Toricelli* qui
mit la pesanteur de l'air en évidence,
& ce n'ést que depuis ce grand hom-
me, qu'on commença à éliminer de la
physique, une des absurdités les plus
frappantes qui étoit fort accréditée
depuis long-tems. On n'eut donc plus
recours, depuis cette heureuse décou-
verte, à l'horreur de la nature pour le
vuide, & on convint que c'est à la
pression de l'air, que nous sommes
redevables de tous les phénomènes
qu'on attribuoit auparavant à une cau-
se aussi absurde.

Nous sommes plus à portée aujour-

A vj

d'hui que dans ce tems , de vérifier l'existence de cette propriété de l'air. La machine pneumatique nous en fournit un moyen , qui se multiplie de différentes manieres.

CCXXIII. On doit l'invention de cette machine , à *Otto de Guerikue* : il l'imagina en 1654, & il nous en donna la description ; (a) le P. Schott en a aussi donné une description très-détaillée , (b) mais elle sortit bien imparfaite des mains d'*Otto de Guerikue*. *Boyle* son contemporain la perfectionna beaucoup , & on peut dire qu'elle ne devint pneumatique qu'entre les mains de ce dernier : il ne la perfectionna que successivement , on en peut voir la description dans deux ouvrages fort curieux. (c) *Papin*, *Hauxbée*, *s'Gravesande* ont aussi contribué à sa perfection. La voici telle qu'elle est aujourd'hui. Elle est composée d'un corps de pompe A; (fig 71) d'une

(a) *Experim. nova Magdeburg. de spatio vacuo.*

(b) *Mech. hydrol. pneumat.*

(c) *Experim. phys. mech. de vi aërio clastica* & dans la premiere continuat. de ses *exper. phys. mech.*

DE L'AREOSTATIQUE. 13
platine B ; d'un robinet C , d'un piston D , dont la queue se termine par un étrier , au-dessus duquel est adaptée une branche montante F : le tout est établi sur un pied.

Le corps de pompe est un cylindre creux exactement calibré dans toute sa longueur , dans lequel glisse un piston de 3 pou. ou environ d'épaisseur , formé avec des tranches de liège & des cuirs gras interposés, & qui s'ajuste avec effort dans le corps de pompe ; de façon néanmoins qu'on puisse le faire descendre & monter. Ce piston est mené par une queue de fer , sur laquelle il est fixé à demeure. Cette queue se termine par une espece d'étrier , afin qu'on puisse faire descendre le piston avec le pied. La branche montante F , à laquelle est attachée supérieurement une poignée , sert à remonter le piston. On saisit la poignée avec la main & on la tire de bas en haut.

Sur la partie supérieure de la pompe , est établi une espece de pilastre , percé selon toute la longueur de son axe , dont l'ouverture supérieure se voit au centre de la platine B : son ouverture opposée communique dans

14 DE L'AREOSTATIQUE

le corps de pompe : c'est vers le bas de ce pilastre , qu'est placé le robinet. Ce robinet porte 3 à 4 pou. de longueur, sur 15 lig. environ de diametre. La clef C qui le ferme , est un peu conique, & p^otte exactement dans toute la longueur du robinet. Cette clef que nous représentons ici séparément , est percée en G , d'un petit trou perpendiculaire à son axe. C'est par ce trou qu'on établit une communication entre le corps de pompe & les vaisseaux ; qu'on pose sur la platine B. On voit outre cela en H , l'origine d'un canal oblique , qui s'ouvre sur un des points de la circonférence de la clef, & qui regne le long de son axe , pour se terminer à l'extrémité extérieure de cette clef. C'est par ce canal , qu'on tourne de façon qu'il reponde au corps de pompe, qu'on évacue l'air qui s'est jetté dans ce corps de pompe ; ce qu'on exécute en remontant le piston.

L'ouverture extérieure du canal qui regne le long de la clef est continuellement bouchée par une soupape b , à bascule , qui est pressée par un ressort & qu'on peut ouvrir à volonté , en pressant avec le doigt sur la queue de la bascule. On doit l'invention de

DE L'AREOSTATIQUE. 15
cette soupape à l'Abbé Nollet. Elle empêche que l'air extérieur ne rentre dans le corps de pompe, lorsqu'on tourne la clef, pour en évacuer l'air; de sorte que celui qui manipule, ne reporte au dehors que la quantité d'air, qu'il a tirée de dessous le recipient, & qu'il est même aidé, dans son opération, par la colonne d'air extérieur qui s'appuie contre la base du piston. L'effort que l'air fait pour se porter au dehors, suffit pour ouvrir la soupape; on n'est obligé de l'ouvrir avec le doigt, que lorsqu'on veut faire rentrer de l'air sous le recipient; ce qui s'exécute en tournant la clef, de façon que l'origine intérieure du canal oblique, reponde à l'ouverture de la platine.

CCXXIV. Si on pose un recipient sur la platine de la machine pneumatique, ce recipient ne contracte aucune adhérence avec la platine; parce qu'il renferme une masse d'air, dont la densité est la même que celle de celui de l'atmosphère, & dont le ressort contrebalance l'effort que fait la colonne d'air, qui s'appuie sur la voute extérieure du recipient, pour l'appliquer à

la platine : ainsi que nous le ferons remarquer en traitant du ressort de l'air : mais si après avoir disposé la clef du robinet , de façon qu'il y ait une communication entre le corps de pompe & la cavité du récipient , on fait descendre le piston ; on ouvre alors un espace vuide , dans lequel se précipite une partie de la masse d'air , comprise sous le récipient. Cette portion d'air , étant poussée au dehors , l'air qui reste sous le récipient , est moins dense que précédemment ; son ressort se debande à proportion & il n'est plus en état de contrebalancer la pression de l'air extérieur : celui-ci devenant preponderant , applique par l'excès de sa pression , le récipient à la platine & si ce récipient est petit , il y tient alors assez fortement , pour qu'on puisse soulever toute la machine , en faisant effort pour en enlever ce récipient.

J'ai supposé ici un petit récipient , pour que l'effet , dont nous venons de parler , eut lieu , après le premier coup de piston , & en voici la raison. L'air est un fluide expansible , qui s'étend à raison des capacités , où il

peut pénétrer ; mais qui conservant toujours l'équilibre entre ses parties , conserve toujours une densité uniforme , dans toute capacité , où il se trouve renfermé : cela posé lorsqu'on fait descendre le piston de la machine pneumatique , & que la cavité de la pompe étant vuide , communique avec celle du recipient ; la masse d'air comprise sous ce dernier vase , s'étend & se porte dans le corps de pompe , de façon que la densité de cette masse est la même dans ces deux capacités : par conséquent si la capacité du recipient est égale à celle du corps de pompe , la masse d'air se distribuera par la moitié entre ces deux capacités ; mais si celle du recipient est 10 fois plus grande que celle du corps de pompe ; il ne passera alors dans cette dernière , qu'un dixième de la masse d'air , comprise sous le recipient. La densité de l'air & conséquemment son ressort sera donc réduit à la moitié dans le premier cas ; tandis que dans le second , cette densité , ou ce ressort ne sera affoibli que l'un dixième : or l'air extérieur n'appliquant le recipient à la platine , que

par son excès de pression, qui suit la raison directe de l'affoiblissement du ressort de l'air interieur, agira dans le premier cas, contre le recipient, avec la moitié de son poids, & n'agira dans le second cas qu'avec $\frac{1}{10}$ du même poids: d'où il suit manifestement que pour produire l'effet indiqué ci-dessus, au premier coup de piston, il faut se servir d'un petit recipient.

Il suit de ce que nous venons de dire, qu'on ne peut point faire exactement le vuide dans quelque recipient que ce soit: car l'air se dilatant à raison des capacités, dans lesquelles il peut s'étendre, ne s'évacue qu'en progression géométrique, & la masse d'air qu'on tire d'un coup de piston, est toujours à la masse d'air comprise sous le recipient, avant de faire agir la pompe; comme la capacité de cette pompe, est à celle du recipient & de la pompe prises ensemble.

Nous venons d'observer que si la capacité du recipient étoit égale à celle de la pompe, on retireroit du premier coup de piston, la moitié de l'air: mais ce fluide étant expansible

& se dilatant à proportion de l'espace, qu'on lui donne à occuper, la moitié de la masse d'air qui reste sous le recipient, après le premier coup de piston, s'y étend, & le remplit encore, d'un air, une fois plus rare, à la vérité : par conséquent le même rapport subsistant entre le corps de pompe & le recipient, on ne retire, au second coup de piston, que la moitié de cette dernière masse d'air, qui égale le quart de la première, & ainsi de suite. L'évacuation de l'air se fera donc dans cette hypothèse, selon la progression géométrique, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ &c. donc pour évacuer exactement le recipient, il faudroit un nombre infini de coups de piston; puisque la somme de toutes ces moitiés $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$. . . $\infty = 1$. Ce qui est impossible dans la pratique. On trouve dans les Leçons de Physique de Côtes, (a) des tables qui indiquent le nombre des coups de piston qu'il faut donner, pour rarefier l'air, selon une raison donnée, en faisant usage d'un recipient quelconque dont on connoît la capacité.

(a) Leçons de phys. experim. p. 262 & 265.

CCXXV. En réfléchissant sur l'adhérence qu'un recipient contracte avec la platine de la machine pneumatique, lorsqu'on rarefie l'air qu'il comprend; on sera peut-être surpris qu'un vase aussi fragile supporte, sans se briser, une pression aussi considerable: cet effet vient de la figure qu'on donne à ces sortes de vases; ils sont arrondis en forme de voute & en tous sens: leurs parties forment donc autant de petits coins; dont la tête est à l'extérieur du vase: ces parties se soutiennent donc mutuellement les unes & les autres, de même que celles qui entrent dans la construction d'une voute, & qu'on ne peut enfoncer, ce qui n'arriveroit pas, si on leur donnoit une autre forme; car ils cederoient alors à la pression de l'air extérieur, & ils se briseroient.

Prenez une bouteille plate, de l'espece de celles dont on fait usage, pour transporter des eaux de Forges: mastiquez-la sur un recipient, de façon qu'on puisse en évacuer l'air, en plaçant ce recipient sur la platine de la machine pneumatique, & vous observerez que cette bouteille se bri-

fera, lorsque vous aurez donné quelques coups de piston.

Au défaut d'une semblable bouteille, prenez un recipient ouvert à ses deux extrémités ; mastiquez sur le contour d'un de ses orifices, un quarreau de verre ; placez ce recipient sur la platine de la machine pneumatique ; faites le vuide, & le quarreau de verre se brisera.

Si on veut observer le progrès de la pression de l'air extérieur, à proportion qu'on rarefie l'air du recipient, collez un morceau de vessie mouillée, sur le contour d'un recipient, semblable à celui dont on vient de faire usage ; faites le vuide ; & vous observerez cette vessie se creuser en forme de calotte : sa convexité qui rentrera en dedans du recipient, augmentera à chaque coup de piston que vous donnerez ; ses fibres se distendront, & elle se brisera enfin avec éclat.

CCXXVI. *Otto de Guericque* s'étant apperçu d'un phenomene semblable à l'adherence que le recipient contracte avec la platine de la machine pneumatique, imagina d'unir ensemble, par la seule pression de l'air, deux

22 DE L'AREOSTATIQUE.

hemispheres de metal, dont le diametre étoit $= \frac{3}{4}$ d'aune de Magdebourg; il plaça entre leurs bords un cuir gras, pour empêcher que l'air extérieur ne rentrât dans leur capacité: il les évacua d'air, & ils furent alors unis avec une telle force, que 16 chevaux ne purent les séparer. (a) En répétant cette expérience avec des hemispheres de $3 \frac{1}{2}$ pou. de diametre, si le vuide se fait aussi exactement qu'il est possible; on verra qu'il ne faut pas moins qu'un poids $= 140$ l. pour les séparer (b).

CCXXVII. *Otto de Querikue* poussa encore plus loin ses recherches, sur la pesanteur de l'air, & fit voir par expérience, qu'on peut peser ce fluide comme tous autres corps, avec une balance. (c) il prit un balon qu'il pesa exactement, & après l'avoir évacué d'air, il observa qu'il falloit ajouter un nouveau poids au balon, pour conserver l'équilibre. Ce fut à l'aide

(a) *Experim. nova Magdeburg. de spatio vacuo*, lib 3, C. 23, pag. 104.

(b) *Hauxbée exp. phys. mech.* T. 1, p 60.

(c) *Exper. nova Magdeb. de spatio vacuo*. lib. 3, C. 21, p. 101.

d'un semblable balon , que le célèbre *Burcher de Volder* decouvrit qu'un pied cubique d'air pese une once & 27 grains. (a) On ne peut cependant pastrop compter sur cette expérience ; 1°. parce qu'on ne peut point évacuer exactement un vase quelconque : (224) 2°. parce qu'une même masse d'air ne conserve pas toujours le même poids , comme nous le ferons observer ailleurs.

CCXXVIII. Les expériences que nous venons d'exposer prouvent incontestablement la pesanteur de l'air ; cette tendance qui le détermine à agir de haut en bas : mais l'air est un fluide, son action ne doit donc pas être bornée à cette seule direction , & il doit, ainsi que tout autre fluide , agir en toutes sortes de sens (175.) c'est ce qu'on peut confirmer par les expériences suivantes.

Placez une espece de moulinet fort mobile , sous un recipient percé lateralement , de maniere que le trou de ce recipient reponde directement , aux plans des ailes de ce moulinet :

(a) Quest. acad. sur la gravité de l'air. thesc 48 , p. 50.

24 DE L'AREOSTATIQUE.

établissez le tout sous le recipient de la machine pneumatique : bouchez le trou avec le doigt : donnez quelques coups de piston : si vous débouchez alors le trou , l'air agissant latéralement , s'insinuera avec effort , par cet orifice , frappera l'aile du moulinet qu'il rencontrera sur son passage & le fera tourner.

Remplissez d'eau un cylindre de crystal : placez sur l'orifice de ce cylindre un morceau de papier : renversez le cylindre , de façon que son ouverture devienne perpendiculaire à l'horizon , & vous observerez que la colonne d'eau demeurera suspendue dans le cylindre : ce qui prouve sensiblement la pression que l'air exerce de bas en haut ; puisqu'elle s'oppose à la tendance que l'eau reçoit de sa pesanteur , pour tomber.

On peut encore démontrer , par une seule expérience , la pression latérale de l'air , la pression de bas en haut & de haut en bas.

Prenez un tube , semblable à ceux dont on fait usage pour répéter l'expérience de *Toricelli* : faites percer ce tube latéralement , de façon qu'on puisse

puisse boucher cette ouverture avec un morceau de vessie mouillée : remplissez-le de mercure, & répétez l'expérience de *Toricelli*. La colonne de mercure s'y trouvera suspendue à la hauteur ordinaire, & la partie supérieure de sa capacité demeurera vuide. Percez alors la vessie avec une aiguille : l'air, par sa pression latérale, divisera la colonne de mercure en deux parties, dont l'une sera supérieure, & l'autre inférieure à l'orifice par lequel il s'insinuera : il portera par sa pression de bas en haut, la partie supérieure de la colonne, jusqu'au haut du tube, qu'elle frappera fortement & il précipitera dans la cuvette, par sa pression de haut en bas, la partie inférieure de la même colonne.

CCXXIX. La pesanteur de l'air varie souvent, ainsi qu'on en peut juger par les observations faites à l'aide du barometre, dont nous parlerons plus bas. *Riccioli* comparant la pesanteur moyenne de l'air avec celle de l'eau, trouva qu'elles étoient dans le rapport de 1 : 1000. *Boyle* s'accorde avec *Riccioli* : néanmoins les expériences qu'on a faites en différens tems,

ont donné des résultats différens. On trouva à la Société Royale de Londres que ce rapport étoit comme celui de 1 : 840 ; un autrefois :: 1 : 852 ; & une troisième fois :: 1 : 860 (a). *Hauxbée* évalue ce rapport à celui de 1 : 885. (b). Le D. *Jurin* ayant fait ses expériences dans une température moyenne , trouva que ce rapport étoit égal à celui de 1 : 800. *Mussenbroeck* dont tout le monde connoît l'exacritude , imagine qu'il y a deux termes , dont le premier est de 1 : 606 , & l'autre de 1 : 1000.

CCXXX. Il ne seroit pas possible d'exposer tous les avantages qu'on retire de la pesanteur de l'air. C'est à cette propriété qu'il faut rapporter , comme nous l'avons déjà observé , (CCXVIII.) tous les phénomènes que les anciens attribuoient à l'horreur de la nature pour le vuide. C'est elle qui empêche les vaisseaux des plantes & des animaux d'être trop fortement distendus , par l'impétuosité de leurs sucs & par la force élastique de l'air

(a) *Trans. phil. N. 181.*

(b) *Exp. phys. mech. T. 1 , p. 49.*

qui abonde dans ces liquides (a) ; ce qu'on peut confirmer par l'expérience suivante.

Placez sur la platine de la machine pneumatique, un petit récipient ouvert à ses deux extrémités ; fermez son ouverture supérieure avec la main, & faites agir la pompe : non-seulement la main deviendra adhérente à l'orifice du récipient, par l'excès de pression de l'air extérieur qui s'appuie sur le dos de la main (CCXXIV) ; mais on observera encore qu'il se fera une petite tuméfaction, & que la partie charnue de la paume de la main, se portera en dedans du récipient ; parce que l'air compris dans les liquides qui circulent, dans les vaisseaux correspondans à cette capacité, ainsi que celui qui est renfermé dans les tissus cellulaires, n'étant plus aussi pressé que précédemment, se dilatera & tuméfiera les vaisseaux qui le récelent.

C'est encore la pression que l'air exerce sur l'habitude du corps de l'homme, qui retient les fluides dans les routes de la circulation & qui les

(a) Dict. encyclop. art. air.

empêche de s'échapper trop abondamment au dehors. Aussi remarque-t-on que les voyageurs qui montent sur le sommet des hautes montagnes, deviennent lâches de plus en plus, & qu'il leur survient à la longue, des crachemens de sang & des hémorragies.

C'est la pèsanteur de l'air qui provoque & qui concourt aux mélanges des corps contigus les uns aux autres : aussi voyons-nous que le mélange des huiles & des sels s'opère aisément dans l'air libre, & qu'il ne peut point s'opérer dans le vuide.

La pression de l'air est encore indispensablement nécessaire à l'action des menstrues : ils ne produisent aucun effet dans le vuide. On remarque encore que les substances les plus actives deviennent insipides dans un air trop raréfié. Le poivre, l'esprit de vin, &c. deviennent presque insipides sur le sommet des plus hautes montagnes ; parce que leurs parties ne sont point appliquées assez fortement sur les papilles nerveuses de la langue, pour y produire la sensation qu'elles ont coutume d'y faire éprouver.

CCXXXI. La connoissance de la pé-

fanteur de l'air a donné naissance à quantité de machines différentes, dont les unes sont de quelque utilité à l'homme, & les autres de pur amusement. Nous parlerons très-succinctement des unes & des autres.

CCXXXII. Parmi les premières, nous comptons la pompe des celliers, les syphons. La première est un instrument dont on fait ordinairement usage pour goûter du vin sans percer les tonneaux. Elle est faite d'un tube A B (*Fig. 72.*) renflé vers sa partie inférieure C, & ouvert à ses deux extrémités. Lorsqu'on plonge cet instrument dans un poinçon de vin, par exemple, en l'introduisant par l'ouverture pratiquée sur le ventre du tonneau, la liqueur s'élève dans la boule C de ce tube; lorsqu'il est rempli, on ferme avec le pouce l'orifice A, & on transporte la liqueur hors du tonneau, sans qu'elle se répande; parce que la colonne d'air qui s'appuie contre l'orifice B, s'oppose par l'action de sa pesanteur de bas en haut, à l'écoulement de la liqueur: mais lorsqu'on veut la vider dans un vase, on débouche l'orifice A: alors la co-

lonne d'air qui agit par cet orifice, contrebalançant, en grande partie, l'effort de la colonne qui agit inférieurement, la liqueur coule par l'excès de son poids.

C'est sur ce même principe qu'on a construit certains arrosoirs dont le fond est percé d'un très-grand nombre de trous, & qui se terminent supérieurement, par un orifice qu'on peut boucher à volonté. Tel est celui qui est représenté (*Fig. 73.*)

CCXXXII. Un syphon n'est autre chose qu'un tube recourbé ABC, (*Fig. 74.*) de façon qu'une de ses branches soit plus courte que l'autre. On plonge dans l'eau la plus courte branche, & en aspirant l'air par l'orifice C de la plus longue, on détermine l'eau à monter par dessus la crosse AB du syphon, & à s'évacuer par l'orifice C.

Quand on plonge la plus courte branche du syphon, dans une masse d'eau; ce liquide s'élève dans cette branche jusqu'au niveau de la surface de l'eau: supposons jusqu'en A. La longue branche du syphon, ainsi que la crosse, sont donc remplies d'une colon-

ne d'air , qui contrebalance , & même qui presse davantage la colonne d'eau élevée , qu'elle n'est pressée par les colonnes d'air extérieures, qui s'appuyent sur la surface de l'eau du vase & les choses demeurent en cet état : mais lorsqu'on fait une succion à l'orifice C, de la longue branche ; on raréfie l'air compris dans cette branche : cet air raréfié ne peut plus contrebalancer la pression de l'air extérieur : ce dernier devenant préponderant , oblige la colonne d'eau , à s'élever au-dessus de la crosse , & à couler par la longue branche.

Mais pour quelle raison l'eau continue-t-elle à couler ; puisque l'écoulement n'est déterminé que par la pression de l'air extérieur qui s'appuye sur la surface de l'eau du réservoir ; tandis qu'une colonne d'air plus longue que la première ; sçavoir , celle qui répond à l'orifice C de la longue branche , fait effort pour s'opposer à cet écoulement ? Voici la raison de ce phénomène.

Ces deux colonnes prises de part & d'autre jusqu'à la surface de l'eau du réservoir , sont égales & en équilib-

bre entre elles : mais la pression qui vient de l'excès de longueur de celle qui agit en C , est plus que contrebalancée par le poids de la colonne d'eau , comprise dans la longue branche du syphon ; puisque la densité de l'eau est à celle de l'air , dans le rapport de 800 : 1 , & même davantage.

L'usage du syphon est de sôutirer une liqueur sans la troubler. On s'en sert fréquemment dans les caves pour sôutirer du vin. On s'en sert dans les laboratoires de chymie , & on y trouve cet avantage , que la liqueur qui s'évacue , étant toujours celle qui répond à l'orifice de la petite branche ; on peut employer cet instrument pour séparer des liquides de différente densité , qui seroient posés les uns sur les autres. Il ne s'agit pour cela , que de placer cette branche , de façon qu'elle plonge dans la liqueur qu'on veut séparer.

Mais la maniere de se servir de cet instrument , & de le mettre en jeu , peut souvent emporter avec elle , un inconvenient qui en excluroit l'usage , dans quantité de circonstances ; comme , par exemple , s'il falloit souti-

ter par son moyen , quelques liqueurs vénéneuses , quelques esprits ardents ; puisque celui qui le fait agir , ne peut se garantir de recevoir dans la bouche quelques gouttes de la liqueur qu'il veut faire couler.

Pour obvier à cet inconvenient , on fait souder en C (*fig. 75.*) vers l'extrémité inférieure de la longue branche , un tube communicant C D , par lequel on aspire l'air du syphon , ayant soin de boucher avec le doigt , l'orifice inférieur de la longue branche. Par ce moyen l'œil étant placé au-dessus de la crosse , on voit aisément la liqueur qui s'éleve en B , pour se précipiter dans la longue branche , & on cesse d'aspirer , dès qu'elle est descendue dans cette branche.

CCXXXIV. Nous avons démontré que tout corps élevé au-dessus de la surface de la terre & abandonné à lui-même , accélèroit son mouvement en tombant , & acqueroit une quantité de mouvement suffisante , pour remonter jusqu'à la même hauteur. Les liquides sont soumis à cette loi , ainsi que tout autre corps. En mettant donc à profit cette propriété de la pesan-

B v

teur , on peut construire des jets d'eau avec des syphons. Il ne s'agit pour cela que de courber l'extrémité de la longue branche d'un syphon , de façon qu'elle forme une espece d'ajutage , comme on peut l'observer , dans la (*fig 76*) où l'extrémité C est recourbée en D. L'eau qui se précipite par la longue branche B C , fait effort pour s'élever en B , en jaillissant par l'ajutage D , & elle s'y élèveroit , si elle n'avoit à vaincre la résistance de la masse d'air , dans laquelle elle monte , son propre poids , lorsqu'elle retombe sur elle-même & le frottement qu'elle éprouve en sortant par l'ajutage D ; mais elle s'élève encore assez haut , pour former un jet. On peut donner différentes formes à l'extrémité D ; de sorte qu'on peut produire plusieurs jets qui se croisent & qui forment différentes figures.

CCXXXV. On a transporté le mécanisme des syphons , jusque dans des verres , qu'on connoît en physique , sous le nom de *Diabetes* : on les construit de deux manieres différentes.

1°. On prend un verre , dans la tige duquel on a fait menager un canal ,

qui s'ouvre d'une part dans la coupe AB (*fig. 77.*) & sous la pate C ; on y adapte un syphon abc, qu'on mastique exactement en d. Lorsqu'on verse une liqueur dans ce verre, elle y séjourne tant que sa hauteur n'atteint point celle de la crosse b, du syphon : mais dès que cette liqueur s'élève au dessus de cette crosse en DE, toute la liqueur comprise dans le verre s'évacue. On fera aisément la raison de ce phénomène, si on considère que la succion qu'on fait ordinairement par l'extrémité de la longue branche du syphon, ne sert qu'à déterminer la colonne de liquide, qui s'élève dans la petite branche, à passer par dessus la crosse, & à se précipiter par la longue branche : ce qui s'exécute naturellement dans un verre à diabetes, lorsque l'eau s'élève au dessus de la crosse du syphon.

2°. On prend un verre semblable au précédent, dans lequel on mastique en C, un tube ab (*fig. 78.*) & qu'on recouvre simplement d'un tube plus large & non capillaire cd, fermé hermetiquement à sa partie supérieure d. Une liqueur séjourne dans

B vj

ce vase, jufqu'à ce qu'elle foit parvenue en fg, où elle commence à couvrir l'ouverture a, du tube ab : alors toute la liqueur du verre s'évacue.

CCXXXVI Quoiqu'on ne puiſſe regarder ces fortes de verres, que comme des machines amufantes, je les ai renfermé dans la claſſe de celles dont on tire quelque utilité, eu égard aux ſyphons qui en font tout le mécaniſme. Nous allons maintenant donner une légère idée des machines de la ſeconde claſſe ; nous ne conſidérerons ici que la fontaine intermittente & l'entonnoir magique.

CCXXXVII. La fontaine intermittente eſt compoſée d'un réfervoir AB, (*fig. 79.*) qui ſe termine inférieurement par pluſieurs petits ajutages a, b ; vers la partie inférieure G de ce réfervoir, eſt maſtiqué un tube cd, qui ſe termine ſupérieurement à quelques lignes près du fond du réfervoir & qui s'implante dans une douille CD, fixée ſur le centre du baſſin EF ; cette douille porte une échancre g, qui répond à une ſemblable pratiquée au bas du tube cd : enfin le centre du baſſin eſt percé d'un trou P.

Le réservoir AB étant rempli d'eau & étant placé sur la douille CD, l'eau commence à couler par les ajutages a, b : parce que la pression des colonnes d'air qui répondent à ces orifices, est contrebalancée par la pression d'une colonne d'air qui s'insinue par l'échancrure g, jusqu'au haut du réservoir, en montant par le tube cd ; l'eau qui tombe dans ce bassin, s'écoule par l'orifice P, dans un réservoir qui est au dessous du bassin : mais l'orifice p, étant plus petit que la somme des orifices des ajutages a, b, cet orifice ne laisse passer qu'une partie de l'eau qui tombe dans le bassin : l'autre partie y séjourne donc, s'y élève & obstrue l'échancrure g. Cette échancrure étant bouchée, l'air extérieur ne peut plus pénétrer dans le réservoir AB, & la pression des colonnes d'air qui répondent aux ajutages, s'oppose à l'écoulement de l'eau & l'interrompt : mais tandis que la fontaine cesse de couler, l'eau qui s'est accumulée dans le bassin, continue toujours à s'écouler par l'orifice P ; de sorte qu'après un certain tems, l'échancrure g se débouche,

l'air extérieur passe alors librement par cette ouverture & se porte dans la partie supérieure du réservoir AB, où il produit le même effet que précédemment : les ajutages recommencent donc alors à fournir, jusqu'à ce que l'échancrure g soit encore obstruée, & cet effet se réitère tant qu'il y a de l'eau dans le réservoir. On donne assez communément à cette fontaine, le nom de *fontaine de commandement* ; parce qu'on peut s'appercevoir aisément de ses intermittences, & qu'on peut se faire un jeu de les ordonner.

L'entonnoir magique est fondé sur le même principe, il est composé de deux entonnoirs, l'un extérieur AB, (*fig. 80.*) & l'autre intérieur cd, qui laissent entre eux un espace vuide, propre à contenir une certaine quantité d'eau : ces deux entonnoirs qui ont une queue commune I, sont soudés ensemble, selon le contours de leur bord supérieur : on ménage néanmoins une petite ouverture b, vers l'anse E, qui pénètre dans l'espace intermediaire : outre cette communication, on en voit encore une

autre en a , entre l'entonnoir intérieur & l'espace vuide qui regne entre les deux : lorsqu'on remplit d'eau l'entonnoir intérieur , en bouchant avec le doigt l'orifice D , de la queue ; cette eau pénètre & s'éleve dans l'espace vuide , qui fait l'office d'un vase communicant , & on remplit par ce moyen-la , ces deux cavités. Si on bouche alors avec le pouce , l'orifice supérieur b , & qu'on débouche l'orifice D , l'eau comprise dans l'entonnoir intérieur s'écoulera , & la pression de l'air qui s'appuyera sur l'orifice a , suffira pour suspendre l'eau , qui remplit la cavité intermédiaire ; de sorte que l'entonnoir paroîtra vuide , & on pourra néanmoins en faire couler de l'eau à volonté en débouchant le trou b.

CCXXXVIII. Je terminerai ce que je me suis proposé de dire sur la pesanteur de l'air par la description des pompes & des effets qu'on en peut attendre.

Les pompes sont de plusieurs especes. Les unes sont aspirantes , les autres élevatoires , d'autres foulantes : de ces trois especes de pompes simples ; résultent différentes pompes

composées dont les unes sont aspirantes & élevatoires, d'autres aspirantes & foulantes, d'autres enfin aspirantes, foulantes, & à condenser.

CCXXXIX. Les pompes sont seulement *aspirantes*, lorsque l'élevation de l'eau ne depend que de la pression de l'air extérieur; comme il arrive lorsqu'on plonge le bec d'une seringue dans l'eau, & qu'on retire le piston: on raréfie alors l'air compris entre le piston & la petite colonne d'eau, qui se présente à l'orifice du bec de la seringue: cette petite colonne se trouve donc moins pressée par cet air raréfié que par l'air extérieur qui s'appuie sur la masse d'eau, dont elle fait partie, & cedant à l'excès de cette dernière pression, elle suit le piston à proportion qu'il s'éleve.

Les pompes sont seulement *élevatoires*, lorsque l'eau s'y éleve par le moyen du piston qui la porte: c'est ce qui arrive, si on plonge dans l'eau un corps de pompe A, (*Fig. 81*) jusqu'à une certaine profondeur, par exemple a. Ce corps de pompe étant ouvert en D, l'eau s'insinue par cette ouverture & souleve la soupape C,

du piston B, pour se porter à niveau dans l'intérieur de la pompe. Si on fait alors monter le piston, en tirant de bas en haut le châssis IGG, qui le conduit, la pression de l'eau fera fermer la soupape C, & l'eau s'élèvera jusqu'en E, où elle soulèvera la soupape E, placée vers le haut du corps de pompe: elle passera donc alors au dessus de cette soupape, pour se porter dans le canal déferent EF, d'où elle ne pourra plus s'échapper, parce que le poids de la colonne d'eau élevée, suffira pour fermer la soupape, jusqu'à ce qu'une seconde quantité d'eau la fasse ouvrir, pour venir se joindre avec la précédente quantité.

Les pompes sont simplement *soulantes*, lorsqu'on place dans l'eau un corps de pompe AB, (Fig. 82) muni d'un piston C, percé selon son épaisseur & à l'orifice inférieur duquel on a adapté une soupape D, qui s'ouvre de haut en bas, dans ce cas l'eau pénètre & se précipite dans la pompe: si on fait monter le piston, l'air qui est au dessous se rarefie; la masse d'eau qui presse la soupape, la

fait ouvrir & se précipite , par cette ouverture , sous le piston : si on le fait ensuite descendre , l'eau cedant à la pression du piston , ouvre la soupape laterale a , & s'éleve dans le canal deférent ab ; d'où elle jaillit avec une force proportionnée à celle , avec laquelle le piston descend.

CCXL. Il est rare qu'on fasse usage d'une pompe simple : on en emploie plus communément de composées : on se sert ordinairement d'une pompe aspirante & elevatoire , pour tirer de l'eau d'un puits ou d'un réservoir , & on fait usage d'une pompe aspirante & foulante , pour porter l'eau & la faire jaillir à une grande hauteur , comme , par exemple , lorsqu'il s'agit d'éteindre un incendie.

Le mécanisme de la pompe *aspirante & elevatoire* , peut s'entendre aisément , par ce que nous venons de dire , sur ces deux sortes de pompes.

Imaginez un corps de pompe AB (*Fig. 83.*) dans lequel se meut un piston C , percé d'un canal en forme de cône ab , dans lequel joue

librement un cône solide de cuivre C, proportionné au calibre du canal conique & qui est retenu dans sa situation, par une cheville de cuivre, ou de fer d, qui passe dans un trou fait à une bride ef, fixée entre les deux jambes de l'étrier de la queue du piston; imaginez ensuite que le corps de pompe se termine par un tuyau DE, qui plonge dans l'eau & à l'extrémité ~~supérieure~~ duquel est adaptée une soupape semblable à celle que nous venons de décrire. Cette construction étant connue, on voit aisément que si on fait monter le piston C, on rarefiera l'air compris entre la soupape du canal DE, & le piston, & que cet air étant rarefié, l'air extérieur obligera la colonne d'eau qui se présentera à l'orifice E, du canal, à soulever la soupape & à s'élever dans l'espace, où l'air est rarefié: si on fait ensuite descendre le piston, on pressera cette masse d'eau, qui par sa pression fermera la soupape F, & qui ouvrira, en même tems, la soupape C, pour se porter au dessus du piston sur lequel

44 DE L'AREOSTATIQUE.

elle s'élevera, jusqu'à ce qu'étant parvenue à la hauteur du tuyau de décharge A, elle puisse s'écouler dans le réservoir destiné à la recevoir.

Il faut observer que la longueur du tuyau DE, doit être proportionnée à la pesanteur de l'air; car l'eau ne s'éleve dans ce tuyau, que par la pression de l'air extérieur: or cette pression, ainsi qu'on en peut juger par la hauteur du mercure dans le barometre, ne peut faire équilibre qu'à une colonne de mercure de 28 pouces, ou environ de longueur: elle ne peut donc équilibrer qu'une colonne d'eau d'environ 32 pieds de hauteur; puisque la densité du mercure est à celle de l'eau, dans le rapport de 14 à 1. Ainsi en supposant que la pompe soit établie dans un endroit, où la colonne d'air jouit de toute sa longueur, on ne peut donner à ce tuyau qu'environ 28 à 29 pieds pour compenser 1°. les variations qui surviennent en moins à la pression de l'air: 2°. pour que le piston en descendant puisse presser une masse d'eau élevée dans la partie inférieure du

corps de pompe : il y a donc quantité d'endroits , où ce tuyau doit être beaucoup plus court.

CCXLI. La pompe aspirante & foulante differe de celle que nous venons de décrire , en ce que son piston est plein , & que sa décharge se fait par un tuyau de conduite placé latéralement vers la partie inférieure du corps de pompe : du reste on y remarque les mêmes parties qu'à la pompe aspirante & elevatoire : elle est donc munie d'une tuyau aspirant AB , garni d'une soupape C , (*Fig. 84*) qui sert à conduire l'eau dans la partie inférieure de la pompe , au-dessous du piston : or comme ce piston est plein , lorsqu'on le fait descendre , il force l'eau à s'ouvrir passage dans le tuyau de conduite CD , dont elle pousse la soupape , & elle jaillit ensuite par l'orifice D , qu'on tourne en différens sens , pour porter l'eau au lieu de sa destination.

CCXLII. Il y a encore une autre espece de pompe composée , que j'appelle , *Pompe aspirante foulante , & à condenser* , eu égard au réservoir d'air , qu'on y ménage : or ce fluide se con-

dense & concourt par la réaction, de son ressort, au service qu'on peut attendre de cet instrument : celle-ci ne diffère de la précédente, qu'en ce que l'eau que le piston pousse par l'orifice lateral, entre dans un réservoir AB, (*Fig. 85.*) rempli d'air, dans lequel descend le tuyau CD, qui sert à porter l'eau au dehors ; lorsqu'on baisse le piston, l'eau passe dans ce réservoir : l'air dont il est rempli, cedant à l'effort de l'eau qui y pénètre, se retire vers la partie supérieure du réservoir & se condense à proportion : l'eau néanmoins s'élève par le canal DE, & jaillit, comme dans la pompe précédente : mais tandis qu'on fait remonter le piston, la force qui comprime l'air, venant à ceder, ce dernier fluide déploie son ressort & pousse devant lui l'eau qui le contenoit ; de sorte que le jet d'eau continue, tandis qu'il étoit intermittent, dans la pompe précédente.

CCXLIII. Les soupapes ne sont pas ce qui mérite une moindre considération, dans les pompes : elles en méritent d'autant plus qu'il pourroit se faire qu'on seroit plus mal servi par

un excellent ouvrier, que par un médiocre ; puisque le défaut d'une soupape peut souvent venir de ce qu'elle est trop artistement travaillée, défaut auquel on penseroit le moins à remédier : car une soupape étant destinée à boucher l'ouverture qu'elle recouvre, il paroît naturel de penser, qu'on parviendra d'autant mieux au but qu'on se propose, que la soupape sera plus exacte : l'expérience démontre néanmoins le contraire. M. *Amontons* (a) ayant fait construire une pompe foulante, fut fort surpris de voir que les soupapes, qui étoient de cuivre & très-artistement dressées sur leurs coquilles, refusoient leur service.

Il pensa d'abord que cet effet pouvoit venir de quelque sédiment visqueux & tenace, qui joignoit les soupapes à leurs coquilles ; il les fit démonter, mais inutilement ; le même effet eut encore lieu, ce qui lui donna occasion d'imaginer, que cet effet ne pouvoit venir que de l'adhérence qu'on remarque entre les corps polis, qu'on unit ensemble & il ne parvint à remédier à ce défaut, qu'en substi-

(a) Mem. de l'Acad. des sciences an. 1703.

tuant à ces soupapes, des clapets de cuir, & il paroît que depuis ce tems, on ne s'est point éloigné de cette dernière méthode : quantité d'expériences m'ont néanmoins appris que ces clapets étoient 1°. sujets à des réparations très - fréquentes ; 2°. qu'ils ne fermoient point assez exactement l'ouverture ; 3°. que la charniere qui porte le clapet se rouilloit & se cassoit fort souvent, malgré les précautions qu'on prend pour l'entretenir & ce sont ces considérations, qui m'ont engagé à donner la préférence aux soupapes de cuivre, solides, faites en cône ; observant de ne les point rauder trop exactement dans les cônes qui les reçoivent.

CCXLIV. Après avoir décrit la construction des pompes & la maniere selon laquelle l'eau s'éleve dans leur cavité, pour se distribuer selon nos besoins ; il ne sera pas hors de propos de confirmer par expérience, que c'est à la pesanteur de l'air, que nous devons attribuer l'élevation de l'eau, dans celles que nous nommons aspirantes. La preuve la plus convaincante qu'on en puisse apporter, c'est

c'est sans contredit, le défaut d'élevation de ce liquide, lorsqu'on supprime la pression de l'air: or c'est ce qu'on remarque lorsque le tuyau aspirant d'une pompe est plongé dans un liquide, renfermé dans le vuide.

Montez sur un recipient ouvert par le haut une pompe aspirante, dont le tuyau soit de verre & pénétre dans l'intérieur du recipient: établissez sur la platine de la machine pneumatique, un vase en partie rempli de mercure, que vous recouvrirez du recipient dont nous venons de parler; de façon que le tuyau de la pompe plonge dans le mercure. Si vous faites monter le piston, tandis que le recipient est encore rempli d'air, vous verrez le mercure s'élever dans le corps de pompe: faites descendre le piston, le mercure se précipitera dans le vase: faites ensuite le vuide, aussi exactement qu'il est possible, & vous ne verrez plus le mercure s'élever, quoique vous élevez le piston, jusqu'au haut de la pompe.

CCXLV. Après avoir traité de la pesanteur de l'air & des différens

Tome II.

Q

avantages qu'on a sçu retirer de cette propriété, nous allons parler de son ressort, de ses effets & des avantages qu'il procure à l'homme.

Le ressort de l'air est cette propriété qui fait que l'air comprimé ou dilaté, se rétablit dans son premier état, dès que la force compressive, ou que celle qui le dilate, cesse d'agir contre lui.

On comprime l'air en lui faisant occuper un moindre espace; ce qu'on exécute, soit en injectant une nouvelle quantité d'air dans un espace qu'il occupe entièrement, soit en lui faisant supporter un nouveau poids, outre celui qu'il exerce naturellement sur lui-même.

On dilate l'air en lui donnant un plus grand espace à remplir, soit en le déchargeant d'une partie du poids qu'il exerce sur lui-même, soit en le combinant avec un fluide étranger, propre à écarter ses parties les unes des autres & à les distendre.

De quelque façon qu'on agisse contre ce fluide, soit en le comprimant, soit en le dilatant, on observe toujours des preuves incontestables

DE L'AREOSTATIQUE. 51
de son ressort : nous allons mettre
successivement en usage , les diffé-
rens moyens que je viens d'annon-
cer.

CCXLVI. AB (*Fig. 86*) est un
vaisseau de cuivre , auquel on donne
le nom de *Fontaine de compression* ,
eu égard à la cause qui la fait jouer ,
on remplit d'eau ce vase , jusqu'envi-
ron aux deux tiers de sa capacité , on
y adapte ensuite le tube CD , qui
descend jusqu'à une ligne près de
son fond , & qui se vise fortement en
F , après avoir placé un cuir gras in-
termédiaire ; on supprime l'ajutage
C , & on monte à sa place une pom-
pe à l'aide de laquelle , on injecte
une certaine quantité d'air , après
avoir ouvert le robinet E : cet air pé-
nétrant dans le vaisseau , par l'orifice
D , s'éleve à travers la masse d'eau ,
pour se porter dans la partie supé-
rieure du vase , qui est déjà remplie
d'une masse d'air de même densité
que celui de l'atmosphère. Ces deux
masses d'air se combinant ensemble ,
dans le même espace , se resserrent ,
se compriment & se réduisent à un
moindre volume. Cette compression

C ij

qu'elles éprouvent, bande leur ressort, & le bande en raison de la quantité d'air, qu'on injecte par le canal C D. Lorsque cet air est comprimé au point qu'on le désire, on ferme le robinet E : on devise la pompe & on remonte l'ajutage C : on ouvre ensuite le robinet, la colonne d'eau qui répond au canal D C & qui le remplit, étant moins pressée par l'air extérieur, que par celui qui est comprimé dans l'intérieur de la fontaine, cede à la réaction de ce dernier, & s'élanche à raison de la compression qu'on a fait subir à l'air intérieur. Mais à proportion que cette fontaine s'évacue, le jet diminue de hauteur ; parce qu'à proportion qu'elle s'évacue, l'air occupe un plus grand espace & la tension de son ressort, cause immédiate du jet, diminue dans la même proportion.

CCLVII. Le *Fusil à vent* confirme encore la même chose. Il est composé d'une crosse de fer creuse, fermée exactement à l'aide d'une soupape faite en forme de cône, qui joue dans une cavité proportionnée, & contre l'ouverture extérieure de laquelle, elle

est poussée par l'effort d'un ressort à boudin , qui s'appuye contre le fond intérieur de la crosse.

On injecte de l'air dans la capacité de cette crosse , par le moyen d'une pompe semblable à la précédente , qu'on monte à vis dans une virole qui excède la soupape. L'effort de la colonne d'air pressée par le piston de cette pompe , suffit pour faire baisser la soupape , & pour que ce fluide puisse s'introduire dans l'intérieur de la crosse : lorsqu'on y a injecté une suffisante quantité d'air , pour qu'il y soit suffisamment comprimé , on démonte la pompe , & on vise à sa place , le canon du fusil , dont un des orifices communique avec la soupape , par un petit canal intermédiaire. Ce canon est muni d'une batterie tellement construite , que lorsqu'on lâche le chien , sa tête vient frapper fortement contre une clavette , qui pousse la soupape , & qui la fait ouvrir. L'air condensé dans la crosse , trouvant alors une issue , s'échappe en partie , enfile le canon , & pousse devant lui une balle , qu'on y avoit introduit auparavant. L'effort avec le-

quel l'air s'échappe est tel, que la balle perce quelquefois à vingt pas, une planche de sapin de six lignes d'épaisseur.

Le ressort à boudin qui dirige la soupape, la repousse assez vivement, & la referme assez promptement, pour que la première décharge ne consume qu'une portion de l'air compris dans la crosse. Aussi peut-on tirer plusieurs coups de suite avec une seule charge : mais l'air se débandant dans la crosse, à proportion qu'il s'évacue, les coups deviennent de plus foibles en plus foibles.

CCXLVIII. Le ressort de l'air comprimé peut-il souffrir quelque altération, ou ce ressort conserve-t-il constamment le degré de tension, qu'on lui a donné en le comprimant ? Je crois qu'on doit tenir pour l'affirmative, & je ne connois que *Hauxbée* (a) qui ait avancé le contraire, quoique l'expérience sur laquelle il se fonde, n'emporte pas la conviction avec elle, & qu'on puisse en rendre raison, sans soupçonner aucune altération dans le ressort de l'air. Presque tous les Physi-

(a) *Exper. Phys. mech.* T. 1, p. 75.

tiens sont de ce sentiment, & il est très conforme à l'expérience de *Boyle* & de *Mussenbroek*, qui compriment une masse d'air, en lui faisant supporter un nouveau poids, outre celui qu'il exerce naturellement sur lui-même.

Ce dernier prit un tube de verre ABC, (*Fig. 87.*) de 8 pieds de longueur, recourbé par le bas & scellé hermétiquement à l'extrémité de sa branche la plus courte. Il remplit ce tube de mercure : par ce moyen il condensa très-fortement la petite colonne d'air qu'il intercepta entre la voute C, de la petite branche, & la colonne de mercure qui s'y élevoit. Il laissa ensuite ce tube en expérience pendant trois ans consécutifs, & il n'apperçut aucune altération dans le ressort de cet air violemment comprimé : car pendant ce tems, la colonne d'air comprise dans une partie de la petite branche BC, se dilatoit & se condensoit proportionnellement aux changemens qui survenoient à la densité de l'air extérieur ; ce dont on jugeoit par la suspension du mercure dans le barometre.

CCXLIX. Ce fut par une expérience semblable, que Mrs. *Boyle* & *Mariotte* (a) imaginerent que l'air se condensoit en raison directe des poids dont il étoit chargé.

En supposant que la portion AB du tube ABC (*Fig. 87.*) n'ait que trente pouces de longueur, & que la portion BC, soit exactement calibrée dans toute sa longueur, qui est de six pouces, l'air compris dans ce tube pourra être considéré comme une seule & unique colonne chargée du poids de l'atmosphère. Si on fait donc couler dans la courbure de ce tube une petite quantité de mercure, suffisante pour en remplir la crosse; cette colonne d'air sera divisée en deux colonnes, l'une plus petite, l'autre plus grande, mais chargée l'une & l'autre du poids d'une colonne d'air, dont la longueur sera égale à toute la hauteur de l'atmosphère. Les choses étant ainsi disposées, si on verse du mercure dans le grand tube, la colonne d'air qui y est contenue n'en deviendra pas plus chargée; parce qu'elle s'élèvera au-dessus du mercure: mais il n'en fera

(a) *Traité du mouv. des Eaux*, p. 140.

pas ainsi de la petite colonne interceptée dans le petit tube. Cette dernière sera chargée en sus du poids du mercure qu'on versera dans le grand tube ; & comme une colonne de vingt-huit pouces de longueur , pese autant qu'une colonne d'air de même base & de toute la hauteur de l'atmosphère ; si on verse dans ce tube , une colonne de mercure de vingt-huit pouces d'élevation , la petite colonne d'air supportera un poids double de celui qu'elle supportoit naturellement , & elle se condensera au point de n'occuper que la moitié du tube. Ce fut d'après cette expérience que *Boyle* & *Mariotte* conclurent que le ressort de l'air se bande à proportion des poids dont il est chargé.

Cette règle , qui est fondée sur une expérience , qui paroît décisive , n'est pas rigoureusement exacte : car , en comprimant l'air fortement , & en le réduisant à un volume , par exemple , quatre fois plus petit , le résultat ne répond plus à cette règle. Cet air commence alors à faire plus de résistance , & il exige un poids plus grand que celui qui est indiqué par

C v

la regle , pour acquérir ce degré de condensation. En effet , lorsque l'air sera tellement comprimé , que ses parties se toucheront & ne formeront plus qu'une masse solide ; (puisque M. *Halles* l'a réduit à $\frac{1}{183}$ de son volume , & selon la remarque de M. de *Buffon* (*a*) $\frac{1}{1111}$ de ce même volume ; c'est-à-dire , qu'il est devenu deux fois plus dense que l'eau) il ne sera plus possible de le comprimer davantage ; puisque les corps sont impénétrables. Il n'est pas moins évident que l'air ne peut se raréfier à l'infini ; d'où il suit que la regle des raréfactions , en raison inverse des poids comprimans , n'est pas plus exacte : car il faudroit , suivant cette regle , qu'à un degré quelconque de raréfaction de l'air , on trouvât un poids correspondant qui empêcheroit cette raréfaction d'être plus grande : or lorsque l'air est raréfié le plus qu'il est possible , il n'est alors chargé d'aucun poids & il occupe cependant un certain espace. (*b*)

CCL. On a encore des preuves du

(*a*) Statique des Vegetaux , pag. 390.

(*b*) Dalember dict. encyclop. art. air.

DE L'AREOSTATIQUE. 59
ressort de l'air , en le dilatant , & on
peut le dilater de deux manieres.
(CCXLV.)

Introduisez dans une petite bouteil-
le un tube , qui descende jusque vers
son fond ; mastiquez-le au col de cette
bouteille , de façon qu'il n'y ait aucu-
ne communication de l'intérieur à
l'extérieur de la bouteille , que par le
canal du tube : renversez cette bou-
teille dans un vase en partie rempli
d'eau. Posez le tout sur la platine de la
machine pneumatique , & après avoir
recouvert la bouteille & le vase , d'un
récipient , faites le vuide ; à propor-
tion que vous pomperez l'air , vous
observerez des bulles qui sortiront
par l'extrémité du tube , qui plonge
dans l'eau : ces bulles traverseront la
masse d'eau & s'élanceront sous le re-
cipient.

Lorsqu'on raréfie l'air compris sous
le recipient , on debande son ressort :
on affoiblit donc la pression qu'il
exerce contre la surface de l'eau : la
petite colonne de ce liquide qui se
présente à l'orifice du tube , & qui le
pénètre en partie , ne peut donc plus
faire équilibre à la colonne d'air avec

C vj

laquelle elle est en communication ; parce que la masse d'air comprise dans la bouteille , est de même densité que celui de l'atmosphère : l'air de la bouteille exerce donc sa force expansive , s'échappe en partie par le tube , & s'éleve sous la forme de globules , à travers la masse d'eau , pour se porter sous le recipient : effet qu'on doit remarquer , tant qu'on rompt l'équilibre entre l'air compris sous le recipient & la petite masse d'air contenue dans la bouteille.

Si on tourne la clef du robinet pour introduire de nouvel air sous le recipient , cet air déploiera une nouvelle pression sur la surface de l'eau du vase. La petite colonne d'eau qui se présente à l'orifice du tube , étant plus pressée à l'extérieur , que par la colonne d'air raréfié qui reste dans la bouteille , se portera dans cette bouteille , jusqu'à ce que la masse d'air qui y reste , ait acquis une densité égale à celle de l'air extérieur ; ce qui ne pourra avoir lieu , que lorsque cette masse d'air sera réduite au même volume , que celui qu'elle occupoit , avant qu'on eut fait agir

la pompe : il entrera donc autant d'eau dans la bouteille , qu'on en aura retiré d'air.

Si on supprime le recipient & qu'on retire la bouteille du vase dans lequel elle plonge ; cette bouteille sera remplie en partie d'eau & en partie d'air , qui occupera la portion supérieure de la bouteille , & qui sera de même densité que celui de l'atmosphère. Par conséquent si on place cette bouteille dans sa situation naturelle , sur la platine de la machine pneumatique & qu'après l'avoir recouverte d'un long recipient , on fasse le vuide ; à proportion qu'on raréfiera l'air de dessous le recipient , celui de la bouteille se dilatant , poussera devant lui une colonne d'eau , qui s'élancera sous la forme de jet , jusqu'au haut du recipient.

CCLI. C'est en vertu de l'élasticité de l'air qu'on met en jeu , lorsqu'on le decharge d'une partie du poids , qu'il porte sur lui-même , que les liqueurs qui contiennent beaucoup d'air , bouillonnent sous le recipient de la machine pneumatique : que la bière y mouffe : qu'une

pomme ridée se deride & paroît fraîche : qu'une vessie flasque, mais liée de façon à ne point donner issue au peu d'air qu'elle contient, s'enfle & se tumefie considérablement.

Quoiqu'une telle vessie ne contienne que fort peu d'air, il peut néanmoins produire de très-grands effets par sa dilatation.

Prenez une vessie flasque, mais fortement liée à son col, renfermez-la dans un vase cylindrique, dans lequel vous introduirez un poids de 10 liv. ou davantage : couvrez le tout d'un recipient & faites le vuide : la vessie se dilatera, se tumefiera & soulèvera le poids. Reportez de nouvel air sous le recipient, l'air de la vessie se réduira à son premier volume : elle redeviendra flasque, le poids descendra & reprendra sa première situation.

CCLII. On peut encore dilater l'air en le combinant avec un fluide étranger, propre à écarter ses parties les unes des autres & à les distendre. Mais il faut pour cela que l'air soit renfermé dans un espace, d'où il ne

puisse s'échapper ; au défaut de cette condition , il s'étendra , occupera un plus grand espace , & la tension de son ressort n'augmentera point , ou n'augmentera que foiblement.

Prenez une vessie remplie d'air & exactement liée à son col , pour qu'elle ne puisse point permettre à l'air de s'en échapper. Faites chauffer cette vessie , en la présentant à quelque distance , au-dessus d'un fourneau de charbons allumés , & vous observerez que la vessie fera effort pour se tumefier davantage ; ses fibres en seront distendues , & si vous continuez à l'échauffer , elle se brisera avec éclat.

M. *Amontons* fut le premier qui observa les degrés d'augmentation que le ressort de l'air acqueroit , par la chaleur de l'eau bouillante. Les premières expériences qu'il fit , lui apprirent que le ressort de l'air échauffé par un tel degré de chaleur , augmentoit par dessus celui dont il jouissoit , lorsque sa température étoit égale à celle de l'eau froide , au point de soutenir le poids d'une colonne de mercure de 10 pou. de hauteur , au-

64 DE L'AREOSTATIQUE.

delà du poids de l'atmosphère. Mais ayant réitéré ces expériences & ayant poussé ses observations plus loin, il vit que cette augmentation de ressort n'étoit point fixe, & qu'elle varioit en plus & en moins, suivant les poids dont l'air étoit chargé; mais que cette augmentation étoit toujours égale au tiers, ou environ de ces poids; c'est-à-dire que si dans une température moyenne, une masse d'air chargée de 30 pou. de mercure & du poids de l'atmosphère, augmente son ressort, par la chaleur de l'eau bouillante, au point de soutenir une colonne de mercure de 10 pou. de hauteur, en sus du poids d'une colonne de mercure de même base & de 30 pou. de hauteur; cette même masse d'air soutiendra 20 pou. de mercure en hauteur, si on la charge d'une colonne de mercure de 60 pou. de hauteur, outre les 30 pou. qu'elle doit soutenir, pour contrebalancer la colonne de 60 pou. dont elle est surchargée. (a)

(a) Mem. de l'Acad. des sciences, an. 1702.

CCLIII. Il suit de là , que plus l'air sera comprimé & plus l'effet de son ressort deviendra grand , si on vient à l'augmenter par le secours de la chaleur. On ne doit donc point être surpris des effets violents qu'on voit produire à l'air , dans l'inflammation de la poudre à canon. On sçait que chaque grain de poudre contient une certaine quantité d'air , qui est très-condensé. On sçait d'ailleurs qu'il y en a encore une certaine quantité disséminée & resserrée , qui remplit les vuides que les grains laissent entre eux ; par conséquent lorsque cette poudre vient à s'embraser , le ressort de l'air étant augmenté au point de rompre les parties de la poudre , doit produire un effet très-violent & tel qu'on l'observe habituellement.

CCLV. C'est en grande partie au ressort de l'air qui se dilate, par la chaleur qu'il éprouve dans le poumon , que nous sommes redevables de la facilité avec laquelle le sang circule dans ce viscere , où il reçoit la dernière perfection qui lui manque. C'est à ce ressort que nous devons rapporter le peu d'impression que fait sur nous le poids que l'air

66 DE L'AREOSTATIQUE.

extérieur porte continuellement sur l'habitude de notre corps. L'air compris dans les fluides, dans les tissus cellulaires, dans la peau, reagit & contrebalance l'effort de l'air extérieur ; car il est démontré par expérience , qu'une petite masse d'air quelconque peut contrebalancer par son ressort, la pression d'une colonne d'air de même base & de toute la hauteur de l'atmosphère. Nous avons démontré (CCXIX) que la suspension du mercure à 28 pou. d'élevation, dans le tube de *Toricelli*, dependoit de la pression d'une colonne d'air de même base & de toute la hauteur de l'atmosphère ; or l'expérience démontre que la colonne de mercure demeure suspendue à la même hauteur , par la seule réaction d'une petite masse d'air , de même densité que celui de l'atmosphère & que cette colonne diminue de longueur , à proportion que le ressort de cette masse d'air diminue & s'affoiblit.

Etablissez sous un petit récipient un tube de *Toricelli*, rempli de mercure jusqu'à la hauteur ordinaire, & plongeant dans une cuvette en partie rem-

plie de mercure : faites passer ce tube, par le goulot de ce récipient , auquel vous le mastiquerez exactement , pour que l'air ne puisse point passer par cette jonction. Le mercure soumis alors à la pression de l'air extérieur , demeurera suspendu à 28 pou. d'élévation. Placez ce récipient sur la platine de la machine pneumatique & pressez-le fortement contre cette platine : l'air extérieur n'aura plus aucune prise sur le mercure contenu dans la cuvette. La suspension du mercure sera cependant encore la même ; parce que la petite masse d'air comprise sous le récipient, produit par son ressort le même effet que l'air extérieur par sa pression : rarefiez ensuite l'air du récipient , & vous observerez qu'à proportion que vous affoiblirez son ressort , la colonne de mercure se précipitera dans la cuvette & diminuera de longueur : reportez de nouvel air sous le récipient & le mercure remontera à la même hauteur que précédemment.

CLV. La suspension du mercure dans le tube de *Toricelli* , nous fournit un moyen de calculer la pression que l'air extérieur exerce contre la surface du corps de l'homme.

En effet la suspension du mercure est l'effet immédiat de la pression d'une colonne d'air de même base & de toute la hauteur de l'atmosphère. La pression d'une semblable colonne est donc égale au poids d'une colonne de mercure, de même base & de 28 pou. d'élévation. Or comme le mercure pèse 14 fois plus que l'eau, le poids d'une colonne de mercure de 28 pou. de hauteur, équivaut au poids d'une colonne d'eau de même base & d'environ 392 pou. de hauteur = 32 pieds ou environ. Par conséquent autant la surface du corps de l'homme pourra soutenir de colonnes d'air de même base, autant elle supportera de fois le poids d'une colonne d'eau de 32 pieds d'élévation : or un homme de moyenne taille, c'est-à-dire de 5 pieds de hauteur, présente au moins 10 pieds carrés de surface : il supporte donc continuellement la pression d'une colonne d'air de 10 pieds carrés de base & de toute la hauteur de l'atmosphère ; c'est-à-dire, une pression égale au poids d'une colonne d'eau de 10 pieds carrés de base & de 32 pieds de hauteur. Mais

un pied cubique d'eau pese 70 liv. par conséquent une colonne d'eau d'un pied quarré de base & de 32 pieds de hauteur pese $70 \text{ liv.} \times 32 = 2240$ liv. par conséquent 10 colonnes semblables, pour répondre à l'étendue de la surface de l'homme pesent $2240 \times 10 = 22400$ liv. d'ou il suit qu'un homme de moyenne taille supporte habituellement de la part de l'air qui le presse, selon toute la surface de son corps, une pression qui équivaut à celle d'un poids de 22400 liv. pression énorme dont il ne s'apperçoit point; parce qu'elle est contrebalancée par le ressort de l'air intérieur, disséminé entre les différentes parties de son corps.

CCLVI. C'est au ressort de l'air contenu dans les fluides & dans les autres parties du corps humain, que nous devons rapporter un phénomène qu'on remarque assez habituellement lorsqu'une personne se noie. On remarque dans ce cas, ~~que~~ le cadavre revient sur l'eau quelques jours après; qu'il retombe ensuite au fond de l'eau & qu'il s'y élève encore. Or cet effet dépend du ressort de l'air.

En général le corps d'un homme

est plus pésant qu'un pareil volume d'eau ; je dis en général, car il peut se trouver des personnes qui pèsent moins qu'un pareil volume d'eau , & ce n'est pas sans exemple : ce qui vient des grandes cavités & de la grande quantité de graisse qu'un homme peut avoir. Les cavités spacieuses augmentent le volume & diminuent la p esanteur spécifique. La graisse pèse moins que l'eau à volume égal. Il ne doit donc pas paroître surprenant, que cette compensation soit telle , que le tout ensemble pèse moins qu'un pareil volume d'eau : mais ce cas doit être fort rare : ainsi le corps d'un homme qui se noie , étant ordinairement plus pésant qu'un pareil volume d'eau , il s'enfonce dans l'eau & il reste au fond de l'eau pendant quelque jours ; jusqu'à ce que la corruption qui est fort prompte dans ce cas, ayant excit e une fermentation , qui dégage l'air contenu dans différentes parties de son corps ; une portion de cet air s'échappe & s'éleve à travers l'eau ; tandis que l'autre portion distend & augmente considérablement le volume des parties fermentantes ; or , ce volume étant

augmenté au point que le corps en totalité , pèse moins qu'un pareil volume d'eau ; le cadavre est porté à la surface de l'eau & surnage en partie (CCIV) : lorsqu'il reste ainsi exposé au contact de l'air , il acquiert de nouveaux degrés de putréfaction : les parties distendues se crevent , s'affaissent ; le volume du corps diminue ; la pesanteur respective augmente & le tout devenant plus pesant qu'un pareil volume d'eau , le cadavre retombe au fond de l'eau ; jusqu'à ce qu'une nouvelle fermentation ayant lieu, augmente son volume & le fasse surnager, pour retomber ensuite , par la même raison que précédemment. On peut confirmer cette théorie d'une certaine manière par l'expérience suivante.

Lestez de plomb laminé un morceau de liége , de façon que sa pesanteur spécifique soit un peu plus grande que celle de l'eau : placez ce liége dans un vase rempli d'eau : il tombera au fond. Etablissez le vase sur la platine de la machine pneumatique ; couvrez-le d'un récipient & faites le vuide ; à proportion que vous retirerez l'air de dessous le récipient,

vous mettez en jeu celui qui est renfermé dans le liége , il se dilatera ; une partie s'élevera sous la forme de bulles à travers la masse d'eau ; l'autre partie ne pouvant s'échapper du liége, en écartera les patties, augmentera son volume , & le liége devenu moins pesant qu'un pareil volume d'eau, s'élevera à travers la masse d'eau & surnagera. Reportez de nouvel air sous le récipient , celui qui est dilaté dans le liége se condensera ; le volume du corps flottant diminuera ; sa pesanteur spécifique augmentera & il tombera au fond du vase.

CCLVII. On a sçu mettre à profit le ressort de l'air pour construire quantité de machines , dans le détail desquelles nous ne pouvons point entrer. Nous croyons cependant ne pas devoir passer sous silence la construction de la fontaine de *Hiéron*.

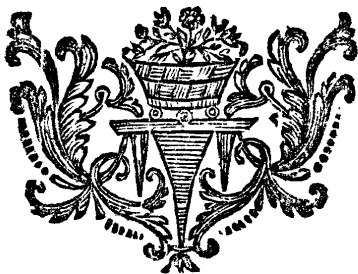
Cette fontaine est composée d'un réservoir A B. (*fig. 88.*) surmonté d'un bassin B C ; au centre de ce bassin, s'éleve un ajutage D , qui est la continuité d'un tuyau D E , qui descend jusqu'à une ligne près du fond du réservoir A B , & qui est soudé à son

son fond supérieur. On voit encore dans le même bassin l'origine F, d'un tube F G, qui pénètre à travers le réservoir A B, sans s'y ouvrir, & qui va se terminer en G, à une ligne près du fond du réservoir inférieur H I. Dans ce dernier réservoir, on remarque l'origine d'un tube K L, semblable au précédent, qui est soudé au fond supérieur du réservoir H I, & qui vient se terminer en L, vers la partie supérieure du réservoir A B.

