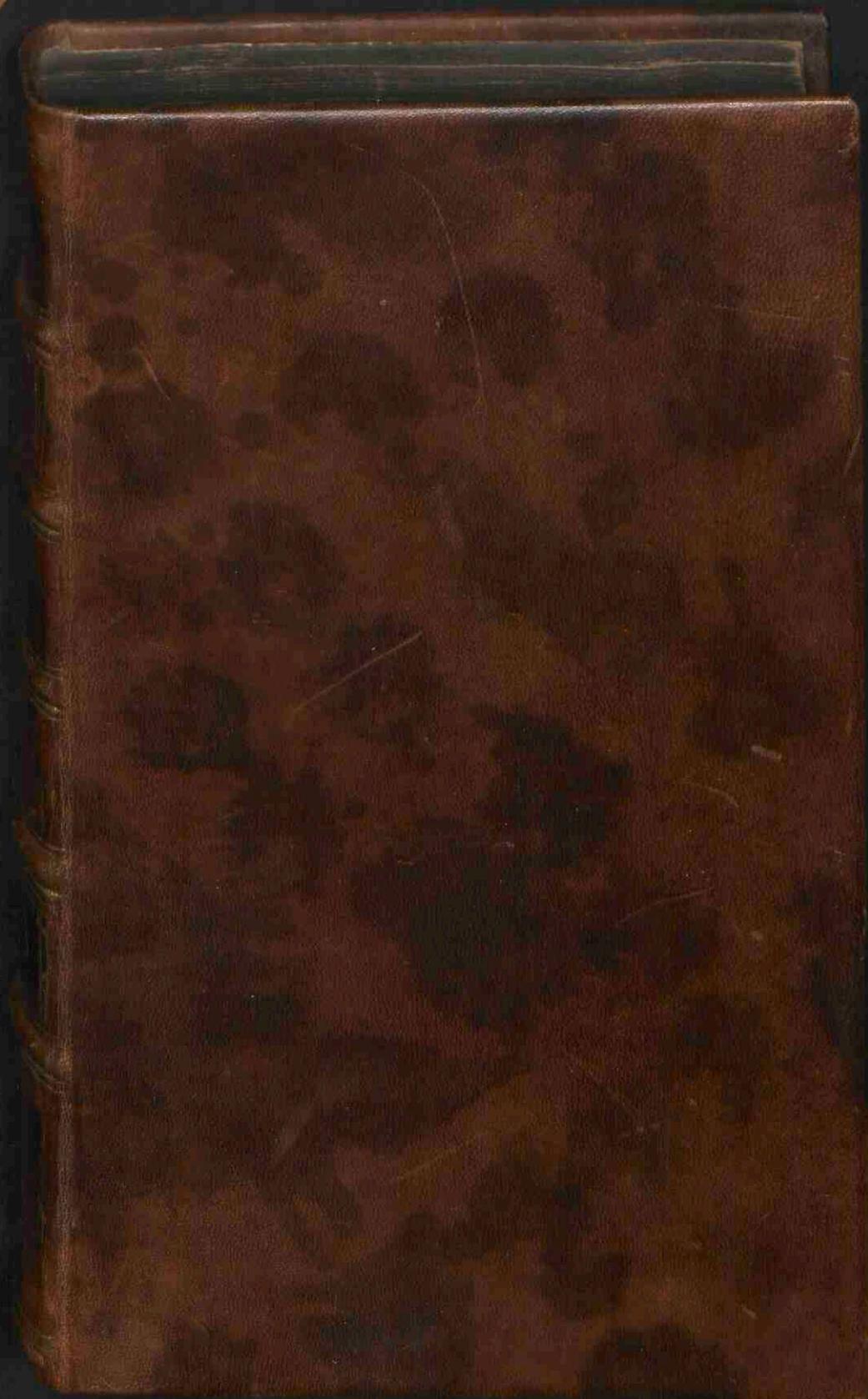
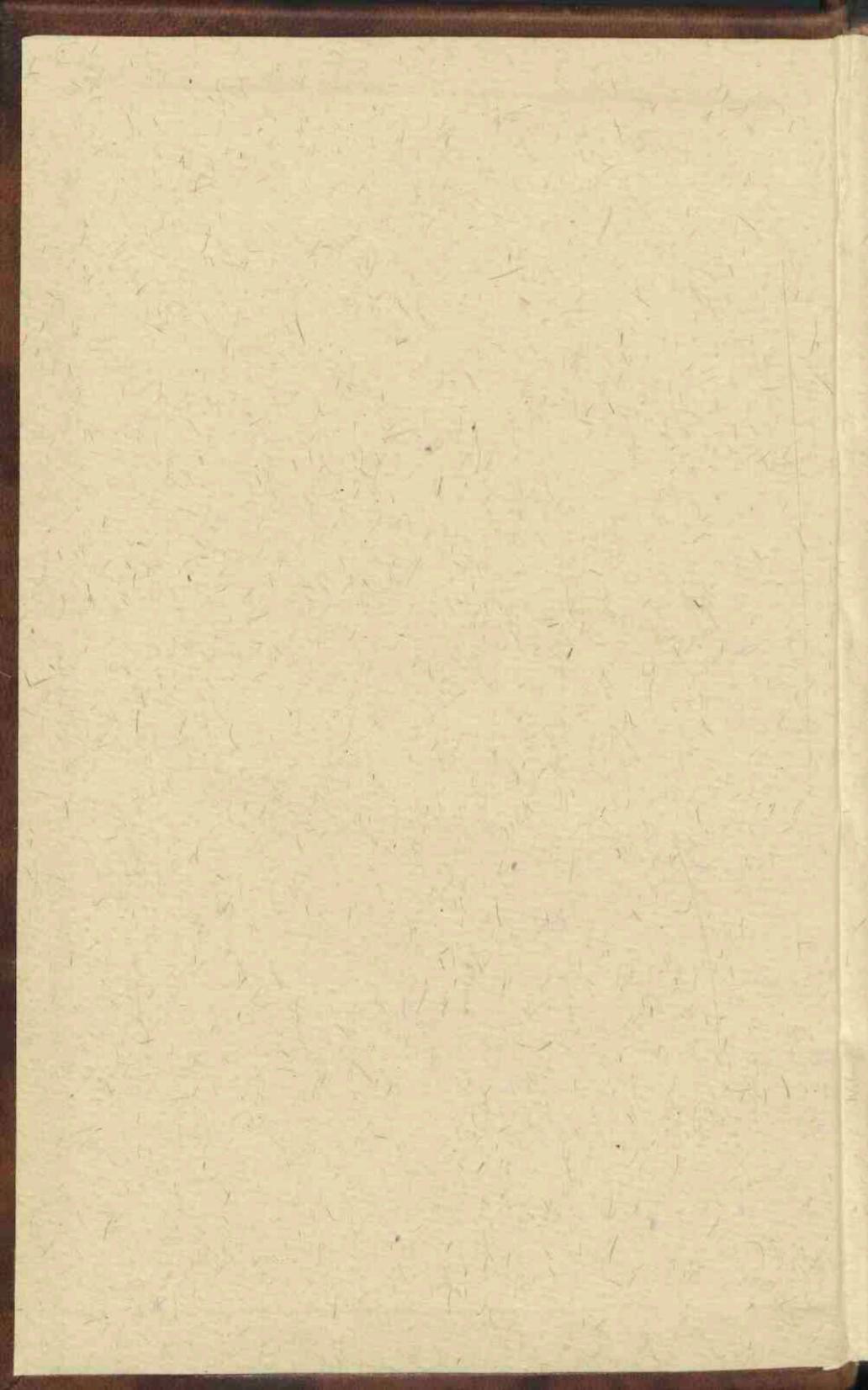