D'après cette construction, il est aisé d'imaginer que si on remplit d'eau le réservoir A B, par l'ouverture M, qu'on a soin de boucher exactement ensuite, le tube F G, le réservoir & le tube L K, seront remplis d'air : par conséquent si on verse quelques verres d'eau dans le bassin C, cette eau se précipitera par le tube F G, pour se porter dans le réservoir H I. Mais l'air étant impénétrable & trouvant une issue en K, suivra cette route pour se porter dans la partie supérieure du réservoir A B, où il comprimera le peu d'air qui y est resté, au-dessus de la surface de l'eau. Cet air comprimé pressera la surface de l'eau. La colonne

74 DE L'AREOSTATIQUE.

d'eau qui se présente à l'orifice E, étant moins pressée en F, par l'air extérieur, cederà à l'excès de pression de l'air intérieur, & jaillira. Ce jet d'eau retombera dans le bassin & s'écoulera dans le reservoir HI, d'ou elle continuera à expulser l'air, qui continuant à se porter dans le bassin supérieur, continuera à faire jaillir la fontaine, jusqu'à ce que l'eau du reservoir A B, soit épuisée.



LEÇON VI.

Suite de l'Areostatique.

CCLVIII. **N**ous avons considéré l'air jusqu'à présent, comme un fluide simple & homogène ; mais il s'en faut de beaucoup que cette masse d'air qui enveloppe notre globe, & que nous connoissons sous le nom d'atmosphère ; cette masse d'air, dans le sein de laquelle nous vivons, que nous absorbons & que nous rejettons continuellement par partie, soit pure & homogène. On doit au contraire la regarder comme le réservoir commun de toutes les émanations, qui s'échappent de toutes les substances perspirables. Les vapeurs qui s'élevent continuellement des fluides ; les exhalaisons qui s'échappent habituellement des plantes ; celles qui se détachent de toutes les substances animales, ou végétales qui se pourrissent sur la surface de la terre ; la transpiration insensible qui se filtre continuellement par les pores de tout animal vivant ; enfin toutes les par-

Dij

ties qui se détachent de la surface de tous les corps ; toutes ces émanations , dis-je , se portent dans l'atmosphère , s'y élèvent , y demeurent suspendues & en retombent pour s'y reporter de nouveau ; de sorte qu'on doit regarder l'air que nous respirons , comme un mixte composé de quantité de substances étrangères , qui influent sur sa constitution , qui varient ses qualités & le rendent plus ou moins salubre : delà ces vicissitudes continuelles que nous observons dans l'atmosphère , soit par rapport à sa densité , soit par rapport à son ressort. Delà cette secheresse & cette humidité qui y regnent alternativement : delà ces différens degrés de chaleur & de froid , qui se succèdent : delà ces différences si marquées dans les procédés des analyses chymiques qu'on en fait en différens endroits.

CCLIX. Quoique ce fluide ne soit qu'un mélange de différentes substances , dont les unes sont salubres & les autres nuisibles par elles-mêmes à l'œconomie animale , la sagesse du Créateur a scu temperer ce mélange , de façon que la masse totale qui en

resulte , jouit des propriétés nécessaires à l'entretien de la vie animale & on peut regarder comme un effet marqué de la providence , les différentes opérations qui s'exécutent continuellement dans l'atmosphère , telles que les digestions , les attenuations des substances hétérogènes qui y flottent : opérations qui sont occasionnées par les différens degrés de chaleur qui y regnent habituellement. Les mouvemens rapides de l'air qui mêlent & qui combinent ensemble , selon différentes proportions , les ingrédients qui entrent dans la composition de l'atmosphère , les fermentations subites qui précipitent quantité de substances qui y seroient trop abondantes , &c.

Mais quoique l'auteur de la nature ait disposé toutes ces choses avec une sagesse infinie ; on ne peut disconvenir que les qualités de l'air ne varient suivant les saisons, les régions, la constitution du sol, les qualités des substances qui y abondent , en un mot suivant les variétés qu'on observe dans les différentes parties de notre Globe.

Aussi parmi les anciens , le célèbre

D iij

*Hippocrate , Ramazzini, Frédéric Hof-
fman , Prosper Alpin , & plusieurs au-
tres , ont-ils donné tous leurs soins
à observer les variations qui surve-
noient à l'atmosphère & les différen-
tes qualités qu'elle acquerait.*

Qui est-ce qui ignore en effet qu'il
y a des maladies qui surviennent
suivant les variations qui arrivent à
l'atmosphère ?

N'a-t-on pas toujours observé que
lorsque l'hiver est fort sec , & que les
vents du Nord regnent pendant ce
tems, n'a-t-on pas, dis-je, observé, que
si le printems qui suit , est pluvieux ,
& qu'il soit accompagné de vents du
midi , il y a beaucoup de fièvres ai-
guës l'été suivant , & que ceux qui
sont d'un tempérament pituiteux ,
ont tout à craindre d'une telle consti-
tution. Chaque saison a ses maladies
particulieres , & elles dependent en
grande partie , de la constitution de
l'atmosphère.

Non-seulement chaque saison a ses
maladies ; mais aussi chaque pays a les
siennes , qu'on doit attribuer en plus
grande partie , aux ingrediens de l'air
qu'on y respire. On appelle ces for-

tes de maladies *endemiques*. Telles sont les écrouelles en Espagne, la phthisie en Anglererre, le scorbut dans les lieux maritimes & septentrionaux, &c.

On ne sçauroit imaginer tous les effets que produisent les différentes constitutions de l'air. Il influe sur la taille, le teint, le tempérament, les mœurs & le naturel des peuples. c'est une vérité reconnue de tous ceux qui étudient la nature & qui suivent exactement l'enchainement des phénomènes qu'elle nous permet d'observer.

On ne peut donc observer avec trop de soin, les qualités accidentelles de l'air; celles qu'il acquiert suivant les différentes circonstances dans lesquelles il se trouve.

On s'assure de sa pesanteur actuelle; par le barometre. On connoît sa température; c'est-à-dire ses degrés de chaud & de froid, par le thermometre; ses différens degrés de secheresse & d'humidité, par l'hygrometre, & les différens ingrédiens dont il est chargé, par l'analyse chymique & par des observations constantes, sur la constitution des endroits auxquels

il repond. Nous allons donner une légère idée de la construction des différens instrumens propres à faire de telles observations.

CCLX. Le *barometre* doit son origine, comme nous l'avons déjà fait observer, (CCXXI) au célèbre *Otto de Querikue*. Il a reçu depuis ce tems, différentes formes; mais le plus parfait qu'on connoisse encore, est le tube de *Toricelli*; c'est ce dernier qui va faire l'objet de nos réflexions.

CCLXI. Pour construire un tel barometre, on prend un tube de verre de 30 à 36 pouces de longueur & dont le diametre n'excede pas deux lignes. Ce tube doit être parfaitement net intérieurement, & le moyen le plus sûr pour se procurer un pareil tube; c'est de le faire sceller hermétiquement à ses deux extrémités, avant qu'il sorte des mains de celui qui le fabrique; car il faut se garder de souffler dedans, pour en chasser quelque corps étranger que ce soit, qui auroit pu s'y introduire, s'il demeurait ouvert; parce que le souffle y porteroit une humidité qui seroit nuisible à la perfection de l'instrument pour lequel on le destine.

Par la même raison , on doit se garder de le laver avec quelque liquide que ce soit : car l'expérience nous apprend que le mercure se tient plus bas dans un tube qui a été lavé, & il s'y tient d'autant plus bas, au dessous de sa véritable élévation , que le liquide dont on s'est servi pour le laver, est plus actif. Ce fut un barometre de M. le Chancelier, qui donna occasion de faire cette découverte (a) : le tube avoit été lavé avec de l'esprit-de-vin & le mercure s'y tenoit exactement à 18 lig. au dessous de son véritable point de suspension.

Messieurs *Homberg* & *Maraldi* imaginerent d'abord que cet effet venoit de la raréfaction de quelques gouttes de liqueur qui étoient restées dans le tube , malgré les soins qu'on avoit pris pour l'essuyer, dont l'expansion dans la partie supérieure du tube , faisoit baisser le mercure. Mais comment concevoir qu'il puisse rester quelques gouttes de liqueur , dans un tube séché au feu & essuié avec soin ?

M. *Amon tons* considérant que l'esprit-de-vin occasionnoit une plus

(a) Mem, de l'Acad. des scien. 1702.

§2 DE L'AREOSTATIQUE.

grande chute à la colonne de mercure, que lorsqu'on lavoit le tube avec de l'eau-de-vie, & que ce dernier liquide en occasionnoit une plus grande, que lorsqu'on le lavoit avec de l'eau, imagina avec plus de vraisemblance, que l'esprit de-vin en nctoyant le verre, enlève plusieurs petits corpuscules étrangers, qui fermoient auparavant le passage à l'air extérieur. Il s'insinue donc, suivant cet habile Académicien, un air très-subtil, dans un tuyau lavé avec de l'esprit-de-vin, qui presse la colonne de mercure, & la fait descendre au dessous de son véritable degré d'élévation : il s'en insinue pareillement à travers un tube, lavé avec de l'eau-de-vie; mais parce que ce dernier liquide n'est pas si corrosif que l'esprit-de-vin, les espaces qu'il ouvre, ne donnent point accès à une si grande quantité d'air subtil, & il s'y en insinue encore moins lorsque le tube est lavé avec de l'eau.

Cette idée mériteroit quelque confirmation; car comment imaginer que la quantité d'air subtil, qui pénètre dans un tube soit proportionnée au nombre d'ouvertures, que produi-

sent les différens liquides , dont on se sert pour le laver ; à moins qu'on n'imaginé que ces ouvertures soient plus grandes , lorsqu'on le lave avec de l'esprit-de-vin , qu'avec tout autre liquide , & que conséquemment ces ouvertures livrent passage à un fluide d'autant plus subtil , & qui presse d'autant moins la colonne de mercure qu'elles sont plus petites ; ce qui paroît assez conforme à l'expérience que fit *M. Amontons* , qui remédia au défaut du barometre de *M. le Chancelier* , en le chargeant & en le déchargeant plusieurs fois , avec du mercure : or il paroît que l'effet du mercure qu'on fait passer plusieurs fois dans un tube , est de boucher les petites ouvertures , que les liquides , dont nous venons de parler , auroient pu y faire , en le lavant.

CCLXII. Lorsqu'on veut construire un barometre , il faut ouvrir l'une des extrémités du tube ; ce qu'on exécute aisément , avec une lime : on le remplit ensuite jusqu'environ au tiers de sa capacité , avec du mercure très-pur & révivifié du cinnabre : on introduit après cela , dans ce tube , un fil-de fer qui y descend jusqu'au

D vj

§4 DE L'AREOSTATIQUE.

fond : on présente alors ce tube dans une situation inclinée , au-dessus d'un fourneau de charbons bien allumés & qui ne fument point , ayant soin de le tourner de momens en momens & de remuer le fil-de-fer , jusqu'à ce que le mercure commence à bouillir.

Cette ébullition dilate les bulles d'air diffeminées dans le mercure ; le fil-de-fer les agite , les oblige à se réunir , & elles s'élevent , pendant l'ébullition , jusqu'au haut du tube , pour se porter au delà , dans l'atmosphère.

Lorsque cette ébullition a dissipé le peu d'air , qui avoit accompagné la première quantité de mercure , on laisse refroidir le tube , pour réitérer ensuite la même opération , après y avoir introduit une nouvelle quantité de mercure semblable à la première , ou à peu près : & on réitére cette opération , jusqu'à ce que la colonne de mercure ait bouilli , jusqu'à un pouce près de l'ouverture du tube. On acheve alors de le remplir , & on le plonge dans une cuvette , avec les mêmes précautions que nous , avons

DE L'AREOSTATIQUE. 85
indiquées précédemment, (CCXIX.)
pour répéter l'expérience de *Toricelli*.

La figure de la cuvette n'est point indifférente ; on lui donne la forme ABCD (*fig.* 89) pour la raison que voici : comme la quantité de mercure compris dans la cuvette , ne contribue en rien , à la perfection de l'instrument ; on la retrécit par en bas , afin qu'elle en contienne moins & conséquemment qu'elle soit moins pésante : mais on la tient fort large vers le haut , afin que le mercure ait une grande surface en DB. C'est en effet à cette surface où l'on commence à compter l'élévation du mercure ; c'est-à-dire , la longueur de la colonne comprise dans le tube ; mais la longueur étant mesurée par des degrés fixes & déterminés sur la planche qui porte l'instrument , on ne peut être sûr de la véritable hauteur du mercure , qu'autant que la ligne de niveau , prise à la surface BD , demeurera constamment la même , ou variera le moins que faire se peut , & conséquemment qu'autant que la surface du mercure compris dans la cuvette , repondra toujours , autant qu'il est possible , à la ligne de niveau. Or

on ne peut parvenir à ce but, qu'en donnant une grande étendue à cette partie BD, de la cuvette : par conséquent si la surface du mercure qui y est compris, n'avoit pas une grande étendue, la colonne de mercure ne pourroit s'élever de plusieurs lignes que celui de la cuvette ne baissât sensiblement, au-dessous de la ligne de niveau, & la colonne paroîtroit moins longue qu'elle le seroit effectivement.

On remédie donc à ce défaut, autant qu'il est possible, en donnant beaucoup d'étendue à la surface BD : plus cette surface sera grande, toutes choses égales d'ailleurs, moins elle variera, lorsque la colonne de mercure s'allongera, ou se raccourcira dans le tube. C'est aussi pour cette raison, que je ne donne pas plus de deux lig. de diamètre au tube : mais il est bon d'observer que si on gagne à diminuer le diamètre du tube, il ne faut pas pour cela le diminuer au-dessous de deux lignes ; car on tomberoit alors dans un autre inconvénient ; puisque si le diamètre du tube étoit trop petit, la colonne de mercure qui s'y élèveroit éprouveroit un trop grand frottement

le long des parois de ce tube, ce qui l'empêcheroit de s'élever à la hauteur à laquelle elle doit parvenir.

Cet instrument étant construit, on l'applique & on le fixe sur une planche divisée par pouces, à compter depuis la surface du mercure de la cuvette jusqu'au haut du tube. On divise outre cela en lignes l'espace compris depuis le 27^e pouce jusqu'au 29^e, espace dans lequel sont comprises les variations ordinaires, qui surviennent dans notre climat, à la longueur de la colonne.

CCLXIII. Quelque attention qu'on ait apportée à construire un barometre, il n'est pas possible pour cela qu'on puisse juger exactement de la véritable pesanteur de l'air; car comme le remarqua très-bien autrefois M. *Amonzons*, le même poids de l'air qui dans le froid élève le mercure à une hauteur donnée, le fait monter à une plus grande hauteur pendant les chaleurs de l'été; puisque la raréfaction qu'il éprouve alors, diminue à proportion sa pesanteur spécifique. Ce fut pour obvier à cet inconvénient, qu'il dressa des tables qui indiquoient ce

qu'il falloit diminuer, on ajouta à la hauteur de la colonne de mercure, relativement à la température actuelle de l'atmosphère observée par le moyen de son thermomètre (*a*) quelque ingénieuse & exacte que fut cette méthode elle emportoit avec elle un inconvénient ; lorsqu'on vouloit juger de la véritable pesanteur de l'air, il falloit nécessairement consulter les tables de M. *Amontons*, & calculer ensuite la véritable hauteur du mercure relativement au degré de chaleur qui régnoit alors dans l'atmosphère ; pour obvier à cet inconvénient, M. *Ludolf* imagina d'adapter au baromètre même, une échelle propre à indiquer le véritable poids de la colonne de mercure. (*b*)

CCLXIV. Après avoir exposé la manière de construire un bon baromètre, il est naturel de rendre compte de ses effets & de son usage.

La hauteur moyenne du baromètre en France est de $27 \frac{1}{2}$ pouces, & ses variations ne vont pas tout-à-fait à trois

(*a*) Mem. de l'Acad. des scien. an. 1704.

(*b*) Mem. de l'Acad. de Berlin an 1749.

pouces : on conçoit aisément que la hauteur du barometre doit être bien différente suivant la position des lieux où on le tient en expérience, & si le mercure est suspendu à $28\frac{1}{2}$ pouces, par exemple, dans un endroit qui seroit au niveau de la mer, il ne sera suspendu qu'à 28 pouces, ou moins dans un endroit plus élevé.

Lorsqu'on veut faire usage d'un barometre, il faut donc avoir égard à la position de l'endroit où on le place & le régler; c'est-à-dire, placer la ligne de niveau de maniere qu'il puisse s'accorder avec un autre qui seroit placé au niveau de la mer ; car M. *Halley* trouva que le mercure étoit de $3\frac{8}{10}$ de pouce plus bas, au haut de la montagne de Snodan en Angleterre, qu'au pied de cette même montagne, qui porte 1240 toises de hauteur. M. *Derham* qui fit la même observation, vit que la colonne de mercure se raccourcissoit d'un dixième de pouce à la hauteur de 32 toises, & il en conclut qu'on pourroit se servir du barometre, non-seulement pour mesurer la hauteur de l'atmosphère,

phere, mais encore celle de tous les lieux élevés.

M. *Mariotte* (a) partant du principe dont nous avons déjà parlé (CCXLIX). sçavoir, que l'air se condense à raison des poids dont il est chargé, calcula d'après des observations faites avec exactitude sur la hauteur du barometre, observée sur le sommet de plusieurs montagnes, que la hauteur de l'atmosphère étoit de 15 lieues.

Quoique ce calcul s'accorde assez bien avec celui de M. *de la Hire*, établi sur la théorie des crépuscules, on doit regarder ces méthodes comme plus curieuses qu'exactes; car il faudroit supposer pour cela, ou que l'atmosphère fut, à peu de chose près, de même densité dans toute son étendue, comme plusieurs l'ont supposé, ou qu'on connut la progression selon laquelle sa densité diminue, en s'éloignant de la surface de la terre. La première supposition est évidemment fautive; puisqu'il est démontré que les couches d'un fluide élastique doivent être plus denses à proportion

(a) Essai sur la natur. de l'air.

qu'elles sont plus chargées. La seconde supposition n'est point exacte ; car il n'est pas possible de trouver exactement par le seul calcul, une progression susceptible de tant de variations eu égard au concours de plusieurs causes, qui peuvent augmenter, ou diminuer la densité d'un tel fluide ; telles que le chaud, le froid, les vapeurs, &c. M. *de Cassini & Maraldi* (a) sentirent très bien cette difficulté, lorsqu'ils ne voulurent s'en rapporter qu'à l'expérience, pour mesurer la hauteur des montagnes, aussi bornerent-ils cette méthode à trouver des hauteurs qui n'excédroient point une demi-lieue ; parce qu'ils ne purent faire d'expériences à une plus grande hauteur.

CCLXV. Quant aux variations que la hauteur du barometre éprouve dans un même endroit, M. *Boyle* pense qu'on ne peut point en déduire des indications exactes. Voici néanmoins ce que M. *Halley* a établi d'après une suite d'observations constantes.

Dans un tems calme, lorsque la pluye est sur le point de tomber, le mercure est communément bas &

(a) Mem. de l'Acad. des scien. an. 1703.

il s'éleve lorsque le temps devient serein. Lorsqu'il doit faire de grands vents , accompagnés de pluye , le mercure descend plus ou moins bas, suivant le vent qui souffle.

Le D. *Beal* remarque aussi que , toutes choses égales d'ailleurs, le mercure est plus haut dans l'hyver que dans l'été, & qu'il l'est davantage le matin que vers le midi.

M. *Patrik* observe qu'en été l'abaissement du mercure annonce le tonnerre, & que quand l'orage arrive immédiatement après la chute du mercure , il est ordinairement de peu de durée. La même observation a lieu pour le beau tems , s'il arrive immédiatement après l'élévation du mercure.

Ces observations qui font ce que nous avons de plus exact sur les indications du barometre , nous font voir le peu de confiance que nous devons avoir à ces indices, qu'on a coutume de placer sur les planches, qui portent ces sortes d'instrumens.

Néanmoins comme il y a certaine connexion entre les différentes pésanteurs de l'atmosphere & les variations

du temps, ainsi qu'on l'a toujours remarqué, il est bon d'observer qu'on ne doit compter sur les indices qui répondent aux différentes hauteurs du barometre qu'autant que le mercure demeurera suspendu pendant quelque tems à ces différens degrés, & qu'on pourra toujours être sûr que le tems changera, par exemple, en beau, si la colonne de mercure venant à s'élever, continue à monter; lors même qu'elle ne seroit point encore parvenue jusqu'à la hauteur, qui indique le variable, & au contraire on peut attendre de la pluie, si la colonne de mercure étant même au dessus du degré qui indique le beau tems, descend & continue à descendre, ne seroit-elle point encore parvenue au degré qui marque le variable.

CCLXVI. On ne doit point apporter une moindre attention à considérer les variations qui surviennent à la température de l'air, qu'à celles auxquelles son poids se trouve exposé; & c'est pour cela que nous allons indiquer la construction d'un instrument propre à faire de telles observations, après que nous aurons exposé, en peu

de mots, l'origine de cet instrument & les perfections qu'il a acquises depuis son invention.

Cet instrument est connu sous le nom de *Thermometre*. Il parut dans le dix-septième siècle. *Boerrhaave* (a) & *Mussenbroek* (b), attribuent la gloire de son invention à un citoyen *Dalckmar*, nommé *Corneille Drebbel*. d'Autres l'attribuent au P. *Paul Sarpy* Vénitien ; mais il faut remarquer qu'on avoit alors la manie d'attribuer à ce grand homme toutes les nouvelles découvertes. *Vincentio Viviani* prétend que ce fut *Galilée* qui en fut l'inventeur. D'autres veulent que ce fut *Sanctorius* (c), cet habile Médecin fait à la vérité mention dans ses ouvrages (d) d'un semblable instrument, & croit qu'on en pourroit faire usage, pour connoître les différens degrés de la fièvre.

Quoi qu'il en soit du véritable auteur de cet instrument, qui étoit très-

(a) Chymie.

(b) Physiq. T. 2.

(c) *Polenus instit. phil. experim.* De la Hire Mem. de l'Acad. an. 1706.

(d) *Comment. in Avicenn.*

imparfait dans son origine ; en voici la construction. A B , (*fig. 90.*) est un tube qui se termine supérieurement par une boule creuse C. Ce tube ainsi que la boule est rempli d'air. On échauffe légèrement cette boule , afin de raréfier l'air qui y est contenu : on plonge ensuite l'extrémité du tube dans un vase D , rempli d'un liquide coloré. La chaleur abandonne insensiblement la masse d'air dilatée , comprise dans le tube & dans la boule. Cet air se condense alors , & se réduit au même volume que celui qu'il occupoit précédemment. Une partie du tube demeure vuide , & la pression de l'air extérieur , qui se fait sentir sur la surface du liquide contenu dans le vase D , porte dans ce tube une colonne de liqueur , qui s'y élève jusqu'à une certaine hauteur. On remarque la hauteur à laquelle cette colonne s'élève dans un tems où la température de l'air est moyenne : on trace une ligne qui indique cette hauteur , & on divise alors les deux portions du tube , en dessus & en dessous , en un certain nombre de parties

égales qu'on regarde comme les différens degrés de chaud & de froid qui surviennent à l'atmosphère.

En effet, plus il fait chaud, plus l'air de la boule C, se dilate & se raréfie. La dilatation de cet air pousse la colonne de liqueur élevée dans le tube, & la fait descendre. Au contraire lorsqu'il fait froid, l'air de la boule se condense, occupe un moindre espace & abandonne une partie du tube : alors la pression de l'air extérieur oblige la liqueur à s'élever davantage dans le tube.

CCLXVII. On ne peut disconvenir que cette première idée ne fut très-ingénieuse ; mais un tel instrument ne pouvoit marquer que d'une manière très-équivoque la température actuelle de l'atmosphère ; puisque le volume d'air contenu dans la boule, est non-seulement affecté par la différence de la chaleur de l'atmosphère, mais aussi par la variété de son poids : d'où il doit arriver quelquefois que la liqueur contenue dans le tube, soit sollicitée à s'élever par l'augmentation de la pression, de l'atmosphère ; tandis qu'elle est sollicitée à descendre

descendre par la dilatation de l'air, compris dans la boule. Or dans une telle circonstance, le mouvement de la liqueur si les forces sont égales doit être nul, ou se faire selon la direction de la plus forte, & précisément selon son excès si elles sont inégales. Outre cela, comme il peut y avoir souvent plus d'humidité dans l'air de la boule, que dans celui de l'atmosphère, & que l'humidité se dilate plus que l'air; la liqueur doit souvent descendre, toutes choses égales d'ailleurs, au-delà de ce qu'il convient.

CCLXVIII. Ce furent ces imperfections & quelques autres encore qui déterminèrent l'Académie del - Cimento (*a*) à en construire un autre différent: ils imaginèrent de souffler une boule C, à l'extrémité d'un tube AB (*fig. 91*) & de remplir cette boule & une partie du tube, avec de l'esprit-de-vin coloré; ils la fermerent ensuite hermétiquement à la partie supérieure A; ils le fixerent, sur une planche, qu'ils diviserent en parties égales, en prenant pour point fixe, la ligne qui terminoit la hauteur de

(*a*) Tentamina Florentina.

Tome II.

E-

la liqueur, lorsque la température étoit moyenne ; de sorte que les différens degrés de chaleur se trouvoient marqués au-dessus de cette ligne, & les degrés de froid au-dessous ; puisque eu égard à la construction de cet instrument, la chaleur dilatoit la liqueur comprise dans la boule, & la faisoit monter à une plus grande hauteur dans le tube, & que par la raison contraire, le froid la condensoit & la faisoit descendre.

Boyle mit cet instrument fort en vogue & on en voit encore aujourd'hui ; mais ils n'en sont pas moins défectueux.

10. Le tempéré qui est le point fixe de cet instrument, d'où on commence à compter les degrés de chaud & de froid, est un terme variable pris au hazard, & qui souffre du plus & du moins.

20. Le tube n'étant point calibré & le rapport de la capacité de ce tube à celle de la boule n'étant point connu, les degrés de chaud & de froid ne peuvent être exactes.

30. Il reste de l'air dans la partie supérieure de ce tube qui se condense, & qui

se dilate, & qui conséquemment nuit à la véritable élévation de la liqueur.

40. L'élasticité de l'esprit-de-vin s'altère avec le temps. Celui qui séjourne pendant longtemps dans un tel instrument, ne conserve donc plus toute sa vertu expansive, & conséquemment ne s'élève plus au même degré, lorsque la chaleur est la même. (a)

50. Cet instrument ne peut point être transporté dans un endroit où le froid seroit très-piquant; puisque l'esprit-de-vin s'y congele. (b)

M. *Boyle* fit de vains efforts pour remédier à une partie des défauts de cet instrument. Son premier objet fut de déterminer un point fixe pour le graduer, & faire en sorte qu'on put le comparer avec un autre. Il proposa pour cela, le terme de la congélation de l'huile essentielle de la semence d'anis (c); mais il ne mit point son projet à exécution.

M. *Halley* voulut prendre pour point fixe, la température des lieux

1

(a) Halley Philos. transf. n. 197. Comm. Petropol. V. IX. p. 345.

(b) Hans Egede descrip. Groenland. C. 4.

(c) Exper. sur le froid.

souterrains qu'il avoit observé être la même en tout temps. Il proposa le terme de l'ébullition d'un esprit-de-vin bien déphlegmé (a) & il parle même dans plusieurs de ses ouvrages, du terme de l'eau bouillante qu'il regarde comme fixe & invariable ; mais il ne paroît pas que cet habile Physicien ait mis cette pratique en usage.

CCLXIX. Le thermometre de Florence sortit encore fort imparfait des mains du célèbre *Halley* , quoiqu'il eut remédié à une partie des inconvéniens que nous avons exposés : (CCLXVIII.) ce fut lui qui le premier le construisit avec du mercure en 1680. Le mercure a cet avantage sur l'esprit-de-vin, qu'il se dilate beaucoup plus vite, & c'est de tous les fluides que nous connoissons, celui qui se refroidit le plus promptement : il faut avoir la précaution de le purger d'air & de toute humidité avant d'en faire usage, & on y parvient autant qu'il est nécessaire, en le faisant bouillir pendant quelque temps.

(a) Phil. Trans. abrég. 1. p. 34.

CCLXX. *Fahrenheit* en construisit aussi de mercure en 1709, il les perfectionna même davantage. Il divisa son échelle en 600 parties égales, & il compta zero au froid le plus piquant que nous ayons éprouvé en 1709: il prit ce degré à Dantzic & il le trouva encore, en plongeant la boule d'un thermometre dans de la glace pilée mêlée avec de l'esprit-de-nitre. Le 600^e. degré au-dessus, est celui de la chaleur du mercure bouillant.

Il ne faut pas regarder le froid, dont nous venons de parler, comme un terme fixe qui détermine les limites du froid: car on remarqua en Hollande en 1740, que le froid fut si grand, que le mercure descendit au-dessous de zero dans un thermometre de *Fahrenheit*, & on parvint même à le faire descendre à 40 degrés au-dessous, en le plongeant dans un mélange de glace pilée & d'esprit-de-nitre de *Geoffroy*. Ce froid qui est très-âpre n'est pas encore le plus grand que nous connoissons: *Gmelin* (a) assure avoir vû la colonne de mer-

(a) Flora Siberica Tom. I. præf.

102 DE L'AREOSTATIQUE,
cure descendre en Sibérie à $55 \frac{1}{2}$ degrés au-dessous de zero.

Les Académiciens de Pétersbourg, font parvenus à produire un plus grand froid encore par un mélange d'esprit-de-nitre fumant, & de neige, ainsi que par un mélange de neige & d'huile de vitriol : par un tel procédé ils parvinrent en 1759, à congeler le mercure & à en faire un metal malléable. Les Journaux ont rendu compte de cette expérience, qui fut faite au mois de décembre.

CCLXXI. Tous les thermometres qu'on avoit fait jusqu'alors, n'étoient point assez exactes, pour qu'on put les comparer & s'en rapporter aux résultats des observations faites avec différens instrumens. Ce fut le célèbre *Newton* qui leur donna ce degré de perfection, en prenant deux points fixes pour espacer son échelle ; sçavoir, le terme de la glace, qui commence à fondre, & celui de l'eau bouillante. Il compta zero au terme de la glace, & il construisit ces instrumens, avec de l'huile de semence de lin.

CCLXXII. Ces deux points fixes ne furent point reçus unanimement,

quantité de Physiciens se déclarèrent , les uns contre le terme de l'eau bouillante , les autres contre celui de la glace. M. *Taglini* fut le premier qui prétendit que le terme de l'eau bouillante n'étoit point fixe & invariable. (a) J'avoue avec lui, que toutes sortes d'eaux ne bouillent point au même degré de chaleur , & que la même eau ne bout point en différens temps & en différens endroits , au même degré de chaleur.

1°. Plus l'eau est chargée de substances hétérogenes & plus elle bout difficilement. Il faut un plus grand degré de chaleur pour faire bouillir de l'eau salée , que pour faire bouillir de l'eau douce : (b) il en faut encore un plus grand , pour faire bouillir une forte lessive de potasse , (c) & un plus considérable encore pour faire bouillir de l'esprit-de-nitre.

2°. La même eau ne bout point au même degré de chaleur , en différens temps & en différens endroits ; car pour que l'eau bouille , il faut que le

(a) Mem. de l'Acad. des scien. an. 1730.

(b) Boerrhaave , Chymie , T. I.

(c) Abregé des Transf. Philosoph. VI.

feu qui la pénètre & qui la souleve en bouillons, souleve en même tems la colonne d'air, qui s'appuie sur sa surface : or suivant que la pression de l'air sera plus ou moins grande, l'ébullition de l'eau deviendra plus ou moins difficile ; c'est-à-dire, que l'obstacle qui s'opposera à son ébullition deviendra plus ou moins grand. Cet obstacle varie aussi lorsqu'on fait bouillir de l'eau en différens endroits, qui sont à différentes hauteurs au-dessus du niveau de la mer ; d'où il suit que la même eau ne bout point toujours au même degré de chaleur. Lorsqu'on veut faire bouillir un liquide pour déterminer un degré de chaleur fixe, il faut donc avoir égard non-seulement à la cohésion de ses particules, mais encore à la pression actuelle de l'atmosphère. (a)

Pour démontrer cette vérité, mettez de l'eau un peu plus que tiède, dans un vase, que vous placerez sous le récipient de la machine pneumatique, & faites le vuide : lorsque l'air du récipient sera épuisé, jusqu'à un certain

(a) Boyle, *Phys. mech exper.* Newton *Optiq.* p. 318.

DE L'AREOSTATIQUE. 105
point, qui varie suivant que l'eau est plus ou moins chaude ; vous observerez que la quantité de feu qu'elle contient, & qui suffit pour lui donner seulement un certain degré de chaleur, en plein air, suffira pour la faire bouillir. Le D. *Martine* a éprouvé que l'élevation, ou la chute du mercure, étant d'un pouce dans le barometre, fait varier la chaleur de l'eau bouillante, un peu moins de deux degrés, suivant l'échelle de *Fahrenheit*. (a)

Si l'ébullition de l'eau exige différens degrés de chaleur, suivant que l'eau est plus ou moins pure, ou suivant que le poids de l'atmosphère varie ; il n'est pas moins vrai pour cela, que dès que toute espece d'eau que ce soit, en quelque temps que ce soit, commence à bouillir, elle n'acquiert plus de nouveaux degrés de chaleur : d'où il suit, que de l'eau distillée bouillira toujours au même degré de chaleur, lorsque la pression de l'atmosphère sera la même. En prenant donc pour regle, de faire cette expérience, lorsque la colonne de mercure sera à une hauteur déterminée

(a) Observ. sur les thermom. pag. 12.

E v

dans le barometre , on retrouvera toujours le même degré de chaleur, & c'est dans ce sens , qu'on doit regarder ce terme , comme un point fixe , propre à former un des termes de l'échelle d'un thermometre. Reste à examiner maintenant , si la temperature de la glace qui commence à se fondre , peut être regardée comme un autre point fixe de la même échelle.

CCLXXIII. Le D. *Halley* (*a*) prétend que le terme de la congélation de l'eau , ou de la fusion de la glace , doit être susceptible d'une très-grande variation. *Derham* , (*b*) *Mussenbroek* (*c*) & plusieurs autres imaginent que plus on avance vers le nord , plus le degré de froid , propre à former de la glace , doit être grand. Cette idée semble être confirmée par les observations que le D. *Cyrilli* (*d*) fit à Naples. Le journal de la République des lettres annonce même ces observations , comme quelque chose de

(*a*) *Philos. Transf. abreg.* 11, pag. 36.

(*b*) *Philos. Transf.*

(*c*) *Essais de Physf. ancien.* édit. §. 913.

(*d*) *Philos. Transf. N.* 424. p. 336 , 407 & 408.

DE L'AREOSTATIQUE. 107
triomphant , contre le terme de la
congelation.

En effet, suivant les observations du
D. *Cyrilli* , qui se servoit d'un ther-
mometre de *Hauxbée* , la glace qui
selon la table angloïse étoit marquée
au 65^e. degré , se formoit à Naples ,
lorsque la liqueur étoit au 55^e. ou
environ.

Il faut remarquer ici , pour l'intel-
ligence de ces observations , que l'é-
chelle de ces thermometres , mar-
quoit un zero , au plus haut degré de
chaleur , & que les nombres augmen-
toient depuis l'unité , à proportion
que la chaleur décroissoit : d'où il pa-
roît qu'il falloit un moindre froid ,
pour former de la glace à Naples ,
que pour en former en Angleterre.

Pour répondre maintenant à cette
difficulté , il faut observer que les
thermometres de M. *Hauxbée* , n'é-
toient point absolument exactes , ainsi
que tous ceux qu'on debitoit alors ,
sous le nom de la Société.

D'ailleurs en supposant toute l'exac-
titude possible à ces sortes d'instru-
mens , les observations du D. *Cyrilli* ,
n'étoient pas assez exactes , pour dé-

E vj

cider cette question ; puisqu'il les faisoit dans un lieu moins froid , que ceux où l'air glacial se faisoit sentir , & c'est un reproche que lui font le D. *Martine* (*a*) & M. de *Mairan*. (*b*) Ce dernier fonde son reproche sur les observations de M. *Taiffbout* Consul de France à Naples , qui marquoient que la glace paroissoit dans cette ville , aux fontaines & aux autres pieces d'eau , précisément comme à Paris & par-tout , lorsque le thermometre de M. de *Reaumur* marquoit le terme de la congélation.

Ce qui peut en imposer à ceux qui font ces sortes d'observations , c'est le peu de précautions qu'ils prennent pour les faire , & c'est une remarque fort judicieuse du D. *Martine* ; puisqu'il y a mille incidens qui peuvent les rendre vicieuses , & auxquels il faut faire une singuliere attention , sçavoir , le lieu , l'exposition à tel ou tel vent , le mur , le terrain , dans le voisinage desquelles on expose le thermometre.

M. *Taiffbout* n'ignoroit point de

(*a*) Observ. sur les therm. pag. 18.

(*b*) Dissert. sur la glace, pag. 244.

quelle conséquence il étoit de faire attention à toutes ces circonstances. Aussi a-t-il soin de faire observer, que son thermometre étoit exposé au nord, en plein air, sans bâtimens, ni d'un côté, ni d'autre, & à 34 pieds d'élevation, au-dessus du sol de son jardin (a) : & comme cet habile-homme sentoît toute l'importance de ces sortes d'observations, il remarqua le 1^e. fevrier 1744, que son thermometre étoit à un degré au-dessous de la glace, tandis qu'un autre thermometre, de la même construction, étoit dans une chambre sans feu & au lever du soleil à 6 degrés au-dessus.

Outre les observations de M. *Taistbout*, nous en avons encore une autre du docteur *Martine* qui emporte la conviction avec elle : (b) il marqua au point de la congélation, pris dans la glace pilée, lorsqu'elle commence à se fondre, deux thermometres de mercure, à la latitude de 56 degrés 20^{min}. il chargea un de ses correspon-

(a) De Mairan. dissert. sur la glace, pag. 245.

(b) Observ. sur les therm. pag. 19.

dans d'en marquer quelques autres à Londres, à la latitude de 52 degrés 32 m. il échangea ensuite ces thermomètres avec ceux de son correspondant, & ayant répété de nouveau ces expériences, ces thermomètres s'arrêtèrent précisément au même point, sans aucune variation; ce qui n'eut point manqué d'arriver, si le terme de la congélation souffroit quelques variations.

CCLXXIV. Le célèbre *Newton* rendit donc un très-grand service à la physique, lorsqu'il imagina de mettre à profit le terme de l'eau bouillante & celui de la congélation; pour renfermer l'échelle de la graduation des thermomètres. Quelqu'ingénieuse néanmoins que fut sa méthode, la pratique ne répondit point à son attente, & cela, parce qu'il se servoit d'huile, pour remplir ses thermomètres, & que l'huile, ainsi que toute substance grasse & visqueuse, contracte une trop grande adhérence, avec les parois des tubes; de sorte que dans un froid subit, il y a une partie des matières qui s'arrêtent en chemin & qui ne tombent que peu à

DE L'ÆROSTATIQUE. III
peu ; ce qui fait que la surface de la
liqueur paroît alors plus basse , que la
temperature ne l'exige.

CCLXXV. M. de *Reaumur* (a)
profita de la decouverte de *Newton*, &
remédia à l'inconvénient de sa prati-
que , en faisant usage d'esprit-de-vin ,
pour remplir ses thermometres.

Mais comme il n'est pas donné à
un seul homme de pousser les cho-
ses jusqu'à leur plus grand degré de
perfection , le thermometre de M.
de Reaumur étoit sujet à une partie des
inconvéniens que nous avons repro-
ché (CCLXVIII.) au thermometre
de Florence. D'ailleurs on ne peut
point en faire usage pour connoître la
chaleur des eaux & des huiles bouil-
lantes ; puisque l'esprit-de-vin bout
& se réduit en vapeurs , avant d'avoir
acquis le degré de chaleur neces-
saire pour faire bouillir les eaux &
les huiles.

CCLXXVI. Ce fut ce qui engagea
Olaus de Réomer , célèbre Mathéma-
ticien , à mettre à profit l'idée du
célèbre *Halley* & à faire ses thermo-
metres avec du mercure. *Fahrenheit* ,

(a) Mem. de l'Acad. des scièn. an. 1730.

comme nous l'avons déjà observé ; (CCLXX.) suivit cette méthode : elle devint ensuite générale , & ce sont à proprement parler , ceux dont l'usage est plus étendu ; quoique je préfère pour les usages ordinaires , ceux qui sont faits d'esprit-de-vin ; parce qu'il est plus aisé de voir le véritable point d'élévation.

CCLXXVII. La construction de ces instrumens exige des précautions dont tout le monde est capable. Leur bonté dépend de la régularité de leur graduation qui doit être telle , que chaque degré mesure exactement le même volume de liqueur.

Pour parvenir à ce but , il faut avoir soin de calibrer exactement le tube qu'on destine à la construction d'un thermometre : ce qui est très-facile ; puisqu'il ne s'agit que de faire couler selon toute sa longueur une petite quantité de mercure qui y occupe un espace connu , & voir si cette même quantité occupe le même espace dans toute la longueur du tube.

Lorsqu'on s'est assuré que le calibre du tube est égal selon toute sa longueur , on souffle à l'extrémité de ce

tube, une boule plus ou moins grosse, suivant le diametre de ce tube : on remplit alors la boule & une partie du tube avec de l'esprit-de-vin coloré sur de l'orseil.

Pour remplir cette boule, on la fait chauffer légèrement, en l'exposant pendant quelques momens à la flamme d'une lampe à l'esprit-de-vin, ou d'une bougie : parce moyen on raréfie l'air qu'elle contient, & on l'en expulse en partie. On plonge ensuite l'extrémité du tube dans de l'esprit-de-vin. Lorsque l'air de la boule se refroidit & qu'il se condense, la pression de l'air extérieur porte alors quelques gouttes de liqueur dans le tube qui s'élèvent jusque dans la boule. On réduit ce peu de liqueur en vapeurs, en exposant une seconde fois cette boule sur la flamme de la lampe : on replonge ensuite le tube dans l'esprit-de-vin qu'il s'y élève avec rapidité à proportion que la vapeur dilatée, qui est renfermée dans la boule, s'y condense, & on parvient à remplir cette boule & une partie du tube.

La raison de cette pratique suit naturellement de la plus grande dila-

tabilité de l'eau sur l'air ; car on apprend par les expériences de M. *Amontons*, que l'air ne se dilate que d'un tiers par une chaleur égale à celle de l'eau bouillante ; tandis que l'eau ou l'esprit-de-vin réduit en vapeurs se dilate au point d'occuper un espace quatorze mille fois plus grand que celui qu'il occupe naturellement ; par conséquent en réduisant en vapeurs la quantité de liquide qui s'est élevée dans la boule , par le premier procédé , cette vapeur chasse l'air qui y est compris & s'empare de sa place. Cette vapeur se refroidissant ensuite, se condense & abandonne elle-même la place qu'elle occupoit , au liquide que la pression de l'air extérieur y pousse.

Il arrive ordinairement que la boule de l'instrument & le tube sont remplis en grande partie, & que la liqueur de la boule est séparée de celle du tube par un petit espace rempli par une bulle d'air ; pour réunir en une seule masse toutes les parties de la liqueur , on emprunte le secours des forces centrales. On saisit donc l'instrument par l'extrémité du tube , & on le fait

DE L'AREOSTATIQUE. 115
tourner circulairement : l'excès de force centrifuge de la liqueur , qui est dans le tube , sur celle de la petite quantité d'air interceptée , fait que cette liqueur se porte vers la boule & qu'elle chasse au haut du tube , le peu d'air qui occasionnoit la solution de continuité dans le liquide.

Cette opération finie , on ne laisse dans le tube qu'une quantité de liquide suffisante pour le remplir jusqu'environ la moitié de sa longueur , & on place la boule dans de l'eau assez chaude pour faire monter la liqueur jusqu'au haut du tube , afin d'en expulser l'air , & on le ferme aussitôt hermétiquement ; on plonge après cela la boule dans de la glace pilée : le froid que cette glace occasionne , condense la liqueur & la fait descendre dans le tube. Lorsque la glace commence à se fondre , la liqueur demeure fixe , & on marque avec un fil ou autrement la hauteur à laquelle elle est alors fixée dans le tube.

Si cet instrument étoit fait avec du mercure , au lieu d'esprit-de-vin , on le plongeroit ensuite dans de l'eau , que l'on feroit bouillir , en observant

ce que nous avons déjà indiqué à cet égard : (CCLXXII) mais comme l'esprit-de-vin n'est pas susceptible de cette opération , on se contente d'attacher l'instrument sur une planche , & de marquer un autre degré au-dessus de la glace , pris sur un autre thermometre , & de diviser l'espace compris entre le terme de la glace & ce degré , en autant de parties égales qu'il y en a de compris dans le même espace , sur le thermometre de comparaison. Cette division faite , on divise le reste du tube , soit au-dessous de la glace , soit au-dessus du degré qu'on a pris , en autant de parties égales que faire se peut , & on place à côté les indications ordinaires.

CCLXXVIII. Il nous reste encore à parler des différens degrés de secheresse & d'humidité , qui regnent alternativement dans l'atmosphère , & de la maniere d'en juger , ainsi que des différens ingrédiens qui entrent dans la composition de l'atmosphère.

Personne n'ignore que l'air souffre de très-grandes variations relativement à la secheresse & à l'humidité qu'il contracte. On sçait pareillement que

l'humidité ressert les fibres animales, & que la secheresse les relâche. L'expérience démontre qu'une corde d'instrument tendue augmente de ton, si on la mouille. De la contraction des fibres suivent une infinité de symptômes, qu'on éprouve dans un temps humide. Tels sont, par exemple, les douleurs qui se font sentir, sur-tout dans les endroits où la circulation est gênée, comme dans les cicatrices des playes, les parties luxées ou contuses.

L'air sec produit le contraire, & la secheresse peut être portée au point de changer la texture & la configuration des pores de la peau. De tous les extrêmes qu'on peut observer dans les qualités de l'atmosphère, l'extrême secheresse a toujours paru ce qu'il y a de plus nuisible à l'œconomie animale.

Il seroit donc utile d'avoir un instrument propre à indiquer les différens degrés de secheresse & d'humidité qui regnent dans l'atmosphère, le P. *Mersenne*, (a) en jugeoit par la différence des tons, que rendoient

(a) Harm, lib. 3. propos. 10 pag. 51.

des cordes à boyau. Plusieurs grands hommes (a) se sont appliqués à construire de ces sortes d'instrumens qu'on nomme *hygrometres*, *hygroscopes*, *notiometres*, &c. dont on attribue l'invention à *Morgagni*.

CCLXXIX. Si on n'est point encore parvenu à en construire un, qui soit exempt de défaut, le moins défectueux & qui peut faire connoître à quelque chose près, l'état actuel de l'atmosphère, est celui que voici.

Attachez à deux points fixes une corde de chanvre, de façon qu'elle soit un peu lâche, entre ses deux points fixes ; laissez pendre au milieu de cette corde un fil-de-fer, à l'extrémité duquel sera attaché un poids quelconque, terminé par une pointe qui sert d'index. Lorsque l'atmosphère sera dans un terme moyen de secheresse & d'humidité, tracez une ligne qui réponde à l'index. Cette ligne séparera en deux classes les degrés de secheresse & d'humidité qu'on tracera en-dessus & en-dessous. On peut donner à ces degrés une ligne de distance,

(a) L'Acad. de Florence, Leupold, Desaguilliers, &c.

DE L'AREOSTATIQUE. 119

en donnant 7 à 8 pieds de longueur à la corde lâche, dont nous venons de parler. Les degrés de secheresse seront au-dessus de la ligne, qui indique l'humidité moyenne, & les degrés d'humidité en-dessous.

Cet instrument fait avec les attentions que nous venons d'indiquer, ne doit point encore être regardé comme un instrument exacte, ni susceptible d'être comparé avec un autre; parce que l'humidité que la corde absorbe ne s'y introduit que lentement, & pareillement parce qu'elle ne s'en dessaisit qu'à la longue: & comme cette faculté dépend non-seulement de la structure de la corde, mais encore de son exposition à l'air libre, on ne peut point comparer les observations faites avec un tel instrument, avec celles qu'on feroit avec un semblable, construit avec une autre corde & dont l'exposition ne seroit pas la même. Ce n'est donc qu'un à peu près que nous indiquons ici, pour satisfaire autant qu'il est possible la curiosité des observateurs.

CCLXXX. Outre l'attention particulière que nous devons apporter à

la considération des qualités accidentelles de l'air & dont nous venons de parler , nous ne devons pas négliger d'examiner avec soin , les différentes émanations qui surnagent dans son sein. Elles contribuent plus ou moins au bien , ou au dérangement de l'œconomie animale.

De toutes les substances hétérogenes, dont l'atmosphère puisse être chargée, je n'en connois pas de plus dangereuses, que les soufres & les sels métalliques qui s'élevent de quantité d'endroits. On sçait à combien de dangers sont exposés les mineurs qui travaillent dans les mines de Derbyshire (a) où il s'éleve quatre especes de vapeurs sulphureuses. Les unes occasionnent des défaillances , des convulsions , & les autres tuent sur le champ , par leur explosion. On n'ignore point l'effet que produit l'exhalaison des sels métalliques qui s'élevent jusqu'à une certaine hauteur , dans une grotte située entre Pouzole & Naples , & qu'on nomme la grotte du chien. Voici ce que rapporte à cet égard l'Académie des

(a) Abreg. des Transf. Philos.

Sciences,

Sciences , établie dans la Capitale du Royaume des deux Siciles.

« Si on mene un chien dans cette
 » grotte , & qu'on lui tienne la tête
 » baissée vers la terre ; bientôt on le
 » voit battre des flancs , halleter ,
 » comme si quelque chose empêchoit
 » sa respiration : quelque temps après
 » il s'évanouit & meurt en jettant
 » beaucoup de bave sanguinolente. »
 La même chose arrive à tous les animaux dont on tient la tête , dans la sphere d'activité des écoulemens & des exhalaisons qui s'élevent dans cette grotte. Un homme peut s'y tenir debout , pendant quelque temps , sans y être incommodé (a) : ce qui prouve manifestement que la pésanteur de ces exhalaisons ne leur permet pas de s'élever fort haut.

Il y a lieu de penser que les exhalaisons contractent les vésicules bronchiques , ou coagulent sur le champ , le sang des vaisseaux capillaires qui rampent sur la surface de ces vésicules dont les membranes sont très-minces & qui sont en contact

(a) Morin Dissert. sur l'électricité, pag. 204
 Tome II. F

122 DE L'AREOSTATIQUE.
avec l'air extérieur. (a)

Si on renferme un animal sous un vase , dans lequel on fasse passer une exhalaison sulfureuse , métallique ou de charbon-de terre ; on le voit tomber en convulsions, & perir en peu de temps.

On ne peut donc apporter un trop grand soin à considérer les différentes émanations qui s'élevent dans l'atmosphère. On parviendra en grande partie à cette connoissance , en examinant les qualités du terrain & des substances étrangères qu'il recele , ou qui sont à sa surface. L'analyse chymique est encore un moyen plus sûr qu'on peut employer à cet usage. Ce fut par ce procédé que *Junker* (b) découvrit un sel cubique qui flotte ordinairement dans l'air, & un autre sel, fin pur, vitriolique , qui y regne habituellement, & qui convertit en tartre vitriolé le sel de tartre qu'on expose en grand air.

CCLXXXI. Quelque bonne & salubre que paroisse la constitution

(a) Arbuthnot , essai sur les effets de l'air, pag. 28.

(b) Conspect. chem. T. 1.

de l'air, il a besoin d'être renouvelé souvent, pour être propre à la conservation de la vie animale : car l'air le plus pur se corrompt aisément, lorsqu'il est impregné des parties de la transpiration animale, & qu'il n'est point renouvelé, sur-tout s'il est échauffé jusqu'à un certain point.

D'ailleurs on conçoit aisément que la corruption suit nécessairement de près, la décomposition des substances animales : ainsi il ne peut paroître surprenant, que les parties de la transpiration de l'homme le plus sain, portent une corruption dans l'air qui ne se renouvelle pas.

Ne remarquons nous pas tous les jours que l'eau dans laquelle on s'est baigné, acquiert en peu de temps une odeur cadavereuse ? On ne peut donc renouveler avec trop de précautions, l'air des appartemens qu'on habite, & on doit sur-tout avoir cette attention, pour l'air des endroits où il y a des malades : car leur transpiration tend plus promptement à la corruption.

CCLXXXII. Non-seulement un air chargé des parties de la transpira-

F ij

tion insensible & non renouvelé ; est extrêmement dangereux pour la respiration : mais il en est encore de même pour tout air , quelque pur qu'on le suppose , lorsqu'il est surchargé des émanations des substances les plus salubres , & qu'il n'est pas renouvelé. *Antoine Carthagena* nous apprend (a) que deux hommes moururent sur le champ , pour être entré dans un grenier qui avoit été fermé pendant long temps.

En général tout air qui ne circule point devient dangereux à respirer. Tout le monde sçait l'histoire du coffre de *Seleucus* , que des soldats de *Marc Antoine* ouvrirent à *Babylone* , dans l'espérance d'y trouver des richesses. Il en sortit un air si infecte , que la peste qu'il occasionna se répandit jusque chez les *Partes* , & fut transportée par les vents jusque dans la *Grèce* & à *Rome*.

Cardan rapporte que la crainte des guerres ayant engagé une femme à tenir cachés deux coffres , qu'elle avoit rempli de ses hardes , & que ces coffres ayant été ouverts 30 ans après ; ceux

(a) Traité des fievres.

qui furent présens à l'ouverture, ou qui toucherent à quelques-unes des hardes, moururent dans l'espace de 3 jours.

On ne peut donc apporter trop de précautions, pour entretenir une libre circulation de l'air, & pour le renouveler d'autant plus fréquemment qu'il est imprégné de différentes substances, qui peuvent contracter quelque qualité dangereuse; car tout le monde sçait que non-seulement nous sommes enveloppés de toutes parts par ce fluide, mais que nous en absorbons une partie à chaque instant, qui passe dans nos poumons, par la voye de la respiration. Il y a même plus: une partie de l'air que nous respirons passe encore dans les routes de la circulation, & se mêle avec les différentes humeurs, qui circulent dans toute l'habitude de notre corps, comme je le démontrerai dans mes leçons sur l'œconomie animale: or on ne peut trop veiller à la bonne constitution de toute substance qui doit s'assimiler avec nos fluides, qui peuvent être viciés de tant de façons différentes, & dont la bonne constitution est indispensable-

ment nécessaire à l'entretien de l'œconomie animale.

CCLXXXIII. Il se présente naturellement ici, à examiner une question, que tous ceux qui se sont appliqués à la Physique expérimentale ont traitée, depuis l'invention de la machine pneumatique, & dont l'explication ne m'a jamais paru exacte; sçavoir, quelle est la cause de la mort d'un animal, qu'on fait perir sous un recipient, dont on retire l'air.

Je ne disconviens point que la privation de l'air, n'occasionne nécessairement la mort de tout animal, habitué à vivre dans ce fluide: mais tous ceux de cette espece, qu'on fait mourir sous le recipient de la machine pneumatique, meurent avant qu'on soit parvenu à faire le vuide: ce n'est donc point la privation de l'air, qui est la cause immédiate de la mort de ces animaux: tachons donc de trouver la véritable cause de ce phenomene.

Si on renferme un animal sous un recipient, & qu'on fasse le vuide, après les premiers coups de piston,

L'animal paroît inquiet : son inquiétude de augmente , à proportion qu'on continue à évacuer l'air : il rend assez souvent , les excremens par les deux voyes : il se tumefie : il tombe en convulsions & il périt.

Dès qu'on commence à raréfier l'air renfermé sous le recipient, on détruit l'équilibre entre l'air compris dans toutes les parties du corps de l'animal & l'air extérieur qui l'enveloppe. Le premier se dilate donc brusquement , pour atteindre à l'équilibre ; ce qui cause une malaise à cet animal , qui occasionne les inquiétudes qu'il fait paroître. Si on continue à raréfier l'air du recipient , l'air intérieur continue, à se dilater : outre cela, l'air qui reste sous le recipient , étant raréfié jusqu'à un certain point , n'est plus en état de gonfler suffisamment les vesicules bronchiques , & conséquemment de distendre & allonger , comme il convient , les vaisseaux qui rampent sur la surface de ces vesicules. Ces vaisseaux moins développés ne permettent plus une circulation si aisée dans la substance du poumon ; ce qui contribue , avec l'autre cause , à

Fiv

augmenter la malaise & les inquiétudes de l'animal.

Si on continue encore à pomper l'air, l'animal se gonfle ; ce qui vient de la grande dilatation qu'on occasionne à l'air intérieur, dont les parties les plus subtiles s'échappent par les pores de la peau ; tandis que les parties les plus grossières séjournent & demeurent, pour ainsi dire, enchaînées entre les parties de l'animal, qui les récelent : elles occasionnent donc cette tumefaction, qui devient sensible, par la multitude des petites parties distendues & tuméfiées.

Souvent l'animal rend les excréments par les deux voies ; parce que l'estomach & les intestins, ainsi que les matieres qui y sont contenues, renferment une grande quantité d'air, lequel étant moins pressé qu'auparavant, exerce sa force expansive, se dilate à proportion du poids dont il est déchargé : cette expansion de l'air force les sphincters qui s'opposent à la sortie de ces matieres ; & les pousse au dehors, en s'échappant.

Enfin l'animal tombe en convulsions & périt : c'est ce dernier phé-

nomene qui merite toute l'attention du Physicien. Pour en saisir la raison, il faut observer, que la plûpart des animaux qu'on soumet à l'expérience du vuide, y meurent avant que l'air soit raréfié jusqu'aux deux tiers; puisqu'on en voit périr, lorsque le mercure est encore à 8 & 9 pou. au-dessus du niveau. *Boyle* rapporte (a) qu'un rat soumis à une pareille expérience, ne fut incommodé que lorsque l'air fut raréfié au quart, & cet air étoit surchargé des écoulemens & des excrémens de l'animal. Cette expérience ayant été répétée plusieurs fois, le même animal en parut beaucoup moins incommodé que précédemment. J'ai répété plusieurs fois cette même expérience, & j'ai toujours observé, qu'en raréfiant l'air très lentement & par degrés, les animaux supportoient, sans être incommodés, une très-grande raréfaction: mais que lorsque je la répétois avec promptitude, & que les coups de piston se succédoient rapidement, les animaux paroissoient fort incommodés, lorsque l'air n'étoit encore raré-

(a) *Tract. experim. de respirat. p. 53.*

fié qu'à la moitié. J'en ai vû périr plusieurs de même espece , lorsque le mercure étoit encore à 12, $12\frac{1}{2}$, $13\frac{1}{4}$, 14 pou. au-dessus du niveau.

Le rat dont il est question , dans l'expérience de *Boyle* , & les observations que nous pouvons faire habituellement , nous prouvent qu'on peut supporter une très-grande raréfaction de l'air. Quiconque monteroit, par exemple , du fond des mines les plus profondes , où la colonne de mercure est de 32 pou. dans le barometre , jusqu'au sommet des plus hautes montagnes , où cette colonne n'a que 15 à 16 pou. d'élévation ; ainsi que *M. Bouguer* (a) l'a observé sur la montagne *Pichinca* qui porte 2420 toises de hauteur , pourroit être , à la vérité , un peu incommodé ; mais cette incommodité n'iroit point au détriment de sa vie. On peut donc dire que l'animal , qui meurt sous le recipient d'une machine pneumatique , où le ressort de l'air peut encore supporter une colonne de mercure de 12 à 14 pou. de hauteur , ne meurt pas précisément , parce que l'air y est

(a) Voyag. au Perou.

trop raréfié. Quelle est donc la véritable cause de la mort de cet animal ? la voici. La cause immédiate de la mort est le défaut de circulation dans les fluides , & ce défaut de circulation dépend de la promptitude avec laquelle on a raréfié l'air , & non précisément de sa raréfaction.

En effet lorsque l'air extérieur se raréfie lentement , l'air intérieur ne se dilate que lentement , & a le temps de se mettre en équilibre avec l'air extérieur , & c'est ce qui nous arrive lorsque nous voyageons , & que nous montons du fond d'une mine profonde jusqu'au sommet d'une haute montagne ; mais lorsque l'air se raréfie brusquement , l'air intérieur n'a pas le temps de se mettre en équilibre avec l'air extérieur : il se dégage promptement & avec impétuosité d'entre les molécules des liquides ; plusieurs globules d'air s'assimilent ensemble , se réunissent & forment des globules d'une certaine étendue , qui occasionnent des solutions de continuité dans les liqueurs , qui obstruent les vaisseaux & arrêtent la circulation du sang & des humeurs dans les capit-

lares : la circulation lésée dans les capillaires, devient gênée dans les rameaux communicans, & de-là dans les principaux troncs ; ce qui produit la mort de l'animal.

Si on veut confirmer par expérience ce dérangement dans la circulation, occasionné par la promptitude avec laquelle l'air intérieur se dilate ; faites contourner un tube capillaire en espece de zigzag A B, (*Fig. 92*) remplissez-le d'une liqueur qui contienne beaucoup d'air, par exemple de vin rouge ; placez-le sur la platine de la machine pneumatique ; couvrez-le d'un récipient, & faites le vuide avec promptitude. Dès les premiers coups de piston, vous observerez un mouvement intestin dans la liqueur ; ce mouvement augmentera par la succession réitérée de la pompe : vous observerez ensuite plusieurs bulles d'air, qui se joindront ensemble & qui en formeront de très-grosses, qui obstrueront le canal. Si vous portez de nouvel air sous le récipient, les plus grosses bulles ne se condenseront point assez pour lever l'obstruction qu'elles auront occasionnée. Cet effet se mani-

feste bien plus sensiblement dans les vaisseaux des animaux ; puisqu'ils sont beaucoup plus petits, & que les liquides qui y circulent contiennent une bien plus grande quantité d'air : car le sang en contient une quantité 33 fois plus grande que son volume (a). On voit encore par cette expérience que les animaux qu'on a soumis à l'expérience du vuide, doivent nécessairement y succomber, lorsqu'on a fait le vuide jusqu'à un certain point, puisque l'air trop dilaté & disseminé entre les parties des liquides, ne peut reprendre son volume & lever entièrement les obstructions qu'il a causées.

LEÇON VII.

De l'Acoustique.

CCLXXXIV. **L'**Acoustique qui va faire l'objet de cette leçon, traite du son & de ses propriétés. Le son peut être considéré sous trois différens rapports. 1°. Dans le corps so-

(a) Statique des vegetaux.

naire qui le produit. 2°. Dans le milieu qui le transmet. 3°. Dans l'organe qui en procure à l'ame la sensation.

CCLXXXV. Le son considéré dans le corps sonore, consiste dans un mouvement vibratoire de ses parties insensibles; je dis de ses parties insensibles, pour faire remarquer la différence qu'on doit mettre entre les vibrations totales & les vibrations partielles du corps sonore: car lorsqu'on choque un corps de cette espece, on excite pour l'ordinaire dans ce corps deux sortes de vibrations. Les unes sont totales: elles consistent dans une altération sensible de la figure de ce corps. Supposons par exemple que je frappe un anneau, fait d'une matiere dure & élastique, par une des extrémités de l'un de ses diametres, les parties choquées céderont à l'effort du choc, & se rapprocheront du centre: cette approximation, si elle n'étoit pas si prompte, nous feroit distinguer dans cet anneau, deux diametres de différente longueur, qui se croisent à angle droit; car cet anneau doit nécessairement devenir oval

par le déplacement de ses parties choquées, & c'est dans ce changement de figure, que consiste les vibrations totales.

La seconde espece de vibrations qu'on produit en frappant un corps sonore, est appellée vibrations partielles; elles consistent dans un ébranlement de ses parties infensibles. Ces dernieres vibrations sont souvent les élémens de celles que nous nommons totales: quelquefois aussi, on peut exciter des vibrations totales sans en produire de partielles.

On peut rendre sensibles les vibrations totales, par différens procédés que voici.

Frappez rudement une cloche de verre, par exemple, & tandis qu'elle donne encore du son, approchez très près de sa surface le corps qui l'aura frappé. Vous entendrez alors un petit frémissement qui décele les vibrations de cette cloche, qui lui font alternativement changer la longueur du diametre, par l'extrémité duquel elle aura été frappée, & la longueur de celui qui coupe le premier à angle droit.

Ces vibrations seront encore plus sensibles, si on pince une corde d'instrument d'une certaine longueur & attachée à deux points fixes : elle rendra alors un son , qui pendant sa durée , laissera remarquer des vibrations , qui représenteront cette corde sous la forme d'une espèce de parallélogramme.

CCLXXXVI. Les vibrations qui deviennent si sensibles , dans les deux expériences que nous venons d'indiquer , sont nécessairement accompagnées de vibrations partielles, quoiqu'on ne puisse point distinguer ces dernières : car M. de la Hire (a) découvrit que les vibrations totales seules ne peuvent produire aucun son.

Cet habile Académicien s'assura de ce fait , par le procédé suivant : il prit une paire de pincettes de l'espèce de celles qu'on appelle *badines* : il en approcha les deux branches l'une contre l'autre , & il les abandonna ensuite à elles-mêmes : elles ne produisirent aucun son ; quoiqu'elles fissent alors des vibrations totales : mais il n'en fut point ainsi, lorsqu'il les choqua avec un corps

(a) Mem. de l'Acad. des scien. an. 1700.

solide ; parce qu'alors outre les vibrations totales qu'il occasionna , il excita encore des vibrations partielles.

CCLXXXVII. Tout corps propre à produire des vibrations partielles pourra donc donner du son. L'air violemment agité, par le mouvement d'un solide , produit un son très-sensible. On en a un exemple dans la rotation des frondes.

Un fluide porté avec véhémence contre un solide , qui lui livre un passage étroit, excite encore du son : c'est ainsi que se produisent ces sifflemens qu'on entend lorsque le vent est violent , & qu'il vient se briser contre des chassis , ou des portes mal jointes. Les instrumens à vent nous en fournissent encore une preuve.

CCLXXXVIII. Tous ces sons tels qu'ils soient, sont toujours produits par les vibrations des parties insensibles des corps soit solides , soit fluides , qui les rendent, & ces sons diffèrent entre eux, suivant que les vibrations qui les produisent diffèrent entre elles. La différence de ces vibrations dépend de la dureté & du degré d'élasticité des parties qu'on met en vibrations : car il

résulte nécessairement de la différente combinaison de ces deux qualités, que le même choc doit produire des ébranlemens plus ou moins grands, plus ou moins fréquens. Or la variété des sons dépend de la manière selon laquelle les corps sonores sont ébranlés.