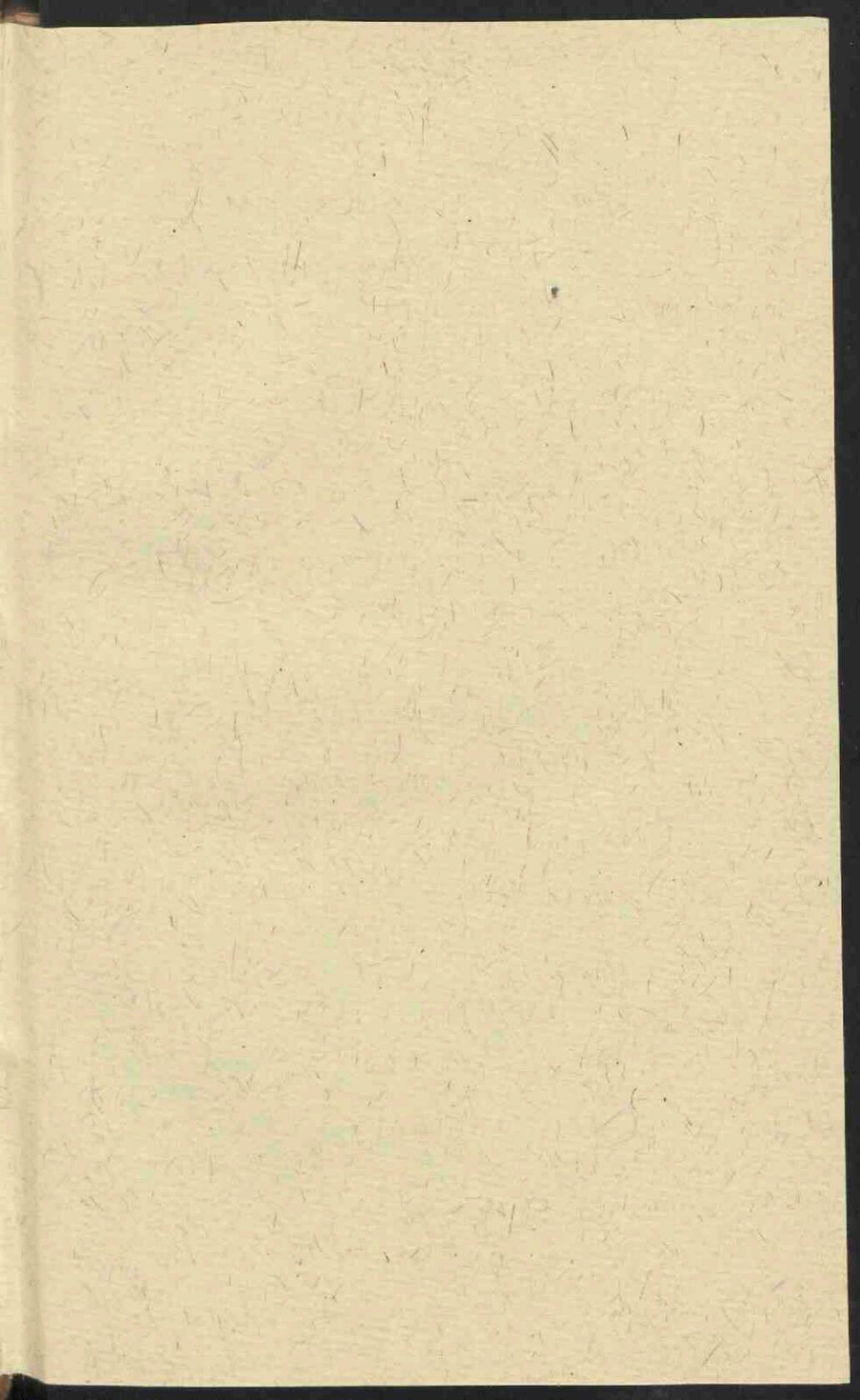


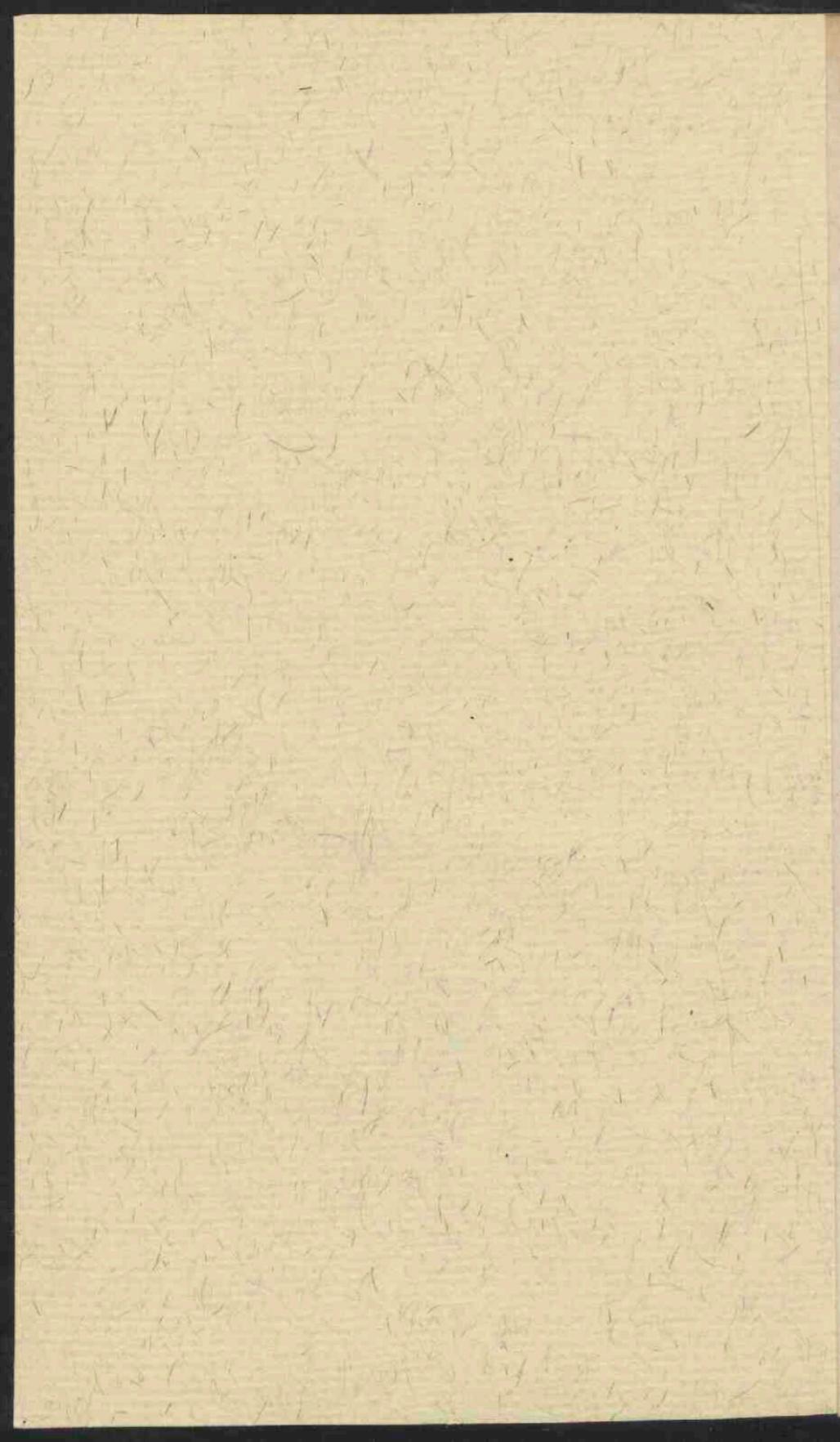
Récréations mathématiques et physiques : qui contiennent les problèmes et les questions les plus remarquables ...

<https://hdl.handle.net/1874/356358>









9

RÉCRÉATIONS
MATHÉMATIQUES
ET
PHYSIQUES.

TOME QUATRIÈME.

RÉCRIATIONS
MATHÉMATIQUES
ET
PHYSIQUES.

TOME QUATRIÈME.

RÉCRÉATIONS

MATHÉMATIQUES

ET PHYSIQUES,

QUI CONTIENNENT les Problèmes et les Questions les plus remarquables, et les plus propres à piquer la curiosité, tant des Mathématiques que de la Physique; le tout traité d'une manière à la portée des Lecteurs qui ont seulement quelques connoissances légères de ces Sciences.

Par M. OZANAM, de l'Académie royale des Sciences, etc.

NOUVELLE ÉDITION, totalement refondue et considérablement augmentée par M. de M***.

TOME QUATRIÈME,

Contenant la *Physique*, et en particulier les phénomènes du *Magnétisme*, de l'*Electricité* et de la *Chimie*; avec deux Supplémens, l'un sur les *Phosphores*, l'autre sur les *Lampes perpétuelles*.

A PARIS, RUE DAUPHINE,

Chez FIRMIN DIDOT, Libraire pour les Mathématiques, l'Artillerie et le Génie, grav. et fond. en caractères.