CCLXXXIX. On connoît les sons en général sous le nom de tons. Les tons sont distingués en deux classes : dans l'une, sont rangés ceux qu'on appelle graves, l'autre comprend ceux qu'on nomme aigus. Mais ces deux espèces de tons ne sont que relatifs les uns aux autres, & le ton qu'on regarde comme grave, devient aigu, lorsqu'on le compare à un ton plus grave. Il en est de même des tons aigus ; ils deviennent graves en les comparant à d'autres tons plus aigus. Il seroit cependant important pour la perfection de la musique, que ces deux qualités fussent absolues & non relatives. Il ne s'agiroit pour cela, que de trouver un son fixe, qui séparât en deux classes les tons graves, & les tons aigus.

Au défaut d'une méthode plus commode à mettre en exécution, les

musiciens se servent d'une espece de sifflet de bois, ou de métal : mais on ne doit pas compter beaucoup sur cette methode, quelque usitée qu'elle soit : car les dimensions de cet instrument étant susceptibles des impressions d'un air chaud ou froid, sec ou humide, doivent nécessairement varier suivant les différentes constitutions de l'atmosphere & elles ne peuvent varier, que le ton lui-même ne varie; puisqu'il dépend du volume, de la quantité & de la vitesse de la masse d'air qui est mise en vibrations, dans un instrument à vent.

M. *Sauveur* (a), qui sentit toute l'importance d'un ton fixe, essaya d'en déterminer un qui fut inalterable. Voici en peu de mots ce qui le conduisit à cette découverte; il entendit un jour accorder deux tuyaux d'orgues, qui étoient presque à l'unisson, & il remarqua certains momens, régulièrement périodiques, pendant lesquels ces tuyaux rendoient un son commun & plus fort, ce qu'on appelle *battre*.

M. *Sauveur* imagina que leurs vi-

(a) Mem. de l'Acad. des Sciences an. 1700.

brations étoient rentrantes, c'est-à-dire, qu'elles se rencontroient, après une certaine durée de temps, pour frapper ensemble l'oreille. Il partit de cette découverte pour trouver un son fixe : il compara les tons de ces deux tuyaux entre eux, & il connut par la rencontre de leurs vibrations, combien chacun d'eux en faisoit dans un temps donné ; & ayant pris pour son fixe, celui qui fait 100 vibrations par seconde, il trouva qu'un tuyau de 5 pieds ouvert par les deux extrémités, donnoit le son fixe qu'il avoit déterminé.

Il poussa plus loin ses recherches, & il trouva qu'un tuyau de 40 pieds rendoit le ton le plus grave que l'oreille put distinguer : or ce tuyau étant 8 fois plus long qu'un tuyau de 5 pieds, doit faire 8 fois moins de vibrations, dans le même temps : il n'en fait donc que $12 \frac{1}{2}$; tandis que celui de 5 pieds en fait 100.

M. *Sauveur* trouva encore que le tuyau le plus court, dont on put distinguer le ton, n'avoit qu'un peu moins $\frac{1}{16}$ de longueur. Le rapport de ce tuyau à celui de 5 pieds, étant

DE L'ACOUSTIQUE. 141
égal à celui de $1:64$; celui d'un
pouce moins $\frac{1}{16}$ doit donc faire 64
fois plus de vibrations en une seconde ;
c'est-à-dire, 6400 vibrations.

On peut donc dire que le ton le
plus aigu que l'oreille puisse saisir
est de 6400 vibrations, & que le ton
le plus grave n'est que de $12 \frac{1}{2}$ vi-
brations. Or comme le rapport de
6400 à $12 \frac{1}{2} = 512$, on peut donc
dire qu'il existe 512 tons différens
les uns des autres, & qu'on peut réel-
lement distinguer.

CCXC. Quoique tous ces dif-
férens tons existent réellement &
physiquement ; l'oreille de l'homme
n'est pas susceptible de saisir aisément
toutes ces différences. Elle ne juge
bien & facilement que de celles qui
se trouvent entre les tons, dont les
vibrations ne se rencontrent qu'a-
près un certain temps.

M. *Sauveur* prétend que l'homme
peut distinguer & éprouver avec plai-
sir, les différentes sensations, qui
naissent de tous les tons, qui sont
compris en 10 octaves. *Euler* borne
ce dernier nombre à 8 (a) ; on peut

(a) *Tentam. musicæ cap. 1.*

juger par là , de la multitude des tons différens que l'homme peut distinguer , car une oreille faite pour l'harmonie distingue assez aisément 43 différences dans chaque octave , ce sont ces différences que M. *Sauveur* appelle *merides*. (a)

On ne compte que 7 tons primitifs dans une octave ; car on doit regarder le huitième comme le premier de l'octave suivante : ce fut Dom *Guy d'Arezzo* qui détermina les six premiers *ut* , *re* , *mi* , *fa* , *sol* , *la* , auxquels il donna le nom des six premières syllables de chaque hémistiche , de la première strophe de l'hymne de saint Jean-Baptiste. *Ut queant laxis* , &c. (b) ce ne fut qu'en 1650 qu'on admit un septième ton *si* , qui avoit déjà été proposé vers l'an 1620 par le *Maire* (c) , ce qui supprime les transitions , qui étoient très difficiles auparavant.

CCXCI. D'où provient la différence des tons & des divisions

(a) Hist. de l'Acad. des scien. an. 1700.

(b) Purchot, Institut. philos. T. 2, p. 441.

(c) Lettre sur une nouvelle denomination des 7 degrés de la gamme. 1766.

de tons qui composent une octave? elle vient de la différente fréquence des vibrations qui les font naître. Pour démontrer cette vérité d'une manière commode à mettre en exécution, je me servirai de cordes d'instrumens. Or trois causes concourent conjointement, ou séparément, à rendre les vibrations des cordes plus ou moins promptes; sçavoir, la longueur, la grosseur & la tension.

Nous ne considérerons ces trois choses que séparément, pour ne point entrer dans des supputations qui pourroient répandre quelque obscurité sur cette matière.

CCXCII. On sçait que les vibrations des corps à ressort, sont d'autant plus promptes, que leurs parties sont plus roides; par conséquent une corde plus tendue qu'une autre, toutes choses égales d'ailleurs, fera un plus grand nombre de vibrations dans un temps donné.

D'après ce principe, si deux cordes inégales en longueur, mais de même grosseur & tendues par le même poids, sont mises en vibrations, la plus courte en fera un plus grand nom-

bre ; parce que les parties de cette dernière seront moins tendues ; puisque le même poids agissant contre l'une & l'autre , aura un plus grand nombre de parties à tendre dans la plus longue , que dans la plus courte.

La même raison nous fait connoître qu'une corde plus grosse, toutes choses égales d'ailleurs , doit pareillement faire un moindre nombre de vibrations , dans le même temps.

CCXCIII. La longueur des cordes influent donc sur le ton qu'elles doivent former. C'est sur ce principe que *Descartes* a établi la théorie de la musique. Si on prend suivant lui , deux cordes de différente longueur , mais de même diamètre , & tendues également ; la plus longue donnera un ton plus grave , & le ton de cette dernière deviendra de plus en plus aigu , à proportion qu'on la raccourcira : enfin elle donnera l'unisson , si on la réduit exactement à la longueur de la plus courte.

Pour répéter cette expérience , disposez sur un instrument , deux cordes de même numero , égales en longueur , & tendues avec le même poids

poids. Pincez ces deux cordes, elles vous donneront l'unisson; raccourcissez-en une, à l'aide d'un chevalet mobile, que vous ferez avancer sur la tablette de l'instrument, & le ton de cette dernière deviendra d'autant plus aigu, que vous la raccourcirez davantage.

On peut, à l'aide d'un simple bicorde, trouver tous les accords possibles. On entend par accord, des tons différens dont les vibrations se réunissent après un certain temps, pour frapper l'oreille ensemble & pour l'affecter agréablement. Mais où poser les bornes de cette sensation? c'est sur quoi on n'est point unanimement d'accord. On convient néanmoins généralement que lorsque la rencontre des vibrations se fait après une certaine durée de temps, l'ame ne goûte plus, avec le même plaisir, l'accord qui en résulte. C'est d'après ce principe que plusieurs peuvent regarder comme un préjugé, qu'on a déterminé 5 accords principaux ou consonances, renfermés dans la suite directe des nombres 1, 2, 3, 4, 5, 6: pour trouver ces consonances, il ne s'agit que de

disposer deux cordes égales en tout ; sçavoir , en grosseur , longueur & tension ; ces deux cordes feront alors leurs vibrations dans le même temps , & feront à l'unisson. Si on divise l'une de ces cordes en six parties égales, à l'aide d'un chevalet mobile , alors le ton de la corde entière , qui se conservera toujours dans celle à laquelle on n'aura point touché , comparé à celui des différentes aliquotes de l'autre corde , donnera les cinq consonnances dont nous venons de parler.

CCXCIV. On regarde comme un principe généralement reçu que les cordes qui ne diffèrent que par leur seule longueur font dans le même temps , des vibrations qui sont entre elles , quant à leur nombre , en raison inverse de la longueur de ces cordes ; c'est-à-dire , qu'une corde dont la longueur seroit soudouble de celle d'une autre , toutes choses égales d'ailleurs , seroit deux vibrations , tandis que la plus longue n'en seroit qu'une.

Cela posé , deux cordes étant égales en tout , si on en raccourcit une , de façon que la longueur de cette dernière devienne sou-double , cette corde fera

deux vibrations pour une, & elle donnera l'*octave* aiguë de l'autre.

Cette première division formant deux parties égales en tout, dans la corde raccourcie; ces deux parties feront donc leurs vibrations dans le même temps, & elles sonneront l'unisson.

Si on dispose le chevalet mobile de façon que les longueurs de ces cordes soient entre elles dans le rapport de 2 à 3, c'est-à-dire, que la longueur de la plus courte soit les $\frac{2}{3}$ de la longueur de l'autre; la plus courte fera trois vibrations, tandis que la plus longue n'en fera que deux, & elles feront à la *quinte* ou la *dominante*. On aura donc en les comparant *ut, sol*.

Si l'une des deux devient les $\frac{3}{4}$ de la longueur de l'autre; la plus courte fera quatre vibrations, tandis que la plus longue n'en fera que trois, & elles feront à la *quarte*. On aura donc en les comparant *ut, fa*.

La plus petite donnera la tierce majeure *mi*, & on aura en les comparant *ut, mi*, si l'une des deux devient les $\frac{4}{5}$ de la longueur de l'autre; parce qu'elle

G ij

fera alors cinq vibrations, tandis que la plus longue n'en fera que quatre.

Enfin la plus courte donnera la tierce mineure *mi b*, & on aura en comparant les deux cordes *ut*, *mi b*, si l'une des deux devient les $\frac{5}{6}$ de la longueur de l'autre; parce que la plus courte fera six vibrations, tandis que la plus longue n'en fera que cinq.

Si on pousse plus loin la division, & qu'on réduise l'une des deux cordes aux $\frac{6}{7}$ de la longueur de l'autre, les tons qu'elles rendront paroîtront désagréables & dissonans.

CCXCV. Parmi les accords dont nous venons de parler, on en compte trois essentiels, l'octave, la quinte & la tierce; *ut ut*, *ut mi*, *ut sol*. Outre les cinq accords primitifs; on en remarque encore d'autres qui naissent des nouvelles divisions qu'on peut faire subir à celles que nous venons d'indiquer, & qu'on peut regarder comme leurs multiples; mais nous ne pouvons pas nous permettre d'entrer dans un plus long détail, qui est plutôt du ressort du Musicien, que de celui du Physicien.

CCXCVI. Non-seulement les consonnances dépendent de la longueur des cordes, mais encore de leur grosseur. Nous devons cette découverte à *Pythagore*, & voici ce qui y donna lieu (a). Ce Philosophe passant devant la boutique d'un Forgeron où l'on battoit à trois, fut fort surpris des différens tons que les marteaux de ces ouvriers rendoient : il imagina d'abord que cette différence ne venoit que de la force avec laquelle chaque Forgeron abattoit son marteau sur l'enclume ; mais les ayant engagé à faire échange de leurs marteaux, il entendit encore la même différence : les mêmes marteaux donnoient les mêmes tons, quoique maniés par différentes mains : ce qui lui fit imaginer que cet effet dépendoit de leurs masses. L'expérience vérifia son idée ; car ayant fait peser ces marteaux, il trouva que celui qui pesoit une fois davantage, donnoit l'octave grave de celui qui pesoit uné fois moins.

La grosseur des cordes influe donc sur le ton qu'elles doivent rendre, & la différence de leur ton dépend de la

(a) Macrobe. Saturnal. de somno Scipion.

plus grande ou de la moindre fréquence des vibrations qu'elles font dans un même temps. Or l'expérience nous apprend que les vibrations des cordes qui ne diffèrent que par leur grosseur, font entre elles, quant à leur nombre, en raison réciproque du diamètre de ces cordes.

CCXCVII. Personne n'ignore combien la tension influe sur le son que produisent les cordes ; ce son devient plus aigu à proportion qu'on les bande davantage : mais comment & selon quel rapport la tension contribue-t-elle à varier le ton d'une corde ? Elle y contribue de manière que deux cordes égales en tout, mais inégalement tendues, font des vibrations qui font entre elles, quant à leur nombre, comme la racine quarrée des poids qui les tendent.

Bandez une corde avec un poids d'une livre, & une autre avec un poids de quatre ; les racines quarrées de ces deux nombres étant un & deux ; la première de ces deux cordes ne fera qu'une seule vibration, tandis que l'autre en fera deux, & elles seront à l'octave l'une de l'autre *ut ut*.

Bandez ces cordes, l'une avec un poids de quatre livres, & l'autre avec un poids de neuf livres; cette dernière fera trois vibrations, tandis que la première n'en fera que deux; puisque les racines ^{quarrées} de 9 & 4 sont 3 & 2; elles feront donc à la quinte *ut, sol*, &c. Il suit de tout ce que nous venons de dire, que la longueur, la grosseur & la tension des cordes influent sur le ton qu'elles rendent.

CCXCVIII. Après avoir considéré le son dans le corps sonore, l'ordre exige que nous le suivions dans le milieu qui le transmet; ce qui nous présente plusieurs questions à examiner.

1°. En quoi consiste le son dans le milieu qui le propage.

2°. Quel est le véritable milieu propre à la propagation du son.

3°. Quelles sont les qualités requises pour qu'un milieu soit propre à transmettre le son, & à lui conserver toute son intensité.

4°. Quels sont les moyens d'en augmenter l'intensité.

5°. Quels sont les obstacles qui

s'opposent à la propagation du son, & quels effets produisent ces obstacles.

CCXCIX. Nous avons démontré (CCLXXXVI.) que le son excité dans un corps sonore, consistoit dans un mouvement vibratoire de ses parties insensibles : c'est un semblable mouvement produit dans l'air ambiant, par le frémissement des parties du corps sonore, qui transmet le son jusqu'à l'organe destiné à en procurer à l'ame la sensation. On ne peut révoquer en doute que le frémissement des parties du corps sonore ne produise un semblable mouvement dans les parties de l'air qui l'avoisinent, & que celles-ci ne communiquent aux couches ambiantes, & ainsi de suite de proche en proche, l'impression que les premières ont reçues. Ne voyons-nous pas que tout ce qui agite violemment l'air, tout ce qui l'ébranle & le fait frémir, produit du son. On a vu des personnes assez bien exercées pour jouer différens airs en faisant claquer un fouet avec art & précipitamment (a). Les Naturalistes nous apprennent que le son que produisent

(a) Républiq. des Lettr. T. 1, p. 357.

certaines insectes, qu'on appelle *Grillons*, dépend d'une membrane mince qui cede à la contraction alternative d'un petit muscle, ou tendon auquel elle est attachée, & qui agite violemment l'air qu'elle frappe dans son mouvement d'expansion (a). Ce mouvement communiqué à l'air ambiant, se communique ensuite à toute la masse d'air interceptée entre le corps sonore & l'oreille qui en est ébranlée. Cette communication se fait remarquer d'une manière très-sensible, lorsqu'on excite un son bruyant à quelque distance d'une masse d'eau : on voit sensiblement la surface de l'eau frémir & être ébranlée par les secousses qu'elle reçoit de l'air qui la touche & qui est agité. *Grimaldi* (b) nous apprend qu'on a sçu mettre à profit l'ébranlement communiqué à une très-grande distance à une masse d'air, pour se mettre en garde contre la surprise de l'ennemi. On met alors un *dé* à jouer sur la peau d'un tambour ; lorsque l'ennemi approche, l'ébranlement qu'il cause à la masse d'air qui l'enve-

(a) *Republiq. des lett.* 1686. T. 6, p. 1008.

(b) *Phys. mathes, de lumine.*

loppe, se communique de proche en proche jusqu'au tambour, dont les fibres frémissent & occasionnent un tremouffement au *dé* qui décele la marche de l'ennemi.

Les frémissemens excités dans le corps sonore, se communiquent donc à la masse d'air ambiante, & se propagent ainsi de proche en proche jusqu'à l'oreille. Le son considéré dans le milieu qui le transmet, consiste donc dans un frémissement des parties de ce milieu.

CCC. Mais quel est le véritable milieu propre à la propagation des sons? Tout milieu propre à recevoir les mêmes impressions que le corps sonore, doit être propre à la propagation du son; par conséquent tout milieu dont les parties sont roides & élastiques, sera propre à transmettre le son. On a disputé autrefois cette prérogative à l'eau: mais les expériences de *s'Gravesande* (a), d'*Hauxbée*, (b), de *Derham* (c), de l'*Abbé Nollet* (d), prouvent d'une manière in-

(a) *Phys.* liv. 4, ch. 7.

(b) *Exper. phys. mech.* T. 2, p. 331.

(c) *Theolog. phys.* liv. 4, ch. 3.

(d) *Mem. de l'Acad.* an. 1743.

contestable que ce fluide est très-propre à cet effet, & il n'est pas nécessaire pour cela d'avoir recours aux molécules d'air, qui sont nécessairement disséminées entre les molécules de l'eau, & de les regarder comme les seules propres à transmettre le son à travers une masse d'eau : car si on réfléchit un moment, sur la petite quantité d'air qui est contenue dans une masse d'eau, & que l'*Abbé Nollet* n'évalue qu'à $\frac{1}{30}$ de cette masse, & sur la manière selon laquelle cet air est disséminé entre les molécules de l'eau ; on sera aisément persuadé que ce n'est point en vertu de l'air compris dans l'eau, que ce dernier fluide transmet le son. D'ailleurs l'*Abbé Nollet* ayant placé un réveil dans une masse d'eau purgée d'air & dans une autre masse d'eau ordinaire, n'éprouva aucune différence dans le son de ce réveil qu'il entendit à la même distance de l'une & l'autre masse d'eau. On doit donc regarder l'eau comme un milieu propre à la transmission du son. A la vérité le son qui se propage de l'air dans l'eau, ou de l'eau dans l'air, change de qualité & devient désagréable,

Gvj

ainsi qu'on peut s'en convaincre par les expériences qui ont été faites en Angleterre (a).

Si on place un réveil sous un vase quelconque élastique, le son de ce réveil se fera encore entendre à une distance assez grande ; de sorte qu'il paroît d'après l'expérience que tout fluide, ou solide, dont les parties sont élastiques, peut être regardé comme propre à la transmission du son. J'avoue cependant que l'intensité du son diminue, & qu'on ne l'entend pas aussi bien & aussi agréablement à travers tout autre milieu différent de l'air, & qu'on doit regarder ce dernier comme le véritable milieu que l'Auteur de la nature a formé par préférence, pour la transmission du son.

CCCI. Quelles sont les qualités qui rendent l'air propre à la transmission du son, & à lui conserver son intensité ? Ces qualités sont la densité & son ressort qui concourent conjointement à cet effet ; puisque la propagation du son consiste dans un mouvement vibratoire des parties du milieu qui le transmet (CCXCIX) :

(a) Philos. Trans. n. 486.

mais comment ces deux qualités concourent-elles à conserver au son toute son intensité ? C'est surquoi les Physiciens ne sont point d'accord. M. *Zanotti*, (a) pense que l'intensité du son est comme le produit de la densité de l'air, multipliée par son ressort. Il appuie cette idée sur deux expériences fort curieuses : la première consiste à condenser l'air dans un vaisseau dans lequel on renferme un corps sonore, & on voit que le son produit dans ce vaisseau, augmente d'intensité : mais comme l'air ne peut augmenter de densité que son ressort n'augmente à proportion, il reste encore à décider à laquelle de ces deux qualités il faut attribuer l'augmentation du son : pour résoudre cette question, M. *Zanotti* plongea le vaisseau dans l'eau chaude. La chaleur qu'il communiqua par ce moyen à la masse d'air comprise dans le vaisseau, augmenta le ressort de l'air sans en changer la densité, & il trouva par plusieurs expériences réitérées que l'intensité du son augmentoit : il con-

(a) Comm. de l'Inst. de Boulog. T. 1, p. 273.

clud donc de cette expérience que le ressort seul, indépendamment de la densité de l'air, augmente l'intensité du son. D'autres expériences qu'il fit encore lui confirmerent de plus en plus que l'intensité du son suit la raison du produit de la densité de l'air, multipliée par son ressort.

Quoique les Physiciens s'accordent entre eux, & prétendent tous que la densité de l'air augmentant, l'intensité du son augmente, & que l'expérience décide que le ressort indépendamment de la densité de l'air, augmentant, le son augmente encore; je ne crois pas qu'on puisse conclure pour cela, que l'intensité du son suive la proportion indiquée par *Zanotti*; car il reste encore à démontrer que la densité de l'air augmentant indépendamment de son ressort, l'intensité du son augmente à proportion; ce qui n'est pas susceptible d'être démontré par expérience; puisque nous ne connoissons point de moyens propres à augmenter ~~l'intensité~~ ^{la densité} de l'air sans augmenter son ressort, & qu'il pourroit bien se faire que l'intensité du son ne dépendit que du res-

fort de l'air. Nous nous bornerons à faire voir ici, que l'intensité du son augmente, ou diminue à proportion que l'air qui le transmet, est plus ou moins dense & élastique.

Renfermez une sonnerie sous le récipient de la machine pneumatique : faites le vuide aussi exactement qu'il est possible : lâchez la détente & vous entendrez à peine le son produit sous le récipient dans lequel l'air est extrêmement raréfié : reportez de nouvel air sous ce récipient, la densité & le ressort de l'air augmenteront à proportion, & vous observerez que l'intensité du son augmentera également. Le Journal des Sçavans rapporte qu'un homme placé sous la cloche du plongeur, étant descendu à une grande profondeur, voulut emboucher un cor de chasse pour donner quelque signal à ceux qui étoient à la surface de l'eau, & que le bruit fut si violent que cet homme épouvanté, abandonna le cor de chasse; & le laissa tomber dans l'eau (a).

CCCII. Il paroît par les expériences précédentes que l'intensité du son

(a) Jour des Sçav. an. 1678. p. 147.

augmente à proportion que la densité & le ressort de l'air augmentent ; mais n'a-t-on point encore d'autres moyens d'augmenter l'intensité du son ? Tout ce qui empêche le son de s'étendre circulairement , tout ce qui rassemble les rayons sonores & les réfléchit , produit le même effet ; c'est ce dont on peut se convaincre en parlant , ou en chantant dans un porte-voix.

Lorsqu'on parle dans ces sortes d'instrumens , les vibrations imprimées à la masse d'air , qui y est renfermée , ne peuvent communiquer complètement en dehors : elles se communiquent aux parois de l'instrument. Ces parois étant fort élastiques , résonnent & frémissent ; ce frémissement subsiste pendant quelque temps , ce qui réfléchit plusieurs rayons sonores , qui se rassemblent avant de se porter au dehors de l'instrument , & ce qui produit le même effet que si le son étoit répété par plusieurs personnes , qui produiroient le même son presque dans le même temps.

Il suit de-là que plus ces instrumens sont élastiques & plus ils sont avantageux. On les fait ordinairement

DE L'ACOUSTIQUE. 161
avec du fer blanc battu ; ils seroient
meilleurs si on les faisoit avec des
planches de cuivre mince & fort
écroui.

L'usage de ces instrumens est fort
ancien. Le *P. Kirker* nous a donné la
description de celui dont *Alexandre*
se servoit pour porter ses ordres dans
toute l'étendue de son armée (a). Il
en fut de ces sortes d'instrumens,
comme de toute autre invention ;
ils furent fort imparfaits dans leur
origine, ce ne fut qu'en 1671 que le
Chevalier *Morland* les perfectionna
(b) : plusieurs Sçavans travaillèrent
ensuite à leur donner tous les degrés
de perfection dont ils étoient suscep-
tibles. *Cassegrain* (c) & *Martin* (d)
vouloient que la courbe que cet ins-
trument fait dans sa longueur fut hy-
perbolique, & que son axe fut confi-
déré comme l'assymptote d'une hy-
perbole ; mais le succès ne répondit
point à leur attente.

La meilleure forme qu'on puisse

(a) *Ars magna lucis & umbræ*, lib. 7, c. 7.

(b) *Jour. des Sçav.* 1672.

(c) *Jour. des Sçav.* an. 1672.

(d) *Phil. Britan.* vol. 2, p. 115.

leur donner, c'est de les faire très-longs pour augmenter la multiplicité des réflexions des rayons sonores, sans néanmoins que cette multiplicité de réflexions puisse nuire à la distinction du son.

La figure elliptique qu'on donne à certaines voutes, rassemble aussi les rayons sonores, & les porte d'une des extrémités de la voute à l'autre, pour en conduire la vibration jusqu'à l'oreille de quelqu'un qui seroit dans l'un des angles du salon ; de façon qu'il peut entendre tout ce qu'une personne placée à l'angle opposé du même salon diroit à voix basse. *Kirker* (a) nous apprend que si on creuse dans les deux murs opposés d'un salon, de façon que ces deux cavités aient une figure parabolique, deux personnes qui prêteront l'oreille dans ces cavités s'entendront, lors même qu'elles parleront très-bas, & qu'outre cela elles entendront tout ce qu'on dira dans le salon.

J'ai vû de simples canaux cylindriques placés sous le parquet d'un salon, & qui montoient ensuite der-

(a) *Mag. univers.* part. 2, p. 143, 145.

rière le lambris de deux murs opposés pour se terminer à la hauteur de l'oreille , par le moyen desquels on pouvoit aisément se faire entendre d'une des extrémités du salon à l'autre, en parlant très-bas, mais distinctement , & en faisant une légère pose entre chaque syllabe. Cette pose est indispensablement nécessaire pour entendre distinctement l'articulation ; sans cela une syllabe en suivroit une autre, tandis que les vibrations excitées dans le canal par la syllabe précédente subsisteroient encore ; ce qui produiroit une confusion qui ne permettroit pas de distinguer les paroles qu'on prononceroit à l'autre extrémité. On pourroit néanmoins remédier à ce défaut, en revêtissant la longueur de ce canal d'un corps mol qui en émousseroit les vibrations ; mais le son ne seroit pas si fortement augmenté. C'est le moyen qu'on met ordinairement en usage pour les cornets acoustiques , invention très-ingénieuse & très-favorable , par laquelle on parvient à faire entendre un sourd , sans être obligé de parler trop haut : il suffit de pro-

noncer distinctement. La figure elliptique qu'on donne à ces sortes de cornets, rassemble assez bien les rayons sonores, pour qu'un ton de voix ordinaire puisse se faire entendre.

CCCIII. Les instrumens dont nous venons de parler empêchent que le son ne se répande également de tous côtés, comme il arrive en plein air : car un corps sonore mis en vibrations, non-seulement imprime les mêmes vibrations à la colonne d'air qui se trouve devant lui, mais encore à toutes les colonnes d'air qui l'enveloppent de toutes parts ; de sorte qu'on peut regarder ce corps comme le centre d'activité d'une sphère d'air sonore, dont les rayons s'étendent de tous côtés : mais avec quelle vitesse ces rayons sonores se propagent-ils ? Les Physiciens ne sont pas exactement d'accord sur la vitesse du son. *Gassendi* qui paroît être le premier qui ait examiné cette question, lui fait parcourir 1473 pieds par seconde. L'Académie de Florence réduit cette vitesse à 1185 pieds (a) ; elle fit cette découverte à l'aide d'un ca-

(a) Tentam. Florent. pag. 113.

non placé à une distance connue, & en comptant le temps qui s'écouloit, depuis le moment où l'on voyoit la flamme, jusqu'à celui où on entendoit l'explosion. L'Académie des Sciences de Paris ne fait parcourir au son que 1172 pieds par seconde (a). *Flamësted* & *Halley* prétendent qu'il ne parcourt que 1142 pieds = 1070 pieds de Paris. *Cassini* n'en compta d'abord que 1038 (b), mais il en trouva 1041 en répétant ses expériences. *M. de la Condamine* répétant ces mêmes expériences auprès de la Cayenne, trouva que le son parcouroit 1098 pieds : ce qui me porteroit fort à croire que le son ne se meut pas toujours avec la même vitesse. *Blancconi* est fort de cet avis (c), & il prétend que la vitesse du son est plus petite pendant l'hyver, que pendant l'été, & il assure que l'expérience lui a appris que cette différence alloit à quatre secondes pour parcourir 13 milles d'Italie. *M. de Mairan* prétend que les sons qui sont plus graves

(a) Duhamel, Hist. Acad. Reg. lib. 2.

(b) Hist. de l'Acad. des Scien. an. 1738.

(c) Comment. Bonon. v. 2, p. 365.

les uns que les autres, ne se propagent point avec la même vitesse (a) : cependant le célèbre *Derham* qui a fait ces expériences avec tout le soin possible en Angleterre, assure que la vitesse du son est toujours la même dans toutes les saisons, quelque temps qu'il fasse, si on en excepte le temps où le vent seroit contraire ; mais qu'il peut arriver souvent qu'il soit plus ou moins distinct. M. de *Cassini* assure la même chose en France : il remarque seulement que le son fort se transmet plus loin qu'un son foible ; mais que l'un & l'autre se meut avec la même vitesse (b).

Les Académiciens de Florence furent les premiers qui s'aperçurent que le son continuoit toujours à se mouvoir avec la même vitesse initiale, & conséquemment que les vibrations de l'air sont constamment uniformes. *Derham* confirma cette vérité par de nouvelles expériences (c). *Cassini* en fit aussi, qui lui apprirent la même chose, lorsque le son se propage ho-

(a) Hist. de l'Acad. des Scien. an. 1737.

(b) Hist. de l'Acad. des Scien. an. 1738.

(c) Philos. Transf. n. 313.

risontalement. (a) *Derham* crut s'apercevoir que le son se porte plus vite vers le haut d'une montagne qu'il n'en descend. *Cassini* nie ce fait, & l'idée de ce dernier se trouve confirmée par différentes observations. (b)

Il paroît par toutes ces observations, qu'on ne peut pas juger exactement de la vitesse du son, dans un temps donné, & qu'on ne peut point non plus décider, si cette vitesse souffre du plus ou du moins. En prenant néanmoins un terme moyen, entre ceux qui sont assignés, par les différentes observations que nous venons de rapporter, on peut dire que le son parcourt 1170 toises par secondes.

CCCIV. Il nous reste encore à considérer les obstacles qui s'opposent à la propagation du son & les différents effets qu'ils produisent. Il en est du son considéré dans le milieu qui le transmet, comme de tout corps élastique en mouvement. Si ce dernier rencontre sur son pas-

(a) Hist. de l'Acad. des Scien. an. 1738. 1739.

(b) Dom. Georg. Juan. observ. astron. l. 4, c. 1, p. 119.

sage, un obstacle invincible, il se réfléchit : pareillement lorsqu'un rayon sonore rencontre un obstacle qui s'oppose à la continuité de son mouvement en ligne droite, il revient sur ses pas, & il en résulte alors ce que nous appellons un *écho*. L'*écho* n'est donc autre chose qu'un son réfléchi par un obstacle qui renvoie le son direct, qui se porte contre lui; par conséquent tout ce qui sera propre à s'opposer à la propagation du son & à le réfléchir, formera un *écho*. Ainsi une tour, un édifice élevé, des montagnes, des forets, souvent même un nuage épais & fort bas produisent cet effet : mais il faut pour cela, que l'observateur soit placé à une certaine distance de ces obstacles, pour distinguer commodément le son qu'ils renvoient : sans cela le son direct se confondroit avec le son réfléchi, & l'*écho* ne produiroit plus qu'une confusion de sons, que l'oreille ne pouroit distinguer. Supposons donc, par exemple, que l'observateur étant à très-peu de distance du corps sonore, soit éloigné de 535 pieds de l'obstacle : dans cette supposition, le son direct aura 535 pieds

à parcourir pour parvenir à l'obstacle, & à peu de chose près le même chemin pour revenir à l'oreille de l'observateur. Or comme le son employe une seconde à parcourir un tel espace, (CCCIII) le son réfléchi ou l'écho ne se fera entendre qu'après une seconde, & l'observateur pourra distinguer aisément tous les sons que produira le corps sonore, pendant ce temps. Supposons que le corps sonore soit une personne qui parle : l'observateur entendra donc deux fois & distinctement les mêmes paroles qui auront été proférées pendant ce temps. Si l'obstacle est plus près du corps sonore, ou de celui qui parle, l'observateur ne pourra distinguer que la dernière syllabe qui aura été proférée, & on nomme cet écho *monosyllabe*, on l'appelle *polysyllabe*, lorsque l'observateur peut entendre distinctement plusieurs syllabes, & il en peut entendre un nombre d'autant plus grand, que le son réfléchi met plus de temps à revenir à son oreille, ou ce qui est la même chose, que l'obstacle est plus éloigné du corps sonore.

CCCIV. Mais ne pourroit-on pas

Tome II.

H

assigner des bornes à la distance de l'obstacle , pour que l'observateur fut à portée de distinguer deux* fois la dernière syllabe , ou pour produire un écho monosyllabe ? plusieurs grands hommes ont calculé cette distance , en comparant l'espace que le son parcourt en une seconde , & le nombre de tons différens que l'oreille de l'homme peut saisir dans le même temps. *Mussenbroek* (a) remarque qu'une oreille accoutumée à entendre de la musique , distingue 9 ou 10 tons différens , qu'un Musicien peut faire en une seconde sur un violon , en jouant *prestissimo* ; d'ou il conclut que cette même oreille doit entendre un écho monosyllabe , lorsque l'obstacle qui le forme est éloigné de $53 \frac{1}{2}$ pieds du corps sonore. Il remarque très-judicieusement à cet égard , qu'il faut un espace un peu plus grand , pour quelqu'un dont l'oreille ne seroit point accoutumée à saisir un si grand nombre de tons , dans l'espace d'une seconde. Le P. *Mersenne* veut que cette distance soit de 69 pieds : *Morton* en exige 90 , & conséquemment 180 pour

(a) *Phys.* T. 2. §. 2250.

un écho de deux syllabes, 270 pour un écho de trois syllabes, &c.

On peut juger par-là, à quelles distances étoient situés les obstacles qui produisoient ces échos si célèbres, qui répétoient distinctement un si grand nombre de syllabes. Tels furent l'écho qui étoit proche *Ormesson* (a), qui répétoit 14 syllabes pendant le jour, & 17 pendant la nuit : l'écho du parc *Woostock* en Angleterre, qui répétoit 17 syllabes pendant le jour, & 20 pendant la nuit. (b)

CCCVI. Il suit de ces observations, que lorsque le son rencontre un obstacle qui s'oppose à sa propagation en ligne droite, il se réfléchit, si l'obstacle lui résiste & est propre à lui rendre, en sens contraire, le mouvement direct qu'il lui fait perdre; & qu'il se détruit, si l'obstacle qu'il rencontre est mol, non élastique & non propre à le reproduire. C'est ce qu'on observe tous les jours, lorsqu'on chante, ou qu'on joue de quelqu'instrument, dans une salle tapissée, surtout si la tapisserie est de laine & épais-

(a) Mersenne, *harm. univers.* l. 3. p. 214.

(b) *Jour. des Sçav.* Août 1677.

se ; la voix , où le son de l'instrument perd une partie de sa force & de son intensité. Aussi est-t-on dans l'habitude de faire boiser les salles qu'on destine à faire des concerts. La voix d'un orateur ne s'entend qu'avec peine , dans un endroit où le concours des auditeurs est très-grand. Tout corps mol, peu élastique, raboteux, ne rend donc qu'imparfaitement les rayons sonores qui le frappent. On peut confirmer aisément la vérité de cette proposition par l'expérience suivante , rapportée par le célèbre *Mussenbroek*. (a) Faites sonner un réveil en plein air : le son en sera très-clair & très-distinct. Couvrez ce réveil avec un petit récipient , le son en sera fort affoibli ; parce que les parties du récipient , n'étant pas parfaitement harmoniques avec les molécules de l'air , ne produiront point , par leurs vibrations , des frémissemens si forts & si violents dans l'air extérieur ambiant. Couvrez ce premier récipient d'un second , le son paroîtra encore plus affoibli. Couvrez ce dernier d'un troisième , à peine distinguerez-vous le

(a) *Physiq.* T. 2. §. 225.

son du réveil. Recommencez la même expérience, en couvrant chaque récipient, d'un morceau d'étoffe de laine fort lâche & un peu épais ; lorsque les trois récipients seront placés les uns sur les autres, posez tout l'appareil sur un coussin très-mol & épais, & vous observerez que le son du réveil sera totalement détruit.

CCCVII. Après avoir exposé ce qui concerne le son, considéré dans le milieu qui le transmet ; il seroit naturel de le suivre dans l'organe qui en procure à l'ame la sensation. Cette dernière manière de considérer le son, exige une description exacte de l'organe de l'ouïe, que nous donnerons dans nos leçons sur l'œconomie animale, tant pour ranger chaque chose, dans la classe qui lui convient, que pour éviter d'être trop diffus. ¶

Qu'il suffise donc de sçavoir ici, que les vibrations communiquées à l'air, qui enveloppe le corps sonore, se transmettent de proche en proche, à toutes les couches d'air interceptées entre le corps sonore & l'organe de l'ouïe ; que le même frémissement se communique à la petite masse d'air

renfermée dans la cavité de l'oreille, & qu'elle fait alors ses vibrations, contre une membrane, qui termine cette cavité : que cette membrane ébranlée, met en mouvement & fait frémir, de la même manière, l'air intérieur compris au-delà de cette membrane, dans une autre cavité, & que les frémissemens de cette dernière masse d'air se communiquent à de petites fibres disposées à-peu près comme les cordes d'un clavecin, mais propres à rendre chacune un ton particulier : ce qui, conséquemment aux loix de l'union de l'ame avec le corps, procure à l'ame, la facilité de percevoir les sons qui se produisent au dehors.

L'oscillation des petites fibres, dont nous venons de parler, occasionné par le frémissement de l'air intérieur, n'a rien de plus particulier, que le frémissement des cordes d'un clavecin occasionné par le mouvement de l'air agité, par les différens sons, qu'on fait rendre à un autre instrument, placé à une certaine distance de ce clavecin. Personne n'ignore que si on pince une corde d'instrument,

celles du même , ou d'un autre instrument , placé dans le voisinage du premier & qui seront montées à l'unisson de la corde pincée , ressonneront aussitôt ; parce qu'elles seront mises en vibrations , par le frémissement communiqué à la masse d'air interceptée entre ces cordes. Le ton de la corde pincée sera néanmoins plus fort & plus énergique : mais on pourra s'assurer des vibrations des autres cordes , en mettant dessus un morceau de papier ; on verra alors ce papier frémir d'une manière très-sensible.

L E Ç O N V I I I .

Du Feu.

CCCVIII. **N**ous avons traité des fluides en général & de leurs propriétés. Nous avons passé ensuite , à la considération de l'air , dont nous avons aussi examiné les différentes propriétés. Il nous reste encore à considérer trois fluides , dont la connoissance est indispensable.

H iv

ment nécessaire à quiconque s'applique à l'étude de la physique ; sçavoir le feu , l'eau & les écoulemens magnétiques.

Le premier de ces trois fluides se trouve universellement répandu dans la nature ; il entre dans la combinaison de tous les mixtes ; il y est renfermé sous le nom de *Phlogistique* ; il se développe aisément dans toutes les substances inflammables , & il se prête à tous nos besoins ; il est répandu dans ces espaces immenses qui séparent notre globe de ces astres lumineux qui échauffent la surface de la terre & qui l'éclairent. Cette chaleur si nécessaire à l'entretien des corps sublunaires , cette lumière si favorable à l'homme , ne paroissent que deux modes différens d'une même substance , la lumière ne paroît être que le mouvement du feu en ligne droite , & la chaleur l'agitation de ce même fluide qui se meut en tous sens. Ces deux modes sont tout-à-fait distingués l'un de l'autre ; quoiqu'ils se trouvent quelquefois combinés ensemble , ils n'en diffèrent pas moins. Une lumière vive & éclatante peut

être dépouillée de chaleur. Le célèbre *Robert Hook* fut le premier qui démontra cette vérité, en rassemblant, à l'aide d'un verre convexe, un faisceau de rayons de la lune, au foyer duquel il exposa la boule d'un thermomètre très-sensible, sans qu'on s'aperçût d'aucun mouvement dans la liqueur de l'instrument. Cette expérience a été répétée à Paris & avec le même succès avec des verres du célèbre *Tschnhaus* (a). Les verres lui-fans, les dails jettent une lumière très-vive, qui ne contient aucun degré de chaleur. *M. de Reaumur* a éprouvé plus d'une fois que l'eau n'avoit aucune prise contre cette lumière & qu'elle ne s'affoiblissoit point; or il n'en arrive pas ainsi lorsqu'on jette de l'eau sur un corps embrasé qui produit une très-grande chaleur.

CCCIX. Quelle est donc la nature de cet élément, qui se modifie de tant de façons différentes, & dont la connoissance doit nécessairement piquer la curiosité du Physicien? Ceux qui sont de bonne foi, avouent ingénument que c'est un secret que les

(a) Mem. de l'Acad. de Sciences, an. 1699.

recherches les plus exactes n'ont encore pu découvrir (a). Les Egyptiens livrés aux superstitions les plus bizarres le regardoient comme une bête animée ; ils le divisoient en deux especes. Ils donnoient le nom de mâle à la flamme qui brûle , & ils regardoient comme femelle la lumiere qui reluit (b). *Parmenides* fut le premier des anciens, qui le regarda comme un élément (c) ; personne jusqu'à présent n'a pu decouvrir sa nature.

En effet aucune des propriétés sous lesquelles il se présente à nos recherches , ne peuvent nous conduire à la connoissance de sa nature. La chaleur qu'il excite en nous , ne peut qu'en réveiller l'idée & nous faire éprouver un sentiment plus ou moins vif , souvent douloureux , mais toujours relatif à la disposition de nos organes : car on voit plusieurs femmes d'*Ethiopie* , qui , suivant le rapport de *Servius* , tiennent impunément dans leurs

(a) Duhamel , *Phys. génér.* T. 1 , c. 2 , p. 74. Joh. Schorfius *Phys. recog.* l. 1 , c. 6 , p. 494. Maiol. *dies canicul.* p. 374.

(b) *Strobæus* , *Serm.* 123 , p. 604.

(c) *Lacte* , l. 9 , p. 641.

main des charbons ardents (a). La lumière qui le décele quelquefois, est un signe très-équivoque ; ce n'est qu'une simple modification de cet être ; aussi *Boerhaave* (b) remarque-t-il fort judicieusement qu'une barre de fer prête à rougir, & qui contient une très-grande quantité de matière ignée, ne donne aucune lumière. La couleur du feu n'est elle-même qu'une modification de sa lumière & qui conséquemment n'est point propre à reculer les bornes de notre ignorance sur la question présente. Les dilatations qu'il opère dans les substances auxquelles on l'allie, les fusions qu'il produit, les combustions & les autres effets de cette nature, qu'on remarque dans toutes les substances dans lesquelles on accumule la matière ignée, ne prouvent tout au plus que la facilité avec laquelle elle les pénètre & l'activité avec laquelle elle agit contre elles.

CCCX. On doit donc encore regarder la nature du feu comme un

(a) *Servius* in *dessert. de unguento armario.*

(b) *Boerhaave, Chymie. T. 2.*

myſtere qui s'eſt dérobé juſqu'à préſent aux recherches des Phyſiciens : nous nous reſtreindrons donc à développer ſeulement les propriétés que nous lui connoiſſons.

Ce fluide jouit de toutes les propriétés que nous avons remarqué convenir à la matiere ; il eſt étendu , diſiſible , poreux , impénétrable , peſant , mobile , &c.

CCCXI. Son étendue ſe connoît par l'eſpace qu'il occupe dans la plupart des corps avec leſquels il s'allie. Quoiqu'on ne puiſſe point apprétier exactement cette étendue , elle paroît néanmoins d'une maniere ſenſible , lorſque nous traiterons de la dilatation des liquides. Sa diſiſibilité ſe manifeſte par la tendance qu'il a , à ſe diſtribuer dans toutes les ſubſtances qui ſont en contact. Nous verrons en parlant du refroidiſſement des corps , que la matiere ignée ſe diſiſe réellement en pareille circonſtance. Comme la diſiſibilité ſuppoſe la poroſité , on ne peut révoquer en doute que cette derniere propriété ne ſoit un des attributs de la matiere

ignée : on ne peut disconvenir néanmoins que ses parties ne soient que très-peu poreuses ; puisqu'elles doivent être extrêmement petites & solides , eu égard à la facilité avec laquelle elles pénètrent tous les corps & elles les divisent (a) ; mais les Physiciens ne sont point d'accord entre eux , sur les deux propriétés suivantes ; sçavoir , l'impénétrabilité & la pesanteur. Si on examine de bonne foi les raisons qu'on apporte en faveur de l'impénétrabilité de la matiere ignée , & celles dont on se sert pour réfuter l'existence de cette propriété ; on ne pourra disconvenir que les dernieres ne soient fondées sur notre ignorance , & que les premieres ne soient démonstratives.

CCCXII. Ceux qui disputent à la matiere ignée l'impénétrabilité que nous lui attribuons , demandent comment on peut voir un quart de l'étendue du Ciel , par un trou fait avec une aiguille , à une carte , ou à un morceau de papier , sans supposer que tous les rayons qui partent de toute l'étendue visible du ciel , se pénètrent

(a) Mussenbroek, *Phys.* §. 1586.

dans la petite ouverture dont nous venons de parler, & par laquelle ils font obligés de passer, pour se porter dans l'œil de l'Observateur. Ils demandent encore si toutes les parties lumineuses qui partent d'une bougie allumée, & qui éclairent une surface d'un quart de lieue en tous sens, pouvoient être contenues dans la lumière de cette bougie, sans y être pénétrées. J'avoue que nous ne connoissons point encore assez la matière ignée pour expliquer comme il faut, les deux phénomènes que je viens de rapporter, & qu'on seroit tenté au premier abord de regarder les parties de ce fluide comme pénétrables; mais cette réponse n'est qu'un aveu tacite de notre ignorance; puisqu'en réfléchissant sur les propriétés que nous reconnoissons dans ce fluide, nous ne pouvons disconvenir que ce ne soit un véritable corps, & que nous avons déjà démontré que tout corps est naturellement impénétrable. Nous sommes d'autant plus autorisés à attribuer cette propriété au feu, que nous ne pouvons nier qu'il est susceptible d'une très-grande résistance, qui est une des preuves les plus manifestes

de l'impénétrabilité. Personne n'ignore les effets qu'il produit lorsqu'il est rassemblé, par le moyen d'un miroir ardent. On sçait que les rayons du soleil, qui sont un véritable feu, font changer de direction à la fumée. On sçait qu'ils mettent en vibrations un ressort de montre à moitié détendu. Nous verrons par la suite que ces rayons se réfléchissent, lorsqu'ils rencontrent des obstacles qui s'opposent à leur mouvement direct; leur réflexion est une preuve incontestable de leur ressort: or tout ressort suppose nécessairement des parties roides, dures, susceptibles de résistance & conséquemment impénétrables.

CCCXIII. On n'est pas mieux fondé à refuser un certain poids au feu. Pour peu qu'on soit instruit des opérations de la Chymie, on sçait que 100 liv. de plomb calciné, fournissent 110 liv. de minium. *Hellot* (a) réduisant en chaux 4 liv. de zing en tira 3 liv. 14 onces de belle chaux, 2 onces 2 dragmes de chaux plus commune, & une once de terre: le poids

(a) Hist. de l'Acad. des Sciences an. 1735.

fut [donc augmenté d'une once deux dragmes.

Geoffroy éprouva le même effet dans la calcination de l'étain (a). *Musgraave* a trouvé le même résultat en calcinant de la platine (b). *Hierne* nous apprend la même chose (c). *Boyle* a fait plusieurs expériences de cette nature, qui l'ont déterminé à penser que la flamme pouvoit, ainsi que toute autre menstree, s'assimiler avec les corps sur lesquels elle agit (d). Tous les corps soumis à l'action du feu, & qui en sont suffisamment pénétrés pour rougir, augmentent en poids ; puisque malgré la dilatation qu'ils éprouvent alors, ils présentent encore le même poids dans l'air, où ils sont plus soutenus que lorsqu'ils étoient froids, & que leur volume étoit plus petit. *Mussenbroek*, *Tachenius*, *Hoffman*, *Casat*, *Hierne* & plusieurs autres grands hommes, pensent à la vérité, que plusieurs parties alimentaires du feu pénètrent les vases

(a) Hist. de l'Acad. des Sciences, an. 1737.

(b) Acta chem. T. 2, tent. 5, p. 113.

(c) Hist. de l'Acad. de Berlin, an. 1757.

(d) De ponderabilitate flammæ.

dans lesquels on fait ces fortes d'opérations, & s'unissent avec les substances qu'on calcine; ce qui peut produire l'augmentation de leur poids. *Mussenbroek* (a) en tire la preuve de l'odeur empyreumatique que les huiles distillées contractent dans cette opération; mais cette objection qui paroît très-bien fondée, ne détruit point l'opinion contraire: car quand il seroit vrai de dire qu'une autre cause pourroit augmenter le poids des substances exposées à l'action du feu, ce ne seroit pas une raison suffisante pour croire que le feu n'y contribue en rien; d'autant plus que nous avons d'autres preuves qui démontrent incontestablement, que l'addition de la matière ignée, sans le secours d'aucune autre substance étrangère, augmente le poids des corps.

Personne ne conteste la pureté du feu solaire, & personne jusqu'à présent n'a avancé qu'il fut allié à toute autre substance hétérogène que ce soit. Or *M. Duclos* ayant calciné une livre de régule d'antimoine, par le moyen des rayons de soleil, qu'il avoit ras-

(a) *Phys.* T. 2.

semblés avec un miroir concave, trouva le poids du régule augmenté d' $\frac{1}{10}$ après l'opération (a).

Homberg a éprouvé la même chose. *Duhamel* rapporte de semblables procédés (b); j'avoue que le poids d'un rayon solaire ne peut produire qu'un effet très-peu sensible par son addition; mais plusieurs de ces mêmes rayons rassemblés doivent produire un effet marqué. Aussi *Mussenbroek* (c) suppose que si un rayon solaire pèse $\frac{1}{10000000}$ de grains, 10000000 de semblables rayons étant unis à une substance calcinée, produiront une augmentation d'un grain dans le poids de cette substance, & il remarque très-bien, que si le feu étoit dépourvû de pesanteur, l'air comme plus pesant le repousseroit au-delà des bornes de l'atmosphère; on éprouveroit donc une plus grande chaleur, à proportion qu'on s'éleveroit à de plus grandes hauteurs; ce qui est manifestement contraire aux observations de ceux qui ont monté sur le sommet

(a) Hist. de l'Acad. des Sciences, an. 1707.

(b) Hist. Acad. Reg. t. 1, §. 2, c. 1.

(c) Phys. T. 2, §. 1585.

des montagnes les plus élevées. Tout nous porte donc à croire que le feu, ainsi que tout autre corps, n'est pas dépourvû de pésanteur.

CCCXIV. Ce fluide est extrêmement mobile : nous en avons des preuves dans sa communication, son expansion, sa facilité à pénétrer toutes sortes de substances, sa propagation : qualités qui méritent d'être examinées avec attention. Nous traiterons donc, 1°. De la communication de la matiere ignée : 2°. De son expansion : 3°. De son action sur les corps qu'elle pénètre : 4°. De sa propagation ; & nous terminerons ce que nous nous proposons de dire sur cette matiere , par l'examen des moyens propres à exciter la matiere ignée , & de ceux qui sont indispensablement nécessaires pour son entretien.

CCCXV. On sçait que la matiere ignée se communique d'une substance à une autre. Une barre de fer fortement échauffée & posée sur une autre barre de fer froide, perd de sa chaleur & en communique à l'autre ; de façon que la seconde acquiert insensiblement une chaleur égale à celle

que la première perd, & qu'elles parviennent au même degré de chaleur pour se refroidir également l'une & l'autre, par le contact d'un air plus froid qui les enveloppe; ce que nous observons par rapport aux solides, se fait également remarquer par rapport aux liquides. Un liquide, plus chaud versé sur un autre liquide, forme un mélange dont la température est moyenne entre la chaleur des deux liquides; l'expérience ne peut point à la vérité nous apprendre exactement le degré de chaleur qui résulte de ces sortes de mélanges; parce que l'air dans lequel on est obligé de les faire, étant lui-même plus froid que chaque liquide en particulier, ou que l'un des deux, fait perdre à chacun, ou à celui qui est plus chaud quelques degrés de chaleur, soit en les versant l'un sur l'autre, soit pendant le temps qu'on éprouve la température du mélange. Les résultats de ces expériences doivent donc être de quelques degrés au-dessous de ceux qui doivent résulter de ces sortes de combinaisons. Ce fut ce qui détermina *Ricmann* à chercher une formule propre à indiquer

la véritable température de semblables mélanges : voici celle qu'il trouva , & qui s'éloigne très-peu de l'expérience (a). Soient appellées les masses de deux liquides M, m ; leur degré de chaleur C, c : la chaleur de la première masse sera MC , & celle de la seconde mc ; les deux prises ensemble donneront donc MC+mc , par conséquent si on verse l'un des liquides sur l'autre , la température du mélange sera $= \frac{MC + mc}{M + m}$; or en

suivant cette formule , on trouve que la chaleur d'un mélange , formé de deux masses d'eau égales , dont l'une jouit de 88 degrés de chaleur , & l'autre de 172 degrés = 130 degrés ; mais ayant fait cette expérience dans un air dont la température étoit = 66 degrés , celle du mélange ne fut que de 126. On s'est servi pour cela d'un thermometre gradué selon l'échelle de *Fahrenheit*.

Si on mêle ensemble 24 onc. d'eau , dont la température soit de 64 degrés & 12 onc. dont la température soit de 178 degrés ; la chaleur du mélange

(a) Comm. Petropol. novi. T. I , p. 171,

fera = 102 degrés : mais cette expérience ayant été faite dans un temps où la température de l'air étoit = 66 degrés , on ne trouva que 100 degrés de chaleur dans le mélange.

CCCXVI. Lorsqu'on considère avec attention , la chaleur qui passe d'un corps à un autre qui l'avoisine ; on voit qu'elle se distribue uniformément dans l'un & dans l'autre , & que la matière ignée tend à se mettre en équilibre dans tous corps ambiants.

Placez sur les bords d'une table différens corps , les uns échauffés à différens degrés, les autres refroidis différemment par quelques procédés particuliers ; laissez-les pendant quelque temps en situation , il acquereront tous la même température que celle qui régné dans l'air : ce dont on pourra s'assurer en plaçant successivement un thermometre très-sensible , tel qu'un thermometre de *Drebbel* ABC (*fig.* XCIII.) sur la surface de ces corps. Comme cette espece de thermometre est très-sensible, il faut se garder de le toucher avec les doigts: on pourroit l'échauffer suffisamment , pour faire varier la liqueur.

Il faut le saisir avec des pinces matelacées.

Quoique la matière ignée ait une tendance à se distribuer uniformément dans tous les corps circonvoisins ; cet effet ne peut avoir lieu , que lorsque la masse de ces corps n'est pas trop grande : car lorsque leur masse est d'une certaine grandeur , elle ne peut point les pénétrer assez aisément , & uniformément pour communiquer la même température à chacune de leurs parties : aussi remarque-t-on pendant l'été que les souterrains qui sont profonds , sont plus froids , que les corps qui sont à la surface de la terre. C'est une observation connue de tout le monde : on profite même assez souvent de cette différente température , pour conserver pendant l'été , quantité de substances qui se gâteroient , si elles étoient exposées à la chaleur qui régné alors dans l'atmosphère. On scut mettre à profit cette différence en 1705 : la chaleur de l'atmosphère fut si excessive à Montpellier le 30 juillet , qu'on parvint à faire cuire des œufs au soleil. La plupart des thermometres se casserent , par la trop grande dilatation

de la liqueur, & on ne put se garantir des impressions de cette extrême chaleur, qu'en se réfugiant dans les caves. *Graaff* éprouvant un jour, la différence entre la température de l'atmosphère, & celle d'une caverne située auprès de Rutlingen, trouva que la température de l'air étoit de 66 degrés, & celle de la caverne de 48, & que les eaux qui couloient par les fentes, n'avoient que 42 degrés de chaleur. (a)

Quoiqu'il y ait une différence très-marquée entre la température de l'air, & celle des endroits profonds; cette température demeure constamment la même à de certaines profondeurs. Le thermometre de *M. de la Hire*, placé depuis longtemps, dans une des caves de l'Observatoire de Paris, dont la profondeur est de 84 pieds, ne varie jamais, ou ses variations sont si peu sensibles, qu'il est probable qu'elles viennent d'une cause étrangere. Il repond constamment au $10\frac{1}{3}$ degré de l'échelle de *M. de Reaumur*.

Pareillement la matiere ignée répandue dans toute l'étendue de l'atmosphère,

(a) Hist. de l'Acad. de Berlin, an 1746.

phere , produit une chaleur qui est uniformément la même jusqu'à une certaine hauteur au-dessus de la surface de la terre , & elle va ensuite en diminuant à proportion que la hauteur augmente, ainsi que l'attestent ceux qui ont voyagé , & qui ont monté sur le sommet des plus hautes montagnes.

CCCXVII. La matiere ignée , en se distribuant dans tous les corps , s'y distribue également en toutes sortes de sens : les rayons du soleil , qui tombent sur la surface de la terre , l'échauffent également jusqu'à une certaine profondeur. Il résulte de toutes ces observations , que le feu tend à se distribuer également dans tous les corps , & qu'il se distribueroit uniformément s'il ne rencontroit point d'obstacles qui s'opposassent à cet effet. Tous les corps ne sont donc pas également propres à recevoir , & à contenir la matiere ignée qui tend à les pénétrer ; ce qui vient de leur densité , & de leur configuration : plus un corps est dense , moins il s'échauffe aisément , quoiqu'il absorbe quelquefois une plus grande quantité de matiere ignée , parce qu'elle se divise da-

vantage dans ce corps que dans tout autre, qui seroit moins dense. La configuration des corps contribue encore à ce phénomène : car suivant qu'elle varie elle fait qu'ils se prêtent plus ou moins à l'action du feu, qui tend à les pénétrer. Un corps, qui paroît blanc, s'échauffe moins qu'un autre corps qui paroît noir ; parce que le premier réfléchit les rayons du soleil qui tombe sur sa surface, tandis que le second les absorbe. Il en est de même des autres corps différemment colorés. Faites teindre un morceau de drap des sept couleurs primitives : mouillez-le également, exposez le ensuite à la même action du feu, il agira différemment sur les différentes parties de ce drap, suivant qu'elles seront différemment colorées, & l'eau se retirera de ses pores dans cet ordre, en commençant par celles qui se sechent plus promptement : violet, indigo, bleu, verd, jaune, orangé, & rouge (a). Cette même vérité se trouve confirmée par une expérience journaliere. On sçait que les pay-

(a) La Marquise du Châtelet, Dissert. sur la nature, & la propag. du Feu.

fans qui habitent les marais à tourbe, dont le terrain est gras & noir, éprouvent dans les pieds une chaleur très-vive, tandis qu'ils n'en ressentent presque point au visage, lorsqu'ils s'y promènent dans un beau jour d'été. On sçait aussi que lorsqu'on se promène sur un terrain sablonneux, on ne sent presque point de chaleur aux pieds, quoique le visage y soit brûlé par la réflexion de la chaleur.

CCCXVIII. L'action du feu sur les corps qu'il pénètre, tend à écarter leurs parties, & à les séparer les unes des autres. Le second de ces deux effets exige une plus grande activité de la part de la matière ignée, que le premier; car celui-ci a toujours lieu, dès que la matière du feu se met en possession d'un mixte quelconque: cet effet se décele par l'augmentation du volume qu'on remarque sensiblement dans tous les corps solides, ou liquides que le feu pénètre. Quoique cette dilatation ait lieu dans tous les corps, elle est néanmoins plus sensible dans les uns que dans les autres: elle est en général plus sensible dans ceux qui sont moins denses, que dans ceux

qui sont plus compactes : elle ne suit cependant pas la raison directe de leur densité, ni celle de la cohérence de leurs parties, ni même une raison composée des deux, comme il paroîtroit naturel de le penser : elle peut bien dépendre pour quelque chose de ces deux raisons ; mais la configuration des parties intégrantés du mixte me paroît devoir concourir davantage à ce phénomène. Or comme cette configuration sera toujours un secret pour les Physiciens ; il me paroît qu'on ne pourra jamais assigner de raison constante de la dilatation des corps. On ne peut donc point indiquer *à priori*, la dilatation qu'un corps quelconque doit éprouver à un degré de chaleur donné, & on sera par conséquent obligé de soumettre à l'expérience tous les corps dont on voudra déterminer les différens degrés d'expansion.

CCCXIX. Lorsque le feu pénètre un liquide, les parties de ce liquide cédant à l'effort que la matière ignée fait pour les pénétrer, s'écartent les unes des autres ; la masse totale augmente de volume, & occupe un plus grand espace : c'est pour cela, que la liqueur monte dans le tube d'un thermometre,

lorsqu'on plonge la boule de cet instrument dans un liquide, dont la température est plus grande que celle qui regne alors dans l'atmosphère. Cette liqueur s'éleve d'autant plus haut dans ce tube, ou se dilate, & augmente d'autant plus de volume, que le liquide dans lequel on plonge la boule est plus chaud : mais on ne doit pas croire pour cela, que les degrés de son élévation dans le tube, mesurent exactement les degrés de chaleur; c'est à-dire, que si la liqueur du thermometre monte d'un degré, par une chaleur donnée, elle monte de deux degrés par une chaleur double : car quoique les degrés d'expansion dans la liqueur indiquent parfaitement jusqu'au moindre changement qui survient à la température de l'air, ou de tout autre liquide; on ne connoît point assez le rapport entre les changemens qui arrivent à l'expansion d'une liqueur, & ceux qui arrivent à la chaleur, pour qu'on puisse juger des degrés de chaleur par ceux de l'expansion d'une liqueur. (a)

CCCXX. Ce phénomène qui se

(a) S'Gravesande, Elem. Phys

manifeste d'une maniere si sensible dans les liquides, & qu'on observe si évidemment à l'aide d'un thermometre, se manifeste encore, quoique plus foiblement-dans les solides. Il n'y en a aucun qui ne se dilate, & qui n'augmente de volume, lorsqu'il est exposé à un plus grand degré de chaleur. Pour rendre ce phénomène plus sensible, & pour l'observer d'une maniere plus favorable, on a imaginé un instrument auquel on a donné le nom de pyrometre, eu égard à l'usage auquel il est destiné, & dont voici la description. AB (*fig 94*) est une cage qui renferme deux leviers, & un rateau qui font mouvoir l'aiguille L, sur la circonférence d'une espee de cadran divisé en un certain nombre de parties; C est une lampe à l'esprit-de-vin, qui porte quatre mèches égales; D est un pilastre à travers lequel on fait passer différentes riges de métal qu'on veut exposer à la chaleur des quatre mèches dont nous venons de parler. Chaque tige se fixe solidement en D, par une vis de pression F; elle se viffe outre cela en E, dans une espee de bascule

qui est adaptée à une autre, toutes les deux mobiles sur leur pivots. La seconde bascule est attachée à une lame de cuivre B, qui peut se mouvoir de B en M, & de M en B, en parcourant une ligne de longueur; l'extrémité G de la lame B, pousse un levier P, qui en mene une autre Q, qui conduit un rateau R, lequel engraine dans le pignon du pivot qui porte l'aiguille L: la combinaison des leviers P & Q qui conduisent le rateau R, est telle, que l'aiguille L parcourt un très-grand espace, tandis que la lame BG, parcourt un espace d'une ligne. La disposition de mon pyromètre est telle, que lorsque la lame BG parcourt une ligne d'espace, l'aiguille en parcourt 2880: on peut donc s'apercevoir aisément du mouvement de la lame BG, lorsqu'elle ne parcourroit que $\frac{1}{2880}$ de lig. Or comme le mouvement de cette lame dépend de l'allongement de la tige de métal qui s'échauffe au-dessus des mèches de la lampe, cette tige ne peut s'allonger de $\frac{1}{2880}$ de ligne, qu'on ne s'en aperçoive.

Si on soumet différentes tiges à la

même expérience, on observera 1^o. que tout métal s'allonge à proportion qu'il s'échauffe, ce dont on jugera par le mouvement de l'aiguille: 2^o. que les métaux s'allongent plus promptement les uns que les autres, ce dont on pourra juger en comptant combien l'aiguille parcourra de degrés dans un même temps. Le fer est celui qui s'échauffe & qui se dilate le plus promptement: 3^o. on observera enfin, que quoique l'action des meches paroisse demeurer la même, sur-tout si on fait cette expérience dans un air calme, ces métaux ne s'allongent pas uniformément, mais par sauts, c'est-à-dire, qu'ils ne font point parcourir à l'aiguille le même nombre de degrés dans le même temps.

Il résulte de cette expérience que la chaleur dilate les corps solides, quoique cette dilatation soit beaucoup moins sensible que celle qu'elle opere dans les liquides. Cette expérience confirme aussi ^{ce que} nous avons déjà observé; (CCCXVII.) sçavoir, que la configuration des corps oppose des obstacles plus ou moins grands à l'action du feu qui tend à les pénétrer.

Si on éteint les meches de la lampe, les tiges perdront insensiblement la chaleur qu'elles auront reçues; elles reprendront leur première dimension, & l'aiguille rétrogradera. On pourra accélérer le mouvement rétrograde de l'aiguille, en accélérant le refroidissement des tiges.