M. DCC. XC.



RÉCRÉATIONS
MATHÉMATIQUES
ET
PHYSIQUES.

ONZIEME PARTIE,

*QUI contient les objets les plus curieux de
la Physique générale & particuliere.*

A PRÈS avoir parcouru les différentes parties des mathématiques, & des sciences ou arts qu'on range dans cette classe, nous allons entrer dans le champ de la physique, qui ne nous présente pas moins d'objets dignes de curiosité que les mathématiques, ou, pour mieux dire, qui est encore plus fertile en ce genre, ainsi que plus à la portée de la plus grande partie des lecteurs. Cette matiere est même tellement abondante, que nous aurions peine à y établir des di-

visions; c'est pourquoi cette partie de notre ouvrage sera une espece de mélange, sans beaucoup d'ordre, de tout ce dont traite la physique générale. On y passera successivement en revue les propriétés générales des corps & des éléments; les inventions, soit utiles, soit récréatives, auxquelles ces propriétés donnent lieu; diverses questions tenant au système du monde, les météores, l'origine des fontaines, & mille autres objets ressortissants de la physique, & dont il seroit beaucoup trop long de faire l'énumération. Mais avant de se jeter dans ce vaste champ, il est nécessaire d'établir quelques principes généraux qui puissent servir à ce qui suivra. C'est ce qu'on va faire dans le discours suivant, qui a pour objet principal les propriétés de ce que les physiciens appellent les *Eléments*, sçavoir, l'air, le feu, l'eau, & la terre.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE,

Sur les Eléments des Corps.

LORSQUE, dans l'analyse d'un mixte, on est arrivé à ses derniers composans, & qu'on ne peut les décomposer eux-mêmes, on doit les regarder comme ses éléments. Or tout le monde sçait que tous ou la plupart des corps soumis à l'analyse, fournissent une matiere fixe, quelque chose d'inflammable, un fluide invisible, & qui ne se manifeste que par son expansibilité & son ressort, un autre enfin que la chaleur réduit en vapeurs, & qui se rassemble ensuite sous une forme visible: ce sont ces quatre composans qu'on a nommés la terre, le feu; l'air, & l'eau. Ils entrent dans la

composition de la plus grande partie des corps ; mais on n'a pu encore les décomposer eux-mêmes. On doit donc les regarder comme les éléments de tous les autres corps ; & ceci justifie la dénomination vulgaire & établie presque depuis la naissance de la physique , selon laquelle il y a dans la nature quatre éléments , le feu , l'air , l'eau , & la terre.

§. I.

DU FEU, tant élémentaire que matériel.

Qu'est-ce que le feu ? Voilà peut-être la question de physique la plus obscure , & la moins susceptible d'une solution absolument satisfaisante. Cependant voici ce que ses propriétés connues permettent de donner comme probable.

Le feu est un fluide universellement répandu dans la nature ; qui pénètre tous les corps avec plus ou moins de facilité ; susceptible de s'accumuler dans quelques-uns , & alors cette accumulation produit sur nous cette sensation que nous appelons la chaleur. Portée plus loin , elle produit l'embrasement , qui est toujours accompagné de la lumière. En tout état ce fluide dilate les corps , à mesure qu'il s'y trouve en plus grande quantité ; enfin il sépare leurs parties , ce que nous appelons brûler , calciner , fondre.

Que le feu soit un fluide , c'est ce dont il n'est pas permis de douter ; car s'il ne l'étoit pas , comment seroit-il répandu dans l'air , dans l'eau , sans faire obstacle au mouvement des corps ? comment pénétreroit-il les corps les plus denses & les plus compactes , les métaux , par exemple ?

Il y a plus. Non-seulement le feu est un fluide ,

mais il est le principe de toute fluidité. Sans lui, tous les fluides connus seroient réduits à une masse absolument solide. Les métaux se congelent à un degré de chaleur encore bien supérieur à celui de l'eau bouillante. L'eau perd sa fluidité aussi-tôt que la chaleur ou la quantité de feu a diminué à un certain point; ensuite l'esprit de vin; enfin le mercure se congele à son tour, par la diminution progressive de la chaleur. Il est peut-être un degré de froid ou de rareté de feu qui réduiroit l'air en un fluide comme l'eau, & même en un solide; mais nous sommes prodigieusement éloignés de ce terme.

Il pénètre tous les corps avec plus ou moins de facilité. C'est ce qui résulte de la communication de la chaleur d'un corps échauffé, à un corps froid. C'est avec plus ou moins de facilité, & non avec une facilité extrême, que la chaleur se communique; car il est reconnu que cette communication n'est pas instantanée: une aiguille un peu longue, dont on présente la pointe à la flamme d'une bougie, n'est pas aussi-tôt également chaude par ses deux bouts. Un corps reçoit cette chaleur plus promptement que l'autre.

L'accumulation du fluide igné produit sur nous cette sensation que nous appelons chaleur. Cela n'a pas besoin de preuve. Mais cette sensation n'est que relative. Tant que la paume de notre main, par exemple, est plus chaude que le corps en contact avec elle, il nous paroît froid; mais au contraire il lui paroîtra chaud, si elle est plus froide, ou si elle contient moins de fluide igné, ou si ce fluide tend à passer, comme il le fait, peu à peu de ce corps dans notre main. Tout le monde connoît cette expérience triviale, de s'échauffer

fortement une main , de refroidir l'autre presque à la température de la glace : plongez-les alors l'une & l'autre dans de l'eau tiède ; l'une éprouvera le sentiment du froid , & l'autre celle de la chaleur.

Cette accumulation , portée à un degré considérable , produit l'embrasement , toujours accompagné de la lumière. De certaines expériences de M. de Buffon , il résulte que le fer , exposé sans contact avec un autre corps embrasé , à l'action de ce corps , devient lui-même embrasé & rouge. Or qu'est-ce qu'un feu rouge , sinon un corps où le fluide igné est accumulé au point d'être lumineux ? Toute lumière , à la vérité , n'est pas chaleur ; mais toute chaleur , portée à un certain degré , devient lumière.

Le feu est-il pesant ? Il ne me paroît y avoir de doute que le feu soit pesant : il est matière , puisqu'il agit sur la matière ; donc il doit être doué de la pesanteur. Mais la question est de savoir s'il a une pesanteur perceptible & appréciable avec les instruments que nous pouvons employer. S'Gravesande & Muschenbroeck ont fait des expériences , au moyen desquelles ils n'ont trouvé aucune différence entre des masses de fer rougies ou pénétrées de feu , & ces mêmes masses devenues froides. Ils en concluoient seulement que , puisque le fer rouge augmentant de volume doit peser un peu moins dans l'air , & que cependant il pesoit également , cela devoit venir de l'addition du poids du feu dont il étoit pénétré. Mais ces expériences n'étoient pas faites avec les soins nécessaires.

M. de Buffon , qui , au moyen des forges qui lui appartiennent , s'est trouvé en état de faire des

expériences plus multipliées & plus en grand, a constamment trouvé que des morceaux de fer forgés & rougis, pesoient un peu plus qu'étant refroidis; & il a fixé cette diminution à un 600^e du poids du corps embrasé. Mais, il faut en convenir, & M. de Buffon l'a senti lui-même, cette expérience ne seroit pas encore décisive, puisqu'il a fait voir que le fer tenu rouge pendant quelque temps, perd continuellement de son poids, parcequ'il se brûle peu à peu: aussi a-t-il fait d'autres expériences sur une matiere fort commune dans les fourneaux, sçavoir le laitier; il s'est d'abord assuré que le laitier conserve sa même pesanteur, ou n'en perd qu'une portion insensible, après avoir été embrasé & refroidi. Il a donc pris du laitier, & l'a pesé froid dans une balance extrêmement sensible il l'a fait rougir au blanc, & l'a pesé de nouveau & enfin, après son refroidissement. Cinq expériences de ce genre lui ont constamment donné un excès de poids dans le morceau de laitier rouge, sur celui qu'il avoit avant & après. Cette différence donne, pour la pesanteur du feu dans cet état, une 580^e ou une 600^e environ, de celle du morceau de laitier.

Mais, dira-t-on, si cela est, le feu est donc plus pesant que l'air; car le laitier est d'une pesanteur spécifique qui est à celle de l'eau comme $2\frac{1}{2}$ à 1; ainsi cette pesanteur est à celle de l'air comme 2125 à 1. Or le feu dont est imprégné un morceau de laitier rougi, est environ $\frac{1}{800}$ de son poids; donc il est au poids de l'air d'un pareil volume, comme $3\frac{1}{2}$ à 1. Or cela n'est pas croyable. La ténuité du feu est telle, que l'on ne sçauroit se persuader que sa pesanteur approche même de celle de l'air.