Ces expériences prouvent seulement que les tiges dont on vient de faire usage, se dilatent & s'allongent; mais on peut vérifier par l'expérience suivante, que l'action du feu se développe en toutes sortes de sens, & dilate en tous sens les corps sur lesquels il agit. Disposez une espèce de cône solide de métal, de façon qu'il entre jusqu'à une certaine profondeur dans une ouverture proportionnée. Faites ensuite chauffer ce cône, & vous observerez que ses dimensions s'étant augmentées en tous sens, il ne pourra plus pénétrer si profondément dans la même ouverture. Si la chaleur dilate, & allonge les métaux, le froid, par la raison contraire, les condense & les raccourcit: nous en avons un exemple bien sensible dans une pendule dont parle M.

Perrault (a), dont le marteau ne pouvoit atteindre le timbre le 14 janvier 1670, jour où le froid fut extrêmement grand; il remédia à cet accident, en approchant cette pendule auprès du feu, elle y revint dans son état ordinaire.

CCCXXI. Non-seulement les liquides & les solides se raréfient & se dilatent par l'action du feu qui les pénètre, & qui écarte leurs parties les unes des autres; mais il arrive encore que l'activité du feu étant augmentée jusqu'à un certain point, les parties des liquides, ainsi que celles de certains solides, se séparent les unes des autres, se volatilisent & se détachent de la masse totale qu'elles formoient auparavant; c'est ainsi qu'un liquide renfermé dans un vase, & exposé à l'action du feu s'échauffe, & se réduit en vapeurs qui s'élevent sous la forme d'une fumée épaisse. C'est ainsi que plusieurs matieres végétales & animales, plongées dans un liquide & exposées à l'action du feu, s'y décomposent, & s'exhalent avec le liquide qui leur sert de véhicule. Comme toutes les par-

(a) Hist. de l'Acad. de Scien. an. 1684.

ties qui entrent dans la composition des solides, n'ont point entre elles la même cohérence, les moins fixes se séparent les premières, à un degré de feu qui ne suffit pas pour détacher les autres & les volatiliser : mais on parvient à les séparer les unes après les autres en graduant la chaleur ; c'est-à-dire, en augmentant le feu depuis le degré le plus doux, qui suffit pour séparer les plus volatiles, jusqu'au degré le plus fort qui est nécessaire pour élever celles qui sont les plus tenaces & les plus fixes : c'est un moyen que la chymie emploie avec art, pour analyser les mixtes & séparer leurs principes, & qu'on connoît sous le nom de distillation.

L'Art du Chymiste consiste à connoître & à bien distinguer les substances qui doivent être soumises à cette opération : car on ne peut disconvenir que la décomposition de plusieurs mixtes opérée par l'action du feu, entraîne souvent avec elle des inconvéniens qu'on doit éviter avec soin. Les huiles, par exemple, tirées des amandes & des graines sont acres & dissolubles dans l'esprit-de-vin, lorsqu'on se les procure par la voie de la distillation, parce que

le feu décompose les principes secondaires de ces mixtes, en les combinant différemment entre eux. Ainsi cette méthode ne doit point être mise en usage, lorsqu'on a dessein d'avoir des huiles telles qu'elles existent dans le mixte, sçavoir, des huiles douces, grasses, onctueuses & indissolubles dans les esprits ardents.

Les sels essentiels des plantes se décomposent aussi par l'action du feu. On ne doit donc pas avoir recours à la distillation, lorsqu'il s'agit de les rassembler.

CCCXXII. Les Chymistes se servent de plusieurs instrumens pour operer les différentes distillations, qu'ils sont obligés de faire. Comme notre dessein n'est que de donner une idée générale de la distillation; nous ne nous occuperons point ici à décrire ces différens instrumens; nous ne parlerons que succinctement de l'alambic, & de ses parties les plus essentielles. AB (95.) est un vase pour l'ordinaire d'étain, dans lequel on renferme les substances qu'on veut analyser; on lui donne à cause de cela, le nom de *vaisseau distillatoire*. B est un couvercle qui se luthé sur le col du

vase A ; ce couvercle est bombé, & forme au-dehors une grosse éminence arrondie que l'on appelle *tête de môle* ; cette tête est munie d'un tube BK , qui s'ouvre dans son intérieur au bord d'un petit cordon en forme de gouttière ; c'est à l'extrémité de ce tube qu'on adapte un balon M , qu'on nomme *réceptif* , sur le contours de la tête de môle est soudé une espèce d'entonnoir N , très-spatieux, & qui s'élève au-dessus de cette tête. On remplit ce dernier vase d'eau froide, qu'on évacue par le robinet C , à proportion qu'elle s'échauffe trop. Cette eau sert à refroidir la tête de môle, & conséquemment à condenser les vapeurs qui s'élèvent dans son intérieur, ce qui fait qu'on donne à cet entonnoir le nom de *refrigerent*. Le vaisseau distillatoire est renfermé dans un vase de cuivre cylindrique D , dans lequel on met de l'eau par l'ouverture F , qui s'échauffe par le feu qu'on entretient dans le fourneau GG , ou par la lumière d'une lampe à plusieurs meches I : ce vase D se nomme *bain-marie* ; il est soutenu dans le fourneau par trois ou quatre crochets E E , H

est une grille qui laisse passer les cendres, lorsqu'on distille par le moyen du feu.

CCCXXIII. L'alembic que nous venons de décrire, n'est point propre à distiller des esprits acides, parce qu'ils corroderoient le vaisseau distillatoire A, qui est d'étain. On se sert pour cet usage d'une cornue, ou retorte de verre ou de terre A, (*fig. 96.*) au col de laquelle on lute un récipient; cette cornue est renfermée dans une capsule de tole C, qui contient du sable. Cette capsule est placée dans le fourneau D, qu'on peut faire aller avec du charbon allumé, ou avec une lampe.

CCCXXIV. Supposons maintenant qu'on se propose d'analyser une plante quelconque; on se sert pour cet effet de l'alembic. On renferme donc cette plante avec de l'eau, dans le vaisseau distillatoire A; on remplit d'eau le vaisseau D, & on allume une ou deux meches, l'eau du bain-marie s'échauffe, & échauffe en même temps celle du vaisseau distillatoire: à proportion que cette eau s'échauffe, ainsi que la plante qui baigne dedans, cette plante s'amol-

lit, l'eau la pénètre plus aisément, elle s'impregne de ses parties odorantes qui sont les plus volatiles, & la chaleur convertissant cette eau en vapeurs, ces vapeurs, ainsi que les parties odorantes, auxquelles elle sert de véhicule, s'élevent dans la tête de môle : cette partie de l'alembic étant refroidie par l'eau du réfrigérent, les vapeurs se condensent & tombent sous la forme d'un liquide, dans le bourslet qui est au bas de la tête de môle, pour se porter de-là, dans le récipient. Le célèbre *Boerhaave*, ainsi que la plupart des Chymistes, donnent le nom d'*esprit recteur* à cette première liqueur, qui s'éleve par le moyen d'un feu doux.

Cette même opération réussiroit également avec le second instrument que nous avons décrit ci-dessus (CCCXXIII) pourvû qu'on eut soin de ne pas trop pousser le feu.

CCCXXV. : Lorsqu'on veut tirer l'huile essentielle d'une plante, par le moyen de la distillation, il ne faut point la distiller ni au bain-marie, ni au bain de sable, mais à feu nud ; c'est-à-dire, qu'il faut que le vais-

seau distillatoire soit immédiatement échauffé par le feu du fourneau : mais il faut néanmoins que cette plante baigne dans de l'eau, afin qu'elle ne puisse point éprouver un degré de chaleur plus violent que celui de l'eau bouillante. Ce degré de chaleur suffit pour séparer & pour élever tout ce que cette plante contient d'huile essentielle.

CCCXXVI. Lorsqu'on a tiré l'huile essentielle d'une plante, si on la laisse à feu nud, sans être renfermée dans de l'eau, ayant soin seulement que le vaisseau distillatoire puisse supporter sans se fondre l'action du feu, qui doit être plus considérable que précédemment ; on tirera alors du phlegme, qui peu-à-peu deviendra acide : si on augmente encore la chaleur, ce phlegme sera alors suivi d'une huile plus épaisse, qui sera elle-même suivie d'une huile noire fort épaisse & empyreumatique, qui est le dernier résultat de l'opération : ce qui reste après dans le vaisseau, n'est plus qu'un charbon qu'on nomme *Caput mortuum*. Si on retire néanmoins ce charbon, & qu'on le fasse brûler en le

lessivant ensuite, on retirera des cendres qui en proviendront, un sel alkali fixe. Telles sont les différentes parties que fournit la distillation de la plus grande partie des plantes.

CCCXXVII. Le feu n'agit pas de la même manière sur tous les corps. On n'analyse pas par la voie de la distillation, la plus grande partie des minéraux. La chimie emploie quantité d'autres procédés, pour s'assurer des principes qui les constituent. Mais nous ne pouvons point nous permettre d'entrer dans tous ces détails, qui nous conduiroient beaucoup au-delà des bornes, que nous sommes obligés de nous prescrire. Ce que nous pouvons observer ici, c'est que la plus grande partie de minéraux se fond, lorsqu'on les expose à un feu très-violent, & qu'ils deviennent liquides, de solides qu'ils étoient auparavant.

Tout le monde sçait que les métaux, par exemple, les plus compactes ne résistent point à un feu de réverbère : qu'ils tombent tous en fusion. C'est à cette propriété des métaux que nous sommes redevables de quantité

d'ouvrages précieux, que nous n'eussions pû nous procurer par tout autre moyen connu jusqu'à présent. Ils ne se fondent cependant pas tous au même degré de chaleur, & la chaleur qu'ils exigent pour se fondre, ne paroît pas assujettie à aucune règle constante : car on remarque que le plomb qui se dilate presque autant que l'étain, lorsqu'il est exposé au même degré de chaleur, exige néanmoins pour se fondre, une chaleur double de celle qui fait fondre l'étain.

Lorsque les métaux sont mêlés, ils se fondent plus aisément que chacune des parties qui entrent dans leur mélange. On a profité de cet avantage, dans l'invention des soudures.

Les métaux se dilatent considérablement avant de se fondre. Ils ont cela de commun avec toute autre substance, qui est propre à tomber en fusion : mais la différence qu'on remarque entre les métaux & toute autre substance, c'est que toute substance fondue peut s'échauffer au point de bouillir, & on ne connoît point de chaleur qui soit propre à faire bouillir un métal fondu. S'il arrive quel-

quefois qu'on observe une espece d'ébullition , dans un métal tombé en fusion , il ne faut pas se laisser séduire par les apparences : cet effet vient de quelques parties aqueuses qui s'y trouvent renfermées , lesquelles se réduisant en vapeurs soulevent les différentes parties de cette masse. Quelques Physiciens ont imaginé que l'impossibilité de l'ébullition venoit de la pesanteur des parties métalliques : mais l'expérience décide le contraire ; puisque le mercure, tout pésant qu'il soit , bout à un degré de chaleur , qu'on peut encore augmenter considérablement. C'est ce qui a donné lieu d'imaginer que le défaut d'ébullition des métaux , venoit de la décomposition qui se fait de leurs soufres & de leurs parties grasses , dans le temps de la fusion.

Il en est d'un métal fondu, comme d'un liquide échauffé jusqu'au point de l'ébullition. L'un & l'autre ne peut acquérir un plus grand degré de chaleur ; parce que la matiere ignée qui les pénètre alors , ne peut plus être retenue dans leur masse, & qu'elle passe librement au-dehors.

CCCXXXVIII. Nous ne nous occuperons point ici , à liquéfier un métal quelconque : cette opération qu'on peut voir en grand , dans l'exploitation des mines, ou encore d'une manière curieuse , en se transportant dans les ateliers des fondeurs & en suivant de près les différentes opérations qui les conduisent à jeter en moule un modèle, n'auroit rien qui pût piquer la curiosité du spectateur. Nous ferons seulement observer ici , un phénomène qui peut paroître surprenant au premier abord.

Courbez légèrement une pièce de 18 deniers ; de façon qu'on puisse la renfermer dans la coquille d'une noix , remplie d'une poudre faite avec 3 parties de salpêtre raffiné , 2 parties de fleur de soufre , & 2 parties de sciure de bois. Recouvrez la pièce de cette même poudre. Si vous mettez le feu à cette composition ; l'action de feu se développera tellement sur la pièce de monnaie , qu'elle tombera en fusion , & formera une espèce de petit culot métallique , qu'on retrouvera après l'opération , au fond de la coquille , qui ne sera point endommagée.

L'action du feu contre le métal est d'autant plus violente, dans cette occasion, qu'elle est aidée par un acide, que la matiere ignée développe des parties sulfureuses & nitreuses. Or cet acide seul qui seroit capable de séparer & de dissoudre les parties intégrantes de ce métal, peut à plus forte raison, produire cet effet, lorsqu'il est aidé de toute l'activité de la matiere ignée.

Ce qui paroît surprendre davantage, c'est que la coquille de noix qui sert de creuset, n'est point endommagée, ou qu'elle ne l'est que très-légerement.

Ce phénomène dépend du peu de temps que la matiere ignée agit contre la surface de cette coquille. Outre cela, comme les pores de la coquille sont très ouverts, en comparaison de ceux du métal, l'action du feu est bien moins sensible contre la coquille qui livre un passage libre à ce fluide, que contre le métal, dont les pores sont très-ferrés & qui résiste davantage.

CCCXXIX. Cette expérience me donne occasion de parler d'une autre, de même espece, qui nous fait voir

comment l'acide du soufre , lorsqu'il est aidé par le feu , pénètre aisément les parties métalliques. Etablissez sur une espece de trepied , une piece de deux sols : allumez de la fleur de soufre en dessus & en dessous de cette piece. La flamme la pénétrera de haut en bas & de bas en haut : ces deux actions opposées se détruiront mutuellement & fixeront l'acide sulfureux , dans un des plans de la piece & la sépareront en deux parties , celle de dessus étant plus mince & plus cassante que l'autre. Cette dernière demeurera même suffisamment marquée , pour avoir cours.

Dans cette expérience , le plan supérieur de la piece , est plus mince & plus cassant , 1^o. Parce que l'action de la matiere enflammée est plus considerable de bas en haut , que de haut en bas : delà la pénétration se fait plus aisément & avec plus d'activité , selon la premiere de ces deux directions & conséquemment le plan supérieur doit être plus mince. 2^o. Il est plus cassant , parce qu'il est plus exposé au contact immédiat de la matiere embrasée ; ce qui scorie ce plan & le rend plus cassant.

CCCXXX. Je termine ce que je me propose de faire observer sur l'action du feu, par une expérience aussi curieuse que connue, qui nous fait voir que l'action de ce fluide est d'autant plus violente, qu'elle est plus retardée, & conséquemment qu'il est obligé de vaincre plus d'obstacles, pour se développer.

Mettez ensemble 3 gros de salpêtre bien desséché, 2 gros de sel de tartre, & 2 gros de fleur de soufre. Mettez le tout, dans une cuillier de fer, que vous exposerez sur des charbons médiocrement allumés.

A mesure que ce mélange s'échauffera, on le verra se roussir; il noircira sur les bords; il tombera après cela en fusion; il poussera des fumées blanches, qui s'épaissiront de plus en plus, & il se dissipera enfin subitement, en produisant une explosion très-violente, qui perce souvent la cuillier.

Les effets antérieurs à la dissipation, dépendent du soufre qui se fond, & brûle plus aisément que les deux autres substances avec lesquelles il est uni. La fusion du soufre pro-

voque celles des autres matieres : cette fusion fait que toutes les parties du mélange s'incorporent : le sel fixe de tartre retient les volatiles du soufre & du nitre , & retarde leur dissipation ; jusqu'à ce que l'action du feu devenant supérieur , détermine la dissipation du mélange , laquelle se fait si rapidement & avec tant de violence , que l'air n'a pas le temps de se prêter & de céder assez vite ; ce qui occasionne un choc violent dans ce fluide , qui produit une détonation foudroiante.

CCCXXXI. Les effets du feu sur les corps qu'il pénètre , décelent une très grande activité dans ce fluide : or cette activité vient-elle seulement de la matiere ignée qu'on applique extérieurement a ces corps ? ne seroit-elle point aidée par celle qui réside naturellement dans tous les corps ? car l'expérience demontre qu'il n'y a aucun corps qui ne contienne une certaine quantité de matiere ignée. *Boerhaave* (a) parvint à en tirer de deux morceaux de glace , qu'il heurta fortement l'un contre l'autre. Ce grand homme soupçonne même que tous les

(a) *Boerhaave*, Elém. de Chymie.

corps en contiennent également & que si elle paroît plus abondante dans les uns ; tels que les matieres sulfureuses , oléagineuses , bitumineuses , &c. ce n'est pas une raison de croire , que ces matieres en contiennent davantage ; mais qu'elle y est moins enveloppée , & qu'elle s'en dégage plus aisément. Or si tous les corps contiennent du feu , si cette matiere se trouve enveloppée dans toutes les parties constituantes des mixtes ; il est naturel de penser , que lorsqu'elle vient à se développer , elle doit augmenter l'activité de celle qu'on leur applique extérieurement. Cette idée paroît d'autant plus naturelle que l'expérience nous apprend qu'une seule étincelle suffit pour occasionner un grand incendie. Cet effet seroit donc plus grand que sa cause , si le feu porté par l'étincelle , n'étoit aidé par celui qui se trouve renfermé dans le corps que l'étincelle embrase ; mais comment s'exécute ce phénomène ? Comment la matiere ignée se propage-t elle ? Comment celle qui reside dans les mixtes , se joint-elle à celle qu'on leur applique extérieurement pour en augmen-

ter l'activité? C'est sur quoi les Physiciens ne sont point d'accord, & ce qui est très-difficile à déterminer. L'Académie des Sciences de Paris sentoit parfaitement toute la difficulté de cette question, lorsqu'elle proposa pour prix de l'année 1738; de *déterminer la nature & la propagation du feu*. L'émulation des Sçavans se réveilla alors. Plusieurs concoururent, & parmi les trois mémoires qui furent couronnés, celui du célèbre *Euler* parût en quelque façon mériter la préférence (a). Voici en peu de mots, comment *l'Abbé Nollet* rend d'une manière très-précise, l'idée de cet habile Physicien. Il admet une force expansive dans chaque partie de la matière ignée, en vertu de laquelle, elle tend à se développer en toutes sortes de sens. Il regarde un corps inflammable, tel, par exemple, qu'un grain de poudre, comme un assemblage de petites portions de feu, dont chacune est enveloppée d'une autre matière non expansible par elle-même, mais toute prête à se diviser, dès que l'expansion du fluide qu'elle

(a) Nollet, Tom. IV, p. 190.

contient, l'y forcera. Les parties de cette enveloppe qui recèlent celles de la matiere ignée, ne sont point intimement unies entre elles, comme l'observe très-bien l'*Abbé Nollet* : elles laissent de petits espaces ; de sorte que leur cohésion qui est suffisante pour résister à l'expansibilité actuelle de la matiere ignée, ne suffira plus, lorsque cette force expansive sera augmentée jusqu'à un certain point : outre cela la matiere ignée étant présente par-tout, est non-seulement renfermée dans l'intérieur des parties intégrantes des mixtes, mais encore dans les petits espaces vuides, que ces parties laissent entre elles, & on peut regarder cette dernière matiere, comme autant de mèches différentes, propres à transmettre du dehors au dedans, l'action du feu qu'on applique extérieurement au corps inflammable. Cela posé, si une étincelle, par exemple, tombe sur la surface d'un corps de cette nature, cette étincelle animera les petites molécules de feu qu'elle touchera. Celles ci transporteront cette impression à celles avec lesquelles elles seront en communica-

tion & de proche en proche, le mouvement se transmettra jusqu'aux molécules de feu, renfermées dans les parties intégrantes de ce corps. La force expansive des parties ignées qu'il contient, étant augmentée par ce simple mécanisme, les liens qui unissoient les parties intégrantes, ceux qui affembloient les parties élémentaires, se rompent, & le corps sera embrasé, & cet embrasement sera proportioné à la quantité de matiere ignée qui se développera alors.

CCCXXXII. L'idée que nous venons de donner de la propagation du feu, exige que ce fluide soit présent par-tout, & qu'il y jouisse d'une qualité expansive, qui tende à le développer, lorsqu'une cause étrangere l'y détermine. Quant à la présence du feu dans tous les corps, elle est suffisamment prouvée par l'expérience de *Boerhaave* (CCCXXXI.), mais quelles sont les causes propres à engager la matiere du feu à se développer & à se manifester au-dehors? Je ne connois qu'un seul moyen qui puisse procurer ce développement. Ce moyen est un ébranlement violent, excité dans les parties insensibles des

mixtes : or cette espece de mouvement peut être produit de différentes manieres : 1°. par un frottement rapide : 2°. par des chocs redoublés : 3°. par l'effort que quantité de substances font pour se pénétrer les unes & les autres. Nous allons examiner successivement ces différens procédés.

CCCXXXIII. Toutes les fois que deux corps frottent rapidement l'un sur l'autre, il en résulte un ébranlement qui se transmet aux parties insensibles de ces corps. Si cette action est portée un peu loin, il en résulte une chaleur qui augmente à proportion que le frottement est plus considérable, & qu'il subsiste plus longtems, & souvent même les parties ébranlées s'embrasent & le corps lui-même se consume.

Formez une espece de fuseau avec du bois dur, engagez les deux extrémités de ce fuseau dans deux cavités proportionnées, creusées dans deux especes de poupées, que vous rapprocherez, de façon que le fuseau soit assez fortement pressé. Faites mouvoir ce fuseau à l'aide d'un archet. Ses extrémités le roussiront, il en sortira

K iij

une fumée qui sera suivie de plusieurs étincelles propres à allumer des substances inflammables.

Chaque fois que deux corps durs frottent l'un sur l'autre, on observe à peu de choses près, les mêmes phénomènes, si les corps qui se frottent sont inflammables : mais lorsque ces corps ne sont point inflammables, leur frottement n'occasionne qu'une chaleur qui peut devenir très-considérable. Le fer & le cuivre s'échauffent très-fortement sous la lime qui les travaille. Le foret s'échauffe au point de perdre sa trempe, lorsqu'il perce un morceau de métal un peu épais : pour obvier à cet inconvénient, l'ouvrier est obligé de le plonger de momens en momens, dans l'huile. La vrille brule souvent le bois qu'elle perce. Le couteau, le rasoir & quantité d'autres instrumens de cette espece, jettent une trainée de feu très-remarquable, lorsqu'on les passe sur une meule qui tourne rapidement.

CCCXXXIV. Les chocs redoublés produisent des effets assez semblables. Un morceau de fer forgé à froid sur une enclume, s'échauffe sous les coups de marteau qu'il reçoit : le briquet tire

des étincelles d'un caillou qu'il frappe. Mais pour ne parler ici, que des effets qui peuvent piquer la curiosité des Physiciens, renfermez dans un morceau de papier fort épais, un petit morceau de phosphore urineux. Frappez-le fortement, & frottez rapidement l'endroit du papier qui le renferme; ce phosphore s'enflammera & enflammera en même temps le papier.

On doit au hazard la découverte du phosphore urineux, ce fut un Chymiste de Hambourg nommé *Brand* qui la fit en 1669, en traitant l'urine dans une vue différente de celle qui le conduisit à trouver cette matiere (a). *Kunkel*, Chymiste de l'Electeur de Saxe, jaloux de cette découverte, n'ignorant pas que *Brand* avoit travaillé sur l'urine, la traita de tant de façons différentes, qu'il parvint après quatre ans de travaux, à faire du phosphore. La réputation de ce Chymiste, & le peu de mystere qu'il fit de son secret, fit qu'on donna pendant longtemps à ce phosphore, le nom de phosphore de *Kunkel*. *Graaff*, médecin de Dresde, fit part à M. *Boyle*

(a) Lemeris, Cours de Chymie, p. 806.

des différens procédés qu'il faut observer dans cette opération. Ce dernier réussit parfaitement à faire du phosphore & rendit publique la manière de le faire (a). Un Chymiste d'Angleterre, instruit par M. Boyle, fut pendant long-temps le seul qui en fit commerce, & on lui donna alors le nom de phosphore d'Angleterre. M. Homberg qui avoit appris ce secret de Kunkel, en fit ensuite en France, en présence de l'Académie, & donna à ce sujet des observations très-curieuses (b); mais le détail de cette opération se trouve, plus exactement encore, dans un mémoire de M. Hellot (c); de sorte qu'en suivant les procédés qui y sont indiqués, tout le monde peut réussir à faire du phosphore. Pour donner seulement une légère idée de cette opération :

Faites évaporer à petit feu une grande quantité d'urine fraîche, jusqu'à ce qu'il reste une matière noire, qui soit presque sèche. Mettez cette matière putréfier dans une cave, pen-

(a) Boyle, Nocti luca aerea.

(b) Mem. de l'Acad. des Scien. an. 1692.

(c) Mem. de l'Acad. des Scien. an. 1707.

dant 3 ou 4 mois. Prenez-en ensuite une certaine quantité, que vous mêlerez avec le double de menu sable, ou de bol. Renfermez ce mélange dans une cornue de grès, & après avoir versé une pinte ou deux d'eau commune dans un grand récipient de verre, à long col, adaptez la cornue à ce récipient & placez-la à feu nud. Donnez petit feu pendant 2 heures, augmentez-le ensuite peu-à-peu, jusqu'à ce qu'il soit très-violent. Continuez ce feu pendant 3 heures, & vous observerez qu'il passera d'abord dans le récipient, un peu de phlegme, puis un peu de sel volatil, ensuite beaucoup d'huile noire & puante : la matière du phosphore viendra après cela, sous la forme de nuées blanches, qui s'attacheront aux parois du récipient, ou qui tomberont dans le fond de ce récipient, en forme de petit sable fort menu. Laissez alors éteindre le feu & démaïstiquez le récipient. Rassemblez ces grains de phosphore dans de petites lingotières de fer blanc ; versez un peu d'eau sur ces grains, & échauffez les lingotières suffisamment pour faire fondre la matière phosphorique. Fai-

K v

tes refroidir ces lingotieres en versant de l'eau froide dessus , & vous la retirerez ensuite sous la forme de petits batons , que vous conserverez dans l'eau.

CCCXXXV. L'urine n'est pas le seul excrément de l'homme , qui fournisse du phosphore. M. *Homborg* ayant réfléchi pendant long-temps , sur les parties qui entrent dans la composition de ce mixte , crut que les excréments les plus grossiers , étant traités d'une maniere convenable , devoient produire le même resultat , & il parvint à en tirer de la matiere fécale. (a) Ce dernier phosphore se présente sous la forme de poudre à canon , & s'embrase à l'air sans s'enflammer : on lui donne le nom de *Pyrophore*. Depuis cette découverte de M. *Homborg* , on est parvenu à faire du *Pyrophore* , en substituant le miel à la matiere fécale , dont il faisoit usage.

Pour se procurer un pareil phosphore , on prend une partie de miel , & trois d'alun de roche pulvérisé qu'on incorpore exactement. On fait calciner cette matiere dans un poëlon ,

(a) Mem. de l'Acad. des Scien. an. 1710.

de façon qu'elle s'y desseche parfaitement, qu'elle y forme comme une espece de croute, ayant soin de la remuer continuellement avec une spatule de fer. On la recueille ensuite, on l'écrase, & on la réduit en poudre grossiere: on renferme cette poudre dans un matras, qui puisse en contenir deux tiers en sus: on enveloppe tout le ventre de ce matras avec du sable renfermé dans un creuset, qu'on place dans un fourneau de réverbere, ayant soin de ne faire qu'un petit feu, pendant un quart-d'heure: on augmente ensuite le feu pendant une demi-heure, ou trois quarts-d'heure: on le pousse après cela avec violence pendant une heure, pour faire rougir la matiere. On voit alors sortir du col du matras, des fumées épaisses, & pour l'ordinaire ensuite une petite flamme violette. On laisse alors éteindre le feu insensiblement: lorsqu'il est éteint au point qu'on puisse manier le matras, on le bouche exactement avec un bouchon de liége, & du mastic & on le retire du sable. La matiere noire qui s'y trouve renfermée est le phosphore, qu'on verse ensuite

K vj

dans de petites bouteilles, & qu'on conserve dans un endroit sec & à l'ombre.

Lorsqu'on verse quelques grains de cette poudre sur un papier, ils s'embrasent en peu de temps, & ils brulent le papier. Cet effet suit nécessairement de la constitution de cette poudre; c'est une matiere fortement calcinée par le feu, & dépouillée par son moyen de toute humidité, ainsi que d'une grande partie de son huile & de son sel volatil. Ces parties ont laissé, par leur dissipation, quantité de petits espaces vuides, de sorte qu'après la calcination, ainsi que le remarque *M. Homberg*, cette poudre n'est plus qu'un tissu spongieux de matiere terreuse qui a retenu dans son sel fixe un peu de son huile fœtide; mais dont les pores & les locules vuides conseruent pendant quelque temps, une partie de la matiereignée qui les a pénétrés.

Ce sel fixe est alors très-propre à absorber l'humidité de l'air avec lequel il est en contact: or ces parties aqueuses ne peuvent pénétrer avec avidité dans ces pores, sans y pro-

duire un frottement suffisant pour exciter les parties ignées qui y résident à se développer & à embraser le peu d'huile aisément inflammable, qui a échappé à la rigueur de la calcination.

La preuve qu'en apporte M. *Homborg*, c'est que si cette poudre est renfermée dans un vaisseau qui ne soit pas exactement bouché, elle absorbe peu-à-peu l'humidité de l'air, & elle perd insensiblement sa vertu, sans qu'elle se soit enflammée, parce que les vapeurs aqueuses qui s'y sont insinuées, l'ont pénétrée en si petite quantité à la fois, qu'elles n'ont pu exciter un effet assez sensible.

CCCXXXVI. Outre les phosphores brûlans dont nous venons de parler, on en fait encore quantité d'autres qui sont seulement lumineux, & qui ne sont point propres à exciter la moindre chaleur. Tels sont, par exemple, la pierre de Boulogne, le mercure dans le vuide, &c. Tous ces phosphores de quelque espèce qu'ils soient, exigent nécessairement, pour leur production, des soins particuliers, & une pratique consommée

dans l'art de traiter les mixtes. La nature plus féconde que l'art, nous fournit un nombre prodigieux de phosphores, qui ne dépendent que de quelques dispositions qui se trouvent assez communément dans les corps; car l'expérience nous apprend que tous les corps sont phosphoriques, si nous en exceptons les métaux & les corps bruns. *Boyle*, & après lui *Du Fay*, découvrirent cette propriété dans les fossiles: le premier fit un traité particulier sur un diamant qu'il trouva lumineux: *Du Fay* prétend que cette propriété convient sur-tout à celui qui est jaune.

Le célèbre *Beccaria*, Professeur à Boulogne, a trouvé que tous les corps jouissoient de cette propriété, à l'exception de quelques-uns, dont il nous a conservé la liste. Pour découvrir aisément cette propriété dans les corps, il se renfermoit dans une chambre noire, & à l'aide d'une espece de tour de Religieuses, il faisoit passer subitement du grand jour aux ténèbres, les corps qu'il vouloit examiner.

On connoît quantité de matieres

animales dans qui cette vertu se décele d'une manière très-sensible. Nous avons en France une petite mouche, qu'on regarde comme la femelle du scarabé, dont la peau du ventre est transparente, & renvoie une lumière qui est assez vive, qui sort de ses intestins.

On trouve de semblables mouches en Espagne, en Italie; on les appelle *Lucciola*; l'atmosphère en est rempli & éclairé.

On trouve dans les Antilles une espèce de mouche qui est très-grosse, qui éclaire pendant la nuit, & qu'on renouvelle tous les quinze jours.

Ces sortes de mouches rendent souvent lumineux les corps auxquels ils s'attachent, ainsi que le pensa autrefois *Bartholin*, par rapport à des viandes qu'il vit luire pendant la nuit. *Paulini* rapporte un exemple semblable (a) : le cuisinier des Moines de Corbie, s'étant levé à minuit la veille de S. Vitus, l'an 868, & ayant ouvert la porte de la dépense, aperçut que tout y étoit brillant de lumière.

(a) Recueil d'aventures mémorab. 1686.

Le Journal des Sçavans nous apprend qu'on vit un jour à Orléans, la viande des boucheries reluire comme un phosphore (a).

CCCXXXVII. L'effort que certaines substances font pour se pénétrer & pour s'unir par leur pénétration, est la troisieme maniere d'exciter dans leurs parties insensibles un ébranlement suffisant, propre à déterminer la matiere du feu à se développer & à se manifester au dehors. On connoît en physique, sous le nom de *fermentations*, les effets qui résultent de ces fortes de mêlanges. Il est bon néanmoins d'observer que c'est à tort qu'on regarde ces effets comme de véritables fermentations; car, comme l'observe très-bien M. *Homborg* (b), cette opération n'a lieu que lorsqu'il se fait naturellement dans un mixte, une séparation de la matiere sulfureuse d'avec la matiere saline, ou que par la jonction de ces deux matieres, il se compose naturellement un mixte quelconque.

Mais pour nous prêter à l'usage in-

(a) Journ. des Sçav. Juin 1683.

(b) Mem. de l'Acad. des Scien. an 1701.

roduit depuis longtemps dans l'école, nous rangerons sous le nom général de *fermentations* les trois effets suivans; sçavoir, la simple effervescence, l'effervescence accompagnée d'ébullition, enfin l'effervescence accompagnée d'ébullition & d'inflammation.

On doit entendre par *effervescence*, la chaleur qui résulte du mélange de deux liqueurs qui se pénètrent mutuellement.

On appelle ébullition, ces bulles d'air qui s'élevent pendant le temps que deux liquides agissent l'un contre l'autre, ou lorsqu'un liquide agit sur un solide; comme il arrive dans la dissolution de certains sels par les acides.

Le troisième phénomène a lieu, lorsque la pénétration des liquides est poussée au point de développer une quantité suffisante de feu, pour embraser & enflammer les parties inflammables du mixte.

CCCXXXVIII. Avant d'entrer dans le détail de ces différens phénomènes, il ne sera pas hors de propos, d'exposer ici en peu de mots, ce que les

Chymistes entendent par les nom d'acides & d'alkalis.

Ces deux substances sont originairement deux especes de fels. Le premier paroît sous la forme d'un petit corps oblong , pointu , ou tranchant par ses deux extrémités , & il excite un sentiment d'aigreur sur la langue.

L'alkali est une autre espece de sel raboteux, inégal , poreux , & il excite sur la langue un sentiment d'acreté.

On trouve plusieurs substances qu'on range dans la classe des alkalis , mais le veritable est celui qu'on tire d'une plante nommée *kali* ou *soude* , qui croît en abondance dans le Languedoc , aux environs de Narbonne , & vers les côtes d'Espagne. Les liqueurs chargées de ces différens fels , se nomment acides ou alkalines , selon qu'elles sont imprégnées de l'un , ou de l'autre de ces fels.

On connoît les liqueurs acides , non-seulement à leur saveur , qui est semblable à celle du verjus ; mais encore à cette propriété qu'elles ont de changer en rouge , toutes les couleurs bleues , ou violettes des végétaux.

Etendez une certain quantité de syrop de violettes dans de l'eau ; versez sur ce mélange quelques gouttes d'esprit-de-nitre , qui est un acide ; la couleur du mixte deviendra rouge.

On connoît encore les acides , par leur affinité avec les terres, sur-tout avec celles que nous regardons comme invitrifiables , & que nous nommons absorbantes. Car on remarque constamment , que lorsqu'on joint un acide à une terre absorbante , ces deux substances s'unissent avec tant d'impétuosité , qu'on entend sur le champ, une espece de bouillonnement plus ou moins fort néanmoins , suivant la dignité de l'acide : ce bouillonnement est accompagné de chaleur , & de vapeurs qui s'élèvent dans le moment de l'union de ces deux substances.

Versez de l'esprit-de-nitre sur de la craie : le bouillonnement & les vapeurs se feront remarquer très-sensiblement ; mais si vous voulez vous assurer de la chaleur qui naît de ce mélange , plongez-y la boule d'un thermometre , & vous verrez la liqueur s'élever de plusieurs degrés

dans le tube. Il résulte de l'union de ces deux substances, une troisième différente des deux autres, à laquelle les Chymistes donnent le nom de *sel salé*.

Les liqueurs alkalines se connoissent par la propriété qu'elles ont de changer en verd la couleur bleue, ou violette des végétaux.

Versez de l'huile de tartre, qui est une liqueur alkaline, sur du syrop de violettes, étendu dans une suffisante quantité d'eau, la couleur du mixte deviendra verte.

CCCXXXIX. L'huile de tartre, ou pour mieux dire, ce qu'on appelle ordinairement huile de tartre, n'est point à proprement parler une huile : ce n'est qu'une simple solution de sel de tartre, par un intermede aqueux. Pour faire cette dissolution, on prend une certaine quantité de sel de tartre, qui est un sel tiré de la lie de vin, par le moyen de la calcination. On met ce sel dans un vase plus large que profond, & on l'expose dans un endroit humide : ce sel se trouve alors en contact, avec un air chargé de parties aqueuses. Or la plûpart des sels, mais

Sur-tout celui de tartre , ont une si grande affinité avec l'eau , que lorsqu'ils n'en contiennent précisément qu'une quantité suffisante pour demeurer sous la forme de sels , ils se saisissent avidement de celle avec laquelle ils se trouvent en contact : ils l'absorbent , pour ainsi dire , & ils passent alors de l'état de solidité , à celui de liquidité & c'est ce changement que les Chymistes appellent *Deliquium* , d'où est venue cette façon de parler , tomber en défaillance , ou liqueur faite par défaillance.

CCCXL. Ces notions étant développées , nous allons examiner successivement , les trois phénomènes , dont nous avons parlé ci-dessus. (CCCXXXVII.)

Le premier de ces trois phénomènes ; sçavoir , la simple effervescence , n'est autre chose , que certains degrés de chaleur , qui naissent du mélange de deux liquides qui se pénètrent.

Mettez deux parties d'eau dans un vase , & une partie d'esprit-de-vin bien dephlegmé dans un autre : donnez à ces deux liquides un temps suffisant , pour acquérir la température

qui regne alors dans l'atmosphère ; ce dont vous vous assurerez à l'aide d'un thermometre : versez alors brusquement l'eau, sur l'esprit-de-vin, & vous observerez , 1°. que ces deux liqueurs perdront une partie de leur transparence ; car le mélange deviendra louche. 2°. Il s'élevera quelques bulles d'air à la surface. 3°. La température du mélange augmentera de 5 à 6 degrés.

Dans ce mélange, ainsi que dans tout autre de cette espèce, on sçait que les particules d'une des liqueurs, pénètrent entre les particules de l'autre, qui est plus poreuse & plus légère qu'elle : on sçait pareillement, que c'est à l'effort plus ou moins grand, que ces liqueurs font, pour se pénétrer, qu'on doit rapporter le développement de la matière ignée, qui augmente alors la température du mélange : mais on ne s'accorde point également sur la cause, qui occasionne la pénétration de ces liquides ; c'est-à-dire, on ne s'accorde point sur la nature de cette force, qui détermine les molécules de l'un des liquides, à s'insinuer entre les molécules de l'autre liquide. Cette dispute qui s'est éle-

vée depuis long-temps dans l'école, est la même dont nous avons déjà parlé (V.) touchant la cohésion des parties constituantes des mixtes. On pourra consulter ce que nous avons dit à cet égard, & en faire l'application convenable au sujet présent.

CCCXLI. Nous avons observé dans l'expérience précédente, que quelques bulles d'air s'élevent à la surface du mélange. L'explication de ce phénomène trouvera mieux sa place, en considérant le mélange d'un acide avec un alkali, qui produit une effervescence accompagnée d'ébullition.

Si on verse de l'esprit-de-nitre sur de l'huile de tartre par défaillance; on observera une plus grande effervescence que précédemment, & une ébullition plus frappante.

L'effervescence vient, comme nous l'avons déjà dit, de la pénétration & du choc entre les parties de ces deux liquides, lequel excite un ébranlement qui développe la matière ignée: & comme l'action de ces deux liquides, pour se pénétrer, est plus considérable, l'effervescence est pareillement supérieure à celle qui résulte du mê-

lange de l'esprit-de-vin , & de l'eau commune : & comme l'ébullition vient des bulles d'air , qui se degagent d'entre les molécules de ces liquides , par l'effort qu'elles font pour se pénétrer ; cette ébullition doit être aussi plus forte , puisque la pénétration se fait avec plus d'activité. Ces bulles d'air sont d'autant plus sensibles , qu'elles sont encore dilatées par la matiere du feu , qui échauffe le mélange.

On voit encore dans ce mélange une espece de fumée qui s'exhale. Cette fumée doit être rapportée aux parties aqueuses de l'alkali , qui sont élevées en vapeurs , par la matiere ignée , dont nous venons de parler.

Cette fumée sera très-sensible , si on rapproche les cols de deux flacons , dont l'un contienne de l'esprit-de-nitre , & l'autre de l'esprit volatil de sel ammoniac. Cette fumée dépend du même principe que nous venons d'exposer. Elle est produite par les parties aqueuses de l'esprit volatil de sel ammoniac , qui s'élevent en vapeurs.

CCCXLII. Les acides & les alkalis ont donc une grande disposition
pour

pour se réunir : aussi les Chymistes regardent-ils l'alkali mineral, comme la base des acides. Cet alkali differe du végétal, en ce que ce dernier se tire des végétaux, par la combustion. Au contraire l'alkali mineral se trouve tout formé dans les entrailles de la terre. Les anciens connoissoient ce dernier sous le nom de *Natrum*. C'est cet alkali qui fait la base & le principe le plus abondant de nos eaux minerales. La mer en contient beaucoup, puisqu'il est la base du sel marin. Toutes les plantes marines en fournissent une grande quantité.

CCCXLIII. L'avidité avec laquelle les acides & les alkalis tendent à se réunir, produit souvent des phénomènes très surprénans, & qui sont d'autant moins faciles à expliquer, que chacun veut les ramener au système général qu'il a embrassé. Nous avons un exemple de ces sortes de phénomènes, dans le *coagulum* qui naît du mélange de l'huile de chaux, avec l'huile de tartre par défaillance.

Si on mêle ensemble parties égales, ou à-peu-près, d'huile de tartre & d'huile de chaux, & qu'on agite for-

tement ces deux liqueurs , la liquidité disparaîtra , & le mélange prendra une consistance assez ferme , pour qu'on puisse manier le résultat & en former un corps de figure quelconque.

Si on cherche la première cause , qui détermine la pénétration de ces deux liqueurs , j'avoue que cette explication tient à la cause générale des affinités , & de la tendance mutuelle avec laquelle les corps agissent les uns contre les autres : mais si on cherche la cause immédiate de la consistance qu'on remarque , après le mélange ; il faut considérer la nature des liquides qui le forment.

Or les parties de ce mélange sont l'huile de chaux , qui est un sel neutre à base terreuse , dont l'acide est celui du sel marin , & la base une terre calcaire. L'huile de tartre est un alkali fixe dissous dans la moindre quantité d'eau possible. Lorsqu'on mêle ces deux liqueurs , l'acide marin & l'alkali fixe se combinent ensemble , selon les loix générales qui déterminent ces deux espèces de sels à se combiner : de leur union naît un sel neutre , qui ne se tient en dissolution , que dans beau-

coup d'eau, & la terre calcaire qui ser-
voit de base à l'huile de chaux, est
précipitée sous la forme de terre non
soluble dans l'eau. Si ce mélange se fai-
soit dans une large quantité d'eau,
cette terre se sépareroit & iroit au
fond du vase, & le sel neutre qui s'en-
gendreroit, demeureroit dissous :
mais comme l'huile de tartre contient
la plus petite quantité d'eau possible ;
ce sel ne peut point être dissous, & la
précipitation de la terre calcaire ne se
fait qu'incomplètement : le sel neutre
forme donc alors de petits cristaux
mâtes, qui s'unissent à cette terre, &
la même quantité d'eau qui suffisoit
avant le mélange, pour tenir le tout
en dissolution, ne suffisant plus pour
dissoudre les résultats de ce mélange,
sert à en former une pâte molle, telle
que l'expérience la représente.

CCCXLIV. La pénétration des
liquides nous offre encore un phéno-
mene à observer ; sçavoir, une forte
effervescence, accompagnée d'ébulli-
tion & d'inflammation.

Ce phénomène dépend de la même
cause, qui détermine dans les expé-
riences précédentes, les liqueurs dont

nous avons fait usage , à se pénétrer : La différence qu'on remarque ici , vient de ce que les liqueurs dont nous allons parler , se pénétrant avec une plus grande avidité , & de ce que la matiere du feu est moins enveloppée , & conséquemment fait une irruption plus sensible , & produit une chaleur qui va jusqu'à l'inflammation.

Mettez dans un grand verre bien sec quatre gros d'huile de thérébentine ; mettez dans un autre trois gros d'esprit - de - nitre fumant , & un gros d'huile de vitriol concentrée ; attachez ce dernier verre à l'extrémité d'un bâton de trois ou quatre pieds de longueur , & versez avec de légères interruptions, ce dernier mélange dans le premier verre : vous observerez alors une violente effervescence , suivie d'une fumée épaisse & d'une flamme qui s'éleva à quelques pieds au-dessus du verre.

Cette expérience fut connue des anciens : *Olaus Borrichius* , comme le remarque très-bien *M. Homberg* (a) , fut le premier qui la fit ; en ne faisant usage que d'huile de vitriol & de

(a) Mem. de l'Acad. des Scien. an. 1701.

thérébentine : mais on fut longtemps après cet habile Chymiste sans qu'on put la répéter avec succès. Ce ne fut qu'en 1698, que M. de *Tournefort* réussit à enflammer de l'huile distillée de saffraas : M. *Homborg* réussit également à faire cette inflammation, & il trouva par les recherches qu'il fit, que toutes les huiles essentielles distillées des plantes aromatiques des Indes, telles que les huiles de canelle, de clous de girofle, de cardamomus, &c. réussissoient également, pourvû qu'on fît usage d'un acide bien dephlegmé, mais particulièrement de l'acide nitreux (a) : il parvint aussi à enflammer l'huile de thérébentine ; mais il exige pour cela qu'on fasse usage de celle qui passe la dernière dans la distillation, c'est-à-dire, celle qui est épaisse, & dont la couleur tire sur le roux, & il assure que celle qui s'éleve la première, & qui est blanche, ne s'enflamme jamais. Il attribue cet effet à ce que cette huile est toujours mêlée de l'acide de la résine, ce qui fait que l'acide ne la pénètre pas avec tant d'a-

(a) Mem. de l'Acad. des Scien. an 1701.

vidité; parce qu'elle est déjà imbibée d'acide, au lieu qu'il pénètre avec plus d'impétuosité l'huile rousse de thérebentine, qui ne contient aucune partie acide; ce qui rend le frottement bien plus violent dans le mélange de l'acide avec cette dernière huile.

M. *Homborg* confirme cette idée par l'expérience suivante: il fit dissoudre du camphre dans de l'huile de canelle, & il versa de l'esprit-de-nitre sur cette dissolution, & quoique ce même esprit de nitre enflammoit l'huile de canelle seule, il ne put point enflammer l'huile de canelle combinée avec le camphre: il attribue cet effet à l'acide naturel du camphre, qui se répand dans l'huile de canelle. Quoique cet idée parut bien appuyée, M. *Geoffroy* en fit voir la fausseté (a), & il prouva par expérience, que le défaut d'inflammation dépendoit de l'acide & non de l'huile dont on faisoit usage; puisqu'il parvint à enflammer non-seulement des huiles tirées des plantes exotiques, mais encore des huiles essentielles des

(a) Mem. de l'Acad. des Scien. an. 1726.

plantes d'Europe, en employant un acide suffisamment concentré. Tandis que cet habile Chymiste publioit cette découverte en France, M. *Hoffman* la publioit en Allemagne. M. *Rouelle* dont tout le monde connoît le génie, a encore poussé plus loin ces recherches; car il est parvenu à enflammer toutes sortes d'huiles grasses, telles que de l'huile de noix, de chenevis, &c. de sorte qu'en faisant usage d'un acide convenable, on peut regarder comme certain, qu'il n'y a point d'huile qu'on ne puisse enflammer.

CCCXLV. L'inflammation des huiles essentielles tirées des plantes des Indes, nous offre encore un autre phénomène fort curieux à examiner.

Mettez dans un verre bien essuié, trois gros d'huile de gayac, & versez par dessus, mais peu à peu, cinq à six gros d'esprit-de-nitre fumant; il surviendra alors une forte effervescence, accompagnée d'une fumée fort épaisse, & souvent d'une flamme, au milieu de laquelle il s'élève une espede de substance spongieuse, qu'on nomme *champignon philosophique*.

L'effervescence qu'on remarque dans

cette expérience dépend des mêmes causes que nous avons déjà indiquées : mais cette masse spongieuse qui s'élève au milieu du verre , dépend en grande partie , des particules d'air développées entre les molécules de l'huile. Cet air raréfié par la chaleur , se dilate & fait effort pour s'échapper dans l'atmosphère : mais il est retenu par les parties huileuses qui l'enveloppent , lesquelles étant , ainsi que lui , soumises à la matière ignée , en deviennent plus gluantes , & plus visqueuses ; de sorte qu'elles s'élèvent ensemble , & produisent le corps spongieux qu'on remarque dans cette expérience.

CCCXLVI. Nous allons terminer ce que nous nous sommes proposés de faire observer sur le feu , par l'examen des moyens propres à son entretien.

Le feu étant dans un mouvement continuel , & tendant à s'étendre de tous côtés , a besoin 1°. d'une nourriture propre qui fournisse à sa subsistance , 20. d'un obstacle suffisant , qui s'oppose à ce qu'il se détache des corps qu'il embrase , pour se dissiper.

CCCXLVII. Il paroît que l'huile en général, est le véritable aliment du feu ; puisque si on rassemble les parties des mixtes qui sont exposées à l'action du feu, l'expérience nous apprend, qu'on les retrouve toutes à l'exception des parties huileuses qui se sont consommées. C'est donc à tort, comme le remarque *la Marquise du Châtelet* (a), que quelques Physiciens ont prétendu que le feu étoit son propre aliment, & que ce qui manquoit aux mixtes dont on recueilloit les parties, n'étoit que le feu lui-même dégagé de leurs pores. Si ce sentiment étoit vrai, le *caput mortuum* qu'on retire après la distillation, jusqu'à siccité, devroit être inflammable; puisqu'il contient toujours du feu.

CCCXLVIII. Quoique l'aliment ne manque point au feu, il a besoin outre cela, de trouver un obstacle qui s'oppose à sa dissipation. L'auteur de la nature attentif à prévenir les besoins de l'homme, a enveloppé notre globe d'une atmosphère, dont nous tirons plus d'un avantage, com-

(a) Sur la nat. & la propag. du Feu.

L v

me nous l'avons déjà observé. Cette atmosphère vient encore ici à notre secours, & nous exempte d'un soin qui ne nous occuperoit pas peu, si nous étions obligés de veiller nous-mêmes à l'entretien du feu, dont nous avons si fréquemment besoin. La pression & le ressort de l'air suffisent pour cela.

Il n'y a personne qui n'ait éprouvé que le feu n'est jamais plus ardent, que lorsque le froid est plus piquant. Or plus il fait froid, plus l'air est dense, plus son ressort est bandé, & conséquemment plus l'air est propre à réagir contre les parties ignées, qui tendent constamment à se réunir de la matière inflammable. Si on expose un charbon allumé aux rayons du soleil, où l'air est très-raréfié, la chaleur qu'il excite devient de moins en moins sensible, & il s'éteint en peu de temps.

Veut-on confirmer cette idée par une expérience décisive? placez sous le récipient de la machine pneumatique un rouage qui fasse tourner rapidement deux arcs d'acier qui frappent par leur révolution contre une pierre à fusil. Cette pierre fournira un très-

grand nombre de vives étincelles, tant que le récipient sera rempli d'air. Evacuez une partie de cet air, les étincelles seront moins nombreuses, moins vives : évacuez enfin le récipient autant que faire se peut ; à peine tirerez-vous quelques étincelles, & elles seront d'un rouge très-pâle.

Le célèbre *Boyle* a fait une suite très-curieuse d'expériences, qui prouvent toutes, que le feu ne peut s'exciter, ni se conserver dans le vuide. (a)

Ayant renfermé deux vers luisans, sous un mince récipient de verre ; au premier coup de piston, la lumière s'affoiblit, elle s'éteignit ensuite, & elle ne parut qu'en rendant l'air ; ce qu'il réitera plusieurs fois.

Pour qu'on n'attribuât pas cet effet à quelqu'action particulière de l'animal dans le vuide, qui retient alors cette matière transpirable ; *Boyle* répéta plusieurs fois, & avec le même succès, cette expérience, avec des vers qu'il avoit eu soin de tuer avant de les soumettre à l'expérience du vuide.

On ne peut donc disconvenir que

(a) Nova experim. circa relat. inter aerem & flam. vital. animal.

l'air par sa densité & son ressort sert continuellement à l'entretien du feu.

LEÇON IX.

De l'Électricité.

CCCXLIX. **N**ous avons fait observer dans la dernière leçon (CCCXXXIII), qu'un frottement rapide excite la matière du feu à se développer, & à se produire au-dehors. Il y a certains corps dans qui cette matière se développe, par un semblable procédé, & produit des effets différens de ceux que nous avons fait observer, dans la leçon précédente. On connoît en physique ces effets, dont nous nous proposons de parler ici, sous le nom de phénomènes électriques ; parce qu'on donne à la matière ignée qui se produit dans cette circonstance, le nom de matière électrique. Un des principaux caractères de cette matière, & qui sert sur-tout à la faire connoître dans les corps dans qui elle se décele, est cette propriété qu'ils

acquièrent alors , d'attirer à eux des corps légers qu'on leur présente.

CCCL. Les anciens connoissoient cette vertu dans l'ambre. *Thalès* qui vivoit 600 ans avant J. C. étoit si surpris de voir qu'un morceau d'ambre frotté attiroit des corps légers , qu'il imaginoit qu'il étoit animé. Or comme l'ambre étoit connu chez les anciens , sous le nom d'*électron* , & que les Latins l'ont désigné sous le nom d'*electrum* , les François se sont servis du mot d'*électricité* , pour exprimer cette propriété que les corps acquièrent par le frottement , ou par un autre moyen , & qui les rend propres à attirer à eux des corps légers.

Les anciens reconnoissoient encore cette vertu dans quelques pierres précieuses : dans le jayet , dans le succin. *Platon* (a) , *Theophraste* (b) , *Pline* (c) , *Strabon* (d) , *Dioscoride* (e) , *Plutarque* (f) , & plusieurs autres en font mention dans leurs ouvrages.

(a) In *Timeo* , pag. 547.

(b) De *lapidibus* pag. 395.

(c) *Hist. natur. lib. 37* , C. 3.

(d) *Lib. 15*.

(e) *Lib 2* , C. 100.

(f) *T. 1* , pag. 105.

CCCLI. Quoique les anciens fussent instruits de cette connoissance, ils ne nous ont donné aucun ouvrage intéressant sur cette matiere; ce n'est que depuis le dernier siècle, que l'attention des Physiciens s'est portée sur cette recherche. Les premiers qui s'y sont appliqués, sont *Gilbert*, Médecin Anglois, qui vivoit avant l'an 1600 (a), *Gassendi* (b), les Académiciens de Florencê (c): ce furent ces grands hommes qui exciterent l'émulation des Physiciens, & qu'on peut regarder comme les premiers moteurs des découvertes immenses, qu'on a faites depuis eux sur cette matiere. *Gilbert* dont je viens de parler, découvrit cette propriété dans quantité de corps dans qui on ne l'avoit jamais soupçonnée. Je ne puis passer ici sous silence, le procédé ingénieux qu'il mit en usage, pour la découvrir, dans quantité de corps dans qui elle étoit trop foible pour se manifester, par les voies ordinaires. Il prit une aiguille de l'espece de celles

(a) De Magnete lib. 2, c. 2.

(b) Phys. sect. 1, lib 2.

(c) Tentam. Florent. part. 2, p. 81.

DE L'ÉLECTRICITÉ. 255
dont on fait usage , pour faire des expériences sur l'aiman ; il la plaça sur un pivot , & il en approchoit à quelque distance , les corps qu'il frottoit : pour peu que ces corps fussent électriques , l'aiguille cédoit à leur impression , & se mettoit en mouvement.

On peut répéter aisément cette expérience avec des gommés , des résines , des pierres précieuses , des tubes de verre , & on observera que le mouvement de l'aiguille sera d'autant plus prompt , & plus rapide , que les corps seront plus électriques.

CCCLII. L'ingénieur *Otto de Guericke* (a) imagina de faire un globe de soufre , *gros comme la tête d'un enfant* , qu'il fit tourner entre deux montans , à l'aide d'une manivelle , qu'il appliqua à son axe ; tandis que quelqu'un le frottoit avec la main. Ce fut avec cette machine , qu'il démontra les quatre principaux phénomènes électriques ; sçavoir , *l'attraction* , *la répulsion* , *la communication* & *la propagation*.

(a) Recueil des exper. de Magdeb. p. 147.

256 DE L'ÉLECTRICITÉ.

1°. L'attraction, puisque ce globe ainsi frotté, attiroit à lui différens corps légers qu'on lui présentoit.

2°. La répulsion : car il découvrit qu'un corps léger qui avoit été attiré par le globe, en étoit ensuite repouffé, & il parvint par ce moyen, à promener dans toute l'étendue d'une salle une plume, en lui présentant le globe qu'il tenoit par son axe, dans une situation verticale.

Pour répéter cette expérience d'une maniere plus simple, & plus comode à mettre en exécution ; frottez légèrement & rapidement un tube de verre, d'environ trois pieds de longueur ; tenez ensuite ce tube dans une situation parallele à l'horizon, & laissez tomber dessus un petit morceau de feuille d'or battu. Cette feuille fera d'abord attirée vers le tube ; elle s'y précipitera avec activité ; mais dès qu'elle l'aura touché, elle en fera repouffée ; de façon que vous la ferez promener dans toute l'étendue d'une salle, en lui présentant le tube qu'elle fuira continuellement : mais si cette feuille rencontre sur son passage un corps étranger, qui ne soit point élec-

trique, elle se portera avec rapidité vers ce corps, & elle reviendra aussitôt se jeter sur le tube qu'elle fuira de nouveau. On peut réitérer ce mouvement alternatif plusieurs fois de suite, tant que le tube demeurera électrique.

3°. *Otto de Guerikue* découvrit encore la communication, & la propagation de la matière électrique; car il parvint à la communiquer à un fil, & à la transmettre par son moyen à la distance d'une aulne.

CCCLIII. Le célèbre *Boyle* contemporain d'*Otto de Guerikue*, fit aussi quantité de recherches sur cette matière (a). Il poussa très-loin les découvertes qu'*Otto de Guerikue* n'avoit fait qu'ébaucher. La communication de cette vertu devint plus célèbre entre ses mains, & il démontra par expérience, qu'elle peut se communiquer à quantité de substances différentes, par l'approche des corps électriques.

Il découvrit encore que la vertu électrique se manifestoit beaucoup

(a) De mech. Electricit. productione.

plus sensiblement lorsqu'on avoit fait chauffer les corps qu'on destine à ces sortes d'expériences. Ce fut lui qui nous apprit, que la vertu électrique se conservoit très-longtemps dans le vuide.

Je chargeai également d'électricité deux phioles, j'en plaçai une dans le vuide, & l'autre sur une des tablettes de mon cabinet ; cette dernière ne me donna qu'une très-foible marque d'électricité 24 heures après, & l'autre m'en donna des preuves très-frappantes 15 jours après.

Si on consulte l'ouvrage que *Boyle* nous a donné sur cette matière, on y verra les tentatives qu'il a faites sur la fumée, la flamme, & les corps embrasés.

CCCLIV. *Hauxbée* (a) ayant trouvé que la vertu électrique du verre étoit plus puissante que celle du soufre, substitua un globe de verre, au globe de soufre dont on s'étoit servi avant lui ; il adapta au-dessus du globe un demi-cercle garni intérieurement de fils de laine : il disposa

(a) *Transf. Phil. N. 308, & 309.*

aussi dans ce globe un axe de bois, garni circulairement de fils de laine, & il observa qu'en faisant tourner le globe, les fils du demi-cercle devenoient convergens, & sembloient se porter vers le centre du globe; tandis que ceux qui étoient disposés sur l'axe, formoient comme des especes de rayons divergens.

Ce fut encore cet habile Physicien, qui s'apperçut que la constitution actuelle de l'air influoit sur les phénomènes électriques, & qu'ils ne réussissoient jamais mieux que lorsque l'air étoit sec & ferein: il fit aussi plusieurs tentatives avec des tubes de verre, & il trouva qu'ils ne donnoient aucun signe d'électricité au-dehors, lorsqu'ils étoient vuides d'air, quoiqu'ils fussent fort électriques lorsqu'ils étoient remplis d'air. Il adapta encore un globe électrique à la machine pneumatique, & il parvint à faire plusieurs expériences dans le vuide.

CCCLV. M. *Gray* (a) vint ensuite qui poussa beaucoup plus loin les

(a) *Transf. Phil. N.* 336.

découvertes électriques. Ce fut lui qui nous apprit qu'on pouvoit transmettre cette vertu à des distances beaucoup plus grandes, qu'on ne l'avoit fait jusqu'alors. Il parvint à la porter, par le moyen d'une corde, jusqu'à la distance de 886 pieds, mesure d'Angleterre. Il ne faut pas croire pour cela, qu'elle ne puisse pas se propager davantage; car M. *Windler* l'a transmise à la distance de 12276 pieds (a): expérience qui a été répétée avec succès, par Mrs *Watson* (b) & le *Monnier* (c).

Ce fut le hazard qui apprit à M. *Gray*, la maniere de disposer les corps, auxquels on veut communiquer la vertu électrique, par l'approche d'un tube frotté. Il avoit d'abord disposé une corde, dans une situation parallèle à l'horizon, & il la faisoit soutenir par des cordons de soie; il imaginoit qu'en prenant des fils de soie très-fins, pour servir de support à la corde qu'il vouloit électriser, ces fils, eu égard à leur peu de masse, ne dissipe-

(a) Tentam. Electric. pag. 6.

(b) Transf. Philos. N. 489.

(c) Hist. de l'Acad. des sciences, an. 1746.

toient qu'une très-petite quantité de la vertu électrique qu'il communiqueroit à la corde : mais quelques-uns de ces fils s'étant rompus dans une expérience qu'il faisoit, il leur substitua de petit fils d'archal, & il vit alors que l'électricité ne pouvoit plus se transmettre : ce qui lui fit connoître que si les fils de soie étoient propres à soutenir les corps, qu'on veut électriser ; cette propriété ne leur venoit point de leur finesse, mais qu'elle tenoit à leur nature.

On apprit donc alors que tous les corps ne s'électrifoient point de la même manière : que les uns étoient électriques par frottement, & les autres par communication : que ceux qui pouvoient s'électriser par frottement ne s'électrifoient point par communication, ou au moins qu'ils ne transmettoient point au delà, la vertu électrique qu'on leur communiquoit par cette voye, & conséquemment qu'ils étoient les seuls dont on put faire usage, pour soutenir de quelque manière que ce fut, les corps auxquels on voudroit communiquer la vertu électrique. M. *Gray* mit à profit cette

découverte : il se servit depuis, de cordons de crins, de fils de soie, de poix résine, & d'autres substances semblables, pour isoler les corps auxquels il vouloit communiquer l'électricité.

Ce fut cet ingénieux Physicien, qui tenta le premier de communiquer la vertu électrique à l'homme. Il fit cet essai sur un enfant de 10 ans, qu'il étendit sur des cordons de crins, & il vit qu'en approchant un tube frotté, des pieds, ou de la tête de cet enfant, il devenoit électrique dans tout son corps. Il fit encore monter cet enfant, sur des pains de résine posés à quelque distance l'un de l'autre, & en portant le tube frotté, près de ses cuisses, il le rendit suffisamment électrique, pour lui faire attirer des feuilles d'or, qu'il avoit placées sous ses mains.

Cet habile Physicien fut aussi le premier qui s'aperçut, que lorsqu'on approche un tube électrique, auprès d'une surface d'eau; il s'éleve alors une petite monticule de liquide, d'où il part une foible étincelle, accompagnée d'un petit bruissement.

CCCLVI. Le hazard rendit cette dernière expérience plus célèbre, en-

tre les mains de M. *Dufay*, qui répéta avec soin, tout ce que ses prédécesseurs avoient déjà découverts sur l'électricité, & qui poussa beaucoup plus loin les découvertes électriques. On peut lire dans les mémoires qu'il donna à l'Académie, le journal de ses opérations (a), mémoires très-curieux, très détaillés, & qui ne sont point susceptibles d'être analysés, sans omettre quantité de choses intéressantes. Je ne rapporterai ici que la découverte suivante.

M. *Dufay* s'étant suspendu lui-même sur des cordons de soie, à dessein de se faire électriser, attiroit à lui, des feuilles de métal : une de ces feuilles s'étant portée sur sa jambe, quelqu'un des assistans voulut la ramasser. Cette personne sentit alors au bout du doigt, & M. *Dufay* à l'endroit de la jambe, où on le touchoit, une espèce de piquure, accompagnée d'un petit bruit. Cette expérience ranima l'attention des spectateurs : on la répéta dans l'obscurité, & on vit une petite étincelle qui partoît de l'en-

(a) Mém. de l'Acad. des Sciences, an. 1733, 1734.

droit du contact. La douleur que cette étincelle excitoit, le bruit qu'elle faisoit par son irruption, firent alors soupçonner que cette étincelle étoit un véritable feu. On fit différentes tentatives pour en augmenter les effets, & pour confirmer cette nouvelle idée : mais il étoit réservé à l'école d'Allemagne, de la constater d'une manière sensible.

Pour répéter avec succès & d'une manière plus complète, l'expérience de M. *Dufay* ; nous nous servons de l'heureuse invention de M. *Boze* (a). Cet habile Physicien mit à profit l'idée, qu'avoit eu avant lui M. *Hauxbée*. Il substitua un globe de verre au tube électrique, & il le fit tourner rapidement sur son axe ; tandis que quelqu'un appuyant les mains contre sa surface, le frottoit pendant sa rotation. Il plaça horizontalement un tuyau de fer, à très-peu de distance de ce globe, & il fit saisir l'autre extrémité de ce tube, par une personne, montée sur un pain de résine & par ce moyen, il parvint à électriser for-

(a) Recher. sur la cause & la vérité. théorie de l'électricité.

rement cette personne. Il poussa très-loin, à l'aide de cette machine, les découvertes électriques, ainsi qu'on peut le voir dans le traité que nous venons d'indiquer.