Mais il faut faire attention que , dans une masse embrasée & rougie à blanc , il y a une grande quantité de feu accumulée : ainsi le feu , dans son état ordinaire , & dans les corps échauffés à la température moyenne de notre atmosphère , n'aura qu'une pesanteur insensible ; mais lorsqu'on aura accumulé cinq ou six cents fois , ou même encore plus , la même quantité de feu , & au point de produire l'ignition , alors cette pesanteur pourra être sensible. Supposons , par exemple , que le feu disséminé dans l'air échauffé au 1 degré du thermometre , ne pese que la 300^e partie du poids de cet air ; lorsque , pour produire l'ignition , on en aura fait entrer 5 ou 600 fois autant , alors sa pesanteur pourra égaler & même surpasser le poids de l'air tel que nous le respirons. J'ignore si ce seroit-là la réponse de M. de Buffon ; mais telle est celle que je crois qu'on pourroit faire.

On s'est au reste trompé , lorsqu'on a regardé l'augmentation de poids qu'acquièrent les métaux en se calcinant , comme une preuve de la pesanteur du feu , qu'on croyoit , dans cette opération , se fixer & se *solidifier* en quelque sorte avec les chaux métalliques. On sçait aujourd'hui que le feu n'a aucune part à cette augmentation de poids.

Le feu dilate les corps ; en les dilatant , il écarte leurs molécules constituantes , & finit par liquéfier ces corps. Ce phénomène , quant à l'effet , est connu de tout le monde. On sçait que le feu dilate les corps ; on le montrera d'ailleurs dans la suite , au moyen d'une machine fort ingénieuse , qui sert à déterminer le degré & le rapport de cette dilatation. Or il ne peut produire cet effet sans écarter les particules constituantes de ces corps , & c'est-là le mécanisme par lequel il vient enfin à les liquéfier ,

8 RÉCRÉAT. MATHÉMAT. ET PHYS.

& même à les volatiliser ; car la solidité d'un corps est l'effet de l'adhésion de ses parties intégrantes les unes avec les autres , adhésion qui est probablement produite par le contact de ces molécules dans de grandes surfaces. Mais lorsque le feu , s'introduisant entr'elles , les écarte , & fait qu'elles se touchent à peine , alors leur adhésion est diminuée , le corps devient fluide. Le feu augmente-t-il encore , au point que ces molécules ne peuvent même se toucher ; voilà le corps arrivé à un degré de fluidité extrême , au point de se volatiliser. Ces particules n'ayant plus aucune adhésion , pourront être entraînées par le moindre effort , comme celui du feu , qui exerce sans cesse une action pour s'étendre de toute part.

Il est cependant des corps que le feu tend d'abord à resserrer ; mais c'est parcequ'ils contiennent des principes que le feu dissipe : telle est l'argille , qui prend d'abord de la retraite au feu. Mais si on la pousse à un plus grand feu , elle se dilate , se liquéfie , & se convertit en verre.

§. II.

DE L'AIR.

L'air est un fluide élastique , pesant , susceptible d'être comprimé , que la chaleur dilate & que le froid resserre ; qui est nécessaire à la vie de tous les animaux connus ; qui se charge & se combine avec l'eau , comme l'eau se combine avec lui. Telles sont les propriétés principales de l'air , & dont nous allons donner une première idée , remettant à les prouver par diverses expériences dont les effets curieux en dérivent.

L'air est un fluide pesant. Il ne faut qu'une légère teinture de physique pour connoître cette propriété de l'air, & pour en être convaincu. Une expérience bien simple la démontre. On prend un globe de verre de 6 pouces de diamètre, & garni d'un tube qu'on peut ouvrir & fermer au moyen d'une clef de robinet; on en évacue l'air au moyen de la machine pneumatique, & l'on ferme l'accès à l'air extérieur; on pese ce globe ainsi vuide d'air, à une balance très-sensible; on laisse ensuite entrer l'air extérieur, en tournant la clef du robinet: alors l'équilibre se rompt, & le côté du vase l'emporte. Il faut ajouter au poids, pour le volume qu'on vient de dire, 45 ou 50 grains, afin de rétablir l'équilibre. Ainsi l'air est pesant, & un demi-pied sphérique d'air pese environ 48 grains; ce qui fait une 85^oe environ du poids d'un pareil volume d'eau.

L'air est un fluide élastique. Une expérience fort simple le prouve. Qu'on emplisse d'air une vessie, sans néanmoins la trop gonfler, c'est-à-dire en sorte qu'elle soit encore un peu flasque; qu'on la porte au haut d'une montagne élevée: on verra qu'elle sera plus distendue; & on pourroit, en la portant sur des montagnes excessivement élevées, comme les Cordillieres du Pérou, la distendre au point de la faire crever.

L'expérience réussira de même, en plaçant cette vessie sous un récipient, qu'on évacuera d'air par la machine pneumatique. Au premier coup de piston, la vessie s'enflera, n'y eût-on laissé qu'un pouce d'air; & lorsqu'on laissera rentrer l'air extérieur, elle reprendra son premier état.

Cet effet, on ne peut en douter, est produit

par le ressort de l'air, qui, quand il est déchargé de l'air extérieur, augmente de volume, & quand il en est chargé de nouveau, revient à son premier état. C'est un ressort plus ou moins comprimé par un poids, & qui s'étend plus ou moins, à proportion que ce poids est plus léger ou plus grand.

L'air est un fluide susceptible d'être comprimé. C'est-là une suite de l'élasticité de l'air. L'expérience a prouvé qu'un poids double le comprime de manière à n'occuper qu'un volume de moitié; un poids quadruple le réduit au quart; &c. en sorte qu'on peut dire généralement que la même masse d'air (la température restant la même,) occupe des volumes qui sont en raison inverse des poids comprimants.

L'air se dilate par la chaleur & se resserre par le froid. C'est encore ici une propriété de l'air, que les expériences les plus simples démontrent évidemment. En effet, dans une chambre échauffée au degré de la température moyenne, remplissez une vessie d'air, en sorte qu'elle n'en soit pas entièrement remplie; transportez-la près du feu, en sorte que son air soit échauffé au dessus de la température moyenne: vous verrez la vessie se distendre, & occuper un plus grand volume. On éprouveroit le contraire, en l'exposant à un air plus froid.

L'air est nécessaire à la vie de tous les animaux. C'est une vérité qui n'a nul besoin d'être prouvée; elle est trop connue. Au reste on la démontre plus sensiblement par le moyen de la machine pneumatique, où l'on renferme des animaux; car, aussi-tôt qu'on a commencé à en extraire l'air, on voit ces animaux s'inquiéter, haleter, &c. & enfin périr, lorsque l'air est en trop petite quan-

tité. Si, avant qu'ils soient morts, on leur rend l'air peu à peu, ils reviennent à la vie.

L'air se charge de l'eau & se combine avec elle, comme au contraire l'eau se charge de l'air & se combine avec lui. La première partie de cette proposition est assez prouvée par les faits connus de tout le monde. L'air est tantôt plus, tantôt moins humide: c'est l'air chargé d'humidité, qui la dépose dans certains corps propres à l'attirer & à l'absorber puissamment, comme le sel de tartre, qui s'en impregne tellement, qu'il se résout en liqueur par le seul contact de l'air ordinaire, quoiqu'il ait été desséché par un feu violent. C'est l'air, relâchant l'eau avec laquelle il étoit combiné, qui occasionne cette humidité qui se dépose principalement sur les pierres, les marbres, &c. dans les temps que nous nommons *humides*. Le simple contact de l'air diminue peu à peu l'eau contenue dans un vase, sur-tout si cet air a du mouvement, parceque à chaque instant de nouvel air s'applique à la surface de l'eau. C'est par ce mécanisme que les vents qui ont passé une grande étendue de mer, comme sont pour nous les vents d'ouest, se chargent d'eau & nous apportent la pluie.

L'eau à son tour se charge de l'air. Une expérience curieuse de M. Mariotte le prouve. On purge bien d'air une certaine quantité d'eau, & on la met ensuite dans une petite bouteille, en ne laissant de vuide qu'un petit espace, comme de la grosseur d'un pois: au bout d'environ vingt-quatre heures l'eau occupe toute la capacité de la bouteille. Que peut être devenu cet air, s'il n'a pas été absorbé par l'eau qui étoit en contact avec lui?