Nous ajoutons ici à la machine de M. *Boze*, une roue d'un très-grand diamètre, invention dont nous sommes redevables aux Physiciens d'Allemagne. Nous augmentons fortement par ce moyen, la rotation du globe, & les effets de l'électricité en sont beaucoup plus grands. Nous substituons aussi aux pains de résine, dont on a fait usage jusqu'à présent, un plateau de bois établi sur 4 colonnes de verre massives, & nous trouvons plus d'avantages dans ce nouveau support.

1°. On a observé depuis longtemps, que les pains de résine récemment fondus, n'étoient point propres à isoler, comme il convient, les corps qu'on veut électriser.

2°. Les pains de résine s'amollissent, dans les grandes chaleurs, se déforment & cèdent sous les pieds de ceux qui montent dessus.

3°. Dans l'hyver, lorsque le froid est très âpre, ces pains se rompent as-

sez souvent : Or nous parons à tous ces inconvéniens , avec le support de verre , dont nous venons de parler.

CCCLVII. Pour revenir maintenant à l'expérience de M. *Dufay* ; si une personne monte sur ce support , & tient à la main , une chaîne qui pend à un tube de fer blanc , qui communique avec le globe & qui sert de conducteur à la matière électrique qui s'en échappe : cette personne sera tellement électrisée , que si quelqu'autre personne approche un de ses doigts , d'un de ceux de la personne isolée ; on verra partir une étincelle entre ces deux doigts. L'éruption de cette étincelle sera accompagnée d'un bruit fort sensible , & l'une & l'autre personne sentiront une légère douleur , dans les deux parties de leurs doigts qui se repondront.

Cette expérience m'a toujours réussi très-complètement , & à ceux qui l'ont répétée avant moi : mais il peut se faire néanmoins , qu'elle ne réussisse pas toujours ; car *Mussenbroek* (a) nous apprend qu'il a trouvé trois per-

(a) Lettre écrite à M. de Reaumur.

sonnes qui n'ont point été électrisées, dans un temps qu'il en électrisoit d'autres parfaitement bien.

CCCLVIII. Non-seulement on parvient, par cette méthode, à électriser une personne isolée; mais on peut électriser de la même manière, tout corps susceptible d'être électrisé, par communication. Bien plus, tout ce qu'une personne électrisée tient à la main, devient électrique, par le même procédé.

Si on répète cette expérience dans un endroit obscur, l'étincelle paroît beaucoup plus brillante, & cette lumière peut acquérir une certaine étendue, suivant la disposition des corps qu'on électrise.

Si la personne électrisée tient à la main un œuf, l'étincelle qui part de cet œuf, lorsque quelqu'un y touche du bout du doigt, forme une lumière vive qui se repand dans l'intérieur de l'œuf, & il paroît alors lumineux.

Si la personne électrisée tient à la main, un vase quelconque de métal, qui soit rempli d'eau, & qu'une autre personne approche le doigt perpen-

diculairement, au-dessus de la surface de l'eau ; on voit une étincelle très-vive & très-piquante, qui s'élançe entre les parties qui s'approchent.

Si on approche le doigt un peu obliquement vers les bords du vase, on voit, lorsque le doigt est à quelques lignes de distance, une flamme bleuâtre, qui part du doigt & qui se porte, en sifflant, contre le vase. Cette flamme est pour l'ordinaire divergente du côté du vase, & on lui donne le nom d'aigrette.

CCCLIX. Cette étincelle piquante qui part d'une personne électrisée, à laquelle on touche, avoit fait soupçonner à M. *Dufay* & à quelques autres, que cette lumière étoit un véritable feu, & ce fut dans l'école d'Allemagne qu'on confirma cette idée : ca on y parvint à enflammer par cette étincelle, de l'esprit-de-vin, du soufre, de la poix, &c.

Pour réussir dans cette expérience, il faut choisir de l'esprit-de-vin bien déphlegmé & disposé à l'inflammation, par quelques degrés de chaleur, qu'on lui communique auparavant : il ne s'agit pour cela, que de faire

chauffer une cuillier de métal , dans laquelle on veut mettre cet esprit. Si la personne isolée & qu'on électrise , tient à la main cette cuillier , une autre personne qui plongera brusquement & perpendiculairement le doigt dans l'esprit-de-vin , en tirera une étincelle qui l'enflammera.

L'expérience réussira également , si une personne non isolée tient la cuillier , & si celle qui est électrisée , plonge le doigt dans l'esprit-de-vin.

CCCLX. Cette belle decouverte fut suivie d'une des plus surprenantes & des plus curieuses , qu'on ait faite sur cette matiere ; je veux dire de l'expérience de Leyde , ainsi nommée , parce qu'elle fut faite , par M. *Musfenbroek* professeur en cette ville : cet habile Physicien voulant examiner , au commencement de l'année 1746 , si l'eau étoit un milieu propre à recevoir & à transmettre l'électricité , remplit d'eau à moitié un grand vase de verre de Boheme , dans laquelle il fit plonger un fil de laiton suspendu à un conducteur , qu'il fit ensuite charger d'électricité. Dès que le fil fut électrisé , il en vit partir des traits de lu-

mière : *Mussenbroek* tenant ce vase d'une main, voulut tirer de l'autre main, quelques étincelles du conducteur : il reçut alors une commotion violente, qui se fit sentir dans les deux bras & dans la poitrine. Sa surprise fut si grande, qu'il en demeura étonné pendant près de deux jours, & qu'il assura ensuite, dans la lettre qu'il écrivit à *M. de Reaumur*, qu'il ne voudroit pas recommencer cette expérience pour la couronne de France.

CCCLXI. Cette découverte excita l'émulation de tous les Physiciens : chacun s'empressa à l'envie de répéter cette expérience. Quelques-uns réfléchissant sur la position de celui qui la fait, imaginèrent qu'elle réussiroit également, si plusieurs personnes se tenant par la main, le premier de la chaîne tenoit le vase de verre, & que le dernier vint toucher le conducteur. *M. le Monnier* la répéta depuis ce temps-là, à Versailles, en présence du Roi, & la chaîne étoit composée de 240 personnes. Elle réussit très-bien ici, au collège de Navarre, & souvent la chaîne est composée de près de 500 personnes.

Pour faire cette expérience d'une manière fort commode, je me fers d'une phiole de l'espece de celles dont on fait ordinairement usage pour porter des médecines, je la remplis d'eau jusqu'aux deux tiers, ou environ de sa capacité : je la ferme ensuite avec un bouchon de liege, à travers lequel je fais plonger dans l'eau, un fil de métal recourbé vers son extrémité extérieure, à laquelle je fais adapter un bouton d'étain : je charge cette phiole, en approchant son crochet, d'un conducteur qu'on électrise : lorsqu'elle est suffisamment chargée, je la fais tenir dans la main de la personne qui forme l'une des extrémités de la chaîne : alors celle qui termine l'autre extrémité de cette même chaîne, touche avec le doigt au bouton d'étain ; il en tire une étincelle bruyante, qui donne la commotion, plus ou moins vive, à tous ceux qui font partie de la chaîne : car il faut remarquer que la commotion qu'on ressent alors, est toujours relative à la disposition de ceux qui la recoivent. Il y en a, dont les fibres sont plus ou moins irritables, & conséquemment

dans qui la commotion doit produire des effets plus ou moins sensibles.

M. *Jallabert* dont nous parlerons plus bas, voulant s'assurer, si la commotion portée jusqu'à un certain point, ne pouvoit pas être dangereuse à l'économie animale, essaya cette expérience sur différens animaux : il leur ôta sur la poitrine, & sur le sommet de la tête, le poil, ou la plume dont ils étoient couverts : il les attacha ensuite au vase chargé d'électricité, & il leur fit subir une forte commotion. Les uns furent tués dans l'instant ; les autres moururent quelques momens après ; quelques-uns n'en furent que fortement incommodés (a) ; d'où on peut conclure, qu'en portant un peu loin cette expérience, on parviendroit à la rendre mortelle à quiconque seroit assez imprudent pour la répéter.

CCCLXII. L'émulation des Physiciens à répéter cette expérience & la curiosité des amateurs, firent qu'on imagina alors, quantité de machines électriques ; les unes plus commodes

(a) Exper. sur l'électr. avec quelques conject. sur ses effets.

à manier, plus expéditives dans leurs opérations & propres à produire de plus grands effets ; les autres plus simples & moins dispendieuses. M. *Vat-son* en imagina une dont la roue avoit 4 pieds de diametre, & pouvoit faire tourner 4 globes en même temps, ou séparément (a). Le *P. Gordon* Bénédictin Ecossois & professeur de Philosophie à Erford, substitua au globe un cylindre de verre de 8 pou. de longueur & de 4 pou. de diametre, qu'il faisoit tourner à l'aide d'un archet.

M. *Winkler*, professeur à Leipfick, imagina de frotter le globe avec un couffinet. (b) Plusieurs Physiciens ont desapprouvé cette méthode. On ne peut disconvenir à la vérité, que la maniere suivant laquelle on a adapté, pendant long-temps, les couffinets, n'étoit point favorable aux succès qu'on avoit droit d'en attendre. Ces couffinets placés sur des corps durs & résistans, ne pouvoient point se pré-

(a) Lettres adress. à la Société Roy. de Londres.

(b) Essai sur la nature, la cause, & les effets de l'électr.

ter suffisamment , aux irrégularités presque inévitables des globes , qui ne sont point exactement ronds ; de sorte que le frottement ne pouvoit point être régulier & uniforme , & conséquemment l'électricité ne pouvoit être que très-foible , dans un temps où on pouvoit l'exciter puissamment par le secours de la main.

Mais en obviant à cet inconvénient , on est obligé d'avouer qu'on tire un bien meilleur parti d'un coussinet , que de la main la plus propre à frotter un globe ; puisque la transpiration de la main , qu'on ne peut arrêter , & la chaleur que le frottement produit , la couvrent d'une matiere grasse , qui ne peut manquer de nuire aux effets de l'électricité.

Pour disposer un coussinet d'une maniere convenable & en tirer tout le service qu'on en peut espérer , on l'attache sur une platine d'acier A B , (*fig. 97.*) , qui se termine par une queue à ressort C , rivée sur un coulant D , disposé de façon qu'on puisse faire avancer vers le globe , ou reculer le coussinet. On peut même placer derrière la queue C , une vis

DE L'ÉLECTRICITÉ. 275
de pression qui traverse le coulant, & qui pressant cette queue pousse le couffinet, & le presse contre l'équateur du globe.

CCCLXIII. Je trouve encore un avantage dans l'usage du couffinet, outre celui qu'on en retire, de supprimer le service d'une personne qui seroit sans cela occupée à frotter le globe; c'est qu'on se garantit par-là, autant qu'il est possible, du danger qui pourroit suivre de l'explosion d'un globe. Quoique cet accident arrive très-rarement, il peut arriver, & il n'est pas sans exemple. Il arriva la première fois à Lyon, au P. *Beraut* (a): ce fut le 8 Février 1750, sur les huit heures du soir. Le P. *Beraut* voulant rendre lumineux un petit matras, purgé d'air, avoit fait éloigner de sa machine, les lumières qui auroient pu nuire à celle du matras. Dès qu'on commença à frotter le globe, on entendit comme un bruit de déchirement: un moment après, le globe détonna & se brisa en un nombre prodigieux de petits morceaux, qui se

(a) Mém. de l'Acad. de Lyon, 15 Avril 1750.

Mvj

repandirent dans les endroits les plus éloignés de la salle. On observa néanmoins que la plus grande partie de ces morceaux , étoit distribuée dans l'espace du plancher , qui se trouvoit dans le plan de l'équateur du globe. Cet accident ne causa aucun dommage considérable aux spectateurs.

Il faut remarquer ici , pour rappeler la confiance des Physiciens électrifans , que le globe du P. *Beraut* étoit déjà fendu (a) , & que quoique cet accident soit arrivé à quelques autres Physiciens , il n'est jamais arrivé que dans les premiers tours de roue , qu'on a fait essuyer à ces globes (b); & conséquemment à l'aide d'un coussinet , on peut éviter le dommage qui pourroit suivre d'une pareille détonation.

CCCLXIV. Les phénomènes électriques dont nous venons de parler , ayant excité l'émulation de tous les Physiciens , chacun s'empressa de répéter les expériences qui avoient été faites avant lui & d'en ajouter de nouvelles. La Physique , depuis cette

(a) Nollet , lettres sur l'Électricité.

(b) Le même, même endroit.

époque, fut inondée, si on peut parler ainsi, de quantité de nouvelles expériences, & de nouvelles dissertations sur l'électricité. Toutes ces expériences se rapportent en partie, à celles dont nous venons de parler : elles tendent à confirmer les attractions, les répulsions, la communication, la propagation de la matière électrique. Parmi ces différens ouvrages, dont plusieurs font honneur à leur auteur, j'en remarque un qui embrasse tous les phénomènes découverts jusqu'à ce jour, & qui comprend outre cela quantité de questions nouvelles, & qui est traité avec la netteté & la clarté qu'on trouve dans tous les ouvrages du même auteur (a). Les bornes étroites dans lesquelles une leçon doit être renfermée, ne nous permettent pas d'analyser un ouvrage aussi considérable, qui d'ailleurs est entre les mains de tout le monde.

CCCLXV. Nous ferons seulement observer ici, que cet habile Physicien fut le premier qui découvrit que l'électricité pouvoit tourner à l'avantage

(a) Noller, essai sur l'Elect. Recherch. sur l'Electr. Lettr. sur l'Electr.

de la société, en procurant à l'homme un secours, contre certaines maladies, qui souvent ne cedent point aux remedes ordinaires. Il fonda cette idée sur l'expérience que voici.

Il fit plonger un syphon capillaire dans une masse d'eau, qu'il électrisa, & il s'apperçut que lorsque l'eau étoit électrisée, le syphon qui auparavant ne couloit que gouttes à gouttes, formoit alors un écoulement continu. Il conclud de cette expérience, que l'électricité accéleroit le mouvement des fluides, dans les capillaires.

Outre cette observation, qui paroît déjà fort intéressante, le même Physicien découvrit par des expériences pénibles & assidues, que l'électricité accelere la transpiration insensible.

Ces deux phénomènes bien constatés, le déterminèrent à tenter les effets de l'électricité, sur des paralytiques. Le ministere se prêta à ses vues, & il fit cet essai en 1746 dans l'hôtel des Invalides : mais le succès ne repondit point à ses desirs. Il ne désespéra pas pour cela, que la vertu électrique ne fut très-propre à cet effet, en de meilleures circonstances.

CCCLXVI. M. *Jallabert*, professeur à Genève, eut les mêmes idées que l'Abbé *Nollet*, & le succès fut complet, par rapport à un ferrurier, nommé *Noguiés*, ainsi que plusieurs personnes dignes de foi, me l'ont attesté, & qu'on en peut juger par la relation qu'il en donne lui-même. (a)

Ces premiers succès excitèrent l'émulation de l'Académie de Montpellier. Il se fit en 1749 plusieurs cures de cette espèce, dans cette ville, qui firent une honneur infini à l'électricité. M. *Desauvages*, célèbre médecin de cette faculté, fit soutenir une thèse dans laquelle elles sont détaillées. On m'a même assuré qu'il y fit soutenir que le *fluide nerveux n'étoit autre chose que le fluide électrique*. Mais cette idée qui me paroît un peu hardie, & qui mérite d'être approfondie avec soin, n'étoit point neuve alors ; car *Charle Gottlob Kessler*, docteur en médecine à Breslaw, avoit déjà fait soutenir la même chose, en

(a) Extrait d'un lettr. de M. *Jallabert* à M. *Cramer*, 30 Jan. 1748.

1747 (a). On soutint en Bohême la même opinion, en 1751 (b).

CCCLXVII. Tant de merveilles opérées par l'électricité, déterminèrent les Physiciens à faire de nouvelles tentatives. On essaya si l'électricité ne pourroit point également réussir, dans plusieurs autres maladies, & si on s'en rapporte aux relations, qui nous vinrent alors d'Italie, on peut regarder la matière électrique, comme un remède universel : mais toutes ces relations n'ayant point été averées, & de plus ayant été refutées par quantité d'habiles Physiciens, j'imagine qu'il est plus prudent de s'en rapporter aux remèdes ordinaires, jusqu'à ce que des observations plus décisives méritent que nous donnions toute notre confiance à la vertu électrique. Cependant la gazette de France du 17 Mars 1766, nous apprend qu'une femme à Londres, ayant perdu la parole depuis 15 jours, & étant tourmentée de con-

(a) Exercitat. Phys. de motu mater. electr. ut causa efficiente motuum & sensuum.

(b) Thes. de M. Bohadsch soutenue dans l'Université de Pragues.

DE L'ÉLECTRICITÉ. 281
vulsions violentes, fut guérie le premier de ce mois, après avoir reçu trois ou quatre commotions.

CCCLXVIII. Dans ce temps, où l'électricité médicale faisoit tant de bruit parmi les Sçavans, *Benjamin Franklin* habitant de Phyladelphie, poussoit très-loin les recherches électriques. Trop éloigné du commerce des Physiciens, pour être instruit à temps, de ce qui se passoit dans la republique des sciences, il regarda plusieurs découvertes comme nouvelles, quoiqu'elles eussent été faites avant les siennes. Nous n'examinerons donc point ici, s'il est inventeur des découvertes, qu'il annonce dans son ouvrage (a).

Parmi les différentes idées de *M. Franklin*, j'en remarque plusieurs qui sont fort ingénieuses; il regarde la matiere électrique comme le feu élémentaire, universellement repandu dans tout l'univers matériel, auquel il donne néanmoins un caractère, & des effets particuliers qui le distinguent du feu commun. Nous n'examinerons

(a) *Exper. & observ. sur l'Electricité,*

point ici , si cette distinction est bien ou mal fondée ; nous ne voulons entrer dans aucune discussion théorique. Nous observerons seulement , qu'on ne peut point contester à M. *Franklin* , l'analogie qu'il établit entre le feu électrique & le feu élémentaire. Elle étoit déjà trop bien confirmée par les expériences de quantité d'habiles Physiciens d'Europe (a) , & sur-tout par l'expérience que nous avons rapportée. (CCCLIX.) Il regarde notre globe comme le réservoir commun de la matiere électrique , que nous mettons en jeu , & que nous rassemblons à volonté. Il prétend que la plus grande partie des corps en contient une certaine quantité , qu'on peut augmenter , ou dont on peut les priver par certains procédés. Il veut que cette matiere passe & se tamise aisément à travers tous les corps à l'exception du verre , & c'est là le grand point de contestation entre M. *Franklin* , & la plûpart des Physiciens , & ce que nous allons discuter le plus succinctement qu'il sera possible.

(a) Noller, essai sur l'Elect. Dufay, mem. de l'Acad.

CCCLXIX. La première réflexion qui se présente à l'esprit de M. *Franklin*, pour constater l'imperméabilité du verre, est fondée sur l'expérience de Leyde (a). Il demande comment il pourroit se faire qu'une bouteille qu'on tient à la main, put se charger d'électricité, & procurer une commotion aussi violente, que celle qu'elle a coutume de faire éprouver, si la matière électrique qui parvient dans l'intérieur de cette bouteille, par le moyen du conducteur avec lequel sa surface intérieure est en communication, pouvoit se tamiser aisément à travers l'épaisseur de cette bouteille. Cette matière ne se dissiperoit-elle pas alors par l'intermède de la personne qui tient la phiole, & qui reporteroit dans le réservoir commun la matière électrique, à proportion qu'elle la recevoit de la bouteille; comme il arriveroit effectivement si au lieu d'une bouteille de verre, on faisoit usage d'un vase de métal ou de toute autre matière?

(a) Exp. & observ. sur l'Élect. T. 1, p. 198.

CCCLXX. D'après le raisonnement que nous venons d'exposer , & qui paroît assez favoriser l'idée de M. *Franklin* , il imagine que le verre contient naturellement une certaine quantité de matiere électrique , qui est répartie également entre ses deux surfaces , & qu'à proportion qu'on en charge une d'électricité , l'autre perd dans la même proportion de la quantité d'électricité qu'elle contient (a). Pour mettre cette idée à la portée de tout le monde , supposons une bouteille qui contienne 100 degrés d'électricité : suivant l'idée de M. *Franklin* , la surface intérieure de cette bouteille contiendra 50 degrés d'électricité , & sa surface extérieure contiendra les 50 autres : cela posé , si on électrise cette bouteille de façon que l'électricité qu'on lui communique , passe à l'intérieur de la bouteille , en supposant qu'on charge cette surface de 10 degrés , elle en contiendra alors 60 ; tandis que la surface extérieure ayant perdu 10 degrés

(a) Exper. & obser. sur l'Electr. T. 1 , p. 43.

de la matière électrique n'en contiendra que 40 : si on continue à électriser cette même bouteille , & qu'on parvienne à la charger intérieurement de 50 degrés , cette surface en contiendra 100 , & la surface extérieure aura perdu toute la matière électrique.

Considérant alors l'état de ces deux surfaces , M. *Franklin* dit que la surface intérieure de cette bouteille est chargée positivement , & que la surface extérieure est chargée négativement ; que la première tend à se dessaisir de la quantité d'électricité qu'elle a acquise , & que l'autre tend à reprendre celle qu'elle a perdu ; ce qui s'exécute sur le champ , si on établit une communication entre les deux surfaces de cette bouteille , comme il arrive lorsque quelqu'un tenant à la main le ventre de la bouteille , il touche de l'autre main le crochet qui plonge dans l'eau , contenue dans la bouteille.

CCCLXXI. Un fait qui paroît assez favorable à cette idée , & qui semble indiquer qu'une bouteille ne peut contenir qu'une certaine quantité de matière électrique , & qu'on ne peut

conséquemment charger une de ses surfaces, qu'autant que l'autre surface peut perdre de sa quantité naturelle d'électricité, comme le prétend M. *Franklin*; c'est que si on veut charger une bouteille au delà d'un certain point; cette bouteille éclatte, & donne une forte commotion à celui qui la tient dans la main; ce qui m'arrive assez fréquemment lorsque je veux électriser fortement une bouteille, pour donner la commotion à un grand nombre de personnes.

Une autre observation que j'ai toujours faite dans ces fortes de circonstances; c'est que lorsque la bouteille est fortement chargée, elle se décharge naturellement par le crochet, tant que je la tiens dans la main, & on entend un bruissement très-sensible, & qui cesse aussitôt que je la pose sur un plateau de verre. Ne pourroit-on pas dire, que tant que je la tiens dans la main, je reporte à la surface extérieure que je touche, une partie de la matière électrique dont elle s'est dépouillée, & que sa surface intérieure rejette à proportion dans l'air, qui touche le crochet, une partie de la

charge qu'elle a reçue, & si cet effet ne subsiste plus, comme j'en suis persuadé, lorsque cette bouteille est posée sur un plateau de verre; ne paroît-il pas naturel d'imaginer, que cela vient de ce que la surface extérieure ne pouvant rien acquérir alors, la surface intérieure ne peut rien perdre.

CCCLXXII. Pour confirmer sa théorie, & pour faire voir qu'une bouteille ne peut contenir que sa quantité naturelle d'électricité & conséquemment qu'on ne peut parvenir à charger d'électricité une de ses surfaces, qu'autant que l'autre surface peut perdre de celle dont elle est en possession, M. *Franklin* propose l'expérience suivante (a).

Placez une bouteille propre à faire l'expérience de Leyde sur un support de verre. Laissez pendre à la chaîne conductrice un petit boulet de métal, jusqu'à une petite distance du crochet de la bouteille. Si on électrise alors le conducteur, on verra partir du boulet une étincelle, qui se portera au crochet, & on verra en même temps, une

(a) Exp. & obser. sur l'électr. T. I, p. 200.

semblable étincelle , s'élançant du ventre de la bouteille pour frapper le doigt qu'on en approchera , jusqu'au point de contact s'il est nécessaire ; ce qui se répétera plusieurs fois de suite. Or une preuve sensible que ce n'est point l'électricité qui est parvenue à la surface intérieure de la bouteille , qui s'est tamisée à travers son épaisseur , pour frapper le doigt qu'on a présenté à sa surface extérieure ; mais que les étincelles qui se sont portées au doigt , partoient de la surface extérieure de cette bouteille , qui se déchargeoit ; c'est que la bouteille demeure fortement chargée par ce procédé , & est propre à donner la commotion , si on a continué cette opération , pendant quelque temps.

Cette expérience réussit parfaitement , & bien plus , cette même bouteille placée sur un support de verre , ne reçoit point d'électricité , si on n'approche pas le doigt de sa surface extérieure , & qu'on n'en retire point d'étincelles ; c'est ce que j'ai observé , & ce que j'ai démontré toutes les fois que j'ai répété cette expérience.

CCCLXXIII. M. *Franklin* conclut de l'expérience précédente, que la matière électrique dont on charge une bouteille, s'accumule sur sa surface intérieure, tandis qu'elle se dépouille à l'extérieur, de sa quantité naturelle d'électricité. Il a même poussé l'industrie, jusqu'à faire l'analyse d'une bouteille chargée (a), & il paroît par cette analyse que la surface intérieure de cette bouteille, retient opiniâtrément la matière électrique qu'on lui a communiquée, tant qu'on n'établit point de communication entre ses deux surfaces; c'est-à-dire, suivant lui, tant que la matière électrique, dont l'une des surfaces abonde, ne peut point se porter à la surface dépouillée.

Chargez d'électricité une phiole propre à faire l'expérience de Leyde: placez ensuite cette phiole sur un support de verre, & retirez le crochet qui a servi de conducteur à la matière électrique, qui s'est portée dans la bouteille, ce crochet qu'on ne peut toucher impunément lorsqu'on

(a) Exper. & observ. sur l'Electr. T. 1.
p. 140.

tient la bouteille dans sa main, ne donne pas même une foible étincelle, lorsque la phiole est isolée. Prenez ensuite cette phiole, & placez-en une autre, non électrisée, sur le même support, à la place de la première : faites passer, par le moyen d'un entonnoir de verre, l'eau de la première phiole, dans la seconde : placez le crochet conducteur dans cette dernière, & ayant laissé à l'écart la première bouteille, essayez à répéter l'expérience de Leyde avec la nouvelle phiole ; elle ne vous donnera pas même une étincelle.

M. *Franklin* conclut de cette première épreuve, que l'eau de la phiole chargée ne contient point d'électricité ; puisqu'étant transférée dans une autre, elle ne donne aucune étincelle à celui qui la touche, par le moyen du crochet, & que toute l'électricité qu'on a communiquée à cette phiole, reside dans sa surface intérieure. Pour le prouver, remplacez la première phiole sur le même support de verre : versez-y une nouvelle quantité d'eau non électrisée : cette phiole étant ensuite armée de

son crochet , sera propre à répéter l'expérience de Leyde , & à donner une forte commotion.

CCCLXXIV. Je puis encore ajouté ici une expérience qui me paroît très-favorable à l'opinion , dont il est question. Chargez d'électricité une bouteille semblable à celle dont nous venons de parler. Si une personne isolée tient à la main cette bouteille , cette personne ne donnera aucun signe d'électricité : mais si une autre personne placée sur le parquet , touche au crochet de cette bouteille , & qu'une autre personne également placée sur le parquet , touche à celle qui tient la phiole , on verra une étincelle , qui semble partir du doigt de la personne qui est sur le parquet , & on observera le même phénomène , tant que la phiole contiendra de l'électricité , & qu'on reiterera cette expérience.

On peut encore répéter cette expérience d'une manière plus curieuse : si deux personnes sont isolées sur le même plateau , de façon qu'elles ne se touchent point , & que l'une des deux tienne une bouteille chargée , dès qu'une troisième personne non isolée

touchera au crochet de la bouteille ; si une quatrième personne non isolée, approche le doigt d'un de ceux de la seconde personne isolée, & qui ne tient point la bouteille ; on observera le même phénomène que précédemment. Ce qu'on pourra également répéter plusieurs fois de suite.

CCCLXXV. Toutes ces expériences & plusieurs autres, que M. *Franklin* cite en faveur de son opinion, paroissent la confirmer d'une manière très-plausible, & je ne puis disconvenir que je suis très-porté à admettre l'imperméabilité du verre : mais il me reste encore des doutes appuyés sur de nouvelles expériences que j'ai faites, & que mes occupations habituelles ne m'ont point permis d'examiner d'assez près, pour les rapporter ici. Je ne suis pas non plus persuadé de la vérité des raisons qu'apporte, en faveur de la perméabilité du verre, un très-habile Physicien électrisant (a), & je crois qu'on doit les examiner avec un soin particulier, avant de se décider en faveur de l'une ou de l'autre opinion.

(a) Nollet, Lettr. sur l'Electricité,

CCCLXXVI. Si on suspend un corps léger, une feuille d'or, par exemple, sous un récipient, & qu'on approche de ce récipient, un tube récemment frotté; on voit aussitôt la petite feuille se prêter aux impressions du tube électrique, & se mouvoir suivant qu'elle y est déterminée par le fluide électrique qui l'anime.

Je sçais que les partisans de *Franklin*. ne sont point étonnés de cette difficulté, & que, suivant eux, elle ne sert qu'à confirmer la doctrine qu'ils soutiennent. Lorsqu'on approche un tube électrique, contre la surface extérieure du vase de verre, la matière électrique naturellement contenue dans la surface intérieure, s'échappe à proportion que la surface extérieure reçoit une nouvelle quantité d'électricité, & c'est à l'influence de celle qui abandonne la surface intérieure, qu'ils attribuent le mouvement de cette feuille : mais, comme le remarque très-bien M. l'*Abbé Nollet* (a), si le mouvement de cette feuille dépendoit de la matière élec-

(a) Nollet, Lettre IV, p. 63.

trique qui s'échappe , la feuille ne pourroit être que constamment repoussée & on ne la verroit pas s'approcher de la surface du récipient , comme on l'observe en pareille circonstance.

CCCLXXVII. Le même Physicien propose d'autres expériences pour confirmer le passage de la matière électrique , à travers l'épaisseur du verre , parmi lesquelles je choisis celle-ci , comme très-curieuse , très-frappante , & qui mérite d'être examinée avec soin (*a*).

Prenez , dit-il , un matras de verre mince , dont la boule ait 4 à 5 pouces de diamètre , & dans laquelle il n'y ait aucune humidité : cimentez au bout de son col , un robinet , par le moyen duquel vous puissiez l'appliquer à la machine pneumatique & en ôter l'air. . . . Scellez - le hermétiquement ; faites ensuite entrer le col du matras , dans une virolle de fer blanc , ou dans un canon de fusil : électrisez le tout dans une chambre obscure. Si l'électricité est un peu forte , vous ob-

(*a*) Let. IV , pag. 80.

ferverez des jets de feu électrique, couler continuellement dans l'intérieur & d'un bout à l'autre du matras. Si vous présentez le doigt à la partie opposée du col, vous ferez naître un nouveau jet, qui ira au devant de celui dont j'ai parlé d'abord, & si vous tirez des étincelles du canon, tout l'intérieur du matras se remplira d'une lumière diffuse & momentanée, tout-à-fait semblable à celle des éclairs.

On ne peut disconvenir que quoiqu'on puisse expliquer cette expérience dans l'hypothèse de *Franklin*, elle ne laisse cependant des préventions très-grandes en faveur de la perméabilité du verre, & quiconque ne voudra rien avancer, dont il ne soit intimement persuadé, ne pourra certainement point prononcer sur cette question, sans avoir examiné avec plus de soin, qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, des expériences aussi délicates à manier, & qui paroissent se prêter assez avantageusement à l'une & à l'autre opinion.

CCCLXXVIII. Si la question de la perméabilité du verre est devenue,

si célèbre depuis les expériences de *Franklin*, le pouvoir des pointes pour tirer & pour pousser l'électricité, & qui donna naissance aux plus belles observations qu'on a faites depuis sur l'électricité, fera un honneur immortel à la mémoire de cet ingénieux Physicien.

M. *Franklin* s'aperçut qu'il se formoit une atmosphère autour des corps, auxquels on communiquoit la vertu électrique, & que cette atmosphère s'étendoit plus loin aux angles de ces corps que par-tout ailleurs.

L'existence de cette atmosphère a été reconnue de tout temps : elle se manifeste souvent sous la forme d'aigrettes lumineuses aux angles des corps électrisés, & on a plus d'une preuve convainquante de son existence lorsqu'elle ne paroît pas sensiblement.

1.^o. Il n'est pas nécessaire de toucher un corps chargé d'électricité, pour en tirer une étincelle. Cette étincelle part souvent lorsque le corps qu'on approche du conducteur en est éloigné de 8 à 10 lignes.

2.^o. Si on frotte un tube de verre,

pour le rendre électrique, & qu'on le passe ensuite à quelque distance du visage, on sent alors la même impression qu'on ressentiroit, si on déchiroit une toile d'araignée, avec le visage & souvent même le nez qui se trouve plus près du tube, que toute autre partie du visage, excite une étincelle qui sort avec éclat.

30. Si une personne étant isolée, tient à la main un plateau de métal, sur lequel on ait répandu quelques poussières, telles que du tabac sec, de la sciure de bois, du son, &c. & qu'on communique la vertu électrique à cette personne; on voit aussitôt cette poussière se dissiper dans l'air, & s'étendre plus ou moins loin, suivant que la vertu électrique est plus ou moins forte. Cette expérience réussit encore plus complètement, si quelqu'un placé sur le parquet présente la main à quelque distance au-dessus du plateau; ou si cette dernière personne tenant ce plateau à la main, la personne électrisée présente elle-même sa main au-dessus de cette poussière.

Tous les corps électrisés ont donc une atmosphère autour d'eux, & cette

atmosphere , suivant M. *Franklin* ,
 s'étend plus loin , aux angles de ces
 corps que par-tout ailleurs. Ce même
 Physicien découvrit encore que les
 pointes sortiroient de plus loin , &
 plus efficacement la matiere électrique
 que tout autre corps moufle. « Qu'un
 » homme sur le plancher , présente
 » la pointe d'une aiguille à 12 pouces ,
 » ou plus de distance du conducteur ;
 » tandis que l'aiguille est ainsi pré-
 » sentée , le conducteur ne sçauroit
 » être chargé , la pointe tirant le feu
 » aussi promptement qu'il est poussé ,
 » par le globe électrique : chargez-le
 » & présentez alors la pointe à la mê-
 » me distance , & il sera déchargé à
 » l'instant. Dans l'obscurité, vous pour-
 » rez voir une lumiere sur la pointe, lors-
 » qu'on fait l'expérience , & si la per-
 » sonne qui tient la pointe est sur un
 » gateau de cire , elle sera électrisée
 » en recevant le feu à cette distance
 » (a) » ce qui ne réussit pas de la mê-
 me maniere avec un corps moufle ;
 car il faut l'approcher très-près du
 conducteur , & il ne reçoit d'électricité
 qu'en tirant une étincelle.

(a) Expér. & obser. sur l'Electricité , T. I,
 pag. 29 & 30 - LILLIAD - Université Lille 1

Cette découverte de M. *Franklin* me paroît un peu exagérée. J'ai toujours trouvé à la vérité, que les pointes soutiroient de plus loin la matière électrique d'un conducteur qu'un corps moufle, & qu'on peut électriser à une très-grande distance, une personne isolée, qui tient une pointe à la main, & qu'elle la présente au conducteur. Je conviens encore qu'une pointe approchée à une certaine distance du conducteur, affoiblit considérablement sa vertu électrique ; mais je n'ai jamais éprouvé qu'elle le déchargeât totalement de la matière électrique, que le globe lui fournissoit.

CCCLXXIX. Toute exagérée que soit l'affertion présente, elle sert à confirmer l'idée que plusieurs sçavans s'étoient formée depuis longtemps sur l'analogie du tonnerre, & de l'électricité (a). M. *Franklin* supposa cette

(a) Gray, Lettre à M. Mortimer 1735. Nollet, Leçons de phys. T. IV, pag. 314. Halles, Consider. sur la cause des tremblemens de terre. Barberet, Dissert. sur le rapport entre les phénom. du tonnerre & de l'électricité.

vérité , & de ce que les pointes soutiroient sans explosion la matiere électrique d'un conducteur , il imagina qu'on pourroit disposer du tonnerre , & en détourner les effets , en plaçant sur le sommet des maisons , & des édifices élevés , des verges de métal pointues , & en établissant un fil conducteur qui porteroit au delà de l'édifice dans la terre , ou dans l'eau , le feu du tonnerre que la pointe soutireroit.

Cette idée ingénieuse supposoit encore ce qui étoit en question. Il falloit vérifier que le tonnerre n'étoit autre chose qu'une forte électricité , & ce fut M. *Dalibard* (a) qui confirma cette vérité : il fit élever à Marly la ville , une barre-de-fer de 40 pieds de longueur ; qui se terminoit en pointe , & qu'il avoit isolée avec toute l'attention requise , & le 10 mai 1752 , la personne à laquelle il avoit confié le soin de cette observation , ayant entendu un coup de tonnerre , tira pour la premiere fois , de fortes étin-

(a) Mem. lu à l'Acad. des Sciences , le 3 Mai 1752.

DE L'ÉLECTRICITÉ. 301
celles de cette barre. Il faut lire dans
le mémoire cité, le détail de cette
machine, & les observations de
l'Auteur.

Cette expérience ayant été publiée
peu de temps après son succès, elle
fit grand bruit parmi les sçavans : plu-
sieurs s'empresserent de la répéter. M.
Delor fit isoler une barre-de-fer dans
son jardin à l'estrapade, & il la répéta
avec tout le succès possible. M. le
Monnier, qui étoit alors Médecin à
S. Germain-en-Laye, & le P. *Bertier*
de l'Oratoire la répéterent aussi, le pre-
mier à S. Germain: le second à Mont-
morenci. Le succès passa même l'attente
de ces deux grands Physiciens ; car
ils furent renversés, par un coup
dont ils furent frappés, en voulant
tirer des étincelles de leur appareil,
& ils nous apprirent qu'on ne doit
répéter cette expérience qu'avec beau-
coup de précautions. La mort du
célèbre *Richmann*, Professeur de Phy-
sique à Pétersbourg, arrivée le 6 août
1753, est encore une preuve bien
certaine, des précautions qu'on doit
prendre en pareille circonstance ; car
il fut tué sur le champ, par une

étincelle foudroiante qui partit de la barre-de-fer isolée , & surchargée d'électricité , qui fut attirée par sa tête , qui étoit alors plongée dans la sphere d'activité de cette matiere (a).

CCCLXXX. Les relations des expériences qu'on a faites en différents endroits avec des barres-de fer isolées , nous apprennent que l'électricité se manifeste à ces barres , non-seulement en temps d'orage , & lorsqu'il tonne ; mais encore dans des temps où on ne soupçonneroit pas qu'on fut sur le point d'avoir de l'orage. C'est un fait confirmé par plusieurs observations , & sur-tout par celles qui ont été faites au jardin du Roi , par M. de *Buffon*. M. *Dalibar* y ayant fait élever une barre-de-fer , pour satisfaire la curiosité de ce célèbre Physicien , imagina d'adapter à cette barre un petit carillon , composé de deux timbres , dont l'un étoit attaché au fil-de-fer qui servoit de conducteur à la barre , & l'autre à la muraille , avec une petite boule de métal suspendue à un fil-de-foye entre les deux tim-

(a) Gazette de France & de Hollande
Septembre 1753.

bres. Ce carillon sonnoit souvent plus d'une demi-heure avant que le tonnerre grondât , & il sonnoit même sans qu'il y eut aucune apparence de tonnerre , & sans qu'il en survint ensuite : ce qui leur fit soupçonner ou que les nuages qui passaient alors, n'étoient point assez chargés d'électricité , pour produire du tonnerre , ou que leur matière électrique étoit soutirée , & dissipée par le pouvoir de la pointe.

Le carillon dont nous parlons ici , n'étoit point une nouvelle invention. Il avoit déjà été exécuté avant que M. *Dalibart* l'appliquât à l'appareil du jardin du Roi. Il tire son origine des premières expériences faites sur l'électricité.

Si on fait attention à l'expérience de la petite feuille de métal qui fuit le tube électrique , qui l'a électrisée & qui se porte avec avidité vers ce tube , lorsqu'elle a touché un corps non électrique , qu'elle rencontre sur son chemin , on verra aussitôt tout le mécanisme du carillon.

CCCLXXXI. Les expériences que nous venons de rapporter sur le pouvoir des pointes sont donc autant de preuves

décisives , que la matiere du tonnerre est la même que la matiere électrique, & que les pointes placées sur les bâtimens, & les autres endroits élevés , soutirent cette matiere des nuages orageux qui passent au-dessus : mais l'idée de M. *Franklin* à cet égard est-elle aussi juste qu'elle le paroît au premier abord ? peut-on dire & doit-on croire que ces pointes sont un sûr moyen de se garantir des funestes effets du tonnerre ? c'est ce qui me paroît manifestement faux : 1^o. parce que la pointe ne soutire pas toute la matiere électrique dont un nuage orageux peut être chargé ; de même qu'une pointe présentée au-dessous d'un conducteur chargé d'électricité, ne dépouille point totalement ce conducteur : 2^o. parce que, suivant les observations de M. le *Monnier*, non-seulement les pointes soutirent le feu électrique des nuages orageux, mais encore un arbre élevé, le haut d'un édifice, un homme même le soutirent aussi, & s'électrifient à la présence d'un tel nuage : ainsi il pourroit arriver qu'un nuage se déchargeât avec explosion, & que le tonnerre tombât

dans le voisinage d'une pointe élevée
 sur un édifice : 3^o. parce que, comme
 le remarque très-bien l'*Abbé Nollet* (a),
 « s'il ne falloit que des corps pointus,
 » & éminens pour nous garantir des
 » coups du tonnerre, les fleches des
 » clochers ne suffiroient-elles pas pour
 » nous procurer cet avantage? . . . ce-
 » pendant on sçait de tout temps,
 » que la foudre ne les respecte guère.
 » D'ailleurs quelle apparence y a-t-il,
 » comme le remarque un peu plus
 » haut le même auteur, que la ma-
 » tiere fulminante, contenue dans un
 » nuage capable de couvrir une grande
 » ville, se filtre dans l'espace de quel-
 » ques minutes, par une aiguille grosse
 » comme le doigt, ou par un fil de
 » métal qui serviroit à la prolonger?

Ne nous laissons donc pas éblouir,
 avec ceux qui embrassent aveuglément
 toutes les nouveautés lorsqu'elles sont
 frappantes, & soyons persuadés que
 la découverte que nous venons d'ex-
 poser touchant le pouvoir des pointes,
 doit plutôt être regardée comme une
 découverte très-curieuse, qui nous a

(a) Lettre VII sur l'Éctr. pag. 163.

mis à portée de vérifier l'analogie du tonnerre avec l'électricité, que comme une découverte utile propre à nous garantir des effets du tonnerre.

CCCLXXXII. Nous pouvons donc assurer maintenant que le feu du tonnerre n'est autre chose qu'une forte électricité rassemblée dans les nuages orageux, & qui est lancé contre la terre, de la même manière, & par le même mécanisme, que le feu électrique qui se jette sur les corps qui sont plongés dans sa sphère d'activité.

On ne doit pas être surpris de voir produire en petit, à la matière électrique qui est à notre disposition, les mêmes phénomènes que le tonnerre produit en grand dans l'atmosphère. Ce furent ces phénomènes qui déterminèrent M. *Franklin* à prononcer plus hardiment que ceux qui l'avoient précédé, sur l'analogie du tonnerre, & de l'électricité : car il parvint, avant d'être sûr du résultat des expériences que nous venons de rapporter, à imiter les éclairs, & les coups foudroyans, à percer une certaine quantité de papier, à fondre des

métaux entre deux lames de verre ; expériences qu'on peut répéter aisément en suivant les procédés que nous allons exposer.

CCCLXXXIII. Si on électrise une personne isolée , qui tient à la main un livre , sur la couverture duquel on ait appliqué des vignettes dorées , & qu'une personne non isolée tire dans l'obscurité une étincelle d'un des angles du livre ; on verra un nombre prodigieux de petites étincelles momentanées qui se feront remarquer sur presque toute l'étendue de la vignette , & qui imitent assez bien le feu d'un éclair.

Cette expérience réussira encore plus complètement , si on laisse pendre une chaîne dont les mailles soient très-rapprochées dans un gros bocal doré intérieurement & extérieurement , jusqu'à un pouce près de son bord , & qu'après avoir fortement chargé d'électricité ce bocal , on tire une étincelle en portant un excitateur ; c'est-à-dire , une espèce de C de fer , de façon qu'une de ses extrémités touchant le ventre du bocal , l'autre soit portée vers le haut de la chaîne :

on produira alors tout à la fois un coup foudroyant , & on verra une lumière vive qui s'élancera par plusieurs filets , de chacune des mailles de la chaîne qui paroîtront toutes en feu.

CCCLXXXIV. Si on attache sur le ventre de ce bocal , une ou plusieurs mains de papier , & qu'après l'avoir fortement électrisé , on applique une des extrémités de l'excitateur sur le papier , & l'autre contre la chaîne, on produira une détonnation violente , & le papier sera percé.

Le trou qu'on remarque dans l'épaisseur du papier est encore le sujet d'une grande contestation entre les Physiciens électrisans. *M. Franklin* , qui pense que dans cette expérience, ainsi que dans toute autre semblable, la matière électrique passe de la surface du verre qui est chargée à celle qui est dépouillée , prétend que la boursoufflure qu'on remarque aux bords de ce trou , doit se trouver du côté qui répond à la surface dépouillée. J'avouerai de bonne foi , que cela se remarque fort souvent , mais que je l'ai aussi observé fort distinctement

DE L'ÉLECTRICITÉ. 309
des deux côtés , & quelquefois du
côte opposé ; ce qui fait que je n'en-
tre point dans le détail de cette ob-
servation , jusqu'à ce que de nouvelles
recherches nous mettent à portée de
prononcer sur cet objet.

CCCXCV. Pour fondre du métal
entre deux lames de verre , coupez
une bande de ces petites feuilles d'or ,
ou de cuivre dont les doreurs font
usage. Placez-la entre deux lames de
verre , de façon qu'elle les excède
des deux côtés : liez fortement ces
deux lames , & placez-les dans une
presse que vous ferrerez aussi forte-
ment que faire se pourra , sans briser
le verre : appliquez une des extrémités
de la bande d'or contre le ventre du
bocal , & chargez-le fortement d'élec-
tricité : posez ensuite un bout de l'ex-
citateur contre l'autre extrémité de la
feuille d'or , & l'autre bout de l'ex-
citateur contre la chaîne qui pend
dans le bocal. Vous tirerez une étin-
celle foudroyante qui incrustera une
partie de l'or dans le verre , de façon
qu'on ne pourra plus l'en détacher.

M. *Franklin* prétend que cette por-
tion de métal incrustée , a été fondue

par l'étincelle électrique & que cette fusion s'est faite à froid. Quelques Physiciens contestent ces deux idées ; 1°. qu'il s'opere une fusion dans cette expérience ; 2°. que cette fusion soit froide (a) On prétend que le métal est seulement pu'vérifié, & qu'il est porté, par l'impétuosité du feu électrique, dans les pores dilatés du verre, qui se resserrant après, dérobent le métal incrusté à l'action des dissolvans qu'on emploie pour l'en retirer,

Si on examine avec attention les raisons qu'on apporte de part & d'autre, pour soutenir les deux opinions contraires, on conviendra de bonne foi, que cette expérience s'explique également bien en admettant une fusion, ou une pulvérisation du métal, & que s'il s'opere une fusion, les raisons ne sont pas plus préponderantes pour croire que cette fusion soit chaude ou froide : car, comme l'observe très-bien *Franklin*, « tout corps qui peut s'insinuer » entre les particules du métal & sur- » monter l'attraction par laquelle leur » cohésion subsiste, ce que peuvent

(a) Nollet, Lettre III sur l'électr. p. 46.

» faire les menstrues changera le soli-
 » de en fluide aussi bien que le feu
 » même sans l'échauffer. Ainsi, con-
 » tinue *Franklin*, le feu électrique
 » causant une répulsion violente entre
 » les parties du métal à travers lequel
 » il passe, le métal est mis en fusion
 » (a). »

On voit par les faits que nous venons d'exposer, & par les contestations qu'ils ont excitées, qu'il nous reste encore quantité de recherches à faire sur l'électricité, avant qu'on puisse prudemment se déclarer en faveur d'une opinion par préférence à une autre.

LEÇON X.

De la Lumière.

CCCLXXXVI. **L**E feu dont nous avons parlé dans les leçons précédentes, procure encore à l'homme d'autres avantages. Lors-

(a) *Exper. & observ. sur l'électr. Tom. II, p. 39.*

qu'il est modifié d'une certaine manière ; il repand une vive clarté sur les objets qui nous environnent, il étale à nos yeux les richesses de la nature , & nous procure le plaisir inexprimable de jouir du plus beau de tous les spectacles. Cette propriété du feu , connue sous le nom de lumière , va faire l'objet de cette leçon , dans laquelle nous examinerons
 1°. ce que c'est que la lumière : 2°. d'où elle procède : 3°. quelles sont ses propriétés : 4°. si elle est composée , & ce qui résulte de sa composition

CCCLXXXVII. La première question que nous nous proposons d'examiner ne me paroît pas susceptible d'être résolue d'une manière bien complète : l'extrême subtilité des molécules de la lumière , les soustrait aux recherches que nous pourrions faire , & je ne mets cette question en avant , que pour faire connoître l'absurdité de ceux qui regardent la lumière , comme un être différent de la matière & de l'esprit , & qui doit tenir le milieu entre l'un & l'autre (a).

(a) Hierne acta chem. c. 5. p. 28.

Cette idée qui doit son origine à l'extrême délicatesse des rayons de lumière, se trouve réfutée très-complètement par les effets que ces rayons rassemblés produisent sur les corps qu'on expose à leur action. M *Hornberg* ayant dirigé un rayon solaire sur un ressort fixé par une de ses extrémités sur un morceau de bois, mit ce ressort en vibrations (a). Personne n'ignore qu'un faisceau de ces rayons concentrés, & réunis en un très petit espace, brûle les corps les plus compactes, & fait tomber en fusion les métaux les plus durs.

L'activité de ce fluide, & une action aussi marquée sur des corps aussi résistans que le sont les métaux, est la preuve la plus complète que la lumière doit être regardée comme un véritable corps. Mais d'où procède ce fluide? c'est une question qui n'est pas si facile à résoudre.

CCCLXXXVIII. Quoique l'école d'*Epicure* fût une école d'erreurs & d'absurdités, nous voyons néanmoins que ce fut ce Philosophe, qui découvrit

(a) Hist. de l'Acad. des Sciences an. 1708.
Tome II. ○

le premier, l'origine de la lumière ; quoique la preuve sur laquelle il appuie son opinion ne soit point exacte. De même, dit-il, que l'odeur considérée dans le corps odorant, est une émanation de ce corps ; de même la lumière consiste dans une émanation de la propre substance du corps lumineux. Ce sentiment fut embrassé par les plus célèbres Physiciens de l'antiquité (a), & par ceux qui renouvelèrent la doctrine d'*Epicure* (b).

Ce fut *Descartes*, qui s'éleva le premier contre cette opinion, & qui regarda la lumière comme une substance distinguée de celle du corps lumineux (c). « Suivant lui (d), la lumière est un fluide immense, dont
 » les parties plus petites qu'on ne
 » peut le dire, & arrondies en forme
 » de globules, remplissent uniformé-
 » ment, & sans interruption, toute la
 » sphère de notre univers. Le soleil
 » qui en occupe le centre, les étoiles
 » fixes qui en sont comme les limites,

(a) *Epicure*, *Démocrite*, *Zénon*,

(b) *Gassendi*, *Bernier*.

(c) *Dioptr.* c. 1, § 3, *Epist.* 17.

(d) *Nollet*, *leçons de Phys.* T. V, p. 70.

» & tous les corps qui s'enflamment
 » sur la terre, & ailleurs, animent cer-
 » te matiere par un mouvement qui
 » ne la transporte pas d'un lieu dans
 » un autre ; mais qui l'agite par une
 » espece de trémoussement en quel-
 » que façon semblable à celui que fait
 » le son dans l'air : de sorte que l'astre
 » ou le corps flamboyant devient par
 » là, le centre d'une sphere lumineuse,
 » à peu près de même qu'une cloche
 » ou tout autre corps sonore qu'on
 » met en action, fait ressonner au loin,
 » & de toutes parts, la masse d'air
 » au milieu de laquelle il est placé.

CCCLXXXIX. En admettant l'o-
 pinion de *Descartes*, avec les modifica-
 tions même que ses sectateurs y ont
 ajoutées ; mais qui ne changent en rien
 le fond de cette hypothese, il s'en-
 suivroit 1°. que nous ne serions jamais
 enveloppés de ténébres : car la pres-
 sion qui s'exerce contre une des par-
 ties d'un fluide renfermé dans un espace
 d'où il ne peut s'échapper, se distribue
 uniformément en toutes sortes de sens :
 ainsi quoique le soleil répondant à l'hé-
 misphere qui nous est opposé, n'anime
 pas directement la matiere lumineuse

O ij

de notre hémisphère, elle reçoit néanmoins la même impression, par sa communication avec celle qui appartient à l'autre hémisphère. 2°. Il s'ensuivroit encore que nous ne verrions jamais d'ombres à côté, & derrière les corps exposés au soleil, pour la même raison que nous venons de donner : ce qui est manifestement contraire à l'observation.

On ne peut donc se refuser à croire que la lumière émane immédiatement de la substance propre du soleil, & des corps lumineux qui brillent dans l'immense étendue des cieux. Je ne disconviens pas que cette opinion ne soit exposée à quantité de difficultés auxquelles on ne répond qu'avec peine; mais aussi elle n'emporte point avec elle aucune absurdité.

CCCXC. Le mouvement progressif de la lumière est constaté par quantité d'observations exactes dont on ne peut éluder la force. *Halles, Manfredi,* & plusieurs autres célèbres Astronomes, ayant fixé solidement une lunette d'approche, ont observé que les étoiles fixes ne répondoient point exactement au même lieu, pendant tout

le cours de l'année, & qu'elles sont sujettes à des aberrations. Tout le monde sçait qu'un verre convexe fait coïncider les rayons de lumière parallèles, & qu'un verre concave les fait diverger & les éloigne de l'endroit où ils tendoient auparavant. Ces effets ne sont autre chose que des directions différentes qu'on imprime au mouvement progressif de ces rayons, & qui conséquemment supposent qu'ils sont en mouvement.

CCCXCI. Si les rayons de lumière qui éclairent notre globe partent immédiatement du soleil, ils ne peuvent parvenir en un instant jusqu'à la surface de la terre; aussi, suivant les observations de *Bradley*, ils emploient 8' 13", à parcourir cet espace. Suivant les observations de *Hughens*, quand les satellites de Jupiter, sortent de l'ombre de cet astre, la lumière des satellites nous parvient d'autant plus tard, que Jupiter est plus éloigné de notre globe, & la différence qu'on remarque dans la vitesse de cette lumière va à 10 minutes au moins, lorsque Jupiter est à sa plus grande, &

O iij

lorsqu'il est à sa plus petite distance (a).

CCCXCII. Les propriétés de la lumière sont les différens mouvemens qu'elle opere dans son trajet. Il en est de la lumière comme de tout corps quelconque : elle tend constamment à se mouvoir en ligne directe, & elle s'y meut effectivement, autant qu'il ne se trouve point d'obstacle qui s'oppose à son passage. Cette partie de la Physique qui traite du mouvement direct de la lumière, se nomme *optique proprement dite*. Lorsque la lumière rencontre quelqu'obstacle qui s'oppose à son mouvement en ligne droite, elle change alors de direction, suivant la nature de l'obstacle qu'elle rencontre. Si cet obstacle est perméable à la lumière, & qu'elle le rencontre obliquement, elle souffre en le pénétrant, & lorsqu'elle en sort, une réfraction, qui l'approche, ou qui l'éloigne de la perpendiculaire. Cette partie de la physique qui traite de la lumière réfractée, est connue sous le nom de *dioptrique* : en-

(a) Optiq. de Newton, l. 2, p. 3, prop. 11.

fin si l'obstacle qui s'oppose au mouvement progressif de la lumière est imperméable, elle se réfléchit, & la science qui s'applique à la connoissance de la lumière réfléchie, est nommée *catoptrique*. Nous allons donner une idée suffisante de ces trois différentes sciences.

CCCXCIII. La plus petite étincelle de lumière se voit par tous les points de sa superficie, pourvû qu'on en soit à une distance convenable : on peut donc la regarder comme le centre d'une sphere lumineuse, qui lance de tous les points de sa surface des rayons qui s'étendent de toutes parts. Je nomme point radieux cette petite étincelle, d'où partent les différens rayons dont je viens de parler, & je suppose ici, pour éviter des discussions étrangères à notre objet, que ces rayons se meuvent dans un milieu uniforme, c'est-à-dire de même densité.

CCCXCIV. Tous les rayons qui partent d'un point radieux s'écartent nécessairement les uns des autres, à proportion qu'ils s'en éloignent, & conséquemment sont divergens.

O iv

Si le corps lumineux qui transmet ses rayons, & qui éclaire un espace, jouit d'une certaine étendue; on doit le considérer comme un nombre infini de points radieux qui lancent des rayons qui se croisent en différens sens, comme on peut le remarquer dans le corps lumineux A (*fig. 98.*) sur la surface duquel j'ai désigné les points radieux a, b, c, d. Ces rayons avant de se croiser & de coïncider dans un même point, s'approchent les uns des autres, & sont nommés rayons convergens.

CCCXCV. En ne considérant ici, que les rayons qui partent d'un seul point radieux, & qui conséquemment sont divergens les uns des autres; ils forment un faisceau de lumière pyramidal ou conique, dont la pointe ou le sommet est le point radieux, & dont la base est tournée vers l'œil du spectateur.

Pour représenter cela d'une manière sensible, disposez au volet d'une fenêtre la machine représentée par la figure 99, composée d'un miroir plan de métal AB, monté à charnière sur un plan C, qui se meut circulaire-

ment sur la planche FG, qui s'attache fixement à une ouverture convenable, pratiquée au volet de la fenêtre. Le miroir AB, peut encore recevoir différens degrés d'inclinaison, à l'aide de la tige DE. Au plan C, est adapté un tube HI, dans lequel est placé un verre lenticulaire K de 18 à 20 lignes de foyer. En L, foyer du verre lenticulaire, est établi un diaphragme dont l'ouverture n'excède pas deux lignes de diamètre.

Cette machine étant fixée au volet d'une des fenêtres d'une chambre obscurcie, autant qu'il est possible; si on dirige le miroir de façon que la lumière du soleil qui tombe sur sa surface, soit réfléchiée dans le tube HI, pour se porter sur la lentille K; les rayons qui traverseront cette lentille, viendront se réunir au foyer où ils formeront un point radieux, qui lancera au-delà du diaphragme, une quantité prodigieuse de rayons divergens, qui formeront un cône de lumière, dont la base sera tournée vers le spectateur.

Pour démontrer ce cône de lumière & sa situation, il faut opposer à quel-

O v

que distance du diaphragme un plan vertical, percé vers son milieu d'un trou de 5 à 6 lignes de diametre, & opposer à quelque distance de ce trou un autre plan vertical blanchi, ou un chassis garni d'une gaze, afin qu'on puisse voir par derriere ce qui se passe sur ce plan. On observera alors un cercle lumineux, dont le diametre fera plus grand que celui du trou fait sur le premier plan, & qui augmentera à proportion que le dernier plan fera plus éloigné du premier.

Si le cercle lumineux tracé sur la gaze est plus grand que le trou qui donne passage aux rayons de lumiere qui partent du point radieux, & si ce cercle augmente en dimensions à proportion que le chassis est plus éloigné du premier plan; c'est une preuve incontestable qu'on doit regarder ce cercle comme la base d'un cône, dont le sommet est un point radieux, & conséquemment que les rayons de lumiere qui partent d'un tel point, forment un cône dont la base est tournée vers l'œil du spectateur.

Pour faire cette expérience, d'une maniere commode à mettre en execu-

tion, je me fers d'une espece de banc AB, (*fig. 100*), dont la tablette qui porte une rainure ab dans sa longueur, & qui est divisée en pouces & demi-pouces sur un de ses côtés, s'éleve & se baisse dans deux rainures creusées sur la hauteur des pieds CD, EF, réunis entre eux par une traverse GH. Cette tablette se fixe à la hauteur convenable par le moyen de deux vis de pression c, d. Je fais glisser le long de la rainure, faite à la tablette, les plans dont je viens de parler, & je les fixe à la distance que je veux avec un écrou E, (*fig. 101*), qui se visse en dessous de la tablette sur une queue à vis V, que porte chacun de ces plans.

On peut encore substituer au premier plan, dont nous avons fait usage dans l'expérience précédente, un autre plan vertical, percé de plusieurs trous de 4 lignes ou environ de diametre, peu écartés les uns des autres: si on répète alors la même expérience, au lieu d'un cercle lumineux qu'on a observé sur la gase, on y observera un nombre de cercles égal aux nombres des trous faits sur le premier plan. Tous ces cercles s'agrandiront à pro-

portion qu'on reculera le châssis, & aucun ne se confondra avec celui qui l'avoisine : car leurs centres s'écartent les uns des autres, à proportion que ces cercles s'agrandiront (a).

CCCXCVI. Si on substitue le premier plan percé d'un seul trou, à celui dont on vient de faire usage, & qu'on remarque attentivement le cercle lumineux tracé sur le châssis; on verra que la lumière de ce cercle devient de moins en moins vive, à proportion que ce châssis est plus éloigné du plan. La lumière s'affoiblit donc à proportion qu'elle s'éloigne de sa source; mais peut-on déterminer exactement quelle progression elle suit dans sa dégradation? On la détermine ordinairement par l'analogie suivante.

On mesure le diamètre du cercle lumineux à différentes distances du point radieux, & on trouve, par expérience, que le diamètre croît directement comme sa distance à ce point; c'est-à-dire, si le châssis de gaze étant placé à deux pieds de distance du point radieux, le diamètre du cercle est de 6 lignes, il sera

(a) Nollel, Leçons de Phys. T. V, p. 68.

d'un pouce, si on transporte ce chassis à 4 pieds de distance, & de 18 lignes, si on le transporte à 6 pieds : or si le diamètre de ce cercle croît directement comme les distances au point radieux, sa surface croîtra comme le carré de ces distances; puisque les surfaces de ces cercles sont en raisons doublées de celles de leurs diamètres. L'espace éclairé à une distance double fera donc quadruple de celui qui sera éclairé à une distance sou-double, & l'espace éclairé à une distance triple, fera neuf fois plus grand que l'espace qui sera éclairé à une distance comme 1: or l'intensité de la lumière doit être ~~reciproquement~~ ^{reciproquement} proportionnelle à l'espace qu'elle éclaire; puisqu'à proportion qu'elle éclairera un moindre espace, elle y fera plus concentrée; c'est-à-dire, qu'il tombera sur chaque point de cet espace un plus grand nombre de rayons; d'où on conclut que la lumière s'affoiblit en raison du carré des distances au point radieux.

CCCXCVII. Lorsque plusieurs points radieux lancent des rayons de lumière dans un même espace, ces rayons se croisent les uns & les autres,

326 DE LA LUMIERE.
sans se confondre (CCCXCIV); ce qu'on peut démontrer aisément par l'expérience suivante.

Disposez le miroir de métal dont nous avons fait usage jusqu'à présent, de façon que la lumière qu'il réfléchit dans le tube, y éclaire deux loupes pour former au foyer de chacune un point radieux. Placez à chaque foyer un diaphragme que vous couvrirez d'un verre coloré; supposons un verre rouge sur l'un, & un verre bleu sur l'autre. Les choses étant ainsi disposées, couvrez l'un de ces verres, supposons le bleu, avec un corps opaque. La lumière qui pénétrera alors dans la chambre, ayant traversé un verre rouge, se peindra de cette couleur, & tracera sur le châssis un cercle rouge. Si vous fermez le passage à cette lumière, par l'opposition d'un corps opaque, & que vous découvriez le verre bleu, la lumière qui le pénétrera, ira peindre sur le châssis un cercle bleu.

Maintenant placez à deux ou trois pieds de ces deux verres un plan percé d'un trou de 5 à 6 lignes, & au-delà de ce plan, établissez le châssis dont on

vient de faire usage : laissez après cela passer la lumière par les deux verres colorés , vous observerez alors sur le châssis deux cercles , l'un rouge & l'autre bleu ; mais disposés en sens contraire , c'est-à-dire , que si le verre rouge est placé dans le tube à la droite , le cercle rouge se trouvera placé à la gauche sur le plan ; ce qui prouve manifestement que les rayons de lumière qui partent de deux points radieux , se croisent & ne se confondent point en passant par le trou fait dans le plan qu'on leur oppose.

Cette expérience nous fait voir de quelle manière les rayons qui partent des objets qui sont placés au-delà de nous , passent dans le globe de l'œil , s'y croisent , sans néanmoins se confondre , & vont peindre chacun , distinctement au fond de l'œil , l'image de chaque partie de l'objet qui les réfléchit : mais nous ne parlerons de la vision que lorsque nous traiterons de l'œil , & de sa structure , dans nos leçons sur l'économie animale. Ceux qui seront curieux de se former une idée de cette faculté pourront consulter le cinquième volume des leçons de

Physique de l'*Abbé Nollet* ; d'où j'ai tiré les expériences que je viens d'exposer sur l'optique proprement dite.

CCCXCVIII. Les effets que nous venons de considérer, n'ont lieu que lorsque les rayons de lumière se meuvent directement dans un milieu uniforme, & de même densité : mais lorsqu'ils passent dans des milieux différens ils y éprouvent des variations dans leurs mouvemens, que nous allons examiner.

Les rayons de lumière qui traversent différens milieux, les traversent perpendiculairement ou obliquement. Dans le premier cas, ils accélèrent leur mouvement, ou ils éprouvent du retardement dans leur mouvement : dans le second cas, ils s'écartent de la ligne droite qu'ils tendoient à décrire.