C'est cette propriété de l'air de se combiner

avec l'eau, de s'en saturer même, ensuite de l'abandonner, qui est la cause de plusieurs effets physiques, tels que les nuages, la pluie, l'ascension ou la descente du barometre, &c. Mais ceci mérite d'être expliqué ailleurs plus au long.

§. III.

DE L'EAU.

L'eau est ce fluide si connu de tout le monde, & si commun, dont les propriétés principales sont d'être transparent, sans faveur & sans odeur; de se mettre toujours en équilibre, c'est-à-dire de se ranger selon une surface concentrique à la terre: ce qui lui est du reste commun avec les autres fluides pesants & non élastiques; d'être incompressible, de se réduire en vapeurs par un feu porté à un certain degré, & d'être alors doué d'une force élastique très-grande; de se transformer en un corps solide & transparent, lorsqu'il est exposé à un certain degré de froid; de dissoudre les sels & une infinité d'autres substances, & d'être par-là le véhicule des parties nourissantes, soit des animaux, soit des végétaux: ce qui le rend si essentiel dans l'économie animale, qu'il est en quelque sorte plus difficile de vivre sans eau, ou sans quelque fluide dont elle est la base, que sans aliment solide.

Telles sont les propriétés de l'eau, dont nous devons donner ici quelques preuves légères, en attendant que la suite de cet ouvrage nous mette à portée d'en donner, par occasion, de plus étendues.

Il est superflu de prouver la transparence, la

nullité de l'odeur & de la saveur de l'eau. Lorsque ce fluide a de l'odeur ou de la saveur, c'est parcequ'il tient quelque corps étranger en dissolution. On doit, par cette raison, se défier des eaux qu'on appelle *agréables à boire*; à coup sûr elles ne sont pas pures.

L'eau se range toujours selon une surface concentrique à la terre. Personne n'ignore cette propriété, qui lui est commune avec les autres fluides élastiques: c'est la base de l'art du nivellement. Toutes les fois que deux masses d'eau communiquent ensemble, on peut être sûr que leurs surfaces sont de niveau, ou à égale distance du centre de la terre. C'est une erreur de croire que l'eau de la Méditerranée est plus élevée ou plus basse que celle de la mer Rouge au fond du golfe de Suès; ce qui, dit-on, a fait renoncer au projet de couper cet isthme, de crainte de faire écouler la Méditerranée dans la mer Rouge, ou au contraire. Rien n'est plus absurde, puisque ces deux mers communiquent entr'elles par l'Océan. Si elles avoient été créées de niveau différent, elles n'auroient pas tardé d'en prendre un même.

L'eau est incompressible. Les académiciens del *Cimento*, les premiers, à ce qu'il nous paroît, qui aient fait la bonne manière de philosopher, c'est-à-dire de tout soumettre aux expériences, en ont fait une fort curieuse, qui prouve cette incompressibilité. Ils renfermèrent dans une boule d'or, creuse, & d'une certaine épaisseur, une certaine quantité d'eau, en s'assurant qu'elle en remplissoit bien la cavité; on frappa ensuite la boule avec un marteau, ce qui tendoit à en diminuer la capacité: l'eau, plutôt que de se resserrer, passa à travers les pores de l'or, quoique extrêmement étroits.

M. Boyle a répété cette expérience, ainsi que Muschenbroek; & ils en attestent la vérité.

L'eau se réduit en vapeurs très-élastiques, par une chaleur poussée à un certain degré. C'est encore là une vérité que prouvent des expériences fort simples. Jetez sur un fer ardent une petite quantité d'eau; vous la verrez sur le champ transformée en vapeurs.

Lorsqu'on tient, dans un vase fermé, de l'eau en grande ébullition, il s'en élève une vapeur élastique d'une si grande puissance, que, si on ne lui ménage pas une issue, ou que le vase n'ait pas une force suffisante, elle fait tout éclater: c'est pour cela qu'à la chaudière de la machine à feu il y a une soupape qui doit s'ouvrir lorsque la vapeur est d'une certaine force: sans cela tout sautoit en morceaux.

Cette vapeur, selon le calcul des physiciens, occupe un espace 14000 fois plus grand que l'eau dont elle provient. De-là naît sa force prodigieuse lorsqu'elle est resserrée dans un espace beaucoup moindre.

L'eau exposée à un certain froid se transforme en un corps solide & transparent, que nous nommons de la glace. Il est superflu de prouver ce fait trop connu de tout le monde: nous nous bornons à développer le mécanisme de cet effet singulier.

Il est suffisamment démontré, par la formation de la glace, que la nature primitive de l'eau est d'être un corps solide. C'est un solide mis en fusion par un degré de chaleur fort au dessous de celui que nos sensations nous font appeler *tempéré*; car on seroit dans une étrange erreur, si l'on imaginoit que ce que nous appelons le degré 0

du thermometre, fût l'absence de toute chaleur. Puisque l'esprit de vin & diverses autres liqueurs se tiennent fluides à des degrés de froid fort supérieurs à celui qui glace l'eau, il est évident que ce degré qu'on appelle 0 n'est qu'un terme relatif, un commencement de division.

Ainsi l'eau n'est donc qu'un solide liquéfié, & qui se tient en liquéfaction à un degré de chaleur tant soit peu plus grand que celui qui, dans nos thermometres ordinaires, est marqué 0, & qui, dans celui de Fahrenheit, est marqué 32. Ceci sera expliqué plus au long, lorsque nous parlerons des thermometres.

Considérons donc, pour un moment, l'eau dans son état de solidité. Lorsqu'on l'échauffe jusqu'à un certain degré de chaleur, la matiere du feu, dont elle est pour lors imprégnée, souleve & écarte les unes des autres les molécules dont elle est composée; car ces molécules ne se touchant plus alors par d'aussi grandes surfaces, mais étant encore dans les limites de leur adhésion, elles coulent avec facilité les unes sur les autres. Voilà la glace constituée dans l'état de fusion, comme le plomb, par un degré de chaleur de 226 degrés. La matiere du feu s'échappe-t-elle pour se mettre en équilibre dans d'autres corps qui en ont encore moins, car c'est ainsi que s'opere le refroidissement, ces molécules se rapprochent les unes des autres; elles viennent à se toucher par les petites facettes qu'elles se présentent, elles adherent les unes aux autres, & forment un corps solide. Ce que nous disons des petites facettes des particules de l'eau, paroît prouvé par les ramifications de la glace; car ces ramifications, tant dans la glace que dans la neige, se font toujours sous des angles

de 60 ou 120 degrés ; ce qui indique des plans uniformément inclinés. On parlera ailleurs , avec quelque étendue , de ce phénomène qui tient à la crySTALLISATION.

Il seroit au surplus ridicule aujourd'hui de recourir , pour expliquer la formation de la glace , à de prétendues particules frigorigiques , dont jamais rien ne justifia l'existence. L'eau se glace à un degré de chaleur qui ne peut plus la tenir en fusion , par la même raison & par le même mécanisme que le plomb se fige à un degré de chaleur moindre que le 226^e du thermometre de Réaumur. Or ces mêmes physiciens qui ont recours aux particules frigorigiques répandues dans l'air , n'y recourent pas dans ce cas ; ils reconnoissent très-bien ici que la congelation du plomb ne vient que du rapprochement de ses molécules , que le feu ne tient plus suffisamment écartées les unes des autres ; pourquoi donc , dans le cas de la congelation de l'eau , recourir à quelque chose de plus ?

Il est vrai qu'il y a dans la congelation de l'eau un phénomène fort singulier ; c'est que l'eau diminue de volume à mesure qu'elle se refroidit : mais au moment que la glace se forme , ce volume augmente : d'où les physiciens dont nous parlons concluent l'introduction d'une matiere étrangere , ou de leurs particules frigorigiques. Mais nous observerons , 1^o que le fer est dans le même cas , 2^o que cet effet est celui de la crySTALLISATION ; car , nous le répétons , la congelation de l'eau n'est qu'une crySTALLISATION , dans laquelle ses molécules prennent entr'elles un arrangement déterminé par leur forme primitive. Or cet arrangement ne peut sans doute pas s'effectuer sans qu'il en résulte une augmentation de volume , comme cela arrive au
fer

fer quand il se fige ou perd sa fluidité, par la seule diminution de la chaleur qui le tenoit en fusion. Ceci sera plus clair quand on aura connu les phénomènes de la crySTALLISATION.