CCCXCIX. Un rayon de lumière qui traverse différens milieux accélère son mouvement, lorsque le milieu dans lequel il passe, est plus attirant que celui qu'il vient de traverser. Le contraire arrive, il souffre du retardement dans son mouvement, lorsqu'il passe d'un milieu plus attirant, dans un milieu moins attirant.

CCCC. Lorsqu'un rayon de lumière

traverse obliquément différens milieux, il éprouve une réfraction à son passage, qui l'éloigné ou qui l'approche de la perpendiculaire. Il s'approche de la perpendiculaire, lorsqu'il passe d'un milieu moins attirant, dans un autre qui l'est davantage. Supposons, par exemple, qu'un rayon de lumière AB ; (*Fig 102*) passe de l'air dans l'eau, selon la direction AB ; lorsque ce rayon commencera à toucher la surface de l'eau en B , il quittera la direction BC , & il se refractera, de maniere qu'il se portera en D , en s'approchant de la perpendiculaire EF ; parce que l'eau est un milieu plus attirant que l'air.

Cet effet dépend-t-il de la différence qu'on remarque entre la densité de l'eau & celle de l'air? Plusieurs Physiciens l'ont pensé ainsi, & se sont trompés: car il s'ensuivroit que les degrés de refraction devroient être proportionnels, à ceux qu'on remarque dans les densités des corps réfringens. Or, *Newton* (*a*) a démontré le contraire, & nous a donné une

(*a*) *Optiq.* l. 2, prop. 10.

table des résultats des expériences qu'il a faites à ce sujet. On remarque encore, qu'un rayon de lumière ne souffre point de réfraction, quoiqu'il passe obliquement de l'huile d'olive dans du borax, dont les densités sont entr'elles, comme 0,913 : 1,714. On remarque bien plus, qu'il arrive quelquefois, qu'un rayon de lumière souffre une réfraction qui l'approche de la perpendiculaire, lorsqu'il passe obliquement d'un milieu plus dense, dans un milieu moins dense : c'est ce qui arrive, par exemple, lorsqu'il passe obliquement de l'eau, dans l'huile de therebentine, dont les densités sont entr'elles comme 1 : 0,874.

Il paroît par ces observations, qu'il ne faut pas chercher les loix de la réfraction, dans la seule différence qui se trouve dans les densités des milieux refringens ; mais qu'elles dépendent de quelques conditions particulières ; relatives & au corps refringent & au rayon réfracté. *Mussenbroek* (a) réduit ces conditions à

(a) *Phys.* §. 1727.

trois. 1°. A la nature du corps réfringent, 2°. A la constitution du rayon incident. 3°. Au degré d'inclinaison de ce rayon ; & il démontre immédiatement après , que de quelque manière que se fasse la réfraction, il y a toujours une raison constante, entre le sinus d'incidence & celui de réfraction.

CCCCI. Lorsqu'un rayon, ou, pour mieux dire, un faisceau de lumière passe obliquement de l'air dans du verre, ou de la glace, il se réfracte en s'approchant de la perpendiculaire. Comme c'est la même chose de diriger obliquement un faisceau de lumière sur un plan de glace, ou de le diriger perpendiculairement sur une glace courbe, nous choisissons cette dernière méthode, comme plus commode à mettre en exécution.

Dirigez dans l'intérieur d'une chambre obscure un faisceau de lumière ; qui passe par un trou, fait au volet d'une des fenêtres de cette chambre : ce faisceau ne rencontrant aucun obstacle sur son passage, & continuant à se mouvoir dans un milieu uniforme, tel que la masse d'air comprise dans

cette salle, ira directement tracer un cercle lumineux sur un plan opposé : mais si vous présentez une loupe qui intercepte ce faisceau dans son trajet, une partie de ce faisceau rencontrant directement le centre de la loupe, suivra sa première direction en accélérant son mouvement ; tandis que les autres rayons du même faisceau rencontrant la surface oblique de cette loupe, & la pénétrant obliquement, se refracteront en s'approchant du rayon du milieu, qu'on doit regarder ici comme la perpendiculaire même, & formeront par cette réfraction un cône de lumière, dont le sommet sera à une distance plus ou moins grande de la loupe, suivant que sa convexité sera plus ou moins grande ; c'est-à-dire, suivant que ces rayons la pénétreront plus ou moins obliquement.

CCCCII. L'endroit où les rayons de lumière concourent pour former le sommet de la pyramide ou du cône, s'appelle *le foyer de la loupe*. Ces rayons rassemblés par leur convergence, forment une lumière plus concentrée, & conséquemment plus vive, & l'activité des rayons solaires au

foyer d'une forte loupe, produit des effets très-violens sur les corps qui y sont placés, comme nous l'avons déjà observé (CCCLXXXVII) : mais pour peu qu'on s'éloigne en deçà ou au-delà de ce foyer, l'activité des rayons diminue considérablement, & ils ne sont plus propres à offenser les corps les plus foibles. Ils ne produisent alors qu'une lumière vive & éclatante, dont on peut profiter pour éclairer des objets qu'on ne peut voir distinctement que lorsqu'ils sont pénétrés d'une vive lumière. Les arts se sont aidés de cet avantage, en plus d'une occasion. On a coutume d'éclairer avec la lumière réfractée, par une loupe, les objets opaques qu'on veut examiner au microscope. Le Graveur, le Metteur-en-œuvre & quantité d'autres Artistes, s'éclairent d'une manière très commode, à l'aide de la lumière d'une chandelle qu'ils placent derrière un bocal sphérique rempli d'eau.

CC CIII. Un autre avantage des verres lenticulaires, c'est de nous faire voir les objets opposés, sous de plus grandes dimensions que celles sous lesquelles ils se présentent naturelle-

ment à notre vue : ce qui vient de ce que l'angle sous lequel on voit ces objets, devient plus grand par les réfractions qu'éprouvent les rayons de lumière qui en partent, peut traverser les verres lenticulaires dont on fait usage. Nous parlerons en particulier des différens angles optiques sous lesquels on voit les objets, lorsque nous traiterons de l'œil & de la vision.

Quoiqu'on ne sçache pas précisément l'époque où l'on doit placer l'application des verres lenticulaires pour favoriser la vue, on sçait néanmoins que *Roger Bacon*, qui mourut à Oxford en 1292, avoit l'art de travailler ces fortes de verres ; puisqu'il nous a transmis ce secret (a) : nous sçavons aussi qu'*Alexandre de Spina*, qui mourut en 1313, avoit le même talent (b) : nous donnerons de vive voix la maniere de travailler ces fortes de verres. On peut consulter à cet égard différens ouvrages qui sont entre les mains de tout le monde (c).

(a) *Perspectiv.* p. 3, d. 2, c. 3.

(b) *Redi Epist. ad Falconerium.*

(c) *Passement, Traité des microscop. & des telescopes. Traité d'optique de Thom.*

CCCCIV. On fit d'abord usage de deux verres , dont l'un étoit convexe , & faisoit portion d'une grande sphere , & l'autre concave , faisant portion d'une petite sphere , pour voir les objets qui étoient très-éloignés. On plaça ces deux verres aux extrémités d'un tube d'une longueur proportionnée , & on donna à cet instrument que nous nommons *lunette d'approche* , le nom de *télescope hollandois* ; parce qu'il fut inventé à Middelbourg en Zelande , par *Zacharie Janze* , & *Jean Lipperhoy* (a) ; d'autres (b) en attribuent la gloire à *Roger Bacon* ; quelques-uns à *Galilée* & à quelques autres encore , & on ne peut point raisonnablement décider à qui nous sommes redevables de cette heureuse invention. Il en fut de cet instrument comme de toutes les inventions nouvelles : il fut fort imparfait dans son origine ; ce fut *Kepler* (c) qui le perfectionna.

Une découverte donne souvent origine à une autre ; le télescope Hollandois produisit celui que nous nommons *astronomique* , qui n'est autre

(a) *Pet. Borelli de telescop. invent.*

(b) *Molineux, dioptr. nouv.*

(c) *Kepler, dioptriq.*

chose qu'une lunette composée de deux verres convexes, & celui-ci ne fut porté à sa perfection que par *Campani & Hughs*.

En réfléchissant sur la construction des lunettes à deux verres, on trouva moyen de remédier à un défaut essentiel qui suit nécessairement de leur construction, qui est de représenter les objets renversés. On parvint à éviter ce défaut, en adaptant 4 verres à ces sortes de lunettes. Ces quatre verres sont, 1^o. un verre convexe placé à l'un des bouts de la lunette, & qui fait portion d'une très-grande sphere : on donne à ce verre le nom d'objectif; parce qu'il est tourné du côté de l'objet qu'on veut observer; les trois autres qui sont placés du côté de l'œil, se nomment oculaires; ils sont ordinairement portion d'une très-petite sphere, ce qui sert à augmenter considérablement l'angle optique, sous lequel les objets de dehors viennent se peindre au fond de l'œil : mais aussi plus les objets sont augmentés en dimension, moins ils paroissent clairs & distincts.

Les rayons de lumiere qui partent de

tous les points de la surface de l'objet ,
 & qui viennent en se croisant , traverser
 l'objectif , se brisent à ce trajet &
 vont peindre au foyer de ce verre ,
 l'image de l'objet , mais dans une
 situation renversée ; de sorte que si
 l'œil de l'observateur étoit placé der-
 rière un autre verre lenticulaire , que
 nous appellons premier oculaire , &
 qui doit être éloigné de cette image ,
 d'une quantité égale au rayon de la
 sphere, dont il fait portion , il verroit
 cet objet renversé. Mais si on place un
 second oculaire au-delà du premier ,
 de façon que leur distance soit égale à
 la somme de leurs foyers, les rayons se
 croisant encore entre le premier &
 le second oculaire , iront peindre au
 foyer du second ; c'est-à-dire , entre le
 second & le troisième , une seconde
 image de l'objet , mais qui sera alors
 dans sa situation naturelle ; de sorte
 que l'œil de l'observateur , placé der-
 rière le troisième oculaire , verra cet
 objet de la même manière que s'il le
 regardoit à la vue simple.

Telle est la construction & l'effet
 des telescopes à 4 verres , dont on a
 fait usage jusqu'ici. Mais depuis quel-

ques années le célèbre *Dollond*, conduit par les idées de *Newton*, *Euler*, *Klingenstierna*, est parvenu à remédier à une partie des défauts de ces sortes de lunettes ; c'est-à-dire, à corriger les aberrations de refrangibilité, & à leur ôter ces iris, ces couleurs qui bordent & qui défigurent les objets. Il est parvenu à ce degré de perfection, en faisant l'objectif de ces nouvelles lunettes, qu'on appelle *Achromatiques*, de deux verres de différentes qualités. Cet habile artiste uniquement occupé du succès de sa nouvelle découverte, qui parut en 1760, ne nous donna aucun détail, sur les proportions & les figures des verres dont il faisoit usage. Les sçavans encouragés par le succès de cette nouvelle méthode, se sont empressés de l'examiner avec attention. Ils en ont examiné le principe, calculé les effets, & nous avons sur cela des mémoires très-curieux de M. *Clairaut* (a), & un ouvrage très-sçavant de M. *Dalembert* (b).

(a) Mém. de l'Acad. de Sciences, an. 1756. 57, 62.

(b) Opuscules mathémat. T. III. in. 4^o.

CCCCV. *Jean-Baptiste Porta* examinant un jour ce qui se passoit dans l'intérieur d'une chambre obscure, qui recevoit du jour par un petit trou, fait au volet d'une fenêtre, fut fort surpris, de voir les objets de dehors, qui se dessinoient en petit, sur les murs de cette chambre : mais comme ces objets n'étoient pas bien terminés, il imagina d'adapter au volet de la fenêtre, un verre lenticulaire, & on voyoit alors très-distinctement, les objets tracés sur un plan, qu'on exposoit au foyer de la loupe (a).

On perfectionna depuis cet appareil, & on le rendit portatif. Delà ces différentes chambres noires portatives, ces plemoscopes de toutes especes, qu'on imagina, & dont nous parlerons après avoir traité de la Catoptrique.

CCCCVI. La *Catoptrique* est cette science qui s'applique à la considération de la lumière réfléchie. Cette effet a lieu, lorsqu'un faisceau de lumière tombe sur une surface, qu'il ne peut pénétrer. Dans ce cas, il peut se faire que la surface solide qu'il ren-

(a) *Jean Porta, mag. natur.*

contre , soit inégale & raboteuse : alors la lumière se réfléchit irrégulièrement de tous cotés. Mais si la surface sur laquelle il tombe , est plane & polie , alors la lumière se réfléchit en partie , vers un même endroit. Je dis en partie ; parce qu'une portion de cette lumière est toujours absorbée par la surface réfléchissante , & qu'une autre portion est toujours réfléchie irrégulièrement ; puisqu'on ne trouve point de surface parfaitement égale & polie.

Si l'obstacle que la lumière rencontre alors sur son passage , est opaque , la seule surface antérieure de ce corps réfléchit la lumière , & c'est ce que font les miroirs de métal ; mais si ce corps est transparent de sa nature ; ses deux surfaces deviennent alors réfléchissantes , & c'est le cas des miroirs de glace.

CCCCVII. L'expérience nous apprend que les rayons de lumière ne parviennent point jusqu'à la surface du miroir pour se réfléchir ; mais qu'ils se réfléchissent avant d'être parvenus à cette surface. Ce phénomène qui mérite toute l'attention des Physi-

ciens , me paroît du nombre de ceux qu'on ne doit point entreprendre d'expliquer , avant de mieux connoître la nature de la lumière , & celle des corps réfléchissans. Plusieurs habiles Physiciens appellent, après *Newton*, la cause qui le produit , un pouvoir réfléchissant ; mais il n'y a personne qui ne voit aisément , que c'est un nom dont on s'est servi pour désigner une cause , qui a échappé jusqu'à présent à nos recherches. Nous ne pouvons néanmoins blamer les travaux de ceux qui ont imaginé des hypothèses ingénieuses , pour rendre raison de ce phénomène.

- CCCCVIII. *Praxitel* fut le premier qui construisit des miroirs de métal il les fit avec de l'argent (a) ; mais on a remarqué depuis longtemps que les métaux homogènes n'étoient pas susceptibles d'un aussi beau poli que les métaux hétérogènes ; aussi préfère-t-on un certain mélange d'étain , & de cuivre pour faire les miroirs de réflexion. On peut consulter les Au-

(a) *Pline*, hist. nat. lib. 33 , C. IX , § 45.

teurs qui ont écrit sur cette matière (a).

CCCCIX. Lorsqu'un rayon de lumière rencontre sur son passage un corps opaque & poli, il se réfléchit de façon que son angle de réflexion est égal à son angle d'incidence.

Pour démontrer la vérité de cette proposition, qui fait la base de toutes nos connoissances sur la Catoptrique; recevez sur un miroir plan de métal un faisceau de lumière que vous dirigerez parallèlement à l'horizon dans l'intérieur d'une chambre obscure; faites passer une portion de ce faisceau de lumière par un trou d'environ 3 lig. fait à une lame de métal, attachée perpendiculairement sur la circonférence graduée d'un demi-cercle qui peut se mouvoir en différens sens. Disposez ce demi cercle de façon que la lumière vienne tomber sous un angle connu, sur un miroir plan, fixé perpendiculairement au centre, & sur le plan de ce demi-cercle; cette lumière se réfléchira en sens contraire sous le même angle; ce qu'on pourra voir distinctement, si on attache une glace

(b) Smith. opt. Passément traité des mic- & telescop.

douce, ou un châssis garni de papier huilé, sur la circonférence du demi-cercle, de façon que cette glace, ou ce châssis réponde à l'angle dont il est question : car on verra alors le jet de lumière qui formera sur ce châssis un petit cercle lumineux dont le centre répondra exactement à l'angle indiqué.

CCCCX. Non-seulement les miroirs réfléchissent les rayons de lumière qui tombent sur leurs surfaces, de façon que leur angle de réflexion est égal à leur angle d'incidence ; mais encore lorsque plusieurs rayons de lumière partent d'un même objet, & tombent sur la surface d'un miroir bien poli, l'image de l'objet se trouve représentée à la même distance derrière la surface du miroir sous les mêmes dimensions, & selon la même situation par rapport à l'œil du spectateur.

Les rayons, avant de représenter l'objet vont de l'objet même à la glace, & ils reviennent de la glace jusqu'aux yeux. Ils ont donc, quand ils entrent dans les yeux, la même disposition, la même inclinaison, la même force, & la même direction qu'ils auroient, s'ils

venoient effectivement du point , & de la distance où l'objet paroît être au-delà du miroir ; par conséquent ils doivent l'y représenter, comme ils font ; d'autant plus que l'ame rapporte naturellement les objets à l'extrémité des rayons droits, qui viennent frapper l'organe , ou vis-à-vis (*a*).

CCCCXI. Outre les miroirs plans , dont nous venons de parler , on a encore imaginé des miroirs convexes , concaves & mixtes ; mais les bornes étroites que nous sommes obligés de nous prescrire dans de semblables leçons , ne nous permettent pas d'entrer dans un plus long détail : nous nous bornerons seulement ici , à exposer les avantages qu'on en peut attendre , & les applications qu'on en a faites jusqu'à présent ; d'autant plus que la théorie de ces miroirs est fondée sur le même principe que nous avons déjà exposé (CCCCIX) ; sçavoir , que l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence.

(*a*) Regnault , entret. de Phys. T. 3 , p. 273.

CCCCXII. L'expérience nous apprend que des rayons de lumière qui tombent sur la surface convexe d'un miroir, deviennent divergens dans la réflexion: cela posé, si on dirige sur la surface d'un miroir convexe, des rayons parallèles, ils deviendront divergens dans leur réflexion. Si on dirige sur la surface d'un semblable miroir, des rayons déjà divergens, leur divergence augmentera dans leur réflexion: & si les rayons qui tombent sur la convexité d'un miroir, sont convergens, leur convergence diminuera dans leur réflexion; ce qui suit immédiatement de la loi générale, que nous avons exposée (CCCCIX).

CCCCXIII. Si on présente un objet à quelque distance de la surface d'un miroir convexe, on verra l'image de cet objet derrière le miroir, à une distance plus ou moins grande & sous de plus petites dimensions; parce que les rayons réfléchis, devenant très-divergens, se perdent en partie, pour l'œil du spectateur, & qu'il ne reçoit que ceux qui sont plus rapprochés du centre de la sphere, & que

P v

l'objet paroît sous un plus petit angle optique.

CCCCXIV. Les rayons de lumière qui tombent sur la surface d'un miroir concave, deviennent convergens dans leur réflexion : mais ces rayons s'étant réunis en un point qu'on appelle le foyer du miroir ; se croisent & deviennent divergens : or, c'est en vertu de cette propriété du miroir concave, qu'on voit les objets représentés devant ces sortes de miroirs, sous de plus grandes, ou sous de plus petites dimensions, suivant les différentes circonstances relatives à la position de l'objet, à celle du miroir & à celle du spectateur. (a)

CCCCXV. Cette propriété des miroirs concaves donna naissance aux telescopes catoptriques : on en distingue de deux espèces ; l'un qu'on appelle *Gregorien*, & l'autre qu'on nomme *Newtonien*, du nom de leurs Inventeurs. Quoique le premier dont nous venons de parler, fut inventé en 1653, par *Gregori*, il ne fut per-

(a) Nollet, Leçons de Phys. T. V, p. 211. & suiv.

fectionné que par M. *Hadley*, & ce ne fut qu'en 1725, qu'on commença à en faire un grand débit. (a)

Ce telescope est composé de deux miroirs concaves de métal, un grand & un petit. Le premier est percé d'un trou, dont le diametre est un peu plus petit que celui du second miroir : il est placé vers l'extrémité du tube qui est proche de l'œil du spectateur ; le petit est placé vers l'autre extrémité du même tube ; il y est suspendu vers le centre de ce tuyau, par le moyen d'une tige de métal, qui porte une espece de bras soudé à la partie postérieure du miroir, & par le moyen de laquelle on peut l'approcher ou l'éloigner du grand miroir.

Derriere le trou du grand miroir, est un petit tuyau de cuivre, qui porte deux lentilles. Celle qui est la plus proche du miroir, est convexe du côté de ce miroir, & plane de l'autre côté. La seconde placée vers l'œil du spectateur, est convexe des deux côtés.

Les rayons de lumiere qui partent des objets extérieurs, étant dirigés sur

(a) Nollet, T. V, p. 551.

la surface du grand miroir , celui-ci les réfléchit & en les faisant converger, ils viennent peindre une image très-distincte au foyer de ce miroir. Ces rayons se croisant ensuite , deviennent divergens , & sortiroient en dehors du tuyau . s'ils ne rencontroient le petit miroir , qui les réfléchit & les fait converger , pour aller peindre le même objet , beaucoup au-delà du trou du grand miroir : mais ils rencontrent à la sortie de ce trou , le verre plan convexe , dont nous venons de parler , qui augmente leur convergence & fait que l'image se peint à une plus petite distance. Ces rayons deviennent ensuite divergens : mais ils rencontrent une lentille convexe des deux côtés , dont le foyer est à la distance de cette dernière image , & qui leur donne assez de convergence, pour leur faire perdre la divergence qu'ils ont acquise, afin de devenir parallèles & aller peindre dans l'œil l'objet qui les a renvoyé.

Le telescope Newtonien est différent de celui que nous venons de décrire : comme il est peu d'usage , nous renvoyons pour la description aux diffé-

rens auteurs qui en ont traité (a).

CCCCXVI. Les miroirs concaves ayant la propriété de réfléchir & de faire converger les rayons de lumière, doivent nécessairement augmenter l'activité de ces rayons en les concentrant, & conséquemment leur faire produire des effets très-violents. Les rayons seuls qui partent d'un charbon allumé, suffisent pour allumer des matières combustibles. (b)

Placez deux miroirs concaves à 6 pieds environ de distance l'un de l'autre, de façon que leurs centres soient rangés dans la même ligne droite. Placez au foyer de l'un un charbon allumé, & au foyer de l'autre, une substance combustible, telle, par exemple, qu'un morceau d'amadou. Soufflez le charbon avec un soufflet à deux ames : les rayons lumineux de ce charbon étant réfléchis par le miroir prochain sur l'autre, seront réfléchis par ce dernier, contre l'amadou,

(a) Trans. Phil. N 80. Newton, optiq. l. 1, part. 1.

(b) Bettinus apiar. 7, pro gymnaf. 1, pr. 2, schol. 1. Schotti. mag. univ. part. 1, pag 366, 419.

& l'allumeront. Des miroirs de carton dorés ou argentés suffisent pour cela. *Zahn* rapporte que *Neuman* fit à vienne en 1699 un miroir de carton, qui avoit la propriété de fondre des métaux (a).

CCCCXVII. Nous terminerons ce que nous nous sommes proposés de faire observer sur la Catoptrique, par la description que nous donnerons de vive voix, de quantité de machines de pure curiosité, qui sont toutes fondées sur les principes que nous avons exposés ci-dessus. Ces machines sont les plemoscopes, les chambres noires composées, celles auxquelles on a conservé le nom d'optique, les perspectives, les miroirs cylindriques, &c.

CCCCXVIII. Nous avons considéré jusqu'à présent la lumière comme une substance simple & homogène; nous allons la considérer maintenant telle qu'elle est réellement; c'est à-dire, comme composée, & nous examinerons ce qui résulte de sa composition.

Isaac Vossius avoit avancé autrefois

(a) *Zahn oculus artificialis.*

que les couleurs sous lesquelles les objets colorés se présentent à notre vûe, résidoient dans la lumière; mais personne, à ce que je sache, n'étoit parvenu avant *Newton*, à décomposer la lumière, & à démontrer que les rayons qui la composent, ont la propriété d'exciter en nous les sensations des différentes couleurs que nous observons. Depuis les expériences que ce grand homme a imaginées, & qu'on a répétées tant de fois, avec le succès le plus complet, on démontre que chaque faisceau de lumière est composé des sept rayons primitifs, différens les uns des autres, tant par rapport à leur réfrangibilité, que par rapport à leur réflexibilité, & que chacun de ces rayons excite en nous la sensation d'une couleur différente.

Pour démontrer cette vérité, pratiquez une ouverture d'environ 4 lignes de diamètre, au volet d'une fenêtre exposée au midi, & recevez par cette ouverture un faisceau de lumière : ce faisceau ira peindre dans l'intérieur de la chambre, que je suppose bien obscurcie, un cercle blanc

lumineux, sur le mur, ou sur un plan blanchi, qu'on lui opposera, si l'exposition de la fenêtre ne permet pas qu'on puisse profiter de la lumière directe du Soleil; recevez-la sur un miroir plan de métal, pour la diriger ensuite dans l'intérieur de la chambre, & vous observerez le même phénomène.

Faites tomber après cela obliquement ce faisceau de lumière, sur un des angles d'un prisme; ce faisceau se réfractera, se développera, & ira peindre sur le plan opposé, un spectre arrondi par ses deux extrémités, compris dans toute sa longueur entre deux lignes parallèles, & il sera divisé dans sa largeur, en plusieurs bandes différemment colorées. En observant les couleurs de bas en haut, elles paroîtront dans l'ordre que voici: *rouge, orangé, jaune, verd, bleu, indigo & violet.* (a)

CCCCXIX. Quoique ces couleurs soient fort distinctes dans le spectre, on ne peut regarder néanmoins comme parfaitement homogènes, que cel-

(a) Newton, opt. L. I, part. I.

les qui terminent ses extrémités ; car on doit considérer ce spectre , comme composé de plusieurs cercles colorés , qui anticipent les uns sur les autres : ainsi l'orangé tombe en partie sur le rouge & en partie sur le jaune : le verd tombe en partie sur le jaune & en partie sur le bleu , & cette même disposition a lieu , par rapport aux cinq couleurs intermédiaires , qui ne sont point parfaitement séparées les unes des autres.

On peut avoir recours au procédé suivant , pour les séparer davantage : faites passer le faisceau de lumière à travers une lentille de quatre pieds de foyer , placée à la distance de 8 à 10 pieds du volet de la fenêtre : disposez un prisme derrière cette lentille , ce prisme donnera un spectre dont les couleurs seront plus séparées & qu'on distinguera beaucoup mieux. Comme le diamètre des cercles lumineux sera alors beaucoup plus petit , tandis que la longueur du spectre demeurera la même , les couleurs seront plus pures , mais moins claires à la vérité

CCCCXX. En examinant ce phé-

nomene avec attention, *Newton* crut que ce faisceau de lumière étoit composé de rayons plus refrangibles les uns que les autres, & que chacun de ces rayons portoit avec lui une couleur fixe & déterminée. Les expériences qu'il fit ensuite, pour vérifier cette idée, le confirmèrent de plus en plus dans cette opinion. Je ne répéterai ici qu'une partie des expériences qu'il fit à ce sujet. Celles seulement qui me paroissent les plus concluantes, & en même temps plus aisées à mettre en exécution : ceux qui voudront s'instruire plus amplement de cette théorie, pourront consulter l'ouvrage de ce célèbre Physicien (a).

Ayant répété l'expérience précédente, si on reçoit la lumière réfractée par le premier prisme, & qu'on la fasse passer sur l'angle d'un second prisme, placé à un pied de distance du premier, mais dans une situation verticale; c'est-à-dire, de façon que son axe coupe celui du premier prisme à angles droits; les rayons réfractés par ce second prisme, se détourneront

(a) Traité d'optique.

alors , & iront peindre dans une situation oblique , un spectre semblable au premier.

Comme ces deux prismes se croisent à angles droits , les réfractions causées par le second , détournent de droite à gauche , les rayons que le premier avoit détourné de bas en haut ; mais ce qui confirme la théorie que nous venons d'avancer , c'est que les couleurs sont encore les mêmes , & conservent entre elles le même ordre , que précédemment ; ce qui prouve que chaque rayon conserve son même degré de refrangibilité , & excite en nous la sensation de la même couleur.

CCCCXXI. On peut séparer aisément les sept couleurs que le spectre nous fait observer , en plaçant à une distance convenable d'un faisceau réfracté , une planche mince de métal percée de sept trous d'environ trois lignes de diamètre , & rangés dans la même ligne.

On se sert de cette facilité à séparer ces rayons colorés pour les examiner séparément , & pour faire voir que quelque modification qu'on leur fasse

subit, ils nous procurent constamment la sensation de la même couleur.

CCCCXXII. Si on sépare le rayon rouge, en le faisant passer par un trou de trois lignes ou environ de diamètre; ce rayon conservera constamment sa couleur rouge, soit qu'on le refracte une seconde fois, soit qu'on le réfléchisse, soit qu'on le fasse tomber sur des surfaces teintes de différentes couleurs, soit enfin qu'on le fasse passer par des verres différemment colorés.

1°. Séparez le rayon rouge & opposez au-delà du trou l'angle d'un prisme; ce rayon se réfractera une seconde fois, & ira tracer sur le mur opposé, ou sur le plafond de la salle, un petit cercle rouge.

2°. Supprimez le second prisme dont on vient de faire usage, & recevez obliquement ce rayon rouge sur la surface d'un miroir plan; ce rayon se réfléchira, & fera encore observer un cercle rouge dans l'endroit où il sera réfléchi.

3°. Laissez les choses dans la même situation; mais au lieu de recevoir ce

rayon sur la surface d'un miroir, faififfez le dans son trajet, en lui oppofant des chaffis de taffetas différemment colorés, & vous observerez encore que ce rayon conservera fa même couleur, avec cette différence néanmoins qu'elle fera plus ou moins vive, fuiuivant que la surface fur laquelle il tombera fera d'une couleur plus ou moins analogue à celle de ce rayon.

4°. Oppofez à ce rayon féparé des verres de différentes couleurs, & vous observerez alors que ce rayon conservera fa couleur fur le plan qu'on oppofera aux verres colorés, s'il parvient à les traverser ; car il y en a quelques-uns qu'il refuse de pénétrer, & à la rencontre defquels il fe réfléchit. Comme on peut juger des autres rayons par celui que nous venons d'examiner, ces expériences démontrent que chaque rayon excite en nous la sensation d'une couleur fixe & invariable.

CCCCXXIII. On peut donc dire qu'un faisceau de lumière est un affemblage de rayons différemment refrangibles & différemment colorés. L'expérience démontre encore que les

rayons les plus refrangibles sont en même temps les plus réfléchibles.

Si on reçoit perpendiculairement sur l'un des côtés d'un prisme rectangle isocèle un faisceau de lumière, & qu'on examine attentivement ce que devient ce faisceau, on observera qu'une partie se portera au-dessous du prisme, & une autre partie au-dessus : faites passer cette dernière partie sur un second prisme, qui la porte encore au-dessus; faites ensuite tourner, mais lentement, le premier prisme sur son axe, & vous observerez que les rayons les plus refrangibles se réfléchiront les premiers; c'est-à-dire, que ces rayons iront se peindre, à la sortie du second prisme, dans l'ordre suivant, *violet, indigo, bleu, verd, jaune, orangé, rouge.*

CCCCXXIV. Les expériences que nous venons de rapporter suffisent pour constater l'idée de *Newton* sur les différentes couleurs, & il ne paroît pas possible qu'on puisse se refuser à croire qu'un faisceau de lumière est composé d'un assemblage de plusieurs rayons hétérogènes, différemment réfrangibles, réfléchibles & pro-

pres, lorsqu'ils sont séparés, à exciter en nous la sensation de différentes couleurs.

Le cercle blanc lumineux qu'on observe sur le mur ou sur un plan placé dans une chambre noire, de façon qu'il intercepte un faisceau de lumière qu'on introduit dans cette chambre, ne doit cette lumière blanche, que nous observons alors, qu'à la réunion des rayons de toutes espèces dont il est composé; ce qu'on peut confirmer aisément par l'expérience suivante.

Si on fait passer par une loupe un faisceau de rayons colorés; c'est-à-dire, séparés par un prisme, de façon que la loupe puisse intercepter entièrement le faisceau; on verra un petit cercle blanc au foyer de cette loupe. Si ce cercle n'étoit pas parfaitement blanc, cela viendrait de ce que ces rayons ne seroient point assez rassemblés: on parviendrait donc à donner à ce cercle la blancheur qu'il doit avoir, en plaçant une seconde loupe au-delà de la première.

Nous avons déjà fait observer qu'un faisceau de lumière qui traverse une loupe, forme un cône dont la pointe

est au foyer de cette loupe, & qu'au-delà de ce sommet, on voit un autre cône, opposé au premier par le sommet. Les rayons de lumière qu'une loupe fait converger, coïncident donc en un point pour se développer ensuite au-delà de ce foyer. Cela posé, si après avoir répété l'expérience précédente, on recule le plan sur lequel tomboit le foyer de la loupe, on ne verra plus alors un cercle blanc; mais on verra distinctement les sept couleurs dans un ordre renversé: d'où il suit que ces différens rayons étant réunis, donnent du blanc, & qu'ils donnent les couleurs lorsqu'ils sont développés.

CCCCXXV. L'expérience précédente nous apprend à la vérité, que la réunion des rayons donne du blanc; mais tous les rayons doivent-ils nécessairement concourir à cet effet? c'est une question qui mérite de trouver place ici, & que nous allons résoudre par l'expérience suivante.

Réfractez un faisceau de lumière à l'aide d'un prisme; faites passer ce faisceau à travers une loupe, de façon que vous ayez un cercle blanc au

foyer

foyer de cette loupe. Interceptez ensuite séparément les différens rayons colorés , avant qu'ils passent par la loupe, & vous observerez que la sensation du blanc changera à proportion que vous intercepterez quelques-uns des rayons , à l'exception du jaune : d'où il suit que le mélange des six couleurs primitives , suffit pour produire du blanc.

CCCCXXVI. Après avoir considéré les couleurs en elles-mêmes , il est naturel de les considérer dans les corps colorés , & d'examiner ce qui produit ces différentes couleurs , sous lesquels ils se présentent à notre vue. Quoique chaque corps en particulier affecte une couleur fixe & déterminée , cette couleur ne tient point à son essence. La neige , par exemple , n'est pas blanche de sa nature , le feu n'est pas essentiellement rouge , &c. D'où dépend donc cette propriété , qui fait que certains corps se présentent toujours à nos yeux , sous la même couleur ? c'est ce que nous allons développer , & ce qui va faire le sujet des expériences suivantes.

CCCCXXVII. Les couleurs que

Tome II.

Q

nous observons dans les corps colorés, dépendent d'une configuration particulière entre les molécules qui les composent & qui les rend propres à réfléchir, ou à transmettre tel ou tel rayon coloré, & à absorber les autres, ou à les réfléchir, ou à les transmettre si foiblement que la sensation qui en résulte, doit être comptée pour rien.

Newton fait consister cette disposition dans les différens degrés de ténuité des petites lames ou molécules qui constituent la surface des corps, & il a même poussé ses recherches jusqu'à déterminer d'une manière aussi plausible, qu'ingénieuse, les différens degrés de ténuité que doivent avoir les parties constituantes des surfaces, pour réfléchir ou transmettre tel ou tel rayon, & pour faire qu'un corps vû par réflexion, ou par sa transparence, nous paroisse de telle couleur plutôt que de toute autre.

Il fit ce calcul d'après l'expérience suivante (a). Il appliqua l'un sur l'autre deux verres objectifs, l'un plan

(a) Optiq. L. 2, par. 1, IV obser.

convexe, propre à un télescope de 14 pieds, & l'autre convexe des deux côtés, & propre à un télescope de 50 pieds, ou environ, de façon que la surface plane de l'un répondoit à l'une des surfaces convexes de l'autre; & pressant légèrement ces deux verres l'un contre l'autre, il observa à l'endroit de leur contact, un petit espace circulaire blanc, entouré de plusieurs anneaux différemment colorés & séparés les uns des autres par des intervalles blancs, ou, pour mieux dire, diaphanes & transparens. En appliquant ces deux verres sur une surface noire, le centre au lieu d'être blanc & diaphane, comme dans le premier cas, devint noir, & les cercles colorés subsisterent comme précédemment.

Dans ces deux circonstances, il reste une petite lame d'air circulaire, interceptée entre les deux verres; cette lame d'air, eu égard à la convexité des deux objectifs, s'amincit à proportion qu'elle approche de leur contact, ou elle manque tout-à-fait: de-là lorsque ces deux verres sont appliqués sur une surface noire, il pa-

Qij

roît au centre, c'est-à-dire, au point de leur contact, un espace circulaire noir; parce que la lumière passant en cet endroit, comme au travers d'un milieu homogène, rencontre au-delà un fond noir & obscur, qui ne la renvoie pas, & que la sensation du noir dépend de la privation des rayons de la lumière, & que cette privation a toujours lieu, lorsque les rayons ne sont point réfléchis ou transmis.

Ce qui confirme cette idée, c'est que ce même espace paroît diaphane & éclairé, lorsqu'ayant supprimé la surface noire, on regarde à travers l'épaisseur de ces deux verres.

On apperçoit autour de cet espace circulaire des cercles différemment colorés : or la lame d'air interceptée entre ces verres, a différens degrés de ténuité, qui vont toujours en décroissant jusqu'à l'endroit de leur contact, ainsi les couleurs variant à proportion que cette lame varie, ce n'est point sans raison que *Newton* a soupçonné que les différentes couleurs sous lesquelles les objets colorés se présentent à notre vue, dépendent des différens degrés de ténuité

des molécules constituantés de leurs surfaces.

CCCCXXVIII. Soit que la disposition des molécules constituantés des surfaces qui rend les corps propres à réfléchir, ou à transmettre tel ou tel rayon, & conséquemment à paroître d'une couleur plutôt que d'une autre, consiste dans les différens degrés de ténuité de ces molécules, ou qu'elle dépende d'une autre combinaison quelconque de ces différentes parties; il n'est ~~est~~ pas moins constant, qu'on ne peut altérer la disposition des molécules constituantés des surfaces des corps colorés, qu'on n'altère, ou qu'on ne change leurs couleurs.

Pour mettre quelque ordre dans ce que je me propose de faire observer par rapport aux corps colorés, voici les faits principaux que je vais établir & démontrer par expérience.

1°. On parvient à produire une couleur déterminée, en mêlant ensemble deux liquides, qui séparément pris, n'ont aucune couleur, & sont très-limpides.

2°. On change une couleur en une

Q iij

autre , par l'addition d'une liqueur non colorée.

3°. Deux liquides colorés , combinés ensemble , prennent une couleur différente de celles de chacun de ces liquides avant le mélange.

4°. On peut faire perdre aux liquides colorés leur couleur , en les mêlant avec des liquides non colorés , & retablir la première couleur , par l'addition d'un liquide non coloré.

Pour le premier Phénomene.

CCCCXXIX.

Mêlez ensemble, & vous aurez:

- 1°. De l'esprit de-nitre & de la solution de fleurs de roses , faite avec de l'esprit-de-vin , le rouge.
- 2°. De la solution de mercure , & de l'huile de tartre , l'orangé.
- 3°. De la solution de sublimé, & de l'eau de chaux, le jaune.
- 4°. De la teinture de roses , & de l'huile de tartre, le verd.
- 5°. De la teinture de roses , & de l'esprit d'urine , le bleu.

- 6°. De la solution de cuivre, & de l'esprit de sel ammoniac, l'indigo.
- 7°. De la solution de sublimé, & de l'esprit de sel ammoniac, le blanc.
- 8°. De la solution de sucre de plomb, & de vitriol, le noir.

Pour le second phénomène.

Mêlez ensemble, & vous aurez:

- 1°. De la teinture de tournesol, & de l'esprit-de-nitre, une couleur de feu.
- 2°. Du syrop de violettes, & de l'huile de tartre, le verd.
- 3°. De la solution de vitriol bleu, & de l'esprit volatil de sel ammoniac, le bleu foncé.

Pour le troisième phénomène.

Mêlez ensemble, & vous aurez:

- 1°. { *Jaune de la teinture de saffran,* } le verd.
 { *Rouge de la teinture de roses rouges,* }
- Q iv

- | | | | | |
|------------------|---|---|---|-------------------------------|
| 2 ^o . | { | <i>Bleu</i> de la teinture de violettes. | } | le |
| | | <i>Brun</i> de la teinture de l'esprit de soufre. | | |
| 3 ^o . | { | <i>Rouge</i> de la teinture de roses rouges. | } | le bleu. |
| | | <i>Bleu</i> de l'esprit de corne de cerf. | | |
| 4 ^o . | { | <i>Bleu</i> de la teinture de violettes. | } | le violet. |
| | | <i>Bleu</i> de la solution de cuivre. | | |
| 5 ^o . | { | <i>Bleu</i> de la teinture de violettes. | } | l'indigo
ou le
pourpre. |
| | | <i>Bleu</i> de la solution de vitriol de Hongrie. | | |
| 6 ^o . | { | <i>Bleu</i> de la teinture de bluets, ou de cyanus. | } | le verd. |
| | | <i>Bleu</i> de l'esprit de sel ammoniac coloré. | | |
| 7 ^o . | { | <i>Bleu</i> de la solution de vitriol de Hongrie. | } | le jaune. |
| | | <i>Brun</i> de lixivium. | | |
| 8 ^o . | { | <i>Bleu</i> de la solution de vitriol de Hongrie. | } | le noir. |

- | | | | | |
|----|---|--|----------|-----------|
| } | <i>Rouge</i> de la teinture
de roses rouges. | } | le noir. | |
| | <i>Bleu</i> de la teinture de
cyanus. | | | |
| 9° | } | <i>Verd</i> de la solution
de cuivre. | } | le rouge. |

Pour le quatrieme phenomene.

Mêlez ensemble, & vous aurez:

- | | | | | |
|----|---|---|---|----------------------|
| 1° | } | <i>Verd</i> de la solution de
cuivre. | } | couleur
détruite. |
| | | Non coloré de l'es-
prit-de-nitre. | | |
| } | } | Non coloré de l'huile
de tatre. | } | rétablie. |
| | | <i>Rouge</i> de la teinture
de roses rouges. | | |
| 2° | } | Non coloré de la so-
lution de vitriol. | } | noir. |
| | | Non coloré de l'huile
de tatre. | | |
| } | } | <i>Rouge</i> tendre de la
teinture de roses. | } | beau
rouge. |
| | | Non coloré de l'es-
prit de vitriol. | | |
| 3° | } | Non coloré de l'esprit
de sel ammoniac. | } | verd. |
| | | Non coloré de l'huile
de vitriol. | | |

4°.	Verd de la solution de verd-de-gris.	} couleur détruite.
	Non coloré de l'esprit de sel ammoniac.	} pourpre.

CCCCXXX. Si des liqueurs qui ne font point colorées, prises séparément, le deviennent par leur mélange ; ce changement ne peut venir, que de la disposition de leurs parties, qui les rend propres à transmettre tel ou tel rayon en particulier ; tandis que prises séparément, elles les transmettoient tous indistinctement.

La même cause, mais agissant d'une manière différente, a pû produire les autres phénomènes que nous avons observés ensuite. En effet rien de plus analogue à la nature des liquides dont nous avons fait usage, que de penser, comme le remarque très-bien l'*Abbé Nollet* (a), que de l'esprit-de-nitre, versé sur de la teinte de tournesol,

(a) Nollet, leçons de Phys., T. V, p. 436.
IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

divise les molécules trop grossières de cette dissolution, & dispose tellement ces molécules entre elles, que ce nouveau mixte devient propre à livrer passage aux rayons rouges; tandis que l'huile de tartre produisant un effet contraire, par son addition avec le syrop de violettes, ne laisse dans ce mixte, que des ouvertures propres à laisser passer une lumière plus foible de sa nature, telle que celle des rayons verts.

CCCCXXXI. En continuant ces différens mélanges, on observe que tous les phénomènes repondent exactement à cette théorie.

Si on verse de la solution de sublimé corrorif, sur de l'huile de tartre; ces deux liqueurs qui, séparément prises, sont limpides, perdent leur limpidité dans le mélange, & forment une couleur de rouille foncée. Si on verse par-dessus, de l'esprit volatil de sel ammoniac, le mixte devient laitieux: enfin la couleur disparoît & la première limpidité rénaît; en versant sur le mélange, une certaine quantité d'esprit-de-nitre.

Réfléchissant sur ces phénomènes,

Q vj

nous voyons qu'ils viennent se ranger comme d'eux-mêmes, & se prêter à l'explication que nous venons de donner des précédens. Car la limpidité consiste dans l'alignement parfait, & en toutes sortes de sens, des pores des substances limpides. Cet alignement depend donc de la disposition, qu'ont entre elles, les molécules constituan-tes de ces substances. Or quoiqu'on mêle ensemble deux substances qui séparément prises, sont limpides; il ne s'en suit pas pour cela, que leur mélange doive jouir de la même propriété. On ne doit donc point être surpris, que le mélange de deux liquides limpides devienne opaque.

L'esprit de nitre versé sur un tel mélange, rétablit la limpidité; parce que cet acide brise les liens, que les molécules des liqueurs s'étoient formés par leur mélange, & conséquemment rétablit leur première disposition.

CCCCXXXII. Tout ce qui pourra altérer la disposition des molécules constituantés des mixtes, les rendra propres par-là, à réfléchir différens rayons, & conséquemment altérera

& changera leur couleur, suivant le changement plus ou moins grand qui sera produit dans la disposition de leurs molécules.

Le contact de l'air, celui du feu, produit tous les jours de ces changemens, auxquels le vulgaire ne fait point attention, mais qu'un Physicien ne peut se laisser d'admirer. C'est au contact du premier de ces deux fluides, que nous devons attribuer la couleur verte, qui rend nos prairies si agréables à la vûe : car l'herbe de sa nature n'affecte aucune couleur par préférence à une autre. Sans le contact de l'air, auquel elle est continuellement exposée, nous verrions toutes les herbes d'une blancheur qui fatiguerait la vûe : nous en avons un exemple familier dans la culture de nos jardins. La chicorée, par exemple, qui vient en plein air, pousse des feuilles qui sont toujours vertes ; celle qui vient sur des couches, ou sous des cloches, ne verdit jamais : elle conserve cette blancheur, qu'elle porte avec elle sur nos tables.

On trouve communément sur les

côtes orientales & occidentales d'Angleterre, une espece de coquillage, qu'on connoît sous le nom de pourpre, eû égard à la couleur qu'il nous fournit ; ce coquillage ressemble assez au *Murex* & au *Buxinum*, d'où les anciens tiroient cette couleur. Lorsqu'on a cassé ce coquillage, & qu'on en a retiré le poisson, on voit vers la tête de cet animal, une veine transversale : si on ouvre cette veine, & qu'on en exprime la liqueur sur une toile blanche, la teinture paroît d'un fort beau verd : exposée au soleil, elle devient en peu de minutes d'un verd foncé, ensuite verd de mer, bleuâtre, rouge, pourprée, & si on la laisse une heure ou deux au soleil, elle devient d'un très-beau pourpre fixe.

CCCCXXXIII. Les corps exposés à l'action du feu, nous présentent souvent les mêmes phénomènes à examiner. Ce fluide change tellement la disposition des molécules insensibles, qui composent, par exemple, les substances crustacées, telles que les écrevisses, les crabes & quelques autres de cette espece, que lorsque ces coquillages sont exposés pendant quel-

que tems à l'action du feu, ils deviennent d'un fort beau rouge.

L'encre de Colbot est encore une preuve de cette vérité. Si on écrit sur un papier blanc avec de la teinture de Colbot, sitôt que l'évaporation aura enlevé le véhicule, qui tient le Colbot en dissolution, le papier ne paroîtra aucunement empreint de la substance qui y résidera; mais si on fait chauffer ce papier, les traits formés par le Colbot, prendront une couleur verte, qui les fera distinguer très-sensiblement & qui disparoîtront ensuite, à proportion que le papier se refroidira, pour ne reparoître que lorsqu'on l'aura fait chauffer de nouveau.

Une rose rouge exposée à la fumée de la fleur de soufre, perd sa couleur & devient blanche.

Toutes ces expériences nous prouvent d'une manière très-sensible, que les couleurs sous lesquelles nous voyons les différens objets colorés, ne dépendent que de la disposition particulière de leurs molécules, qui les rend propres à réfléchir, ou à transmettre différens rayons colorés; de

même que de la réunion de tous les rayons, il résulte une couleur blanche, de même les corps qui réfléchissent indistinctement tous les rayons, nous paroissent blancs, & ceux qui les absorbent, doivent par la raison contraire, nous paroître noirs; c'est ce que produit le mélange d'une infusion de noix de galle avec une infusion de vitriol de mars.

Le vitriol de mars contient quantité de parties ferrugineuses. Tant que ces parties sont isolées & flottent librement dans le dissolvant, elles ne nuisent point à la transparence; parce qu'elles sont d'une tenuité & d'une figure propres à se combiner de façon qu'elles livrent passage à toutes sortes de rayons: aussi la dissolution de vitriol, lorsqu'elle est recente & peu chargée, est-elle très-limpide; mais lorsqu'on la mêle avec l'infusion de noix de galle, les parties ferrugineuses, dont nous venons de parler, s'unissent aux parties gommeuses de la noix de galle: elles forment une nouvelle texture qui ne permet plus aux rayons de passer librement, ils sont donc, pour ainsi dire, absorbés


dans le mélange, qui conséquemment nous paroît noir.

On peut détruire cet effet & rétablir la transparence, en versant sur le mélange quelques gouttes d'esprit de nitre.

L'esprit de nitre est le véritable dissolvant des parties ferrugineuses, par conséquent dès qu'on en verse sur un tel mélange, il s'empare de ces sortes de parties, il les sépare de celle de la noix de galle, & il rétablit la première disposition du mixte.

Ceux qui seront curieux d'une plus grande suite d'expériences de ce genre, pourront consulter les Auteurs qui ont écrit sur cette matière (a), d'où j'ai tiré une grande partie de celles que je viens de rapporter.

(a) Tentamina Florentina, part. 2, p. 93. Boerhaave, chemia V. 2, p. 535. Helsing, ch. 10, p. 304. Hierne, acta chemiç. Holmius, f. 2, C. 6, p. 186.

*La lumière de la pleine Lune, à sa
moyenne — Distance de la
terre, est 300000  fois plus rare
que celle du soleil.*

L E Ç O N X I.

De l'Eau.

CCCCXXXIV. **L'**Eau qui va faire l'objet de cette leçon, est une des substances les plus précieuses, qui soient sorties des mains du Créateur. Elle concourt à la production de toutes celles qui sont nécessaires à l'entretien de la vie animale, & au bien-être de l'homme. Les plantes ne végeroient point & ne prendroient aucune accroissance, si l'eau ne serroit de véhicule aux suc nourrisriers qui leur sont indispensablement nécessaires. Les minéraux ne se formeroient point dans le sein de la terre, si l'eau n'entraînoit avec elle & ne réunissoit les différentes parties qui les composent, en leur fournissant le *gluten*, qui leur est propre. L'homme ne trouveroit aucun goût aux alimens qu'il prend, si l'eau ne dissolvoit les parties salines qu'ils contiennent, & qu'on leur ajoute, & ne les rendoit

par ce moyen, capables d'agir & de velliquer les papilles nerveuses de la membrane gustative. La vie même de l'homme ne pourroit être de longue durée, si l'eau ne délayoit les alimens qu'il prend, & ne donnoit de la fluidité aux différentes humeurs qui circulent dans l'habitude de son corps.

L'eau nous procure encore quantité d'autres avantages, dans le détail desquels je ne puis me permettre d'entrer, & qu'on trouvera exposés dans quantités d'Auteurs (a).

CCCCXXXV. Cette substance si nécessaire à l'homme, se présente à nos recherches sous trois états différens, sous lesquels elle mérite d'être considérée. 1°. Elle se présente sous la forme de liqueur. 2°. Sous celle de vapeur. 3°. Sous une forme solide, qu'on appelle glace.

CCCCXXXVI. L'eau coulante, ou considérée comme liqueur, peut encore être considérée, ou comme

(a) Niewentyt. exist. de Dieu demont. par les merv. de la nat. 11. part. c. 4. Fabricius Théolog. de l'eau. Smith, traité des vertus medecinales de l'eau.

élémentaire , ou comme mixte. Considérée sous le premier de ces deux rapports , c'est une substance composée de parties homogènes , sans couleur , sans odeur , sans goût , à laquelle les Chymistes donnent le nom de phlegme. Elle entre dans la composition de tous les mixtes ; *Thales* (a) , *Empedocle* , *Vanhelmon* , *Eller* (b) , & plusieurs autres , la regardent même comme le seul & unique principe de tous les mixtes. De tous ceux qui ont embrassé ce sentiment , il n'y en a aucun qui l'ait développé avec plus de soin & d'une manière plus satisfaisante , que le célèbre *Eller* , dont nous venons de parler ; mais cette question , toute intéressante qu'elle soit , nous éloigneroit trop de notre objet. Ceux qui seront curieux d'en suivre le développement , pourront consulter le Mémoire que nous venons de citer : nous ferons seulement observer ici , que l'expérience qui fait la base de l'hypothèse de M. *Eller* , mérite d'être examinée avec soin , & que quoiqu'il

(a) Quæst. Acad. L. 4 , cap. 118.

(b) Mem. de l'Acad. de Berlin, T. 4.

soit vrai, qu'une petite quantité d'eau mise dans un mortier de verre, & triturée jusqu'à un certain point, passe par différens états de coagulation, & qu'une partie de cette eau se convertisse en une terre extrêmement fine & déliée, tandis que l'autre s'évapore (a); je ne crois pas qu'on puisse regarder cette terre, qui résulte de cette trituration, comme une simple transmutation de l'eau, & tout nous porte à soupçonner que l'eau ne fournit ici qu'un *gluten* qui sert de lien aux parties étrangères qui nageoient dans son sein, & aux parties du mortier & du pilon, qui ont pu se détacher pendant l'opération.

CCCCXXXVII. L'eau considérée comme élémentaire, entre dans la composition de tous les mixtes: car il n'y en a aucun qui ne fournisse de l'eau dans l'analyse chymique; mais il ne faut pas s'imaginer pour cela, que l'eau qu'on retire par ascension, dans nos laboratoires de chymie, soit absolument pure & totalement dégagée de parties hétérogenes; quelques précautions qu'on prenne pour la

(a) Mem. de l'Acad. de Berlin, T. 3.

purifier, elle conserve toujours quelques parties étrangères, qui sont extrêmement volatiles, & qui s'élevent avec elle, au plus petit degré de chaleur possible.

L'eau néanmoins distillée plusieurs fois à feu lent, peut passer pour assez pure, & on peut en faire usage pour connoître les différentes propriétés de l'eau.

Les Chymistes regardent cette eau, comme un menstrue universel de toutes les substances salines. En effet si nous en exceptons un sel qu'on trouve dans l'Etrurie, il n'y en a aucun qui ne soit dissoluble dans l'eau. Ils ne le sont cependant pas tous également; il y en a quelques-uns qu'elle ne dissout pas si aisément que les autres. En général elle les dissout plus aisément, lorsqu'elle est chaude, que lorsqu'elle est froide: car la chaleur augmente l'activité des parties de l'eau, en les rendant plus mobiles. Ce fait quoiqu'expliqué de différentes manières, est reconnu de tous les Chymistes. Le célèbre *Eller* remarque que huit onces d'eau pure, qui n'a que 33 degrés de chaleur, selon l'échelle de

Farinheit, ne dissout à peine que $\frac{1}{64}$ de son poids, de sel commun, & que si cette chaleur diminue insensiblement jusqu'au 32^{me} degré, le sel se retire peu-à-peu, & se ramasse au fond du vaisseau; mais que si au contraire on augmente la chaleur de 10 à 12 degrés; cette même quantité d'eau suffira pour dissoudre 2 onces du même sel: enfin que si la chaleur augmente jusqu'au terme de l'ébullition, elle en dissoudra une quantité égale à son poids (a).

Pour répéter cette expérience d'une manière expéditive & suffisante pour confirmer cette observation; mettez deux onces d'eau dans trois bocaux différens; faites que l'eau de chacun de ces bocaux, ait différente température, comme 10, 30, 50 degrés, selon l'échelle de M. de *Reaumur*. Jetez dans chaque bocal une once & demie de sel marin pulvérisé, & vous observerez, après la dissolution, la quantité de sel qui restera au fond de chaque bocal.

CCCCXXXVIII. Nous n'entrerons

(a) Mem. de l'Acad. de Berlin, T. 3.

point ici dans le détail des différentes quantités de sels qu'une quantité d'eau donnée peut dissoudre; ces expériences sont extrêmement délicates & très-longues à faire. D'ailleurs nous en avons des résultats très-exacts, d'après les expériences faites par quantité d'habiles Physiciens (a). Je ferai seulement remarquer ici, que les sels alkalis sont ceux qui se fondent le plus promptement. Le sel ammoniac se fond plus lentement, & le borax est de tous ceux que nous connoissons, celui qui se fond le plus difficilement.

Ce qu'il y a encore à observer dans les dissolutions des sels; c'est que lorsque le liquide qu'on a employé, pour en procurer la fusion, en a dissout une certaine quantité, il n'en peut plus dissoudre de la même espèce; & c'est ce que les Chymistes appellent le *point de saturation*. Néanmoins, si on donne à ce liquide un sel plus aisé à fondre, il en dissoudra encore une

(b) Boerhaave, chymie. Muffenbroek, anci. édit. T. 1, p. 429. Eller, mem. de l'Acad. de Berlin, T. 3.

certaine

certaine quantité, moindre cependant que celle qu'il auroit dissout, s'il n'avoit pas déjà été saturé d'un autre sel. Par exemple, si après avoir rassasié de salpêtre une certaine quantité d'eau distillée, vous jetez du sucre dans cette eau, elle en pourra encore dissoudre une certaine quantité; parce que le sucre est plus dissoluble que le salpêtre.

Ce phénomène a lieu, & peut se répéter plusieurs fois dans la même eau, si on a soin de lui donner à dissoudre successivement des sels de plus en plus dissolubles.

Lorsqu'un sel quelconque est dissout dans de l'eau, les petites molécules de sel séparées de la masse dont elles faisoient partie, pénètrent dans les pores de l'eau, s'assimilent & s'unifient avec les parties de ce fluide. Cette addition rend les parties de l'eau plus grosses; ce qui fait qu'elles ne sont plus propres à pénétrer une plus grande quantité du même sel, & à en dissoudre encore: mais quoique ces parties soient trop mousses & trop grosses pour agir sur une même espèce, elles ne le sont pas trop pour

pénétrer un sel, dont les pores sont plus grands, & dont la liaison des parties est plus foible : elles peuvent donc encore dissoudre une certaine quantité d'une autre espece de sel plus dissoluble.

CCCCXXXIX. L'eau considérée comme princips jouit encore de quantité de propriétés qu'elle a en commun avec l'eau considérée comme mixte ; c'est pourquoi nous les examinerons en considérant l'eau sous ce dernier rapport.

Cette eau est celle dont nous faisons usage pour nos besoins ordinaires. Il y en a de plusieurs especes qu'on peut réduire à six ; sçavoir, 1°. l'eau de pluie qui tombe souvent sous la forme de neige & de grêle ; 2°. l'eau de fontaine ; 3°. l'eau de lacs ; 4°. l'eau de riviere ; 5°. l'eau de puits ; 6°. l'eau de mer.

CCCCXL. La pluie avant de tomber sur la terre, a déjà appartenu à notre globe : ce sont des vapeurs qui se sont élevées plus ou moins haut dans l'athmosphere, qui s'y sont condensées, en partie par le froid qu'elles y ont éprouvées, en partie par le concours des nuées, dont les parties se

font plus ou moins rapprochées les unes des autres , & se font plus ou moins fortement attirées pour y prendre la forme de pluie. Si ces vapeurs se font élevées vers les confins de l'athmosphere , qu'on regarde , à juste titre , comme la région de la neige , non-seulement elles s'y condensent au point de former de la pluie ; mais plusieurs de ces parties se réunissant ensemble & se congelant , forment de la neige ou de la grêle , qui conserve la même forme , & parvient ainsi sur la surface de la terre , lorsque les régions inférieures de l'athmosphere qu'elle est obligée de traverser ne sont point assez chaudes pour la fondre & la réduire en pluie , comme il arrive assez souvent.

La pluie tombant sur la surface de la terre , la pénètre & coule sur différentes couches. Cet écoulement se faisant toujours sur des especes de plans inclinés ; il arrive quelquefois qu'il se trouve des crevasses , des ouvertures par où l'eau de pluie peut s'échapper dans son cours , & par où elle jaillit plus ou moins haut , pour former des fontaines.

R ij

Lorsque l'eau de pluie s'est filtrée sur différentes couches de la terre, & qu'elle s'est ramassée dans des creux profonds, elle forme alors des lacs & des marais. Ces différentes eaux, sçavoir, celles des fontaines, des lacs & des marais, produisent des rivières, conjointement, ou séparément : souvent les lacs doivent leur origine à la pluie, aux fontaines & aux marais, & ils reçoivent avec ces eaux, toutes les parties étrangères qu'elles charroient avec elles.

L'eau des rivières donne naissance à l'eau de puits. Toutes celles qui ont un écoulement libre, vont se rendre dans un réservoir commun, que nous connoissons sous le nom de mer. Son eau est salée & amère, & nullement potable ; sa salure lui vient des bancs de sel qui y sont contenus, & qui s'y dissolvent ; son amertume vient du bitume que lui fournissent quantité de sources, qui confondent leurs eaux avec celle de la mer : elle dépend encore des huiles fœtides & empyreumatiques de certaines plantes & des animaux qui se pourrissent dans son sein,

CCCCXLI. Depuis longtems on a cherché un moyen sûr & commode à mettre en exécution, pour rendre l'eau de la mer potable: on a employé pour cet effet la filtration, & si on s'en rapporte aux observations du Comte de *Marsilly* (a), l'eau de la mer perd son amertume & sa salure, en se filtrant à travers une grande quantité de sable. Le succès n'a cependant pas toujours répondu à l'attente de ceux qui ont mis cette pratique en usage: car *Feuillée* nous apprend qu'une certaine quantité d'eau de mer, qu'il avoit fait filtrer trois fois de suite dans un verre, qui contenoit 13 pouces de sable en hauteur, n'avoit point perdu pour cela toute son amertume & toute sa salure (b). Les anciens se servoient de boules creuses de cire, qu'ils faisoient descendre en mer, & qu'ils retiroient remplies d'eau douce: d'autres recommandent l'usage d'un pot de terre neuf bouché avec de la cire, & assurent qu'en laissant pendre ce pot dans la mer, l'eau se filtre à travers la cire

(a) L'Hist. de la mer pag. 32.

(b) *Feuillée*, Journal d'observ. T. I, p. 64.

& y dépose sa salure (a). Cette méthode n'est pas d'un grand avantage, eu égard à la petite quantité d'eau qu'elle fournit. Quelques-uns se sont avisés de faire bouillir de l'eau de la mer & d'en recueillir la vapeur, par le moyen d'une éponge (b); mais cette méthode a le même défaut que la précédente, & outre cela elle ne dépouille l'eau que de son sel & d'une partie de son mauvais goût. D'autres ont imaginé de jeter différentes graines dans cette eau (c) : d'autres y ont jetté différens sels ; mais aucune de ces méthodes n'a pu parvenir au point de perfection qu'on desire depuis si longtemps : d'autres ont eu recours à la distillation, en combinant l'eau de la mer avec différentes substances étrangères ; & personne que je sçache, n'a mieux réussi dans cette pratique que M. *Poissonnier*, Médecin de Paris.

CCCCXLII. Les eaux que nous buvons ne sont pas plus pures que

(a) Fournier, Hydrographie L. IX, ch. 26, p. 473.

(b) Le même, même endroit.

(c) Phil. transf. n. 245.

celles de la mer, & si elles sont portables, cela vient de ce que les substances étrangères qu'elles charroient avec elles, ne donnent point à ces eaux une faveur désagréable. Quelques expériences faciles à répéter suffisent pour constater cette vérité.

Mettez de l'eau distillée dans plusieurs vases; faites fondre dans chaque vase différens sels; dans l'un, par exemple, du sel marin, dans un autre du vitriol de mars, dans le troisième de l'alun, &c. Filtrez ensuite ces eaux séparément, pour ne laisser à chacune qu'une quantité suffisante de la substance étrangère qu'elle tient en dissolution. Si vous versez de l'infusion de noix de galle sur celle qui contient du vitriol de mars, elle s'obscurcit, & elle prendra une couleur tirant sur le violet. L'huile de tartre versée sur celle qui contient du sel marin, lui fera prendre une couleur laiteuse: en général, si vous versez séparément sur chacune de la dissolution d'argent par l'esprit de nitre, elles prendront différentes couleurs, suivant l'espece de sel qu'elles tiendront en dissolution.

R iv

Or il n'est aucune espece d'eau de toutes celles que nous buvons, qui ne prenne une certaine couleur, par son mélange avec la distillation d'argent, & ces différentes couleurs sont relatives aux parties hétérogenes qui nagent dans leur sein.

La raison de ce phénomène vient de ce que les parties hétérogenes qui demeurent suspendues dans différentes eaux, sont extrêmement tenues; elles n'y sont point répandues en assez grande quantité pour altérer la transparence & la limpidité de l'eau: mais par les mélanges que nous venons d'indiquer, on offre à ces parties des substances avec lesquelles elles ont une plus grande affinité, qu'avec les molécules de l'eau: elles se détachent donc, pour ainsi dire, de ces dernières, pour s'assimiler avec celles qu'on leur offre. Il en résulte alors des parties plus grossières, qui dérangent la texture du liquide, & altèrent sa limpidité, en lui faisant prendre les différentes couleurs que nous venons d'observer.

L'expérience nous prouve donc qu'il n'y a point d'espece d'eau dans la na-

turè qui soit absolument pure; elles sont toutes combinées avec différentes substances qui se trouvent dans les endroits où quelques-unes reposent, ou qu'elles charroient avec elles pendant leur écoulement.