L'eau dissout les sels & une infinité de substances. C'est encore un phénomène connu. Il n'est personne qui ignore que tous les corps salins, soit acides, soit alkalis, soit neutres, sont solubles dans l'eau, en plus ou moins grande quantité; & un phénomène fort singulier à cet égard, c'est que de l'eau qui tient en dissolution un certain sel autant qu'elle en peut tenir, ne laisse pas de dissoudre encore quelque autre sel. Mais le plus souvent elle abandonne l'un en se chargeant de l'autre, si elle a avec ce dernier une plus grande affinité.

Parmi les autres substances que l'eau dissout, nous remarquerons principalement la partie gommeuse ou mucilagineuse des animaux ou des végétaux, qui est précisément celle qui sert à la nourriture des premiers, & la seule qui serve à cet objet. C'est par cette propriété que l'eau est si utile à l'économie animale; car il faut que les parties nourrissantes des aliments soient dissoutes & étendues dans l'eau ou dans quelque fluide équivalent avant que d'être avalées, ou que cette dissolution se fasse dans l'estomac après la déglutition. De-là vient que l'eau est en quelque sorte le premier aliment de l'homme & des animaux. Elle n'est pas aliment elle-même, mais elle est le véhicule de tout ce qui est aliment.

L'eau enfin, & nous nous bornerons à ceci, est la base de tous les autres fluides aqueux, comme les esprits, les huiles, &c; car d'abord il n'en est aucun dont, par une opération fort simple, celle de la distillation, on ne tire plus ou

moins d'eau. La combustion produit le même effet, en dégageant la matière purement aqueuse. Ainsi donc il nous paroît que toutes les liqueurs inflammables, comme les huiles, soit grasses, soit éthérées, les esprits, ne sont qu'une combinaison de l'eau avec le phlogistique, & quelquefois avec un peu de la terre dont nous allons parler.

§. IV.

DE LA TERRE.

La terre est cette partie composante des mixtes, qui reste fixe après leur analyse. Lorsque, par l'action du feu, on a consumé ou fait exhaler la partie inflammable, qu'on a rendu l'air à la masse atmosphérique, que l'eau s'est élevée en vapeurs, il reste un corps fixe & solide, désormais inaltérable par le feu; c'est la terre élémentaire; & ce sont ses diverses espèces qui constituent ordinairement la nature de ce mixte.

On est forcé en effet, du moins jusqu'à ce qu'on soit arrivé à une décomposition ultérieure de ce corps fixe, à reconnoître que la terre élémentaire n'est pas toute de la même nature; au lieu qu'il est démontré que toute eau, tout air respirable, est homogène; car lorsque, par la calcination, par exemple, on est parvenu à réduire un métal en chaux, laquelle est vitrifiable, cette chaux ou terre n'est certainement point homogène, ni à une autre chaux métallique, ni au *caput mortuum*, ou à la terre d'un autre corps, comme la chaux de la pierre, ou la terre des végétaux quelconques ou animaux calcinés. La preuve en est simple, car la chaux métallique étant revivifiée par l'addi-

tion du phlogistique, ne produit que le même métal qui avoit donné cette chaux ; & , par quelque voie que ce soit, la terre d'un autre mixte qu'un métal ne donnera un métal, quelque combinaison qu'on fasse. Cette propriété des chaux métalliques, est la base de l'art de séparer les métaux d'avec les terres & pierres avec lesquelles ils sont minéralisés ; car aussi-tôt que leurs chaux, vitrifiées par la violence du feu, se trouvent en contact avec les matieres charbonneuses, celles des métaux reprennent leur forme métallique, & se dégagent par leur poids des chaux vitrifiées de ces autres matieres hétérogenes avec lesquelles elles étoient confondues.

On distingue ordinairement les terres en calcaires, vitrifiables, & apyres ou réfractaires. Les terres calcaires sont celles qui, brûlées au feu, se réduisent en chaux. Il n'est personne qui ne connoisse les propriétés de la chaux, dont la principale & caractéristique est celle d'attirer & absorber avec violence l'humidité, & de s'en abreuver avec effervescence. Mais il n'est pas nécessaire de les faire passer par cette épreuve pour les reconnoître. On les distingue facilement, en les exposant à l'action d'un acide un peu actif. Les terres calcaires s'y dissolvent avec plus ou moins d'effervescence, à la différence des autres qui n'y éprouvent aucune dissolution.

Les terres vitrifiables sont celles qui, exposées à un feu plus ou moins actif, y éprouvent une fusion, & deviennent plus ou moins fluides.

Les terres apyres ou réfractaires sont celles sur lesquelles le feu le plus violent que peuvent produire nos fourneaux, n'a aucune action.

Nous disons le feu le plus violent que nous

puissions exciter dans nos fourneaux ; car nous pensons que si toutes les terres ne sont pas vitrifiables, cela vient uniquement de ce que nous ne pouvons produire un feu suffisant. En effet, à mesure que l'on est parvenu à produire des degrés de feu plus considérables, on est aussi parvenu à vitrifier des matieres qui jusqu'alors avoient résisté à la violence du feu. Mais un phénomène bien singulier, c'est que des matieres qui séparément sont infusibles, étant mêlées ensemble deviennent fusibles & vitrifiables : ainsi, par exemple, une terre calcaire mélangée avec l'argile, coule & devient verre. Ordinairement les matieres métalliques mélangées, soit avec les terres calcaires, soit avec des terres réfractaires, comme l'argile pure, leur communiquent aussi la fusibilité qu'elles n'ont pas elles-mêmes séparément.

Nous bornons ici ce qu'on peut dire des éléments ; ce que l'on vient de voir est ce qu'il y a de plus solide & de mieux démontré sur ce sujet. Nous allons passer à parcourir successivement toutes les parties de la physique, en choisissant ce qu'elles présentent de plus curieux & de plus piquant. Nous l'avons déjà dit, nous ne nous astreindrons presque à aucun ordre : des entrailles de la terre, nous nous élèverons quelquefois tout-à-coup aux régions supérieures de l'atmosphère ; d'un problème de physique céleste, nous passerons à une question de météorologie. Nous nous bornerons à traiter à part l'électricité, le magnétisme, & la chymie, parceque ces parties de la physique sont extrêmement fertiles en expériences curieuses, & présentent toutes seules matiere à des traités considérables.

PROBLÈME I.

Construction de la machine pneumatique, & exposition de quelques-unes des principales expériences auxquelles elle sert.

L'AIR étant un fluide élastique, il ne faut qu'une légère attention pour sentir que s'il est renfermé dans un vase clos, qu'à ce vase soit adapté un corps de pompe auquel il communique, lorsque l'on retirera le piston, l'air contenu dans ce vase se répandra dans la capacité de ce corps de pompe. Si donc alors on intercepte la communication du vase & du corps de pompe, & qu'on en ouvre une entre ce dernier & l'air extérieur, on chassera, en poussant le piston, l'air contenu dans le corps de pompe. Qu'on ferme maintenant la communication entre le corps de pompe & l'air extérieur, qu'on ouvre celle du corps de pompe & du vase, & enfin qu'on retire le piston: l'air contenu dans le vase se répandra encore en partie dans la capacité du corps de pompe; & réitérant la même manœuvre que la première, on évacuera l'air contenu dans cette capacité. Si le corps de pompe est, par exemple, égal en capacité à ce vase avec lequel il communique, la première opération réduira l'air à la moitié de sa densité, la seconde à la moitié de la moitié, ou au quart, & ainsi de suite: ainsi un assez petit nombre de coups de piston réduira l'air contenu dans le vase proposé, à une très-grande ténuité.