CCCXLIII. Si ces substances étrangères sont répandues dans ces eaux, en certaine quantité, elles leur donnent différentes vertus, & elles leur font produire quantité d'effets plus surprenans les uns que les autres. Je suis, à la vérité, bien éloigné d'ajouter foi à tout ce que les anciens nous ont transmis à cet égard. *Pline*, par exemple, rapporte que l'eau d'une fontaine consacrée à Jupiter, à Dodone, a la vertu d'éteindre les flambeaux allumés qu'on y plonge, & qu'elle a aussi la vertu d'allumer ceux qui sont éteints. On ne conçoit pas comment l'eau d'une fontaine puisse allumer un flambeau éteint; mais on conçoit aisément comment un flambeau allumé, embrase & allume l'eau d'une fontaine ou d'un ruisseau, ainsi qu'il arriva à un petit ruisseau qui est dans le Prieuré de Tremolac de l'Ordre

R v

de Cluſy (a). M. *Caffini* affura à l'Académie , qu'il y à Porette , proche de Bologne , une fontaine qui prend feu à la chandelle ; ce lieu appartient à M. *Ranucci* (b). *Pline* rapporte encore qu'il y a dans la Tofcane des ſources dont les eaux font blanchir le poil des animaux , & les cheveux des hommes qui en font leur boiffon (c). *Séneque* (d) & *Vitruve* (e) attellent le même fait. Les anciens font encore mention d'un fleuve qui ſe trouve en Sicile , dont les eaux aiguifent l'eſprit de ceux qui en boivent , & d'un autre fleuve qui eſt dans les Cyclades , (Iſles de la mer Egée) dont les eaux produifent un effet contraire. Nous liſons dans la plûpart des anciens quantité de merveilles de cette eſpece ; mais on rabattroit beaucoup de leur merveilleux , ſi on les examinait avec attention. Il en feroit comme de cette fameuſe fon-

(a) Lettre de M. Raoul , Conſeill. à Bourdeaux , à M. de Reaumur, Juillet. 1740.

(b) Hiſt. de l'Acad. des ſciences, an. 1687.

(c) *Pline*, L. 31, c. 2.

(d) *Seneque*, L. 3, c. 25.

(e) *Vitruve* L. 8, c. 3.

taine brûlante du Dauphiné qui fit tant de bruit autrefois, & qui depuis long-temps est réduite à un simple terrein bitumineux sans eau, où l'on voit quelquefois une flamme errante & légère, semblable à celle de l'eau-de-vie allumée (a). Je ne dis pas pour cela qu'il faille regarder comme fabuleux tout ce que nos ancêtres ont écrit à cet égard ; car on ne peut disconvenir que les eaux ne soient susceptibles de quantité de propriétés merveilleuses, eu égard aux qualités des substances étrangères qu'elles contiennent. Il y a, par exemple, des eaux qui contiennent beaucoup d'esprits, & qui enivrent comme du vin : on trouve une fontaine de cette espèce auprès de la ville de S. Baldemar. Il y a une semblable source dans l'Aquitaine, à une petite distance de Bessa. Il y a encore une fontaine dont l'eau produit le même effet, dans la Province de Toledé, proche Valence ; on dit la même chose du fleuve Lyncestius (b).

(a) Hist. de l'Acad. an. 1699.

(b) Varen. Georg. §. IV. c. 17. S. 6.

Nous avons à Senlis une eau qui ébranle les dents de ceux qui en boivent (a). *Vitruve* (b) rapporte qu'il y a une fontaine à Suze, dans la Perse, dont l'eau produit le même effet. *Pline* assure qu'il y en a une semblable dans l'Allemagne, auprès du Rhin.

CCCCXLIV. Quoiqu'il faille rabattre beaucoup de toutes les propriétés que les anciens ont attribué aux eaux; il n'en est pas moins constant que les eaux dont nous faisons usage, sont plus ou moins salubres, suivant qu'elles sont plus ou moins chargées de parties étrangères, de bonne ou de mauvaise qualité.

On préfère généralement pour son usage l'eau de fontaine; il y a néanmoins quelques restrictions à faire sur la préférence qu'on lui donne: elle doit son origine à la pluie, & elle passe par plusieurs canaux souterrains avant de jaillir. On doit donc faire une attention particulière aux endroits intermédiaires par lesquels

(a) Hist. de l'Acad. an. 1712.

(b) Vitruve L. 8, c. 2.

elle passe ; car il ne peut se faire qu'elle ne se charge de tous les corps étrangers qu'elle peut dissoudre & entraîner avec elle.

On en trouve plusieurs qui sont extrêmement chaudes : on a peine, par exemple, à tenir la main pendant quelques secondes, dans les eaux de Bourbonne (*a*) ; celles d'Aix sortent toutes bouillantes de la terre, & M. *Duhamel* rapporte, qu'il y fit durcir des œufs en peu de temps. Cette chaleur peut venir des fumées & des vapeurs souterraines, telles qu'on en apperçoit dans les mines de Hongrie (*b*), qui se mêlent avec ces eaux, ou de quelque mélange de minéraux de fer & de soufre, &c.

On trouve des eaux qui sont d'une acidité insoutenable, pour avoir passé par des terres chargées d'alun & de vitriol.

Il ne faut pas pour cela rejeter toutes celles qui ne flattent pas notre goût : il y en a plusieurs qui ne doi-

(*a*) Hist. de l'Acad. an. 1700.

(*b*) Hist. de l'Acad. an. 1668.

(*c*) Hist. de l'Acad. même année.

vent qu'à cette qualité, l'avantage de nous être de quelque utilité, en différentes circonstances; telles sont la plupart de nos eaux minérales. Les eaux de Passy, par exemple, contiennent, selon le rapport de M. *Lemery* (a), une certaine quantité de matieres ferrugineuses, & d'une terre qui renferme un acide, & une très-petite dose d'esprit vitriolique, très-léger & très-volatil. Les eaux de Vichy, suivant M. *Duclos* (b), contiennent un sel sulfureux; celles de Balarue sont fallées au goût, & elles rendent la peau de ceux qui y prennent les bains, douce & onctueuse (c). Les eaux d'Aix contiennent du soufre & du vitriol, qui abondent dans leur voisinage (d). L'analyse chymique qu'on a fait des différentes eaux minérales, nous apprend que ces eaux contiennent différents sels, des parties pierreuses, des parties métalliques, &c. c'est par le mélange de ces différentes parties, mais sur-tout par celui des parties sa-

(a) Hist. de l'Acad. an. 1701.

(b) Hist. de l'Acad. an. 1668.

(c) Hist. de l'Acad. an. 1699.

(d) Hist. de l'Acad. an. 1668.

lines & métalliques, que ces eaux font d'une grande utilité pour lever les obstructions, faciliter le mouvement des parties paralysées, &c.

CCCCXLV. S'il ne faut pas toujours consulter la couleur & le goût des eaux, pour en faire usage dans certaines circonstances; puisqu'il s'en trouve quelquefois qui ne flattent aucunement sous ces deux rapports, & qui nous sont cependant nécessaires; il s'en trouve aussi beaucoup qui nous trompent plus aisément par la raison contraire.

Nous trouvons quantité d'eaux extrêmement limpides, sans odeur, sans goût, qui ne sont cependant pas d'un bon usage; telles sont, par exemple, les eaux qui sont chargées de parties terrestres, ou de pyrites, de parties ferrugineuses, mêlées avec des sels & des parties vitrioliques; lorsque ces parties sont assez tenues, pour s'insinuer dans les pores des différens corps, qu'on y plonge, tels sur-tout que des végétaux, elles s'attachent à leurs parties solides, elles les corrodent, & elles les détruisent, à l'exception de leurs parties terrestres, qui

se convertissent alors en pierre, sans que la figure & la forme extérieure de ces corps, en soit altérée; c'est-à-dire, qu'on remarque toujours la direction des fibres ligneuses. *Bleskenius* rapporte qu'il y a une fontaine en Irlande, dont l'eau produit cet effet. *M. Clozier* (a) nous a donné la description d'un arbre totalement pétrifié, qu'il trouva dans une montagne située auprès d'Etampes. Les anciens connoissoient cette propriété pétrifiante dans les eaux de plusieurs fontaines, qu'ils ont indiquées. On peut consulter à cet égard les Ouvrages de *Vitruve* (b), *Pline* (c); *Strabon* (d) & de plusieurs autres. Toutes les eaux qui charroient avec elles des suc's pierreux, produisent le même effet dans quelqu'endroit qu'il se trouve des corps propres à les recevoir: aussi trouvons-nous quantité de pétrifications fossiles, plus curieuses les unes que les autres, par leurs diffé-

(a) Mem. de Mathém. & de Phys. T. 2, p. 508.

(b) Vitruve L. 3, c. 8.

(c) Pline L. 2, c. 103, L. 31, c. 26.

(d) Strabon L. 13, p. 529.

rens avancemens : car on trouve quelques-unes de ces substances, qui ne sont que simplement pétrifiées, d'autres qu'on peut ranger dans la classe des cailloux, & qui font feu avec l'acier, &c.

CCCCXLVI. Il arrive quelquefois que les sucx pierreux, que les eaux charroient avec elles, sont trop épais & trop embarrassés de parties terrestres, pour pénétrer dans les pores des corps solides; alors ces corps ne se pétrifient point; mais lorsqu'ils sont baignés par ces sortes d'eaux, le suc pierreux qui est une terre calcaire, se dépose sur leur surface, & leur forme une espece d'enveloppe, qu'on nomme incrustation, L'eau du canal d'Arcueil produit cet effet. Ces sortes de pétrifications sont pour l'ordinaire fragiles, & lorsqu'elles enveloppent du bois, on le découvre aisément, en les rompant: car il y forme au milieu comme une espece de noyau; il se forme encore de semblables incrustations autour des joncs qui croissent dans la Meuse.

CCCCXLVII. Non-seulement les sucx pierreux, les parties terrestres

que l'eau emporte avec elle, se déposent sur les différens corps qu'on y laisse plongés, pendant un certain tems; mais elle se décharge aussi des parties métalliques qu'elle roule & qu'elle entraîne dans sa course. Plusieurs Sçavans (a) ont fait mention des fontaines de Neuhausel, situées auprès d'Hergrand, qui surcuivrent le fer qu'on y plonge. Les eaux de Bourbonne dorment aussi l'intérieur des vases d'argent, dont on se sert pour les boire : celles d'Aix produisent le même effet. Un malade ayant bû de ces eaux pendant trois jours, dans une même tasse, fut fort surpris de la voir dorée en dedans (b).

CCCCXLVIII. Il y a des eaux qui se durcissent & qui se convertissent en pierre, lorsqu'on les tient renfermées dans des vases : on prétend même que les murs de la Ville de Lima sont bâtis de cette sorte de pierre (c); ce qu'il y a de constant, c'est qu'il y a certaines eaux qui sont tellement chargées de sucs

(a) Browinus memorab. p. 186. transf. Phil. n. 450.

(b) Hist. de l'Acad. an. 1700.

(c) Feuillée, jour. d'observ. p. 433.

pierreux , qu'il n'est pas nécessaire de leur donner aucun noyau quelconque , pour leur faire déposer ce suc & pour former des pétrifications : elles se pétrifient naturellement. Nous avons quantité de grottes , creusées dans l'épaisseur des rochers , dans lesquelles les eaux pénètrent difficilement , s'attachent & demeurent suspendues pendant quelque tems , aux fentes des voutes de ces sortes de grottes ; la partie aqueuse se dissipe insensiblement , les parties terrestres & pierreuses se rassemblent alors , sous la forme d'especes de colonnes de pierre. que les Naturalistes appellent *Stalactites*. On en trouve ici dans les caves de l'Observatoire de Paris : les plus fameuses que je connoisse , sont celles des grottes d'Arcy en Bourgogne , elles forment des colonnades considérables , & même quantité de figures différentes , capables d'effrayer ceux , dans qui l'imagination se prêteroit un peu à féconder les idées qu'elles excitent.

CCCCXLIX. Toutes ces observations & quantité d'autres semblables , qu'on peut faire sur les différentes

eaux, qui paroissent très-belles & très-pures, paroissent devoir nous embarrasser sur le choix de celles qu'on peut destiner à sa boisson. A considérer cependant les choses de près, il ne sera pas difficile de lever cet embarras. La petite quantité d'eau que nous prenons par jour ; la facilité avec laquelle les parties étrangères qu'elle emporte avec elle, peuvent se filtrer dans les différens couloirs du corps humain, doit rendre ce choix assez indifférent, en supposant seulement que les parties étrangères qui sont disséminées dans l'eau, ne sont point veneneuses, ou d'une qualité dangereuse de leur nature.

Cependant si nous voulons donner la préférence à celles qu'on regarde généralement comme les meilleures ; il faut choisir un eau insipide, sans couleur sensible & légère. Je n'entends point, par ce dernier terme, celle qui à volume égal, pese moins qu'une autre : cette différence de poids va à trop peu de choses, pour mériter notre attention ; car la pesanteur de l'eau de pluie étant exprimée dans toutes les tables,

Par les decimales.	1. 000.
La pesanteur spécifique de cette même eau distillée, =	999.
Celle de l'eau de mer,	1. 030.
Une autre espece,	1. 221.
Celle de puits,	0. 999.
Celle de fleuve (a) ,	1. 009.

En général , suivant les observations de M. *Halley* (b) , la pesanteur spécifique de l'eau , est à celle de l'air :: 840 : 1. & suivant celles de *Boyle* (c) , comme 814 : 1.

En prenant le mot *léger* à la rigueur , & strictement , on courroit souvent des risques à donner la préférence à l'eau qui seroit la plus légère ; car personne n'ignore que l'eau de neige est très-legere , & cependant l'observation nous apprend que son usage est dangereux. Les habitans des Alpes qui sont obligés d'en boire , sont sujets à avoir des gouettes , maladie qu'on attribue à l'usage de l'eau de neige.

Quand on recommande une eau lé-

(a) Mussenb. Phys. table des pesanteurs spécifiques.

(b) Trans. Philos. M. 1686.

(c) Exper. Nov. continuat. 2.

gere pour boisson, on doit entendre celle dont les parties sont plus déliées & plus mobiles : celle qui bout le plus aisément, & qui se refroidit de même, ainsi que le célèbre *Boerhaave* nous la recommande, & c'est pour l'ordinaire l'eau de pluie & de fontaine, qui jouissent de ces propriétés, lorsqu'elles ne sont point surchargées de parties hétérogenes; car il ne seroit pas possible d'en trouver qui fut parfaitement pure, comme nous l'avons déjà observé. La pluie en tombant, balaye, pour ainsi dire, & emporte avec elle les parties étrangères qui s'élevent dans l'atmosphère : l'eau de fontaine entraîne une partie de celles qu'elle rencontre dans les endroits par où elle coule : ainsi toute l'attention de celui qui choisit l'une ou l'autre, consiste à la recueillir dans des endroits qui n'abondent point en émanations dangereuses, s'il préfère l'eau de pluie : ou à la recueillir dans un endroit où il y ait peu de minéraux, qui ne sympatisent point avec l'œconomie animale, s'il se détermine pour l'eau de fontaine.

Ces notions, quelque courtes qu'elles

soient , suffisent pour nous mettre à portée de connoître la nature & les propriétés de l'eau , considérée comme liqueur ; nous allons la considérer maintenant comme vapeur.

CCCXLIX. L'eau tant élémentaire que celle que nous regardons comme mixte , est susceptible de différens degrés de chaleur , lorsqu'on l'expose à l'action du feu : cette chaleur qu'elle acquiert alors , vient de molécules ignées qui la pénètrent & qui y sont retenues entre les parties de l'eau. Lorsque la matière ignée pénètre une masse d'eau , elle écarte les parties de ce fluide , elle augmente leur mobilité , elle les met en mouvement , & elle les souleve , par l'effort qu'elle fait pour s'en échapper. La dissipation de la matière ^{ignée} emporte avec elle les parties les plus dilatées , qu'elle rencontre à la surface de l'eau. Ces parties qui s'exhalent alors , deviennent sensibles à la vûe , lorsqu'elles sont en grand nombre & qu'elles s'élevent dans une masse d'air , plus froide qu'elles , qui les condense , jusqu'à un certain point ; cette exhalaison des

parties aqueuses est connue sous le nom de *vapeur*.

CCCCL. Tous les fluides quelconques ont cela de commun avec l'eau, qu'ils s'évaporent : cette évaporation se fait plus ou moins difficilement, plus ou moins abondamment, suivant que les fluides qu'on veut faire évaporer, sont plus ou moins denses, & que leurs molécules constituantes ont plus ou moins d'adhérence entre elles. Mais comment se fait cette évaporation, & quels effets peuvent produire les vapeurs qui s'élevent d'un fluide ? C'est ce que nous allons examiner en peu de mots.

CCCCLI. Quant à la première de ces deux questions, je ne suivrai point les parties évaporées au-delà de la masse totale qu'elles abandonnent. Elles se dissipent alors dans l'atmosphère, & elles s'y élevent par une cause que nous ne connoissons point encore assez, quoique plusieurs Physiciens nous aient donné à cet égard, des idées assez plausibles.

Quant à la manière, selon laquelle les vapeurs se forment, je l'ai déjà
fait

fait entendre, en exposant l'effet que produit dans l'eau le feu qui la pénètre.

En effet, les parties ignées font, par rapport à l'eau, le même effet que feroient plusieurs petits coins qu'on chasseroit en toute sorte de sens, entre les parties intégrantes d'un corps : je dis les parties intégrantes ; car les parties ignées n'alterent point la nature de l'eau, qu'elles élèvent en vapeurs. On en a une preuve très-convainquante, dans la distillation de ce liquide. Les vapeurs qui s'élèvent sous le chapiteau de l'alambic, s'y condensent, & l'eau qui passe alors dans le récipient, est de même nature, & plus pure que celle de la cucurbite d'où elle est tirée; ce qui n'arriveroit point, si le feu décomposoit les parties de l'eau qu'il élève.

Les particules ignées s'insinuent donc dans les pores de l'eau, brisent, pour ainsi dire, les foibles liens qui les unissent, les écartent les unes des autres, augmentent le volume de la masse totale, & faisant effort pour s'échapper en toute sorte de sens, elles emportent avec elles les parties

qu'elles rencontrent à la surface, & qui sont très-dilatées.

Tous ces effets se manifestent d'une manière sensible. 1°. L'éloignement des molécules de l'eau, & l'augmentation de son volume, se fait remarquer dans l'expérience suivante.

Prenez un petit matras ; remplissez-le d'eau, de façon que ce liquide s'éleve jusqu'au tiers ou environ de sa queue : marquez la hauteur de l'eau, à l'aide d'un fil, que vous lierez sur la queue de ce matras : plongez ensuite sa boule dans un vase en partie rempli d'eau bouillante, & vous observerez que l'eau du matras s'élevera au-dessus du fil ; ce qui prouve que les parties de l'eau, pénétrées par la matière ignée, s'écartent les unes des autres, & que le volume total du liquide est augmenté.

2°. L'extrême dilatation des parties que le feu enleve & emporte dans l'atmosphère, se prouve parfaitement, en faisant réflexion sur la méthode dont nous avons fait usage (CCLXXVII.) pour remplir la boule d'un thermometre. En effet, nous fîmes remarquer alors, qu'il fal-

loit faire chauffer légèrement la boule de l'instrument , pour dilater en partie , l'air qui y est compris , afin d'y introduire ensuite une petite quantité de liqueur colorée ; nous fîmes ensuite bouillir cette liqueur jusqu'au point de la réduire en vapeurs. Lorsque cette liqueur fut réduite en vapeurs , nous plongeâmes l'extrémité du tube dans une masse d'une même liqueur , & nous observâmes que la boule de l'instrument en fut aussitôt remplie , à l'exception d'un petit globule d'air , qui resta intercepté entre la liqueur de la boule & celle du tube. Or les expériences de M. *Amontons* , nous ayant appris que l'air ne se dilate que d'un tiers , par une chaleur égale à celle de l'eau bouillante , & conséquemment qu'on ne peut remplir qu'un tiers de cette boule , en lui communiquant ce même degré de chaleur , lorsqu'elle est remplie d'air ; il s'ensuit qu'une liqueur qui s'évapore se dilate prodigieusement davantage ; puisque cette évaporation suffit pour remplir la boule & une partie du tube. Les observations des plus célèbres Physiciens nous apprennent que l'eau

réduite en vapeurs se dilate au point d'occuper un espace de treize à quatorze mille fois plus grand que celui qu'elle occupe lorsqu'elle conserve son état de liquidité (a).

L'eau réduite en vapeurs se dilate plus que tout autre fluide que nous connoissons. Elle se dilate soixante-trois fois plus que la poudre à canon. M. *Hauxbée* nous apprend, qu'ayant renfermé de la poudre à canon, dans la partie supérieure du tube d'un barometre rempli de mercure, & qu'ayant mis le feu à cette poudre, à l'aide d'un verre ardent, elle occupa par sa dilatation, un espace deux cens vingt-deux fois plus grand.

CCCCLII. Si la dilatation des vapeurs qui s'élevent de l'eau surpassent soixante-trois fois celle de la poudre à canon, les effets des vapeurs aqueuses doivent être de beaucoup supérieurs à ceux que produit l'inflammation de la poudre à canon. Cette proposition seroit vraie, comme le remarque très-bien *Mussenbroek*, (b)

(a) Nollet, Leçons de Phys. T. 4, p. 73.
Mussenbroek. anci. édit. T. 1, p. 424.

(b) Mussenbroek, anc. édit. T. 1, p. 424.

si la dilatation des vapeurs aqueuses s'exécutoit aussi promptement, que l'inflammation de la poudre. Or, l'expérience nous apprend qu'quoiqu'une goutte d'eau versée sur un fer rouge & épais, s'évapore aussi promptement qu'une égale quantité de poudre s'enflamme; néanmoins si on verse plusieurs gouttes dont le poids égal 2 ou 3 grains, la poudre s'allumera avant que l'eau soit évaporée; & il ne faut pas sensiblement plus de tems, pour allumer une grande, que pour allumer une petite quantité de poudre. La promptitude avec laquelle la poudre s'enflamme, fait donc plus que compenser l'excès de dilatation des vapeurs aqueuses, & conséquemment on ne doit point attendre des effets aussi considérables de la vapeur que de l'inflammation de la poudre.

CCCCLIII. Quoique les effets de la dilatation des vapeurs aqueuses soient de beaucoup inférieurs à ceux que produit l'inflammation de la poudre, on peut néanmoins augmenter les premiers; & les rendre très-sensibles. Il ne s'agit pour cela que de contraindre l'effort que ces vapeurs font

pour s'étendre en toute sorte de sens.

Remplissez en partie d'eau ou de tout autre fluide de petites boules de verre orbeses, qui se terminent par une petite queue, soudée hermétiquement; jetez quelques-unes de ces boules sur des charbons allumés: la matière ignée pénétrant ces petites ampoules, échauffera la liqueur qu'elles contiennent; cette liqueur s'échauffera au point de bouillir & de se réduire en vapeurs. Ces vapeurs faisant effort pour s'étendre & pour se mettre au large, seront retenues pendant un certain temps, par les parois qui s'opposent à leur dissipation: mais ces vapeurs s'échauffant de plus en plus, elles acquerront une plus grande force expansive, & elles parviendront enfin à briser, avec explosion, l'ampoule qui les contiendra.

L'expérience de l'éolipile est encore une preuve qui constate l'effort que peut produire une vapeur fortement dilatée. Faites chauffer sur des charbons, une éolipile, qui est un vase de cuivre fait en forme de poire, ainsi qu'on peut le voir par la (*Fig. 103.*) la queue de ce vase est percée d'un

très-petit trou : lorsque ce vase sera échauffé , l'air qu'il contenoit s'étant dilaté , & porté en partie dans l'athmosphere ; si vous plongez la queue de cet instrument dans une masse d'eau, le poids de l'athmosphere suffira pour pousser une petite quantité d'eau dans l'intérieur de l'éolipile : reposez-la ensuite sur des charbons allumés , jusqu'à ce que l'eau qu'elle contient soit réduite en vapeurs ; replongez-la après cela dans une masse d'eau , & elle se remplira , en grande partie , de ce liquide. Lorsqu'elle en sera remplie , placez-la encore une fois sur des charbons ardents , jusqu'à ce que la masse d'eau qu'elle contient bouille fortement & se réduise en vapeurs. Lorsque ces vapeurs sortiront avec impétuosité , par l'orifice de la queue , renversez l'éolipile , de façon que son fond soit tourné vers le haut , & conséquemment que les vapeurs se portent vers cette partie ; l'effort qu'elles feront alors pour se dégager , suffira pour pousser l'eau & pour la faire jaillir à une très-grande hauteur.

On peut rendre cette expérience amusante , en faisant usage d'esprit de

vin, pour remplir l'éolipile : car si, lorsque le jet s'élançe, & fort par la queue de cet instrument, on présente à ce jet une bougie allumée, il s'enflammera & formera un jet de feu d'une très-grande étendue.

CCCCLIV. On sçavoit depuis long-temps que la vapeur aqueuse qui fort par le bec d'une éolipile, étoit propre à souffler un charbon allumé, & à augmenter son embrasement : mais on a sçu depuis peu mettre à profit cette vapeur pour souffler la flamme d'une lampe, & en former une forge propre à y fondre du verre, ou de l'émail. AB (*Fig. 104.*) est une lampe semblable à celle dont les émailleurs font usage ; elle peut s'élever ou s'abaisser dans le canal CD, qui fait ressort ; EF est une espede de boîte cylindrique, selon la longueur de laquelle une lampe G à l'esprit de vin, s'éleve plus ou moins, & peut être contenue à telle hauteur qu'on veut, par le moyen d'un ressort. Cette lampe sert à échauffer une espede d'éolipile H, remplie en partie d'esprit de vin. Lorsque ce liquide est réduit en vapeurs par la chaleur de la

lampe G : si on dirige la lampe A B , de façon que cette vapeur porte exactement dans le centre de la flamme ; elle soufflera cette flamme & lui fera former un foyer très-ardent , dans lequel on pourra amollir de l'émail , ou des tubes de verre , pour en former ensuite différens ouvrages.

CCCCLV. Personne , à ce que je pense , n'a si bien mis à profit la vapeur de l'eau bouillante que M. *Papin*. Il imagina de faire mouvoir les pistons d'une pompe , par le secours d'une telle vapeur. Cette machine fut exécutée , avec tous les soins possibles , en Angleterre ; M. *Dalesme* , en France , profita de cette idée , & fit voir en 1705 , une machine qui faisoit jaillir l'eau à une très-grande hauteur , par le moyen d'une vapeur fortement dilatée. (a) Cette machine fut exécutée en grand , & elle sert encore à dessécher les mines de Condé en Flandres. On peut en voir la description , dans un excellent ouvrage de M. *Bélidor*. (b) *L'Abbé Nollet* a dé-

(a) Hist. del'Acad. en. 1705.

(b) *Bélidor* , Architecture hydraul.

crit dans ses Leçons de Physique une espece de Pompe semblable à celle de *Papin*, avec cette différence néanmoins, que cette machine n'a point de piston (*a*) ; mais elle est fort ingénieuse, & elle fait voir d'une manière aussi simple que curieuse, l'effet de la vapeur, pour pousser l'eau à une très-grande hauteur.

CCCCLVI. On peut juger par là de l'effort que produit la vapeur lorsqu'elle est retenue, & que son ressort est augmenté par les obstacles qu'elle trouve à son expansion. Cet effort devient d'autant plus grand, que l'obstacle qu'on lui oppose, devient plus difficile à lever ; car alors elle s'insinue facilement dans les pores des corps les plus durs ; mais sur-tout dans ceux des substances animales ; elle les humecte, elle les relâche, elle en divise le gluten, elle en forme, pour ainsi dire, l'extrait, & elle donne à ces corps une flexibilité, une mollesse, qu'on ne pourroit produire par tout autre moyen connu jusqu'à présent. C'est ce qu'on

(*a*) Leçons de Phys. T. 4, p. 84.

remarque d'une manière très-curieuse, dans une machine imaginée par M. *Papin*, & connue sous le nom de *Digesteur* (a) : cette machine est composée d'une espèce de marmite de métal, fort épaisse, dans laquelle on renferme des os & qu'on remplit d'eau, jusqu'aux trois quarts de sa capacité : on la ferme ensuite avec un couvercle fort solide de métal, contenu par une vis de pression. Entre la jonction du couvercle & de la machine, on place un anneau de carton mouillé, pour exclure toute communication du dedans au dehors : si on pose cette espèce de marmite sur un fourneau, l'eau s'y échauffe & se convertit en partie en vapeurs. Cette vapeur amollit tellement les os, qu'on peut les pétrir ensuite avec les doigts, & toute leur partie glutineuse conservée dans l'eau, forme une gélée, dont on pourroit faire usage, & qui pourroit être d'un grand secours pour le soulagement des pauvres. J'ai ouï dire qu'un Curé de Rouen avoit mis cette pratique en usage pour fournir

(a) *Papin*, la manière d'amollir les os.

du bouillon aux pauvres de sa Paroisse.

CCCCLVII. Nous trouvons encore un effet très-marqué de la dilatation des vapeurs, dans le recul des armes à feu, sur-tout dans le recul des canons, qui repoussent de très-grosses masses, & dont la difficulté à se mouvoir est encore augmentée, par le frottement de l'affut contre le terrain. Pour représenter en petit cet effet, établissez sur une espece de charriot à trois roues une poire creuse de métal, en partie remplie d'eau & fermée par un bouchon de liége; mais qui ne soit point fortement pressé: allumez sous cette poire une lampe à l'esprit de vin; lorsque l'eau sera convertie en vapeurs, cette vapeur poussera le bouchon avec effort, il s'échappera avec explosion, & vous verrez la machine reculer en arriere; plus ou moins brusquement, suivant que la vapeur aura été plus ou moins retenue. Il faut avoir soin de fixer solidement la poire sur le charriot.

Le recul de cette machine, vient de l'effort avec lequel cette vapeur s'échappe, ce qui fait qu'elle frappe l'air, qu'elle rencontre, avec une force à

laquelle il ne peut céder assez promptement. Il forme donc alors une espèce de point d'appui à cette vapeur ; ce qui fait qu'elle réagit en sens contraire contre le fond de la poire , & qu'elle repousse la machine en arriere. C'est pour une semblable raison que l'eau & l'air étant frappés par des coups subits deviennent des points fixes , l'un pour l'action des rames , & l'autre pour le vol des oiseaux.

CCCCLVIII. Après avoir considéré l'eau sous l'état de liquide , & sous celui de vapeur , il nous reste encore à la considérer sous l'état de glace. Qu'est-ce donc que la glace ? Comment se forme-t-elle , & quelles sont ses propriétés ? C'est ce que nous allons examiner.

La glace n'est autre chose que de l'eau qui a passé de l'état de liquidité à celui de solidité : mais comment se fait ce changement ? C'est sur quoi les Physiciens ne sont point d'accord. Je rangerai sous deux classes les différens sentimens qu'on a imaginé pour expliquer la formation de la glace.

CCCCLIX. Les uns ont regardé la g'ace comme une liqueur condensée.

Les autres l'ont regardée comme une liqueur raréfiée, & ces deux principes ont donné naissance à tout ce qu'on a dit sur la formation de la glace.

Ceux qui la regardent comme une liqueur condensée, font dépendre cette condensation de l'approximation des parties de l'eau, qui suit de la moindre quantité d'une matière interposée entre ses molécules. Et c'est en quoi les différentes hypothèses établies sur le même principe, s'accordent entr'elles : mais quelle est cette matière interposée entre les molécules de l'eau ? *Descartes* (a) prétend que c'est la matière de son second élément. *Rohault* (b), *Regis* (c), *Duhamel* (d), & plusieurs autres soutiennent que c'est la matière subtile. *Perrault* (e) prétend que les corps sont liquides, par l'interposition de certaines parties volatiles, qu'il appelle *corpuscules communs*, qui coulent, &

(a) Princip. de Philos. part. 2.

(b) Phys. T. 1, ch. 22.

(c) Cours de Philos. T. 2, p. 119.

(d) De meteoris & fossilibus, L. 1, c. 3.

(e) Œuvres de Phys. & de mech. T. 1,

qui passent à travers les corps. Ce flux vient-il à cesser ? ces corps passent alors de l'état de liquidité à celui de solidité. *Boerrhaave* (a) prétend que l'eau n'est jamais sans feu , & qu'elle en contient même une grande quantité. Si la quantité de ce feu diminue , au point que le thermometre , plongé dans cette eau , n'y soit qu'au trente-deuxieme degré , selon l'échelle de *Fahrenheit* , alors l'eau cesse d'être liquide & elle se convertit en glace. Ce célèbre Physicien prétend même que l'eau , dans son état naturel , est une espece de verre , que le trente-troisieme degré de chaleur fait fondre. *Hartsoeker* (b) est aussi de cet avis. *s'Grawesande* (c) a ajouté quelque chose à cette idée. Cet habile Physicien ne pense pas que la seule privation de la matiere ignée suffise pour former de la glace ; il a recours à une autre cause concomitante , sçavoir à l'attraction. L'eau , dit - il , est une glace fondue ; cette eau est - elle

(a) Chymie.

(b) Cours de Phys. T. 3.

(c) Essais de Phys. T. 2 , L. 4. c. IV..

privée du feu qui la dilatoit, ses particules s'attirent, se réunissent, & elles forment de la glace. Cette glace est-elle pénétrée par le feu, ses particules acquierent une force répulsive; elles s'éloignent les unes des autres; elles se meuvent, & elles forment un fluide. Avant de développer les systèmes qu'on a imaginés, pour expliquer la formation de la glace, il n'est pas hors de propos d'exposer en peu de mots les phénomènes qui accompagnent cette formation. Parmi ceux qui ont examiné ces phénomènes, je n'en connois aucun qui les ait suivis avec plus d'exactitude que M. de *Mairan* (a). C'est d'après cet habile observateur que je vais les exposer, afin de juger plus sainement de la cause qui produit cet effet.

CCCCLX. L'eau commence à se geler par des filets vers sa superficie; ces filets touchent, pour l'ordinaire, par un de leurs bouts, les parois du vase. Ils sont différemment inclinés aux parois, & ils forment avec elles divers angles, mais rarement un an-

(a) Dissert. sur la glace.

gle droit. Il se joint de nouveaux filets à ces premiers qui leur sont différemment inclinés, & ainsi de suite, jusqu'à ce qu'ils forment un premier tissu de glace, qui devient toujours plus épais à proportion que le froid continue ou qu'il augmente.

Ces filets se présentent sous différentes formes; la plus ordinaire cependant, est celle des feuilles d'arbres, ou de différentes parties de ces feuilles.

A proportion que l'eau approche de la congélation, il se fait dans son intérieur une espece de bouillonnement à l'occasion des molécules d'air qui en sortent, ou qui se détachent d'entre les interstices de l'eau. Cet air divisé se rassemble sous la forme de bulles, plus ou moins grosses, vers le centre & vers l'axe du vaisseau, que vers les bords & vers la superficie de la glace; mais elles sont en plus grand nombre vers le fond & vers les parties intérieures, d'où elles semblent quelquefois partir & y tenir par une queue, qui représente assez bien une larme, dont la tête est tournée vers l'axe.

Dans un vase profond & étroit, le milieu de la superficie de la glace

est ordinairement plus élevé que les bords ; parce que l'air qui s'amasse vers l'axe & vers le fond , s'y trouve en si grande quantité , qu'il a la force non-seulement de remonter , mais encore de rompre souvent , la premiere couche de glace , qui s'étoit formée sur l'eau.

Tels sont les phénomènes qu'on remarque tranquillement , lorsque la température de l'air n'est pas fortement altérée ; mais si le froid augmente , & qu'il survienne tout-à-coup , à peine a-t-on le temps de s'appercevoir de tous ces changemens ; ils se succèdent rapidement les uns aux autres ; les bulles d'air sont disséminées dans toute la masse , & le vaisseau casse ordinairement.

Soit que la glace se forme lentement , soit qu'elle se forme rapidement , on remarque toujours qu'un morceau de glace pese moins qu'un pareil volume d'eau.

Ce poids , quelque froid qu'il fasse , devient , par comparaison , d'autant plus petit , qu'elle s'évapore continuellement , & qu'elle augmente de plus en plus de volume ; de sorte qu'une

bulle d'air , qui ne paroiffoit d'abord que d'une ou de deux lignes de diametre , paroît quelques jours après , fous un volume quadruple. Cette augmentation de volume eft quelquefois fi confidérable , que la glace casse les vaisseaux dans qui elle se forme.

La force de la glace n'est jamais plus grande que lorsqu'elle est plus compacte ; telles font les glaces d'Islande. Elle devient quelquefois si solide , que pendant l'hyver de 1740 , où le froid surpassa en Russie celui de 1709 , on construisit à Pétersbourg un palais de glace de 52 pieds & demi de longueur sur seize pieds & demi de largeur , & vingt de hauteur , fans que le poids des parties supérieures & du comble , qui étoient aussi de glace , endommageât l'édifice. Les murs avoient deux ou trois pieds d'épaisseur. Les blocs de glace dont on s'étoit servi étoient taillés avec soin & embellis d'ornemens , & posés ensuite selon les regles de la plus élégante architecture. Il y avoit au-devant du bâtiment six canons de glace , faits sur le tour , avec leurs affuts & leurs roues , pareillement de glace , & deux

mortiers à bombes , dans les mêmes proportions que ceux que nous faisons de fonte. Les canons étoient de six livres de balle : on ne les chargeoit que d'un quarteron de poudre ; après quoi on y faisoit couler un boulet d'étoupes , & quelquefois de fer & de fonte. L'épreuve en fut faite un jour en présence de toute la Cour. Le boulet perça une planche de deux pouces d'épaisseur à soixante pas de distance. (a) *Olaus Magnus* (b) parle de murailles de glace , & de plusieurs autres ouvrages de défense , qu'on peut se procurer en temps d'hyver , contre les assiegeans , comme d'une pratique usitée chez les peuples septentrionaux. Le même Auteur & *Hamberger* , nous apprennent qu'en Suede & en Dannemark , une glace de deux doigts d'épaisseur peut porter un homme ; celle de trois doigts un cavalier armé ; celle de quatre à cinq pouces une troupe ; enfin , celle de dix à

(a) Descrip. de ce Palais par Graaf, traduit par M. Leroi. 1741.

(b) Hist. de gent. septent. L. II, C. 25, p. 381.

douze pouces une armée entière. La glace de la Tamise, en 1683, n'avoit que onze pouces d'épaisseur ; on alloit néanmoins en carrosse dessus (a).

Il faut remarquer ici qu'on doit prendre bien des précautions pour faire ces sortes d'épreuves ; il faut pour cela que la glace ait une très-grande étendue, & n'ait aucune fêlure : car il est démontré que sans cette condition, une glace qui seroit capable de porter une armée, ne pourroit porter cent hommes pesant chacun cent soixante livres, si elle n'avoit que 170 toises quarrées. Je borne à ces courtes notions, ce qu'on peut dire sur les phénomènes de la congélation ; examinons maintenant, comment on peut rendre raison de ces phénomènes.

CCCCLXI. On ne peut imiter les opérations de la nature qu'en faisant usage des ressorts qu'elle met en jeu ; & si on parvient à former de la glace, elle ne se forme que de la même manière que celle qui se forme sans le

(a) Hist. de l'Acad. des Sciences, an. 1709.

secours de l'art. Nous aurons donc recours aux congélations artificielles pour développer le mécanisme des congélations naturelles.

On ne parvient à former de la glace qu'en produisant un froid plus grand que celui de la glace même, & pour cela on se sert de glace pilée, mêlée avec différens sels.

Ce mélange ne produit son effet que par sa fusion. Plus cette fusion est prompte, & plus cet effet lui-même se manifeste promptement; de-là si l'on mêle du sel avec de la glace pilée, ces deux corps se fondront, premier phénomène. Si on plonge un thermomètre dans ce mélange, on le trouvera plus froid que chacune des substances qui concourt à sa combinaison, second phénomène. Si on plonge dans ce mélange un vase mince, rempli d'eau, cette eau se glacera, troisième phénomène. Si on met du sel dans cette eau, elle deviendra plus froide, & néanmoins elle ne sera pas si propre à se glacer, quatrième phénomène.

CCCCLXII. Les deux premiers phénomènes que nous venons d'exposer,

méritent d'être examinés avec attention. Du sel & de la glace pilée , mêlés ensemble, se fondent , & leur mélange néanmoins est plus froid que chacune des substances , qui entrent dans ce mélange. On ne peut donc pas dire , dans cette occasion , que la fusion de la glace soit occasionnée par la matière ignée ; au contraire , cette expérience dépose une plus grande dissipation de cette matière. Comment donc imaginer qu'un solide devient liquide , lorsqu'il est privé davantage de la cause qui produit & qui entretient la liquidité ; suivant le rapport de plusieurs Physiciens ? Voici comment *M. de Mairan* explique ce paradoxe (a).

Les molécules de sel qu'on mêle avec de la glace pilée , font l'office de petits coins : elles écartent les parties de l'eau qui s'étoient rapprochées , & si elles ne peuvent pénétrer d'abord entre ces parties , elles en détruisent la contiguité. L'action de ces petits coins est donc proportionnelle à celle d'une plus grande chaleur , & ils font

(a) Dissert. sur la glace. troiſ. part. p. 356.

en un moment, ce qu'une chaleur de 10 degrés (échelle de Reaumur), ne peut faire que dans un temps plus considérable.

Le troisième phénomène nous apprend que ce mélange plus froid que de la glace, est propre à congeler de l'eau, contenue dans un vase mince, plongé dans ce mélange : voici comment les partisans du même sentiment, expliquent cette congélation.

C'est une vérité reçue universellement, que le feu, & conséquemment la chaleur qui en résulte, se met en équilibre dans tous les corps contigus; ainsi un corps plus chaud que celui qui l'avoisine, perd quelques degrés de sa chaleur, & le plus froid en acquiert, jusqu'à ce qu'ils soient parvenus l'un & l'autre à la même température.

C'est ainsi que nous nous rafraîchissons, lorsque nous entrons dans un endroit frais : une partie de notre chaleur passe dans la masse d'air qui nous environne, de celle-là, dans celle qui l'avoisine, & nous communiquons ainsi un certain degré de chaleur à tout le fluide ambiant, tant aux dépens de celle

que

que nous avons, lorsque nous sommes entrés dans ce fluide, qu'au détriment de celle que nous engendrons.

Cela posé, lorsqu'on place un vase mince rempli d'eau, dans un mélange de glace & de sel, les parties ignées étant en moindre quantité dans ce mélange, que dans l'eau qui est encore liquide, une partie des molécules ignées, abandonnent ce liquide pour se distribuer également & dans l'eau du vase, & dans le mélange qui l'enveloppent: l'eau de ce vase perd donc par ce moyen, une certaine quantité du feu qu'elle contenoit, & conséquemment une partie de cette substance étrangère, qui étoit interposée entre ses molécules, & qui les tenoit séparées les unes des autres: alors ces molécules cèdent à la force qui les pousse les unes contre les autres, elles s'approchent & elles forment un corps solide, que nous nommons *glace*.

Cette explication sur la glace artificielle s'applique très-bien à la formation de la glace naturelle, & voici comment l'*Abbé Nollet*, qui a embras-

fé la même opinion, en fait l'appli-
cation (a).

Lorsqu'il gele dans l'air, la ma-
tiere du feu y est plus rare, ou moins
en mouvement que dans l'eau, qui est
encore liquide; une partie de celle
de l'eau passe donc alors dans l'air,
jusqu'à ce qu'il y ait équilibre, entre
la matiere ignée de l'eau & celle qui
subsiste encore dans l'air; or ce qu'il
en reste alors dans l'eau, ne suffit
pas pour entretenir la mobilité de ses
parties; elles retombent donc les unes
sur les autres, & elles s'arrangent
de différentes façons, suivant que la
matiere qui les désunissoit, s'évapore
plus ou moins promptement & de tel
ou de tel côté.

Le quatrième phénomène exposé
ci-dessus (CCCCLXI) est un de ceux
qui paroît favoriser davantage cette
opinion: car quoique le sel interposé
entre les molécules de l'eau, la ré-
froidisse; il retarde néanmoins sa con-
gélation, & même la glace qui en
résulte, est moins solide que celle
de l'eau simple.

(a) Leçons de Phys. T. 4.

Lorsqu'on jette du sel dans l'eau, cette eau se refroidit, par la même cause qui rend la glace plus froide, lorsqu'on la mêle avec du sel : mais pourquoi cette eau, étant plus froide que la température de l'air ambiant, se glace-t-elle plus difficilement ? Voici la raison qu'on en donne.

Les molécules de sel interposées entre les parties de l'eau, s'opposent à leur union, & comme c'est la même cause qui agit avec la même intensité, sur l'eau salée & sur l'eau ordinaire ; celle qui lui oppose plus de résistance, ne doit pas se glacer si promptement, ni même former une glace qui ait la même consistance.

C'est pour cette même raison que les liqueurs spiritueuses, mais qui contiennent quelque phlegme, se glacent très-difficilement, & que dans leur congélation, la partie spiritueuse se sépare du phlegme.

Mettez du vin dans un vase mince ; plongez ce vase dans un mélange de glace pilée & de sel, & vous observerez ce que nous venons d'indiquer. Vous observerez encore la même

me chose, si vous plongez dans un semblable mélange un vase en partie rempli d'esprit-de-vin coloré, mêlé avec un peu d'eau.

. Les corps étrangers capables de pénétrer entre les molécules de l'eau, s'opposent donc jusqu'à un certain point, à sa congélation, & c'est de tous les phénomènes, ainsi que je l'ai déjà observé, celui qui favorise davantage l'opinion de ceux qui attribuent la formation de la glace à la seule privation de la matière ignée.

CCCCLXIII. Dans cette hypothèse, la glace n'est autre chose qu'une eau condensée, dont les parties se sont rapprochées par la privation d'un fluide interposé entre ses molécules. Un morceau de glace devrait donc être naturellement plus pesant qu'un pareil volume d'eau: or, l'expérience nous apprend le contraire; car on trouve que la densité de la glace est à celle de l'eau, dans le rapport de 8 : 9 (a). On attribue ce effet à la quantité d'air qui se dégage d'entre les molécules

(a) Mussenbroek Essai de Phys. T. 1, p. 434.

de l'eau , au moment de la congélation , & qui se trouve difféminé dans toute l'étendue de la glace , sous la forme de bulles , dont les dimensions augmentent même d'un jour à l'autre (CCCCLX). M. *Homberg* prétend avoir formé de la glace aussi pesante qu'un pareil volume d'eau, en la privant d'air , par un procédé qui l'occupa pendant deux ans (a) ; mais personne, depuis cet habile Chymiste , n'est parvenu à répéter cette expérience , avec le même succès.

CCCCLXIV. Quoiqu'on rende assez naturellement raison des phénomènes que nous venons de développer , dans l'hypothèse présente ; il y en a néanmoins quelques-uns , qu'on n'explique point d'une manière assez satisfaisante , pour qu'on puisse la regarder comme la véritable explication des congélations.

Il y a , par exemple , des pays où il gele la nuit des jours les plus chauds. Telle est la partie septentrionale de la Perse & de l'Arménie. M. *de Tournefort* étant à Erzeron , ville capi-

(a) Mém. de l'Acad. des Scien. an. 1699.

rale de l'Armenie, écrivit à M. de Pontchartrain, qu'il y avoit fréquemment de la glace dans cette ville, & qu'il y éprouvoit un très-grand froid. Sa lettre étoit datée du 19 Juin, & il marque dans la relation de son voyage du Levant, que l'eau dans laquelle il avoit mis des plantes pour les conserver & pour les décrire le lendemain, se glaça pendant la nuit, de l'épaisseur de deux lignes, quoiqu'elle fût à couvert dans un bassin de bois. La même chose arrive dans l'Italie, dans l'Allemagne, dans la Suisse. Il y a même un fleuve dans l'Evêché de Bâle, qui, au rapport de *Schuncheser*, ne gele que dans l'été. Tout le monde connoît la description que M. Boze nous a donnée des grottes de Besançon, dans laquelle il nous marque que ces grottes sont remplies de glace en été, & que plus il fait chaud, plus ces glaces sont épaisses: on voit même au milieu de ces grottes un ruisseau qui ne se glace que pendant l'été, & qui coule pendant l'hyver.

On a fait plusieurs recherches pour trouver la cause d'un phénomène aussi

extraordinaire. On a remarqué constamment que ce phénomène n'avoit lieu que dans les endroits qui contenoient beaucoup de sel de nitre ; aussi ceux qui attribuent la congélation à la privation du feu, ont prétendu que si ces parties salines & nitreuses entroient pour quelque chose dans la cause de la congélation, ce n'étoit qu'en ce que pénétrant entre les molécules de quelques filets d'eau & des parties terrestres qui les avoisinent, elles en chassoient la matière du feu, & elles les refroidissoient considérablement, & qu'alors ces parties terrestres, ces filets d'eau, faisoient par rapport à la masse d'eau coulante, ce que le mélange de sel & de glace pilée, fait par rapport à l'eau du vase qui en est entouré.

CCCCLXV. Mais est-il bien démontré que ces parties nitreuses & salines se fixent dans les parties terrestres qui avoisinent les eaux coulantes dont nous venons de parler, ou dans quelques filets d'eau ? Qui est-ce qui les contraint & les empêche de pénétrer la masse totale de l'eau, qui leur offre un aussi facile accès, & si

T iv

elles la pénètrent, pourquoi se glace-t-elle ? puisqu'il est démontré que les parties salines, bien loin de procurer la congélation des fluides qui les contiennent, ne servent qu'à la retarder (CCCCLXI).

C'est sans contredit dans cette explication que la fausseté de l'hypothèse du célèbre *Boerhaave*, & de tous ceux qui ont fait dépendre la congélation de la même cause ; c'est, dis-je, dans cette explication, que la fausseté de cette hypothèse se décèle manifestement.

CCCCLXVI. Examinons donc si on peut expliquer plus favorablement le mécanisme des congélations & leurs différens phénomènes, dans l'hypothèse de ceux qui regardent la glace comme un liquide rarefié ? Cette hypothèse fut d'abord proposée par *M. de la Hire*, embrassée ensuite par *Mrs Perrault*, *Mussenbroek*, *la Marquise du Châtelet*, & plusieurs autres célèbres Physiciens.

Dans cette hypothèse, on explique la congélation, par le moyen de plusieurs petits corpuscules étrangers, auxquels *Mussenbroek* a donné le nom de

parties frigorifiques, pure dénomination, qui désigne seulement l'effet de ces corps étrangers, dont on ne connoît encore que l'existence & non la nature. Ces parties s'insinuent entre les molécules de l'eau, ou de tout autre liquide, qui contient du phlegme, leur servent de gluten & les unissent.

Ces sortes de parties se trouvent communément dans les endroits qui abondent en sels & en nitre, & ne doivent point être confondues, comme plusieurs l'ont fait, avec les parties salines & nitreuses.

Pour faire sentir comme il faut, la solidité de cette dernière hypothèse, j'examinerai ici deux questions. 1°. Si la seule privation du feu peut former de la glace, & concourir à tous les phénomènes que les congélations nous font observer. 2°. Si cette seule cause ne suffit pas, quoiqu'elle y entre pour beaucoup, quelle preuve on peut apporter de l'existence des parties frigorifiques, & comment on peut, par leurs secours, satisfaire à tous les phénomènes des congélations ?

CCCCLXVII. Si la seule privation du feu étoit la cause des congélations, il est constant que l'eau ne pourroit se convertir en glace, que lorsque la liqueur du Thermometre seroit descendue au 32^{me}. degré, selon l'échelle de *Fahrenheit*, & que cette glace commenceroit constamment à se fondre, lorsque la liqueur du thermometre seroit élevée au 33^{me}. degré: or, suivant les observations de *Mussenbroek* (a), & suivant celles que j'ai faites plusieurs fois en différens hyvers, la gélée continue & devient quelquefois plus forte, lorsque la liqueur du thermometre est élevée au 36^{me}. & même au 39^{me}. degré. *Mussenbroek* assure avoir observé le même phénomène, la liqueur étant montée au 41^{me}. degré.

Dira-t-on que dans ces différentes circonstances, la matière ignée ne pouvoit pas pénétrer la glace? Qu'on assigne donc un obstacle suffisant pour empêcher les particules du feu à se mettre en équilibre, dans les corps contigus, & si elle rencontre quel-

(a) *Phys.* T. 2.

quelquefois un obstacle insurmontable, on reconnoît donc alors dans la glace, des parties étrangères, qui ne peuvent point s'allier avec les molécules du feu, & qui étant alors en trop grande quantité, ou plus solidement unies avec les molécules de l'eau, résistent à une quantité ordinaire de feu, qui tend à les dissiper. La privation du feu n'est donc pas l'unique cause de la congélation.

CCCCLXVIII. Mais quelle preuve peut-on donner de l'existence des parties frigorifiques? Parmi la multitude de celles que je pourrois donner ici, voici une observation reconnue de tout le monde: il gele quelquefois aux deux côtés & non au milieu d'un même endroit; souvent il ne gele point dans des endroits contigus. On sçait que l'eau exposée à l'air libre, gele plus promptement que celle qui est dans des vases fermés hermétiquement, & exposés également à l'air libre. La matière ignée néanmoins a un libre cours, & peut s'échapper aussi aisément par les pores de ces vases; il faut donc que la seule température de l'air ne suffise point

T vj

pour former de la glace, & que le concours de quelques parties étrangères, soit indispensablement nécessaire à la production de ce phénomène.

On remarque bien plus, que le vent d'est, qui vient des pays chauds, & qui est lui-même beaucoup plus chaud, que le vent du nord, qui vient du pôle, occasionne des gelées assez fortes, dans le même temps que ce dernier ne peut produire cet effet; ce qui vient de ce que le vent d'est apporte avec lui des parties frigorifiques, élevées en plus grande abondance, par l'ardeur du soleil, dans les pays chauds, que vers les régions polaires. Ce phénomène a été observé de tout temps, & personne n'ignore qu'il arrive souvent au mois de Juin & dans un temps serein. On sçait qu'alors l'irruption inopinée du vent d'est, vient geler la pointe des herbes & enlever toute l'espérance des vignes.

L'existence des parties frigorifiques étant suffisamment établie par ces observations, comment peut-on rendre raison des phénomènes de la congé-

lation? Rien ne me paroît plus aisé : & pour le développer d'une manière plus sensible , considérons la congélation artificielle d'une masse d'eau , renfermée dans un vase mince , plongé dans un mélange de glace & de sel.

Les parties frigorifiques portées par des sels qu'on mêle avec de la glace pilée , abandonnent ces sels qui se fondent par l'attouchement de la glace , & qui en se fondant la pénètrent , & la font elle-même tomber en fusion : cette glace pénétrée & liquéfiée , lâche également de ses parties frigorifiques , & ce qui en reste dans ce mélange , suffit pour lui donner un degré de froid plus ou moins grand ; tandis qu'une certaine quantité de ces parties frigorifiques , abandonnant le mélange de glace & de sel , s'insinue dans le vase plongé dans ce mélange , & par ce moyen dans la masse d'eau qu'il contient. Ces parties en chassent presque entièrement la matière ignée , ainsi que les molécules d'air qui y sont contenues ; l'eau se refroidit à proportion que ces deux causes y concourent plus ou moins. Enfin ces parties frigorifiques s'unif-

fant insensiblement avec les molécules de l'eau qu'elles pénètrent, leur procurent un gluten qui les unit les unes aux autres, & qui les convertit en une masse solide.

Ces parties frigorifiques qui s'introduisent dans l'eau, ne la rendent pas sensiblement plus pesante pour cela : au contraire l'augmentation de son volume qu'elles occasionnent, les exhalaisons qui en sortent continuellement, l'air qui s'y dilate & qui y demeure disséminé, font que sa densité respective diminue, comme on l'observe habituellement.

A l'aide de ce mécanisme on peut aisément rendre raison de tous les phénomènes de la congélation, comme il est aisé de s'en convaincre par les applications qu'on en peut faire.



LEÇON XII.

De l'Aiman.

CCCCLXIX. **L'**Aiman est connu sous le nom de *magnes*, soit, comme quelques-uns le prétendent, parce qu'il fut découvert dans une contrée de la Thessalie, appelée *Magnésie*, soit, comme d'autres le veulent, parce que ce fut un Berger, nommé *Magnes*, qui le découvrit par hasard avec le fer de sa houlette.

On range l'aiman dans la classe des pierres; aussi l'appelle-t-on communément *Pierre-d'aiman*; il se trouve pour l'ordinaire dans les mines de fer & de cuivre: on en trouve beaucoup dans le Bengale, en Arabie, dans les Isles du Pont-Euxin, sur-tout dans l'Isle de Serfo, en Italie, en Espagne, dans les Pyrénées, en France à l'embouchure de la Loire; mais presque tous ces aimans sont très-foibles, & ont très-

peu de vertu, & on préfère pour l'ordinaire ceux qui nous viennent de la Norvege.

CCCCLXX. L'aiman est composé de pierre, d'huile, de sel, de fer ou au moins de la matrice du fer. On ignora pendant long-temps dans lequel des principes de ce mixte résident les propriétés qu'on lui connoît, mais l'expérience nous a enfin appris que la principale vertu de l'aiman, celle par laquelle il se manifeste; sçavoir, sa vertu attractive, réside dans tous ses principes, à l'exception du principe lapidifique.

On voit en effet que le fer qui a séjourné pendant long-temps dans la même place se convertit en aiman. M. *Geoffroy* (a) rapporte que le tonnerre ayant renversé, en 1634, la croix qui étoit sur le clocher de saint Jean à Aix en Provence, on trouva qu'une croûte de rouille qui s'étoit formée sur le fer de cette croix, dans l'endroit où ce fer étoit engagé dans la pierre, avoit acquise une très-grande vertu magnétique. En 1690,

(a) *Geoffroy*, vie de M. *Pieresk*.

lorsqu'on démolit le clocher de Chartres, on examina la rouille qui étoit sur les barres de fer qui lioient les pierres, & on trouva que plusieurs morceaux de cette rouille avoient acquis une très-forte vertu magnétique (a). M. *Delahire* le pere éprouvant différens morceaux de rouille de fer, tirés d'anciens édifices, & n'en trouvant aucun qui fut magnétique, & imaginant qu'il n'y avoit que deux causes qui pouvoient produire cet effet; sçavoir, la seule disposition du fer dans l'air par rapport au tourbillon magnétique de la terre, ou une nature de fer particulière qui le rendoit propre à se changer en aimant, voulut éprouver s'il parviendroit à convertir du fer en aimant. Comme il sçavoit que le clocher de Chartres étoit bâti de pierres de saint Leu; il prit un morceau de cette pierre, & l'ayant sciée sous un angle deviron 60 degrés, il l'exposa à l'air selon la direction du méridien. Il fit plusieurs rainures dans ce morceau de pierre, &

(a) Mém. de l'Acad. par M. de la Hire le fils.

il inféra dans les rainures des fils de fer, selon la direction de la matière magnétique autour de la terre, par rapport à notre horizon. Il fit cette expérience, comme le rapporte son fils, dans le mémoire que nous venons d'indiquer, en 1695, & il recouvrit cette pierre avec l'autre partie qui en avoit été séparée. Il aimanta quelques-uns de ces fils de fer, qui étoient éloignés les uns des autres d'environ deux pouces. Quelques années après, on trouva qu'il n'y avoit que quelques-uns de ces fils qui se fussent rouillés tout à-fait; mais ils avoient tous acquis une forte vertu magnétique.

CCCCLXXI. On distingue deux pôles dans l'aiman; l'un qu'on appelle méridional, l'autre auquel on donne le nom de septentrional, eu égard à cette tendance que ces deux côtés de l'aiman ont de se diriger, l'un vers le pôle méridional du monde, & l'autre vers le pôle septentrional. On trouve des aimans d'une figure irrégulière qui ont plus de deux pôles, & qui cependant ne font qu'un seul & même aiman (a); mais

(a) Fournier, Hidrogr. L. 11, c. 7, p. 533.

lorsqu'on les taille, on ne leur en conserve que deux.

On remarque par rapport aux pôles un phénomène bien singulier ; sçavoir, que les pôles de même nom, de deux aimans, se fuient mutuellement ; tandis que les pôles contraires, ou de différens noms s'attirent entre eux.

Si on prend deux lames d'acier un peu bombées, & qu'on leur communique la vertu magnétique en les passant plusieurs fois, & dans le même sens sur un des pôles d'un fort aiman ; elles acquerront les mêmes propriétés que l'aiman, comme nous le ferons observer ci-dessous : elles auront donc l'une & l'autre deux pôles ; de sorte que si on les pose l'une sur l'autre, de façon que les pôles de même nom soient tournés du même côté & se répondent ; la lame supérieure tournera sur celle qui sera au dessous, jusqu'à ce que les pôles opposés se trouvent autant près l'un de l'autre qu'il leur sera possible.

Cette propriété des pôles de l'aiman donna naissance à quantité d'expériences amusantes, telles que celles qui suivent.

Si après avoir aimanté une aiguille à coudre, & l'avoir fixée perpendiculairement sur un petit bateau de cuivre, qui puisse furnager sur une masse d'eau, dont on remplit un bassin de crystal; vous approchez de l'une des extrémités de cette aiguille, l'un des pôles d'un aiman, cette aiguille suivra l'impression de cet aiman, se portera vers lui en faisant avancer le bateau, si le pôle qu'on lui présente est contraire à celui qui sera situé à cette extrémité de l'aiguille: si au contraire on présente le pôle semblable, l'aiguille fuira & fera reculer le bateau.

On fait la même expérience en posant parallèlement à l'horizon une semblable aiguille, sur la surface d'une masse d'eau contenue dans un semblable bassin.

On construit sur ce même principe une espece de montre magnétique, qui paroît indiquer l'heure, & qui en impose à ceux qui ne sont point instruits des phénomènes de l'aiman.

On place dans une boîte un cercle de bois d'environ trois lignes d'épaisseur: on tourne sur le contour extérieur de ce cercle une lame mince

d'acier aimantée, dont les deux extrémités sont éloignées d'environ six lignes l'une de l'autre. On lie cette lame avec un fil ; de façon qu'une de ces extrémités soit très-proche de la partie supérieure du cercle sur lequel on place un cadran mobile : ce cadran porte à son centre un pivot sur lequel on pose une aiguille aimantée qu'on fait tourner rapidement sur son centre : l'une des extrémités de cette aiguille étant maîtrisée, par l'extrémité de la lame aimantée, dont nous venons de parler, se fixe constamment sur l'heure du cadran, qui répond à l'extrémité de cette lame. Il ne s'agit donc, lorsqu'on fait cette expérience, que de placer le cadran de façon que l'heure qu'on veut faire marquer à l'aiguille, réponde à l'extrémité de la lame aimantée qui maîtrise l'aiguille.

On place encore sur une table & au centre d'un cercle de cuivre qui porte plusieurs aiguilles aimantées, une colonne creuse, dans la longueur de laquelle est disposé perpendiculairement à l'horizon un barreau fortement aimanté : on voit aussitôt les aiguilles aimantées, qui dirigent une de leurs

extrémités vers la colonne : si on éleve alors le cercle qui porte les aiguilles vers la partie supérieure de la colonne, ces aiguilles se meuvent, tournent sur elles-mêmes, & présentent routes à la colonne l'extrémité opposée. Si on tient ce cercle vers le milieu de cette colonne, on les voit encore se mouvoir & se diriger de façon que l'extrémité antérieure de l'une touche l'extrémité postérieure de celle qui la précède, ce qui forme une espèce de cercle d'aiguilles.

CCCCLXXII. La découverte de la vertu attractive & répulsive de l'aiman, donna lieu à bien des recherches. Les uns tâcherent d'imaginer une hypothèse propre à expliquer ces phénomènes ; les autres, & sans contredit la plus saine partie des Physiciens, sçachant de quelle importance il est, de s'assurer de tous phénomènes relatifs à un même objet, avant de prononcer sur leur cause, s'occupèrent à connoître les différens degrés des forces attractives & répulsives, & la manière selon laquelle ces forces agissoient sur les corps qui étoient soumis à leur action. Parmi ces der-

niers le célèbre *Mussenbroek* imagina une suite d'expériences très-propres à parvenir au but qu'il se proposoit ; mais malgré tous les soins qu'il donna à ces recherches, il ne put découvrir que des à peu près.

Il découvrit néanmoins que la vertu attractive de l'aiman se manifestoit plus sensiblement sur le fer, c'est-à-dire, qu'un morceau d'aiman attire plus fortement un morceau de fer, qu'un semblable morceau d'aiman. Il découvrit encore que le même morceau d'aiman n'attire pas de la même manière toutes sortes de fer. Il découvrit outre cela, que pour que cette vertu jouisse complètement de sa force, il doit y avoir une certaine proportion entre l'aiman & le morceau de fer qu'on lui présente à attirer : car la vertu attractive paroît plus faible, sitôt qu'on change cette proportion en plus ou en moins.

CCCCLXXIII. De tout temps on a remarqué que l'aiman nud n'avoit pas une grande vertu ; différentes réflexions, & plusieurs tentatives qu'on a faites à cet égard, nous ont appris que cela venoit de ce que la vertu magné-

rique étant répandue , & comme diffuse dans toute l'étendue d'une pierre d'aiman , cette vertu devoit être moins forte dans chacune des parties de cette pierre. On imagina donc de réunir cette vertu en deux points , ce qui donna origine aux armures , & le succès répondit à l'attente : car la différence entre la force attractive d'un aiman nud , & celle du même aiman armé va au-delà de ce qu'on pourroit imaginer. L'Abbé Nollet (a) dit avoir un aiman qui porte à peine une demi-livre lorsqu'il est nud , & qu'il porte 27 livres lorsqu'il est armé. J'en ai eu un qui porte 3 gros & 12 grains sans être armé , & qui porte 12 onces & un gros lorsqu'il est armé. On a vu des aimans qui devenoient 100 fois plus forts après avoir été armés (b).

Cette armure qui ne fut dans son origine que très-imparfaite , s'est ensuite perfectionnée de plus en plus. Je vais indiquer en peu de mots la meilleure maniere connue d'armer un aiman.

(a) Leçons de Phys. T. 6 , p. 167.

(b) Hist. de l'Acad. an. 1713.

CCCCLXXIV. L'aiman sort brute des entrailles de la terre ; le premier soin qu'on doit prendre pour en tirer parti, c'est de s'assurer de ses pôles. Il y a plusieurs procédés pour cela : le plus simple, & en même temps celui qui est le plus en usage, c'est de placer l'aiman sur un morceau de carton, & de répandre légèrement dessus de la limaille de fer bien fine & tamisée. En agitant un peu le carton, on voit cette limaille s'arranger autour de chaque pôle, & y former différens cercles.

On peut faire observer d'une manière très-sensible cette attraction polaire, en disposant sur un carton plusieurs lames d'acier bien aimantées ; si on les couvre d'une glace, & qu'on répande sur cette glace de la limaille de fer ; on verra cette limaille se disposer d'une manière très-curieuse autour de chacun des pôles de ces lames.