Tel est le mécanisme de la machine pneumatique, dont voici une description plus précise. Pl. 2.
AB est (fig. 1.) un corps de pompe cylindrique, fig. 1.

dans lequel joue le piston D, au moyen de la
 branche DC, à l'extrémité de laquelle est un
 étrier dans lequel on puisse passer le pied pour
 l'entraîner en bas, en agissant de tout son poids.
 Ce corps de pompe est dans le haut embrassé par
 un collet, duquel partent trois ou quatre pieds
 formants un empatement, & qui s'implantent dans
 un bâtis solide & horizontal, quarré ou triangu-
 laire. Du fond A du corps de pompe, part un
 tuyau d'un pouce environ de diametre, sur la
 partie supérieure duquel s'adapte un plateau cir-
 culaire avec un petit rebord. C'est sur ce plateau
 que se pose le récipient en forme de cloche, dont
 on fait fréquemment usage dans les expériences
 pneumatiques. Ce plateau est ordinairement percé
 par le petit tuyau dont nous avons parlé plus haut,
 qui sert à établir la communication entre le vase
 & le corps de pompe. Il est communément tourné
 extérieurement en vis, afin de pouvoir, suivant
 le besoin, y visser le tuyau d'un autre vaisseau,
 comme un ballon dont on voudroit vider l'air.
 Enfin, au dessous de la platine, entr'elle & le
 corps de pompe, est une clef I, tellement con-
 formée, qu'en la tournant d'un côté on établit
 une communication entre le corps de pompe & le
 récipient, pendant qu'on empêche la communica-
 tion entre l'air extérieur & la capacité de ce corps
 de pompe; & au contraire, en tournant la clef
 en sens contraire, on ouvre cette dernière, & on
 interdit la première. Telle est la forme d'une ma-
 chine pneumatique, du moins de certaines & des
 plus simples, car il en est de plus composées. Il y
 en a, par exemple, à deux corps de pompe, dont
 les pistons sont mus alternativement par une ma-
 nivelle, en sorte qu'il y a toujours un de ces corps

qui se remplit de l'air du vase, pendant que l'autre évacue dans l'air extérieur celui qu'il contenoit. Mais il est superflu, pour notre objet, d'entrer dans ces détails. On peut consulter les divers ouvrages de physique qui traitent de cette matiere : on y verra ce que divers physiciens & mécaniciens ont ajouté, à la machine pneumatique, pour en rendre l'usage plus commode ou plus général.

Il est aisé, en combinant cette description avec ce qu'on a dit plus haut, de deviner comment on se sert de cette machine. On commence, lorsqu'on se sert d'un récipient en forme de cloche, on commence, dis-je, à placer sur la platine FG un cuir mouillé, & percé dans son centre, pour laisser passer le bout de tuyau H. L'utilité de ce cuir consiste à faire que le contact des bords du récipient soit plus exact que s'ils posoient sur le métal ; car il resteroit toujours quelque ouverture, quelque fente, par laquelle l'air extérieur s'introduiroit. Cela fait, on pose dessus le récipient, en le comprimant un peu sur le cuir ; on tourne la clef de maniere à ouvrir la communication entre le corps de pompe & le récipient, & l'on abaisse le piston, (que nous supposons relevé jusqu'au plus haut,) en appuyant avec le pied sur Pétrier. Lorsque le piston est au plus bas, on tourne la clef de maniere à intercepter la premiere communication, & à établir celle du corps de pompe avec l'air extérieur ; alors on releve le piston, ce qui chasse l'air contenu dans le corps de pompe ; on retourne ensuite la clef, ce qui ferme cette seconde communication & rouvre la premiere, & on rabaisse le piston. Chaque coup de pompe évacue une portion de l'air primitif contenu dans le récipient, & dans une progression géométrique décroissante. Si,

par exemple, le corps de pompe est égal en capacité au récipient, le premier coup de piston fera sortir la moitié de l'air contenu dans ce récipient, le second un quart, le troisième un huitième, le quatrième un seizième, &c. en sorte qu'il est vrai de dire qu'on ne sauroit jamais l'évacuer entièrement; mais, en quatorze ou quinze coups de piston, il sera si raréfié, qu'il n'y en aura plus qu'une partie infiniment petite; car, dans la supposition ci-dessus, par exemple, la quantité d'air restante après le premier coup de piston, sera $\frac{1}{2}$; après le second, $\frac{1}{4}$; après le troisième, elle sera $\frac{1}{8}$; & ainsi de suite: elle sera donc, après le quinzième coup de piston, d'une 32768^e seulement; ce qui équivaut ordinairement à un vuide parfait pour les expériences qu'on a à faire.

Après cette instruction sur la forme & l'usage de la machine pneumatique, nous allons passer à quelques-unes des expériences les plus curieuses.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

Posez sur le plateau de la machine un récipient en forme de cloche. Tant que vous n'en aurez point pompé l'air, vous n'éprouverez aucune résistance, que celle de son poids, à l'enlever; mais donnez seulement un coup de piston, il adhèrera déjà très-fortement à la platine: il y tiendra encore plus fortement, après 2, 3, 4, &c. coups; après 18 ou 20 coups, il y adhèrera avec une force de plusieurs milliers. Si, par exemple, la base du récipient étoit un cercle d'un pied de diamètre, cette force seroit de 1760 livres.

Cette expérience prouve la pesanteur de l'air de l'atmosphère; car cet air est le seul corps qui puisse, en s'appuyant sur le récipient, causer l'adhérence

qu'on éprouve : il n'y en a aucune quand il y a de l'air sous le récipient , aussi dense que celui qui est dehors ; ils se font alors équilibre l'un à l'autre : mais celui de dedans étant évacué en tout ou en partie , l'équilibre est rompu , & l'air extérieur presse le récipient contre la platine , avec l'excès de son poids sur la force que lui oppose l'air intérieur. On trouve enfin que cette force est égale à celle d'un cylindre d'eau de 32 pieds de hauteur , sur une base égale à celle du récipient. C'est ainsi que nous avons trouvé , dans l'exemple ci-dessus , une force de 1760 livres ; car le pied cylindrique d'eau pèse 55 livres , & conséquemment les 32 en pesent 1760.

II^e EXPÉRIENCE.

Placez dans le récipient une pomme extrêmement ridée , ou une vessie fort flasque , & dans laquelle il reste néanmoins quelque peu d'air ; évacuez l'air du récipient : vous verrez la peau de la pomme se tendre , & reprendre presque la forme & la fraîcheur qu'elle avoit lorsqu'on l'a cueillie. La vessie se tendra pareillement , & pourra même se distendre jusqu'à crever. Lorsque vous rendrez l'air , elles reviendront l'une & l'autre à leur premier état.

On a ici une preuve de l'élasticité de l'air. Tant que la pomme ridée , ou la vessie fort flasque , sont plongées dans l'air atmosphérique , son poids contient l'effort élastique de l'air contenu dans l'une & l'autre ; mais , dès que ce dernier est soulagé du poids du premier , son élasticité agit & souleve les parois du vaisseau où il est renfermé. Rendez l'air , voilà le ressort com-

primé comme auparavant, & il revient à son premier état.

III^e EXPÉRIENCE.

Placez sous le récipient un petit animal, comme un petit chat, une souris, &c. & pompez l'air; vous verrez aussi-tôt cet animal s'agiter, s'enfler, mourir enfin distendu & écumant. C'est l'effet de l'air contenu dans la capacité de son corps, qui, n'étant plus comprimé par l'air extérieur, agit par son ressort, distend les membranes, & jette dehors les humeurs qu'il rencontre sur son chemin.

IV^e EXPÉRIENCE.

Mettez sous le récipient des papillons, des mouches; vous les verrez voltiger tant que l'air fera semblable à l'air extérieur: mais aussi-tôt que vous aurez donné quelques coups de piston, vous les verrez faire de vains efforts pour s'élever; l'air devenu trop rare, ne le leur permettra plus.

V^e EXPÉRIENCE.

Ayez une bouteille aplatie, à laquelle vous adapterez un petit tuyau propre à de se visser avec le bout du tuyau qui excède la platine de la machine: vous n'aurez pas plutôôt donné une couple de coups de piston, ou même au premier, que vous la verrez sauter en morceaux: c'est pourquoi il est à propos de l'envelopper d'un linge, pour éviter le mal que pourroient faire les éclats.

Cela n'arrive pas à un récipient en forme de ballon, à cause de sa forme sphérique, qui fait voûte contre le poids de l'air extérieur.

VI^e EXPÉRIENCE.

Ayez une petite machine composée d'un timbre, & d'un petit marteau qui soit mis en mouvement & frappe le timbre au moyen d'un rouage; montez cette petite machine, &, après l'avoir mise en mouvement, placez-la sous un récipient; pompez l'air: vous entendrez aussi-tôt le son s'affoiblir; il s'affoiblira même de plus en plus, & au point de n'être plus entendu, à mesure que vous extrairez davantage l'air. Au contraire, à mesure que vous le rendrez, le son du timbre sera entendu de mieux en mieux.