Lorsqu'on a trouvé les pôles d'un aiman, on le taille & on lui donne la forme qui paroît la plus favorable ; ce qui dépend de celle dont il jouit naturellement ; ainsi on le taille en

rond, en quarré, en parallélipipe-
de, &c. suivant que l'aiman peut se
prêter aux unes ou aux autres de ces
figures ; mais ce à quoi on doit faire
sur-tout attention, c'est de conserver
à son axe, c'est-à-dire, à la ligne qu'on
imagine passer par ses pôles, toute
la longueur possible. C'est de toutes
les dimensions qu'on puisse lui don-
ner, celle qui est la plus avantageuse.

On scie l'aiman de la même ma-
niere que le marbre ; on se sert d'un
feuille d'acier & de grais, ou d'éme-
ril mouillé. Lorsqu'il est scié, & qu'il
a reçu la forme qu'on veut lui don-
ner, on le polit sur toutes ses faces ;
ce qui s'exécute, en le passant en tous
sens, sur une meule de coutelier.
Lorsqu'il est poli, il est alors en état
de recevoir l'armure.

Avant de l'armer il faut avoir soin
de s'assurer de la force naturelle de
cet aiman ; car c'est cette force qui
détermine les dimensions de son ar-
mure. Plus un aiman a de force, plus
son armure doit être épaisse. Pour
s'assurer de sa force, on fait porter à
un des pôles de cet aiman une petite
lame d'acier très-mince, qui se ter-

mine par un crochet , auquel on suspend une espece de bassin , dans lequel on met des poids autant que l'aiman en peut porter.

On prend alors un morceau de fer doux , qui est préférable à l'acier en pareille circonstance (a) : on le forge sans le replier , comme on a coutume de faire dans presque tous les ouvrages de forge : on l'allonge & on le dresse ; de façon qu'il forme deux parties prises dans le même morceau ; l'une qui s'applique selon la longueur du pôle , & qu'on appelle la *jambe de l'armure* ; l'autre , à laquelle on donne le nom de *pied de l'armure*. Ce n'est autre chose qu'une espece de mentonnet , disposé à angle droit avec la jambe , & qui s'applique le long de la partie inférieure de l'aiman. On met une semblable armure à chaque pole , & on les unit ensemble , par un lien de cuivre qui les serre & qui les applique fortement contre les poles. Il est encore d'usage de mettre une bride au-dessus de l'aiman , qui est attachée par des écroues qui se

(a) Mém. de l'Acad. des Scien. an. 1730.

vissent sur les extrémités des jambes de l'armure. Cette bride porte un anneau propre à suspendre l'aiman.

L'épaisseur de la jambe de chaque armure n'est point indifférente. Elle dépend, comme nous l'avons fait observer ci-dessus, de la force naturelle de l'aiman. On ne connoît point de moyen plus propre pour lui donner une épaisseur convenable, que d'en travailler une à laquelle on donne beaucoup plus d'épaisseur qu'elle n'en peut avoir, & de la limer ensuite à plusieurs reprises, en essayant à chaque fois si la force de l'aiman augmente. On tient alors compte de l'épaisseur de cette armure & de l'augmentation de sa force magnétique. Lorsqu'on est parvenu à limer l'armure, au-delà de ce qu'il convient, ce qu'on connoît aisément; puisque la force de l'aiman diminue dès que l'armure devient trop foible, on en forge & on en prépare une autre, à laquelle on donne l'épaisseur qu'on a trouvé la plus convenable. Cette opération, comme on voit, exige beaucoup de dextérité & d'intelligence, & conséquemment ne doit

point être confiée à un ouvrier qui ne seroit point exercé dans ces sortes de pratiques.

La grosseur des pieds de l'armure est aussi susceptible de certaines dimensions : mais pour l'ordinaire, on leur donne quatre fois l'épaisseur des jambes. Il faut avoir soin de dresser exactement les pieds, afin que le contact s'y applique autant bien qu'il est possible.

Cette dernière pièce est une espèce de portant, qui sert à suspendre les poids, qu'on veut faire porter à l'aiman. Elle se termine à cause de cela, par un crochet, qui est fixé vers le milieu de sa partie inférieure.

CCCCLXXV. L'aiman ne porte pas tout-à-coup tout le poids qu'il peut porter : il faut donc avoir soin de le charger à différentes reprises, tant que sa vertu attractive paroîtra augmenter. Il faut avoir soin de le tenir constamment chargé ; car l'expérience nous apprend, qu'un aiman négligé & auquel on ne laisse rien porter, perd une partie de sa force. Il faut aussi avoir soin de le suspendre à une ficelle ou à une chaîne, afin

qu'il puisse se mouvoir librement sur lui-même & se tourner vers les pôles du monde ; car l'expérience nous apprend encore, qu'un aiman qui est fixé dans une autre situation, perd insensiblement de sa force attractive.

CCCCLXXVI. L'expérience nous a appris que la vertu attractive de l'aiman ne se borne point à agir contre le fer & l'acier seulement ; mais qu'il y a encore quantité d'autres substances, qui obéissent à l'impression du magnétisme, les unes naturellement, les autres après avoir subi quelques préparations particulières. On trouve dans les *Essais de Physique de Mus-senbroek* une table de ces différentes substances qui obéissent à la vertu attractive de l'aiman : mais toutes ces substances, telles qu'elles soient, ne sont attirées qu'en vertu du fer ou des parties ferrugineuses qu'elles contiennent : il est même probable que l'acide vitriolique universel qui regne & qui domine dans l'atmosphère, ainsi qu'il est démontré par les dernières expériences de *M. Eller (a)* ;

(a) *Mém. de l'Acad. de Berlin, T. 3.*

il est, dis-je, probable que cet acide s'insinuant dans tous les corps, s'unit intimement avec leurs parties terreuses, & étant ensuite unis à quelques matieres grasses & huileuses, devient un des principaux élémens du fer, & procure aux corps qui le contiennent la disposition nécessaire pour être attirés par l'aimant.

CCCCLXXVII. La vertu attractive de l'aiman se manifeste à de plus grandes ou à des moindres distances, suivant la qualité de l'aiman dont on fait usage. Toutes les observations qu'on a faites jusqu'à présent, n'ont encore pu nous faire connoître d'où dépend l'énergie de la vertu attractive. On sçait en général, que proportion gardée, une petite pierre attire plus fortement, & à de plus grandes distances qu'une grosse pierre. On me pria, il y a quelques années, de faire armer un morceau d'aiman sphérique, qui pesoit une once & deux gros; lorsqu'il fut armé il portoit douze onces & demie, & il faisoit mouvoir une aiguille de quatre pouces, posée sur un pivot à la distance de trois pieds deux pouces.

L'étendue de la sphère d'activité de l'aiman ne dépend point pour cela de l'énergie de sa force attractive ; car le P. *Fournier* nous apprend qu'il a vu des aimans qui soulevoient de très-grands poids , & qui ne produisoient aucun effet sur une aiguille , à moins qu'elle ne fût placée à une très petite distance de ces aimans , & qu'il en a vu d'autres qui enlevoient à peine un petit clou , & qui agissoient sur une aiguille , qui en étoit éloignée à un pied de distance. (a).

Non-seulement la vertu attractive de l'aiman agit à quelque distance sur les corps qu'elle maîtrise ; mais elle se fait encore sentir à travers différens corps.

Pour démontrer cette proposition , placez successivement sur un des pôles d'un aiman , un morceau de carton , un plan de bois , une lame de verre , d'or , d'argent , de cuivre , d'étain , &c. ; repandez de la limaille de fer sur chacun de ces corps , & vous observerez que la vertu magnétique se fera sentir à cette limaille : vous lui

(a) Hydrogr. liv. XI, p. 536.

communiquerez même différens mouvemens, & vous l'agiterez de différentes façons, si vous faites mouvoir l'aiman qui est au-dessous.

La flamme ni l'eau ne nuisent point à cet effet & n'arrêtent point les écoulemens magnétiques.

Placez une aiguille aimantée sur un pivot : disposez devant cette aiguille & à quelque distance, un vase oblong rempli d'esprit de vin : allumez cette liqueur, & présentez alternativement derrière la flamme les deux pôles d'un aiman, & vous observerez que l'aiguille obéira à la vertu attractive de ces pôles, & qu'elle présentera alternativement ses deux extrémités.

Remplissez d'eau un vase de crystal, posez au fond de ce vase une petite masse de plomb qui porte un pivot, sur lequel vous placerez une aiguille aimantée : si vous faites mouvoir autour de ce vase le pôle d'un aiman, vous observerez l'aiguille qui se mouvra sur son pivot, & qui suivra les impressions de l'aiman.

La vertu attractive de l'aiman se transmet donc à travers toute sorte de corps, si nous en exceptons le fer,

ainsi qu'on peut s'en convaincre par l'expérience suivante. Placez un plateau de tole sur un des pôles d'un aiman : répandez de la limaille de fer sur ce plateau : quelque mouvement que vous imprimiez à l'aiman, vous n'en observerez aucun dans la limaille de fer.

CCCCLXXVIII. Outre cette propriété de l'aiman, dont nous venons de parler, & qui est le caractère le plus sensible, qui distingue l'aiman de toute autre substance: on a découvert à ce mixte plusieurs autres propriétés, dont l'homme a scû tirer de grands avantages. Ces propriétés sont la *communication*; c'est-à-dire, cette facilité avec laquelle la vertu magnétique se communique au fer & à l'acier. Sa *direction*, qui est cette tendance que l'aiman & les corps aimantés ont de se diriger vers le nord. Nous allons développer le plus succinctement que faire se pourra, ces deux propriétés & les avantages qu'on en peut tirer.

CCCCXXIX. Si on prend un morceau de fer, ou un morceau d'acier, par exemple, la lame d'un cou-

beau, & qu'on la passe plusieurs fois & dans le même sens sur un des pieds de l'armure d'un aiman, on communiquera à cette lame la vertu magnétique, & elle acquerra la propriété d'attirer à elle des petits morceaux de fer.

Cette découverte conduisit à plusieurs autres, plus utiles les unes que les autres : on observa que si on unifesoit ensemble plusieurs lames de fer ou d'acier, auxquelles on auroit communiqué la vertu magnétique, on pourroit rendre cette vertu beaucoup plus puissante, ce qui donna origine aux aimans artificiels, & on en fit de différentes espèces & de différentes formes; les uns n'étoient autre chose que des lames de fleurets aimantés & unis ensemble par des brides de cuivre : on donna à ceux-ci le nom de baguettes magnétiques; les autres étoient faits de plusieurs lames d'acier, armées comme le sont les pierres d'aiman : on imagina d'en faire qui avoient la forme d'un fer-à-cheval. J'en ai vû un de cette dernière espèce, dans le cabinet de la Meute, qui est composé de plusieurs

fers unis ensemble, & qui portent un poids considérable.

CCCCLXXX. Il ne fera pas hors de propos de donner ici quelques observations, sur la maniere de communiquer la vertu magnétique à un morceau de fer ou d'acier, & sur celle de la conserver; car la force d'un aiman artificiel dépend plus de la maniere selon laquelle il a été aimanté, que de la force de l'aiman qui a servi à cette opération.

1°. On communique plus de vertu à un morceau de fer ou d'acier, en le passant plus lentement sur un des pôles d'un aiman, & en l'appuyant fortement contre ce pôle, que si on le passe plusieurs fois, rapidement & sans le presser.

2°. On lui communique plus de vertu en ne le passant que sur un des pôles, qu'en le passant successivement sur les deux, comme on est dans l'usage de le faire; ce qui vient, à ce qu'on pense, de ce que chaque pôle communique à ce fer une vertu magnétique en sens contraire, & que ces deux vertus se nuisent mutuellement.

3°. Si on veut avoir un aiman artificiel, qui soit vigoureux, il faut choisir pour cela un morceau d'acier poli, ou un morceau de fer acéré, toutes choses égales d'ailleurs, il acquiert plus de vertu qu'un morceau de fer simple.

4°. On aimante plus fortement un morceau de fer, long, pointu & mince que tout autre. Il y a cependant certaines proportions à observer, sur la longueur & l'épaisseur qu'on doit donner à ce morceau de fer, hors desquelles la vertu magnétique devient plus foible : voici une table des expériences qui ont été faites à cet égard (a).

On a aimanté six lames de fer, qui avoient 4 pouces de longueur & environ $\frac{1}{100}$ de pouce d'épaisseur, & dont la largeur respective croissoit comme les nombres naturels : 1, 2, 3, 4, 5, 6.

La 1 ^{ere.} leva.	1 grain.	$\frac{1}{4}$.
La 2 ^{de.}	10 grains.	$\frac{5}{8}$.
La 3 ^{me.}	7 grains.	$\frac{5}{8}$.

(a) Le Monnier, Dict. Encyclopéd. Art. Aiman.

470 DE L'AIMAN.

La 4^{me}. 2 grains. 0La 5^{me}. 19 grains. $\frac{1}{2}$.La 6^{me}. 19 grains. $\frac{1}{10}$.Une barre de fer épaisse de $\frac{1}{16}$ de pou.

& de 5 lig. de largeur,

Longueur. leva.

13 pou. $\frac{1}{4}$. 25 grains.

réduite à 10 repassée 3 fois. 33

à 9 19

à 8 17

à 4 1 $\frac{1}{2}$.

5°. Si on a passé un morceau de fer sur un aiman vigoureux, il ne faut pas le repasser sur un autre qui feroit plus foible : car alors sa force n'excéderoit point celle qu'il pourroit acquérir, si on le passoit seulement sur ce dernier.

6°. Il faut sur-tout se garder de repasser un morceau de fer ou d'acier, en sens contraire sur le même pôle d'un aiman, car il perdrait alors la vertu qu'il auroit acquise, & on ne pourroit lui en communiquer une nouvelle & même plus foible, qu'en continuant à le passer plusieurs fois dans le dernier sens, & ses pôles seroient changés.

M. *Gnith* Professeur au Collège de

la Magdelaine à Oxford (a), a fait plusieurs expériences très-curieuses, qui l'ont conduit non-seulement à communiquer une forte vertu magnétique à des barreaux d'acier; mais encore à changer à son gré le pôle d'un aiman. Il place le pôle boréal au milieu, & les deux extrémités deviennent chacune un pôle austral. Il place deux pôles opposés à chaque extrémité, la moitié de l'une devient pôle austral, & l'autre moitié pôle boréal.

70. Si vous voulez conserver la vertu magnétique que vous aurez communiquée à un morceau de fer, par exemple; ayez soin de le garantir de toute percussion violente: car l'expérience nous apprend que si on bat fortement sur une enclume un morceau de fer aimanté, sa vertu attractive s'affoiblit considérablement, & elle devient alors semblable à celle qu'il eût acquise, si on l'eût forgé à froid avant de l'aimanter; car l'expérience nous apprend encore, qu'il suffit de forger à froid un morceau

(a) Transf. Phil. N. 476, 484.

de fer, pour lui communiquer une foible vertu magnétique.

Gardez-vous pareillement de passer au feu un morceau de fer aimanté, quoique la vertu magnétique se transmette librement à travers le feu & la flamme, le contact du feu détruit néanmoins une grande partie de la vertu d'un corps aimanté.

Si vous tordez ou que vous ployez un morceau de fer aimanté, & que vous en fassiez un anneau, il perdra encore une grande partie de sa vertu magnétique. *M. le Monnier* pense que cet effet vient de ce que les deux pôles se trouvent alors trop près l'un de l'autre; car il remarque très-bien que le même effet n'a plus lieu, si on laisse un certain espace entre les deux extrémités, qui tendent à se rencontrer, lorsqu'on donne à un morceau de fer la forme d'un anneau: il en apporte pour exemple la lame d'acier qui sert de mobile à la montre magnétique dont nous avons parlé (CCCCLXXI) (a).

Il en est de l'action de tordre un mor-

(a) LeMonnier, *Di&t. Encycloped.*

ceau de fer, comme de celle de le battre & de le forger; lorsqu'on tord un morceau de fer aimanté, sa vertu s'affoiblit; mais si on tord un morceau de fer non aimanté, on lui communique alors la vertu magnétique.

Si on place une lame de fer dans un gros étau, & qu'on la ploie & reploie jusqu'à ce qu'elle casse, les deux levres acquierent une vertu magnétique (a).

Presque toutes les opérations auxquelles le fer est soumis sous les mains de l'Artiste, lui communiquent cette vertu.

Si on lime un morceau de fer & qu'on le polisse, il deviendra aimanté (b).

Si on suspend un morceau de fer & qu'on le frappe par son extrémité inférieure avec un marteau, cette extrémité acquerra la vertu du pôle austral (c).

Si on place un morceau de fer sur une enclume, & qu'on le frotte avec

(a) Reaumur Hist. de l'Acad. an. 1723.

(b) Boyle, de orig. variar. qualitat. p. 128.

(c) Trans. Phil. N 450, 459.

une longue barre verticale, dont l'extrémité inférieure & frottante soit arrondie & polie ; ce morceau de fer acquerra une vertu magnétique.

C'est par une semblable méthode ; que M. *Marcel* aimantait des barreaux d'acier : il les frottoit ainsi plusieurs fois sur toutes leurs faces. M. *le Monnier* qui nous fait part de ce secret (*a*), nous avertit que cette expérience réussit mieux, lorsque le barreau d'acier est dans la direction du méridien magnétique, un peu incliné vers le nord, & sur-tout lorsqu'il est placé entre deux grosses barres de fer, assez longues pour contenir & pour contre-balancer les écoulemens magnétiques.

CCCCLXXXI. Tout corps auquel on a communiqué la vertu magnétique, jouit de toutes les propriétés de l'aiman. 1°. Il attire à lui des parties ferrugineuses qu'on leur présente comme nous l'avons déjà observé (CCCCLXXIX). 2°. Il acquiert deux pôles (CCCCLXXXI). 3°. Son pôle septentrional tend conf-

(*a*) Dict. Encyclop. art. aiman.

tamment à se diriger vers le pôle septentrional de notre globe. Cette propriété qu'on nomme *la direction de l'aiman*, étoit connue des anciens. *Guiot de Provines*, *Berty*, *Vincent de Beauvais*, qui vivoient en 1200, en parlent comme d'une propriété qui étoit connue depuis long-temps. Ce dernier même cite un passage d'*Aristote*, où elle est énoncée d'une manière très-formelle (a).

Cette propriété des corps aimantés, est d'un avantage infini pour la navigation, c'est elle qui dirige le Pilote dans la route qu'il doit suivre; c'est à l'aide d'une aiguille aimantée, qu'il connoit le nord, & conséquemment les autres parties du monde; dans des temps où il risqueroit souvent de s'égarer sans le secours de cette machine. Il ne fera donc pas hors de propos de remonter ici, autant qu'il sera possible, jusqu'à l'origine d'un instrument aussi avantageux, & d'examiner en peu de mots les différentes formes & perfections qu'il a reçu successivement.

(a) *Vincent de Beauvais*, dans son *mirouer* T. I, l. 8, ch. 19.

CCCCLXXXII. Cet instrument étoit connu des anciens sous le nom de *calamite*, qui signifie *grenouille verte*, parce qu'on ignoroit alors la maniere de disposer une aiguille sur un pivot, & qu'on se contentoit de renfermer une aiguille aimantée dans une phiole en partie remplie d'eau, sur laquelle on la faisoit flotter comme une grenouille, sur deux petits fétus (a). *Hugo Bertius*, qui vivoit du tems de *Saint Louis*, nous apprend que cette pratique étoit alors en usage; mais on trouva depuis une maniere plus commode de se servir de l'aiguille aimantée, en la posant sur un pivot, établi au milieu d'une petite boîte, suspendue de la même maniere que la lampe marine: (CXXII.) On donna à cette machine le nom de *Marinette* (b), eu égard au grand usage qu'on en fait sur mer. Elle prit ensuite le nom de *Bouffole* ou de *compas de mer*. Mais il ne paroît pas aisé de déterminer à qui nous sommes redevables d'une invention aussi utile.

(a) Fournier, hydrogr. liv. 9, ch. 1, p. 525.

(b) Les antiquités de Fauchet.

Plusieurs peuples reclament l'honneur de cette invention. Les uns l'attribuent à *Jean Goia* de Melphe, dans le royaume de Naples, & ils prétendent qu'il fit cette découverte en 1302 : mais il est aisé de faire voir qu'elle existoit un siècle auparavant ; puisque *Guiot de Provines* qui vivoit en 1200, fit des vers en son honneur. D'autres prétendent que ce fut *Paul Marc Venetus*, qui nous apporta cette invention de la Chine, en 1260 : mais outre qu'ils ne sont pas mieux fondés en date, les Chinois ne se servent même pas à présent de bouffoles semblables aux nôtres. Ils font usage d'un vaisseau plein d'eau, sur laquelle ils font flotter un petit triangle de fil de fer aimanté, soutenu par un morceau de liége.

Ce qui me paroît le plus probable à cet égard, c'est que la *fleur-de-lys* dont on se sert pour marquer le nord, dans toutes les Bouffoles, même dans celles des pays étrangers, comme celles dont on fait usage en Norvege, en Danemarck, en Angleterre, en Espagne, en Italie, désigne assez, que c'est aux François qu'on doit attribuer

cette invention. D'ailleurs les noms dont on se sert pour indiquer les rhumbs des vents ; tels que *nord, sud, est, ouest*, sont des mots françois, dont on faisoit usage du temps de *Charlemagne* (a).

La principale partie d'une boussole est la rosette, qui est un morceau circulaire, de 5 à 6 pou. de diametre, & quelquefois plus, qui est divisé sur sa circonférence en 360 parties égales, ou degrés. Ce qui a fait donner à ce carton, le nom de rosette, c'est qu'on trace sur son plan, une espece de rose (*fig. CV.*) dont l'une des branches porte à son extrémité une fleur-de-lys. Sous ce plan de carton est attachée une lame d'acier aimantée, taillée en losange qui porte à son milieu, une espece de chaise, ou de capelle, qui sert à placer la rosette sur un pivot. La lame aimantée est disposée de façon que son pôle septentrional repond à la fleur-de-lys. La boîte qui contient cette machine est suspendue, comme nous l'avons déjà fait observer, de la même maniere qu'une lampe marine.

(a) Fournier, *hydrog.* l. 4, ch. 1, p. 526.

Cette boîte est pour l'ordinaire de métal & lestée de plomb, sa figure est hémisphérique & elle est suspendue par deux pivots dans une boîte de bois. Sur deux points diamétralement opposés de la circonférence de la première boîte, sont établies deux pinules, qui servent à plusieurs usages.

La manière d'aimanter une aiguille n'est pas indifférente : une aiguille à la vérité bien aimantée ne se dirige pas plus sûrement, mais elle se dirige plus fortement. Parmi les différentes manières qu'on a imaginées jusqu'à présent, en voici une dont on fait ordinairement grand cas.

Posez une aiguille sur une table : posez ensuite sur son milieu, & de chaque côté de la capelle, d'une part le pôle boréal d'un aiman, & le pôle austral d'un autre aiman, de l'autre côté, de façon néanmoins, que le pôle boréal de l'aiman soit posé sur la partie de l'aiguille qui doit se tourner au sud. Faites ensuite glisser ces deux aimans, en pressant fortement sur l'aiguille, jusques vers ses deux extrémités, & réiterez plusieurs fois, comme 18 à 20 fois, la même opération.

On peut compter sur une aiguille qui a été aimantée de cette manière ; mais il est bon d'observer ici , que quoiqu'une aiguille aimantée dirige constamment une de ses extrémités au nord , elle ne s'y dirige point cependant parfaitement ; de sorte qu'elle decline toujours de quelques degrés vers l'est , ou l'ouest ; défaut essentiel auquel on n'a point encore pu remédier , & qui pourroit occasionner de très-grandes meprises , si un Pilote n'en étoit pas instruit.

CCCCLXXXIII. Cette propriété, ou pour mieux dire , ce défaut de l'aiguille aimantée , est connu chez les Physiciens , sous le nom de *déclinaison orientale* ou *occidentale*. Il a toujours paru d'autant plus surprenant & intéressant qu'il varie continuellement.

Au commencement du dernier siècle la déclinaison observée à Paris , étoit de 6 à 8 degrés du nord vers l'est ; en 1640 elle n'étoit que de 3 degrés (a) ; en 1650 , de 5 à 6 degrés ; en 1666 , on n'observa aucune

(a) Journ. des Sçav. 1661 , p. 19.

déclinaison à Paris (a) ; en 1661 on y observa une déclinaison de deux degrés cinquante minutes du nord à l'ouest (b) ; en 1684 de quatre degrés 10 minutes ; en 1687 cette déclinaison n'alloit pas à un degré (c). Elle a presque toujours augmenté depuis ce temps ; car en 1764 une aiguille de 4 pouces déclinait le 20 Juin de 19 degrés 15 minutes du nord à l'ouest. M. *Halley* prit la peine de dresser en 1700 une table générale de la déclinaison de l'aiman pour tous les endroits de la terre.

Différens météores, le tonnerre, le froid, influent sur la direction des aiguilles aimantées ; quantité d'observations ne nous permettent point de révoquer en doute cette vérité. Le 2 Septembre 1724, à la latitude de 41 degré 10 minutes du nord, & à 28 degrés de longitude du Cap *Henri* en Virginie, l'aiguille aimantée y reçut une agitation si violente, qu'on ne put en faire usage pour diriger la

(a) Jour des Sçav. an. 1681.

(b) Jour des Sçav. an. 1681.

(c) Jour des Sçav. an. 1687.

route. Le même effet se fit remarquer à plusieurs autres aiguilles qu'on plaça dans différens endroits du même vaisseau. Cet effet se fit remarquer pendant plus d'une heure, après quoi l'aiguille prit sa direction ordinaire (a).

Le Capitaine *Ellis* rapporte (b) qu'un jour son vaisseau étant environné de beaucoup de glaces; les aiguilles aimantées perdirent tout-à-coup leur direction, que l'une se dirigeoit d'un côté, une autre suivoit une autre direction, & que pas une ne conserva sa direction; qu'il tenta inutilement de remédier à ce défaut, en les retouchant à un aiman artificiel; mais que le moyen dont il tira parti fut de placer ces aiguilles dans un endroit chaud, où elles reprirent leur vertu directive comme à l'ordinaire.

Un jour les aiguilles d'un vaisseau Anglois, sur lequel tomba le tonnerre, prirent une nouvelle direction, & elle fut si constante qu'on ne put la changer. Le Pilote du vaisseau re-

(a) Dict. Encycloped. art. aiman.

(b) Voyage à la baye d'Hudson.

prit, sans le sçavoir, la route qu'il venoit de faire, jusqu'à ce que le Pilote d'un autre vaisseau qu'il rencontra, lui eut fait observer l'accident survenu à ses aiguilles (a).

Si le tonnerre déränge la direction d'une aiguille aimantée, il peut aussi communiquer la vertu magnétique à des corps qui n'ont jamais joui de cette propriété. Nous lisons dans les Transactions Philosophiques, que le tonnerre étant tombé dans la boutique d'un Marchand, communiqua la vertu magnétique à plusieurs couteaux qui n'avoient jamais été aimantés. Cette observation engagea M. *Dalibard* à changer les pôles de plusieurs aiguilles aimantées, & à en aimanter d'autres par le coup foudroyant de l'électricité, & le succès répondit à son attente.

CCCCLXXXIV. Outre le défaut que nous venons de reprocher aux aiguilles aimantées, elles en ont encore un autre qu'on nomme *inclinaison de l'aiguille aimantée*. Cette inclinaison détermine une des extrémités de l'ai-

(a) Republ. des Lett. T. 1, p. 63.

guille à se porter vers un des pôles. Dans notre hémisphère, l'aiguille se porte vers le pôle boréal, & dans l'autre hémisphère, elle se porte vers le pôle austral; cette inclinaison est nulle à l'équateur, & elle augmente à proportion que nous avançons vers les pôles du monde.

Cette inclinaison varie par une cause étrangère, qui vient des différens frottemens qu'elle effuie sur son axe (*a*), ce qui donna lieu à l'Académie des Sciences de proposer pour prix les moyens de remédier à ce défaut.

Parmi les différens Mémoires qui furent présentés, ce fut celui de *Daniel Bernouilli* qui fut couronné, & voici les moyens qu'il proposa pour obvier aux causes étrangères qui apportoient des changemens à l'inclinaison de l'aiguille.

1°. Il veut que l'axe des aiguilles soit bien perpendiculaire à leur longueur; & qu'il passe exactement par leur centre de gravité.

2°. Il veut que les tourillons de cet axe soient exactement ronds, po

(*a*) Dict. Encyclop. art. aimant.

lis, & qu'ils soient aussi petits que faire se pourra.

3°. Que ces tourillons roulent sur des tablettes qui soient dans un même plan horizontal, très-dur & très-poli.

L'aiguille étant ainsi construite, il propose d'adapter un petit poids de 10 grains, par exemple, pour une aiguille de 6000, & de faire avancer ce poids vers les tourillons jusqu'environ la vingtième partie de la longueur d'une des moitiés, & de mettre alors l'aiguille en équilibre dans une situation horizontale, & de marquer dans cette situation, la place du petit poids. Il veut après cela qu'on recule ce poids des tourillons jusqu'à ce que l'aiguille soit inclinée de 5 degrés. Cette opération étant finie, on aimantera l'aiguille en observant que le côté sur lequel glisse le petit poids, devienne pôle boréal pour les pays où la pointe méridionale de l'aiguille s'éleve.

Pour se servir de cette boussole d'inclinaison, on commencera par poser le petit poids, à la place qu'on présumera convenir, à peu de choses

près , à la véritable inclinaison de l'aiguille ; après quoi on le fera mouvoir en l'avançant ou en le reculant , jusqu'à ce que l'inclinaison marquée par l'aiguille s'accorde avec celui que marque le petit poids , & par ce moyen l'inclinaison de l'aiguille sera la véritable.

CCCCLXXXV. Vers la fin de l'année 1765 , les papiers publics annoncerent qu'on avoit découvert depuis peu dans l'aiman , la vertu de guérir le mal de dent. Quoique tous ceux qui connoissent la structure du corps humain , les différentes causes qui provoquent les douleurs de dents, soient bien éloignés d'ajouter foi à tous les spécifiques qu'on annonce depuis si longtemps pour ces sortes de maladies ; la nouveauté & la singularité de ce remede déterminèrent plusieurs Médecins à en faire usage. J'ai communiqué de l'aiman nud & de l'aiman armé à plusieurs ; d'autres m'ont fait toucher des couteaux & d'autres instrumens d'acier. Quantité de particuliers se sont adressés à moi ; de sorte que depuis le mois de Décembre 1765 , jusqu'au mois d'Avril

1766, plus de 300 personnes à ma connoissance, ont fait usage de ce remede : mais soit oubli, soit qu'elles attendent une parfaite guerison, aucune ne m'a encore remercié.

Cependant le Journal encyclopédique (a) rapporte que M. Klarick a guéri pendant l'espace de 5 mois 130 personnes à Gottingue, en leur appliquant de l'aiman, ayant soin que pendant l'opération, le malade ait le visage tourné au nord. Le même Journal nous apprend que cet habile médecin a aussi employé l'aiman & avec succès dans les rhumatismes, la surdité, &c. & qu'il se propose de publier bientôt le détail de ses expériences.

CCCCLXXXVI. Telles sont toutes les propriétés connues de l'aiman & les phénomènes qu'il nous présente à examiner. Il ne s'agiroit plus maintenant que d'exposer la cause de tous ces phénomènes : mais ceux qui viendront après nous, seront certainement plus instruits que nous sur cette matière, & pourront mieux satisfaire à cette question.

(a) Journal Encyclopéd. 15 Mars 1766.

F I N.

X iv

T A B L E

DES MATIERES

Contenues dans ce second volume.

L E Ç O N V.

<i>DE l'Aréostatique.</i>	<i>Pag.</i>
Découverte de la pesanteur de l'air	3
Expérience de <i>Toricelli</i> ,	4
Expérience imaginée par <i>M. Pascal</i> , pour vérifier l'idée de <i>Toricelli</i> ,	6
Idée de <i>Linus</i> réfutée par une expérience dé- cursive,	9
Expérience d' <i>Otto de Guericque</i> , qui donna naissance au barometre,	10
Invention de la machine pneumatique, sa description,	12
De quelle maniere l'air se raréfie sous un récipient,	16
Expériences qui confirment la pesanteur de l'air,	20
De quelle maniere <i>Otto de Guericque</i> , s'y prit pour peser un volume d'air,	22
Expérience qui prouve que l'air exerce sa pression latéralement,	23
Expérience qui prouve la pression que l'air exerce de bas en haut,	24
Expérience qui démontre que l'air déploie sa pression en tous sens,	ibid.

TABLE DES MATIERES. 489

Pésanteur de l'air, comparée à celle de l'eau,	25
Effets de la pression de l'air,	27
Différentes machines auxquelles la pésanteur de l'air a donné naissance, 29 & suiv.	
Des pompes & des effets qu'on en peut attendre,	39 & suiv.
Observations sur les soupapes de ces sortes de machines,	46
Expérience qui prouve que c'est à la pésanteur de l'air, qu'il faut attribuer l'élévation de l'eau dans les pompes aspirantes,	49
<i>Du ressort de l'air.</i>	50
Expérience qui decele le ressort d'une masse d'air, à laquelle on a fait subir une nouvelle pression,	51
Description du fusil à vent, dont l'effet confirme la même chose,	52
Le ressort de l'air ne paroît point altérable,	55
Expérience qui fit croire à Mrs <i>Boyle & Mariotte</i> que l'air se condendoit à raison des poids dont il étoit chargé,	56
Cette regle n'est pas rigoureusement exacte,	57
Expériences qui démontrent le ressort d'une masse d'air, qu'on décharge d'une partie du poid qu'elle porte naturellement,	59
Expérience qui decele le ressort d'une masse d'air dilatée par un fluide étranger,	63
De quelle maniere le ressort de l'air augmente, par un degré de chaleur connu, <i>ibid.</i>	
Expérience qui démontre qu'une petite masse d'air peut produire par son ressort, une pression égale à celle d'une colonne d'air	

490 TABLE DES MATIERES.

de même basse & de toute la hauteur de l'atmosphère,	66
Quelle pression l'air déploie sur l'habitude du corps d'un homme de moyenne taille,	68
Effets du ressort de l'air dans le corps d'une personne noyée,	69
Expérience qui confirme ce qu'on vient de dire à cet égard,	71
Description de la fontaine de <i>Hieron</i> & son effet,	72

LEÇON VI.

<i>Suite de l'Aréostatique,</i>	75
Différentes émanations dont la masse d'air qui enveloppe notre globe est chargée,	ibid.
De quelle conséquence il est, d'observer exactement les variations qui surviennent à l'atmosphère,	78
Manière de construire un baromètre,	80
Défaut inévitable dans cet instrument & le moyen d'y remédier autant qu'il est possible,	87
Des effets & de l'usage de cet instrument,	88
Origine du Thermomètre,	94
Défauts des premiers thermomètres,	96
Thermomètre de Florence,	97
Défauts de cet instrument,	98
Thermomètre de <i>Fahrenheit</i> ,	101
Comment <i>Newton</i> parvint à perfectionner	

TABLE DES MATIERES. 491

ces sortes d'instrumens ,	102
Contestation entre les Sçavans , sur le degré de chaleur de l'eau bouillante ,	103
Dans quel sens on doit regarder ce degré de chaleur , comme fixe ,	105
Contestation entre les Sçavans sur le terme de la congélation ,	106
Expérience du D. <i>Martine</i> qui prouve que le terme de la congélation est fixe & invariable ,	109
Défaut de thermometre de <i>Newton</i> ,	110
Comment M. de <i>Reaumur</i> remédia à ce défaut ,	111
Autre défaut du thermometre de M. de <i>Reaumur</i> , & comment <i>Olaus Reaumer</i> y remédia ,	ibid.
Comment on doit s'y prendre pour construire un thermometre ,	112
De la sécheresse & de l'humidité de l'air , & des moyens qu'on a imaginé pour connoître l'intensité de ces deux propriétés ,	116
Emanations dangereuses dont l'air est quelquefois chargé ,	120
Expérience qui démontre les effets de ces émanations sur les animaux ,	122
Quoique l'air soit pur & salubre , il a besoin outre cela d'être souvent renouvelé ,	123
Nécessité de l'air pour l'entretien de la vie animale ,	126
Expérience qui demontre que c'est à la promptitude avec laquelle on rarefie l'air , sous le recipient de la machine pneumatique , qu'on doit rapporter la mort des animaux qu'on soumet à l'épreuve du vuide ,	132

L E Ç O N VII.

<i>De l'Acoustique.</i>	133
<i>En quoi consiste le son, considéré dans le corps sonore,</i>	134
Division des sons en tons graves & aigus : défaut de la méthode dont on fait ordinairement usage, pour avoir un ton fixe,	138
Moyen proposé par M. <i>Sauveur</i> pour avoir en tout temps, un ton fixe & invariable,	139
D'où provient la différence des tons & des divisions de tons, qui composent une octave,	142
Deux cordes d'instrument qui ne diffèrent entre elles, que par leur longueur, font dans le même temps des vibrations qui sont entre-elles, quant à leur nombre, en raison inverse de la longueur de ces cordes,	146
Expériences faites d'après ce principe & qui nous indiquent les différentes longueurs qu'il faut donner aux cordes, pour trouver toutes les consonances,	147
La grosseur des cordes influe aussi sur le ton qu'elles rendent,	149
La tension varie aussi les tons qu'elles donnent,	150
<i>En quoi consiste le son considéré dans le milieu qui le propage,</i>	152
Quel est le véritable milieu propre à la propagation des sons,	154
Quelles sont les qualités requises, pour qu'un	

TABLE DES MATIERES. 493

milieu soit propre à transmettre le son , & à lui conserver toute son intensité ,	156
Expérience qui prouve que la densité & le ressort de l'air , sont indispensablement nécessaires , pour la transmission des sons ,	159
Moyens d'augmenter l'intensité du son ,	160
Avec quelle vitesse les sons se propagent-ils ?	164
Obstacles qui s'opposent à la propagation du son & les différens effets qu'ils produi- sent ,	167
<i>De l'Echo.</i>	168
<i>Du son considéré dans l'organe de l'ouïe.</i>	173

LEÇON VIII.

<i>Du Feu.</i>	175
<i>De la nature du feu.</i>	177
Le feu jouit de toutes les propriétés qui ap- partiennent aux corps ,	180
<i>De la communication du feu.</i>	187
Expériences qui indiquent de quelle maniere la matiere ignée se communique d'un li- quide à un autre ,	188
La matiere ignée tend à se mettre en équilib- re dans tous les corps circonvoisins ,	190
Expérience qui démontre cette vérité ,	ibid.
Cas particulier où cette regle n'a pas lieu ,	191
La matiere ignée dilate tous les corps qu'elle pénètre ,	195
Expérience qui démontre cette vérité par	

494 TABLE DES MATIERES.

rapport aux solides ,	198
Expérience qui prouve qu'elle les dilate en tous sens ,	201
Elle volatilisè leurs parties & elle les détache de la masse totale qu'elles formoient auparavant ,	202
<i>Idee de la distillation.</i>	203
La matiere ignée fait tomber les métaux en fusion ,	209
Maniere de fondre une piece de monnoie dans une coquille de noix , sans endommager la coquille ,	212
Maniere de séparer une piece de monnoie en deux parties , selon son plan ,	214
Expérience de la poudre fulminante ,	215
<i>De la propagation du feu.</i>	218
Des causes qui déterminent la matiere du feu , comprise dans les mixtes , à se développer , & à se produire au dehors ,	220
Expérience qui prouve que le frottement peut produire cet effet ,	221
Expérience qui prouve que les chocs redoublés peuvent aussi produire le même effet ,	223
Du phosphore urineux ,	ibid.
Du phosphere de M. <i>Homborg</i> ,	226
Des phosphores naturels ,	230
<i>Du développement de la matiere ignée produit par la pénétration des liquides ,</i>	232
Des acides & des alkalis ,	234
Expériences qui indiquent la maniere de connoître une liqueur acide ,	235
Expérience qui indique la maniere de connoître une liqueur alkaline ,	236
Expérience qui fait voir que certains liqui-	

TABLE DES MATIERES. 495

des produisent en se pénétrant , une effervescence ,	237
Expérience qui fait voir que la pénétration de certains liquides , produit un effervescence accompagnée d'ébullition ,	239
Coagulum qui decele l'avidité avec laquelle certains liquides se pénétrant ,	241
Expérience qui démontre que certains liquides en se pénétrant , peuvent développer la matiere du feu qu'ils récelent , au point de s'enflammer ,	244
Expérience par laquelle on fait naître une substance spongieuse , connue sous le nom de <i>champignon philosophique</i> , par le mélange de deux liquides ,	247
Expérience qui démontre que l'action de l'air est indispensablement nécessaire pour la production & l'entretien du feu ,	250

L E Ç O N IX.

<i>De l'électricité.</i>	252
Les anciens connoissoient la vertu électrique ,	253
Les modernes ont fait quantité de recherches sur cette matiere ,	254
Procédé de <i>Gilbert</i> pour découvrir la vertu électrique ,	254
Decouvertes d' <i>Otto de Guericke</i> ,	255
Decouvertes de <i>Boyle</i> ,	257
Decouvertes de <i>Hauxbée</i> ,	258
Decouvertes de <i>Gray</i> ,	259
Decouvertes de <i>Dufay</i> ,	263

496 TABLE DES MATIERES.

<i>La matiere électrique est un véritable feu ;</i>	268
Expérience qui confirme cette idée ,	ibid.
Expérience de <i>Leyde</i> ,	269
Observations sur les coussinets dont on fait usage , pour frotter les globes qu'on électrise ,	273
Decouvertes de l' <i>Abbé Nollet</i> sur les secours qu'on peut attendre de l'électricité contre certaines maladies ,	277
Conjectures de <i>Franklin</i> sur la matiere électrique ,	281
<i>De l'imperméabilité du verre & des autres substances de cette espece</i> ,	282
Expériences qui paroissent favorable à cette idée ,	285
Analyse d'une bouteille chargée d'électricité , qui paroît confirmer cette idée ,	289
Autre expérience qui paroît faire voir qu'il n'y a aucun corps qu'on ne puisse électriser <i>positivement & négativement</i> ,	291
Expériences qui paroissent refuter l'imperméabilité du verre ,	293
<i>Du pouvoir des pointes</i> ,	296
<i>De l'analogie entre les effets de l'électricité & ceux du tonnerre</i> ,	300
Expériences qui confirment cette analogie ,	307.

L E Ç O N X.

<i>De la lumiere.</i>	311
<i>Ce que c'est que la lumiere</i> ,	312
<i>D'où procede-t-elle</i> ,	313

TABLE DES MATIERES. 497

Refutation de l'hypothese de Descartes,	315.
Observations qui indiquent que la lumiere émane du soleil,	316
<i>De la lumiere directe.</i>	319
Tout les rayons qui partent d'un point radi- eux sont divergens,	ibid.
Expériences qui prouvent que ces rayons par- leur divergence, forment un cône de lu- miere dont la base est tournée du côté de l'œil du spectateur,	320.
Expérience qui fait voir comment l'intensité de la lumiere diminue à proportion qu'elle s'éloigne du corps lumineux,	324
Expérience qui démontre que les rayons lu- mineux qui partent de différens points ra- di- eux se croisent sans se confondre	326
<i>De la lumiere réfractée.</i>	328
Expérience qui prouve que la lumiere qui traverse obliquement différens milieux, souffre des réfractions,	331
Des effets des verres convexes,	333
Du telescope Hollandois,	335
Du telescope astronomique,	ibid.
Des lunettes à 4 verres & de leurs effets,	336
<i>De la lumiere réfléchie,</i>	339
Expérience qui prouve que lorsqu'un rayon de lumiere rencontre sur son passage un corps opaque & poli, il se réfléchit de façon que <i>son angle de réflexion est égal à son angle d'incidence,</i>	342
Des effets des miroirs,	343
Du telescope Grégorien,	347
<i>De la décomposition de la lumiere.</i>	351
Décomposition d'un faisceau de lumiere en sept rayons primitifs & colorés,	352

498 TABLE DES MATIERES.

- Expériences qui prouvent que les couleurs ,
 sous lesquelles les rayons de lumière se
 présentent à notre vue , après leur sépara-
 tion , appartiennent essentiellement à ces
 sortes de rayons , & qu'ils sont différem-
 ment réfrangibles , 354
- Expérience qui prouve que les rayons les plus
 réfrangibles *sont en même temps les plus ré-*
flexibles , 359
- Expérience qui prouve que le concours de
 tous les rayons primitifs à l'exception du
 rayon jaune , est nécessaire pour produire
 la sensation du blanc , 360
- Des couleurs considérées dans les corps colorés.* 361
- D'où dépendent les couleurs qui peignent les
 corps colorés , 362
- Expérience de *Newton* sur les anneaux colo-
 rés , 363
- Expériences qui prouvent que le mélange de
 deux liquides limpides & non colorés ,
 produit une couleur fixe & déterminée ,
 366
- Expériences qui prouvent qu'un liquide non
 coloré peut changer la couleur d'un autre
 liquide , lorsqu'on les mêle ensemble ,
 367
- Expériences qui prouvent que deux liquides
 colorés , combinés ensemble , prennent
 une couleur différente de celles de chacun
 de ces liquides , avant le mélange , *ibid.*
- Expériences qui démontrent qu'on peut faire
 perdre aux liquides colorés leur couleur ,
 en les mêlant avec des liquides non colorés
 & qu'on peut ensuite rétablir la première
 couleur , par l'addition d'un liquide non

TABLE DES MATIERES.	499
coloré,	369
Le contact de l'air suffit pour changer la couleur d'un corps exposé à l'action de ce fluide,	373
Le feu produit le même effet en plusieurs circonstances,	374

L E Ç O N X I.

<i>De l'Eau.</i>	378
L'eau considérée comme liqueur,	379
Elle peut être considérée dans cet état comme élémentaire ou comme mixte,	380
Considérée sous le premier rapport, elle est le menstrue universel de toutes les substances salines,	382
La chaleur lui donne plus d'activité,	ibid.
Expérience qui confirme cette vérité,	383
Elle ne peut dissoudre qu'une certaine quantité de sel de même espèce; & lorsqu'elle est parvenue à ce point de saturation, elle peut encore en dissoudre mais d'une espèce différente,	384
Des différentes espèces d'eaux,	386
Des différens moyens qu'on a employés, pour rendre l'eau de la mer potable,	389
Manieres d'éprouver la pureté des eaux,	391
Des différens effets que les eaux peuvent produire, relativement aux substances étrangères qu'elles contiennent,	393
De celles qui sont préférables pour nos usages ordinaires,	404
<i>De l'eau considérée sous l'état de vapeur,</i>	407
<i>De quelle maniere les vapeurs se forment,</i>	408

500 TABLE DES MATIERES.

Des effets de l'eau réduite en vapeurs ,	414
Expériences qui démontrent ces différens effets ,	414
<i>De l'eau considérée sous l'état de glace ,</i>	421
Plusieurs Physiciens 'ont regardé la glace comme une liqueur condensée ,	422
Des phénomènes qui accompagnent la formation de la glace ,	424
De la force de la glace ,	427
<i>Des congélations artificielles & des phénomènes qu'elles nous présentent à examiner ,</i>	438
Première explication de ces phénomènes ,	432
Application de ces raisonnemens aux congélations naturelles ,	434
Phénomènes qui ne s'expliquent pas aisément dans cette hypothèse ,	437
Autre explication des mêmes phénomènes ,	440

LEÇON XII.

<i>De l'Aiman.</i>	447.
Ce que c'est que l'aiman ,	448
Dans lesquels de ses principes reside sa vertu attractive ,	ibid.
Phénomene singulier sur la vertu attractive & repulsive de ses pôles ,	451
Expériences qui confirment ce phénomène ,	ibid.
De l'armure de l'aiman , & de la meilleure maniere de la construire ,	457
Comment on peut augmenter la force de l'aiman ,	461

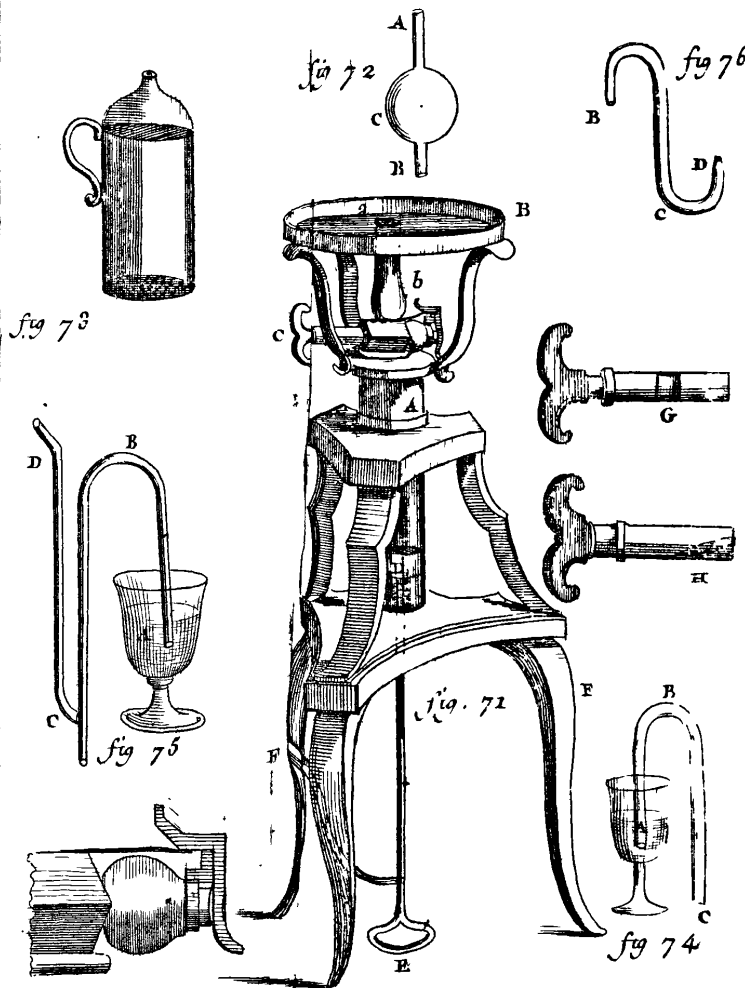
TABLE DES MATIERES. 501

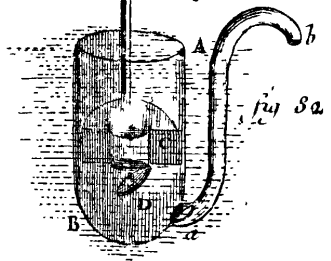
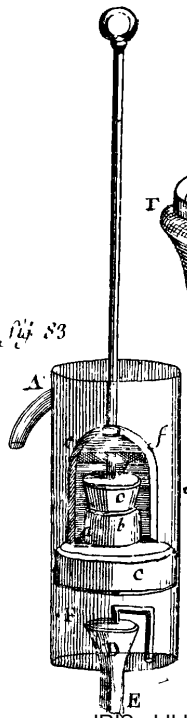
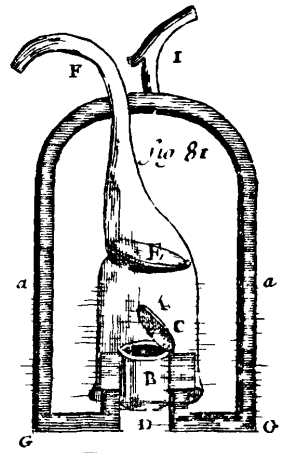
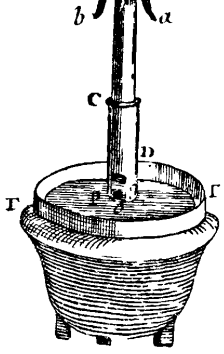
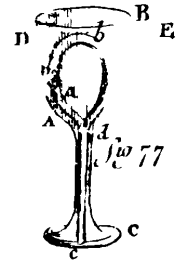
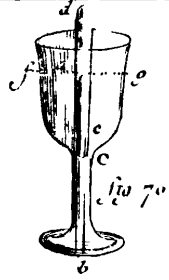
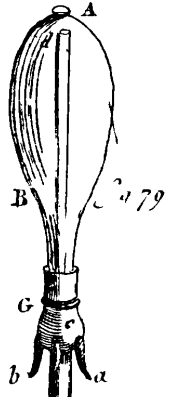
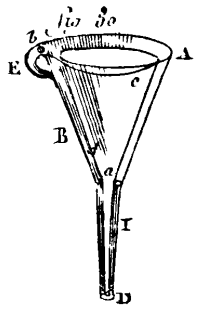
La vertu de l'aiman se transmet à plus ou moins de distance ,	463
Elle se transmet à travers différens corps , expériences qui confirment cette vérité ,	464
Cette vertu se communique au fer & à l'acier ,	466
Aimans artificiels ,	467
Maniere de communiquer la plus forte vertu magnetique à un morceau de fer , ou d'acier , & de la lui conserver ,	468
De la boussole ,	476
De la meilleure maniere d'aimanter une aiguille ,	479
<i>De la déclinaison de l'aiguille aimantée ,</i>	480
<i>De l'inclinaison de l'aiguille aimantée ,</i>	483
Moyen proposé par <i>Daniel Bernouilli</i> pour remedier à ce défaut ,	484
<i>La vertu magnetique proposée comme spécifique pour les maux de dents ,</i>	486

Fin de la Table.

ERRATA.

- P**ag. 9 lig. 13 de tube, *lis.* de ce tube.
Pag. 17 lig. 10 sons, *lis.* sous.
Pag. 19 lig. 20 oo, *lis.* o.
Pag. 41 lig. 11 inférieure, *lis.* supérieure.
Pag. 87 lig. 11 compris, *lis.* comprises,
Pag. 101 lig. 21 60, *lis.* 40.
Pag. 135 lig. 7 'appelées,
partielle, *lis.* appelée.
lis. partielles.
Pag. 137 lig. 24 ces son, *lis.* ces sons.
Pag. 150 lig. 25 une, *lis.* un.
Pag. 158 lig. 26 l'intensité, *lis.* la densité.
Pag. 160 lig. 14 peuvent com-
muniquer, *lis.* se communiquent.
Pag. 167 lig. 14 eux, *lis.* ceux.
Pag. 174 lig. 21 occasionné, *lis.* occasionnée.
Pag. 179 lig. 24 elle, *lis.* elles.
Pag. 202 lig. 16 uns, *lis.* unes.
Pag. 210 lig. 1 d'ouvrage, *lis.* d'ouvrages.
Pag. 236 lig. 12 violette, *lis.* violettes.
Pag. 244 lig. 16 pied, *lis.* pieds.
Pag. 261 lig. 6 de petit fil, *lis.* un petit fil.
Pag. 266 lig. *derm.* lettres, *lis.* lettre.
Pag. 317 lig. 19 8' 3', *lis.* 8' 3".
Pag. 325 lig. 17 nécessairement, *lis.* réciproquement.
Pag. 367 lig. 19 volatil, *lis.* volatil.
Pag. 368 lig. 3 effacez de la teinture.
lig. 27 de lixivium, *lis.* lixivium.
Pag. 407 lig. 20 la matiere em-
porte, *lis.* la matiereignée
emporte.
Pag. 440 lig. 1 les, *lis.* elles.
Pag. 475 lig. 7 une, *lis.* d'une.





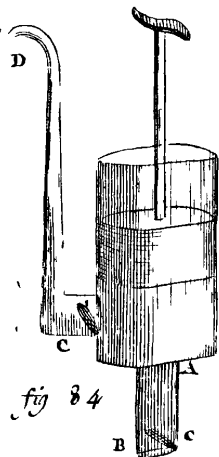


fig 84

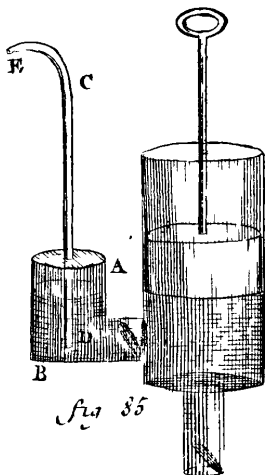


fig 85

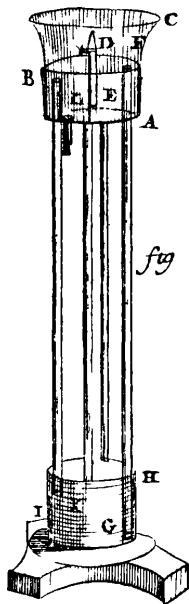


fig 88

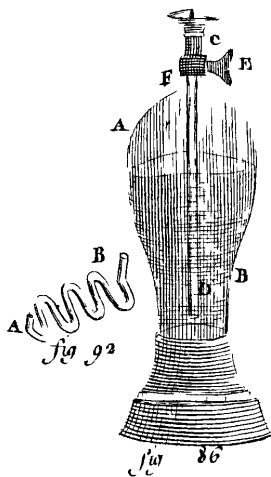


fig 86

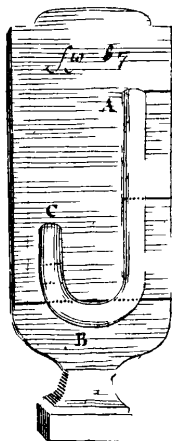


fig 87

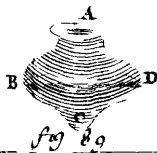


fig 89

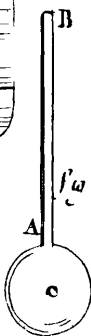


fig 90

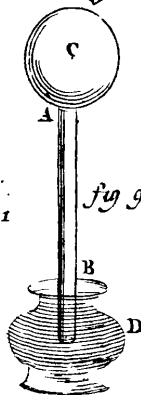
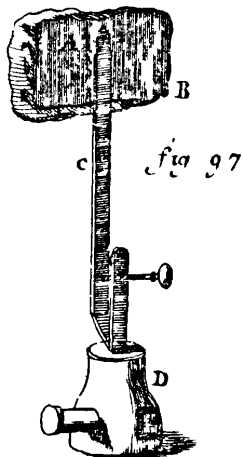
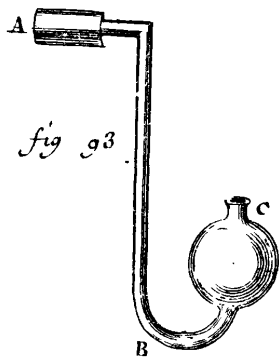
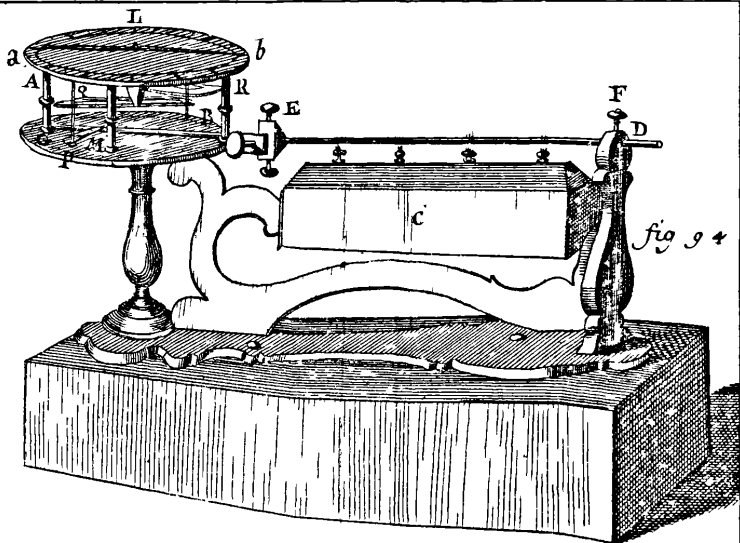
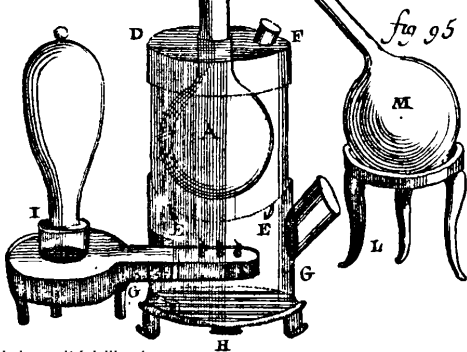
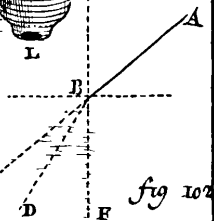
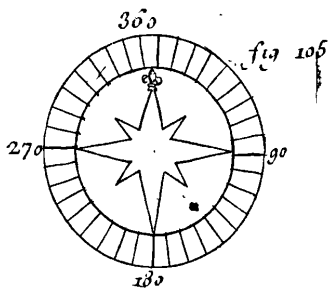
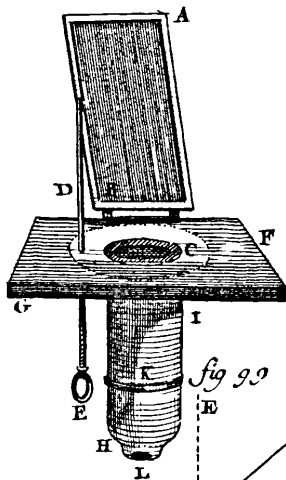
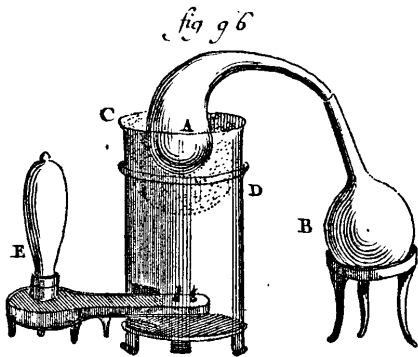
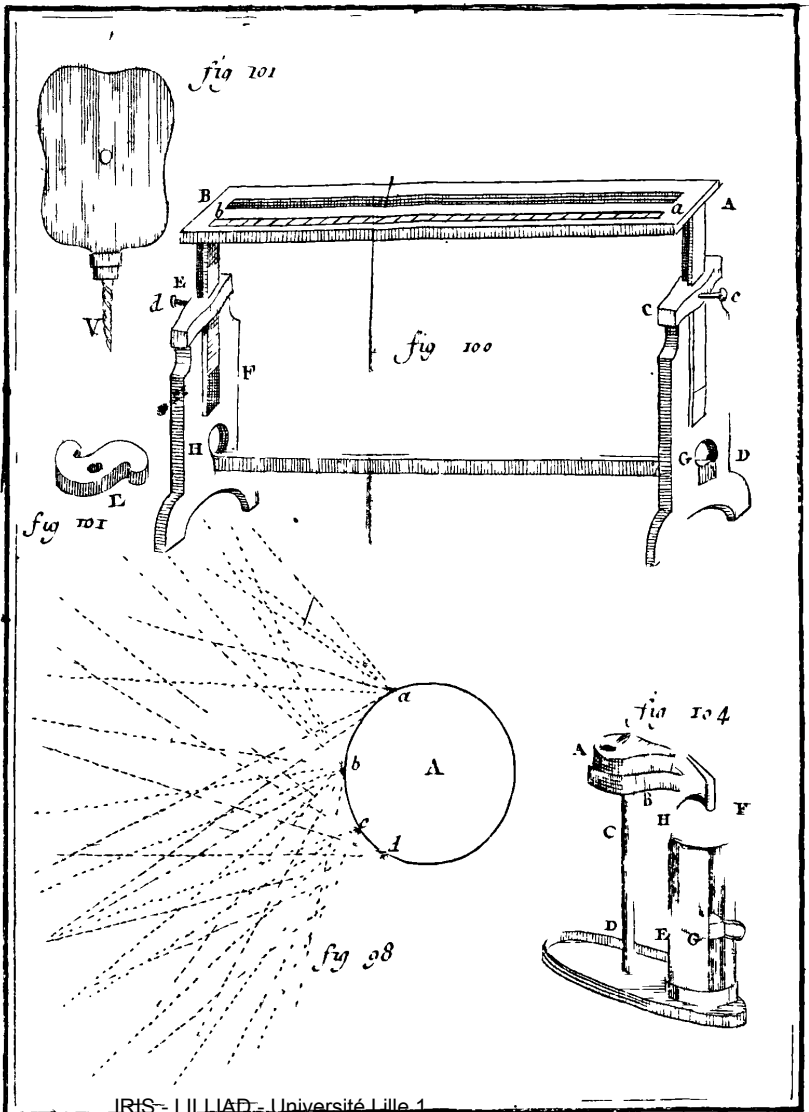


fig 91







APPROBATION.

J' A I lû par ordre de Monseigneur le Vice-Chancelier, un manuscrit intitulé *Leçons de Physique expérimentale*. Ces Leçons meritent d'autant plus d'être imprimées, qu'elles sont écrites clairement, appuyées des meilleures observations & des démonstrations de géométrie nécessaires, & à la portée de tout le monde. A Paris le 28 Juillet 1766.

G U E T T A R D.

PRIVILEGE DU ROI.

L OUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conseillers, les gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conseil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans civils, & autres nos Justiciers qu'il appartiendra : SALUT Notre amé le sieur DesVentes de la Doué, Nous a fait exposer qu'il désireroit faire imprimer & donner au public un Ouvrage qui a pour titre *Leçons de Physique expérimentale* par M. Sigaud de la Fond, s'il Nous plaisoit lui accorder nos Lettres de Privilége pour ce nécessaires. A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Exposant, Nous lui ayons permis & permettons par ces

Présentes, de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui semblera, & de le vendre faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le tems de six années consécutives, à compter du jour de la date des Présentes : Faisons défenses à tous Imprimeurs, Libraires & autres personnes de quelque qualité ou condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre obéissance : comme aussi de faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage, ni d'en faire aucun extrait, sous quelque prétexte 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 contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers audit Exposant, ou à ceux qui auront 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 aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725 ; à peine de décheance du présent Privilege ; 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 DELAMOIGNON ; & qu'il

en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothèque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle dudit Sieur DELAMOIGNON, & un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Vice-Chancelier & Garde des Sceaux de France, le Sieur de MAUPEAU; le tout à peine de nullité des Présentes. Du contenu desquelles Vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Exposé, ou ses ayans cause, pleinement & paisiblement; sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la Copie des 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 vingt-deuxième jour du mois de d'Octobre, l'an de grace mil sept cent soixante-six, & de notre Regne le cinquante-deuxième. Par le Roi en son Conseil. LE BEGUE.

Registré sur le Registre XVII. de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, No. 886. fol. 51. conformément au Reglement de 1723. A Paris ce 14 Novembre 1766.

GANEAU, Syndic.