Cette expérience, que nous avons citée ailleurs, prouve que l'air est absolument nécessaire pour la transmission du son, & qu'il en est le véhicule.

VII^e EXPÉRIENCE.

Percez le sommet d'un récipient, & par le trou faites passer le tuyau d'un barometre, en sorte que la petite cuvette soit dans l'intérieur du récipient; vous fermerez au reste le trou du sommet avec du mastic, en sorte que l'air n'y puisse point pénétrer; mettez enfin ce récipient ainsi préparé, sur la platine de la machine pneumatique, & pompez l'air: au premier coup de piston, vous verrez le mercure s'abaisser considérablement; un second coup le fera encore s'abaisser, mais d'une hauteur moindre que la première; & ainsi de suite, dans une proportion décroissante. A mesure enfin qu'il restera moins d'air dans le récipient, le mercure approchera davantage de se mettre de niveau.

VIII^e EXPÉRIENCE.

Ayez deux hémisphères creux, de fer ou de

cuivre, de deux pieds de diametre, qui puissent s'adapter l'un sur l'autre par leurs bords bien unis, de maniere qu'ensemble ils forment un globe creux; que l'un des deux soit garni d'un tube pénétrant dans sa capacité, garni d'une clef de robinet, & susceptible de se visser sur le bout du tube H de la machine pneumatique. Chacun de ces hémispheres doit être aussi garni d'un anneau, au moyen duquel on puisse suspendre l'un & attacher des poids à l'autre.

Cela ainsi préparé, adaptez ces deux hémispheres concaves l'un sur l'autre, avec une rondelle de peau mouillée entre deux, pour que le contact des bords soit plus exact. Vissez sur le bout du tube H de la machine pneumatique, celui qui communique à l'intérieur du globe, & évacuez-en l'air autant qu'il vous sera possible, par quarante ou cinquante coups de piston, ou davantage. Fermez ensuite, en tournant la clef du robinet, la communication de la capacité du globe avec l'extérieur, & retirez-le de dessus la machine. Vous suspendrez après cela ce globe, par un des anneaux, à un crochet éloigné de quelques pieds d'une muraille, & à l'autre crochet vous attacherez par quatre chaînes un plateau carré un peu élevé de terre. Vous mettrez enfin des poids sur ce plateau, & vous verrez qu'il en faudra une quantité considérable. En effet, si l'air est bien évacué, & que ce globe creux ait deux pieds de diametre, on trouve que la force avec laquelle ils sont pressés l'un contre l'autre, équivaut à un poids de sept milliers.

C'est-là ce qu'on appelle la fameuse expérience de Magdebourg, parceque son auteur est Otton Guerrike, bourgmestre de cette ville. Il mettoit

plusieurs paires de chevaux, les uns tirant d'un côté, les autres de l'autre, sans qu'ils pussent parvenir à disjoindre les deux hémisphères. Et cela n'a rien d'étonnant; car quoique six chevaux, par exemple, tirent une charrette chargée de plusieurs milliers, on sçait qu'ils n'exercent pas, chacun & l'un portant l'autre, un effort continu qui excède beaucoup 180 livres; & en tirant par facade, peut-être n'excede-t-il pas 4 à 500 livres. Ainsi, six chevaux ne font qu'un effort de trois milliers. Nous le supposérons même de quatre à cinq milliers; mais les six chevaux, tirant en sens contraire, ne doublent pas cette force; ils ne font qu'opposer à la première la résistance nécessaire pour que celle-ci agisse, & ne font rien de plus qu'un obstacle immobile auquel le globe seroit attaché. Il n'est donc pas étonnant que, dans l'expérience de Magdebourg, douze chevaux ne parvinssent pas à disjoindre les deux hémisphères; car, dans cette disposition, ces douze chevaux n'équivaloient qu'à six; & l'on voit que l'effort de ces six chevaux, évalué au plus haut, étoit encore fort inférieur à celui qu'ils avoient à surmonter.

PROBLÈME II.

Renverser un verre plein de liqueur, sans qu'elle s'écoule.

VERSEZ une liqueur quelconque dans un verre, en sorte qu'il soit plein jusqu'au bord; appliquez dessus un carré de papier un peu fort, qui couvre entièrement l'orifice, & par-dessus le papier une surface plane, comme le dos d'une assiette ou une glace; retournez ensuite le tout, en sorte que le

vase soit renversé : vous le soulevez alors , & vous verrez que le papier & l'eau ne tomberont point.

Cet effet est produit par la pesanteur de l'air , qui pressant sur le papier qui couvre l'orifice du verre , avec un poids bien supérieur à celui de l'eau , doit nécessairement le soutenir. Mais comme le papier se mouille , & donne peu à peu passage à l'eau , il arrive à la fin qu'elle tombe tout-à-coup.

R E M A R Q U E.

ON pourra , par un moyen à peu près semblable , puiser de l'eau par un tube ouvert des deux côtés ; car soit un tube renflé par le milieu , & Pl. 1, terminé aux deux bouts , comme AB , (fig. 2.)
fig. 2. par deux ouvertures assez étroites ; plongez-le dans un fluide les deux bouts ouverts , jusqu'à ce qu'il soit plein ; posez ensuite le bout du doigt sur un des bouts , de manière à en boucher l'ouverture : vous pourrez retirer ce tuyau plein , sans que le fluide s'écoule par l'autre ouverture , & il ne se vuidera que lorsque vous retirerez le doigt qui bouche la première.

Au lieu d'employer un tuyau comme celui qu'on vient de décrire , on pourroit employer un Fig. 3. vase tel que AB , fig. 3, fait comme une bouteille dont le fond soit percé d'une grande quantité de petits trous. Ce vase étant plongé dans l'eau par le fond , & l'orifice supérieur étant ouvert , se remplira. Mettez ensuite le bout du doigt sur cet orifice , & retirez le vase de l'eau ; il restera plein , tant que votre doigt restera dans cette situation : retirez-le , l'eau s'écoulera aussi-tôt.

C'est ce qu'on appelle la *clepsydre* ou l'*arrosoir*

d'Aristote ; mais ni Aristote , ni les physiciens qui le suivirent , jusqu'à Torricelli , ne donnerent pas de meilleure raison de cet effet , que celle de l'horreur que la nature avoit , disoient-ils , pour le vuide.

PROBLÈME III.

Vuider toute l'eau contenue dans un vase , par le moyen d'un syphon.

ON appelle *syphon* , un tuyau formé de deux branches AB, CD, réunies entr'elles par une partie courbe ou rectiligne BC , cela n'importe aucunement. Dans cette partie est quelquefois une ouverture , qui sert ou à remplir les deux branches , ou à aspirer le liquide dans lequel la plus courte est plongée , tandis que l'autre est bouchée. On s'en servira ainsi pour résoudre le problème proposé.

Ayant rempli de liqueur les deux branches du syphon , & les ayant bouchées avec les doigts , vous plongerez la plus courte dans le vase , en sorte que son bout touche presque au fond ; vous ôterez alors le doigt du bout de la plus longue , qui sera conséquemment plus basse que le fond du vase à vuider : la liqueur s'écoulera par l'extrémité D de cette branche , & entraînera , pour ainsi dire , celle du vase jusqu'à la dernière goutte.

Pl. 1,
fig. 4.

Ce phénomène est encore un effet de la pesanteur de l'air ; car lorsque le syphon est plein de liqueur , & placé comme on l'a dit , l'air agit par son poids sur la surface de la liqueur à vuider , & en même temps sur l'orifice de la branche la plus basse. Cette dernière pression l'emporte à la vérité , par cette raison , un peu sur l'autre ; cependant , comme cette branche est pleine d'une li-

queur qui est plus pesante que l'air, l'avantage doit lui rester, & cette colonne doit se précipiter en bas. Mais en même temps l'air qui presse sur la surface du fluide du vase, fait entrer de la liqueur dans la branche du syphon qui y est plongée; ce qui en fournit de nouvelle à la plus longue, & ainsi continuellement, jusqu'à ce que toute la liqueur soit épuisée.

R E M A R Q U E S.

I. ON pourroit aisément vider de cette manière, par le bondon, tout le vin qui est contenu dans un tonneau; & c'est ainsi qu'on s'y prend dans quelques endroits, pour transvaser le vin d'un tonneau dans un autre, sans troubler la lie qui est au fond.

II. On pourroit de cette manière faire passer l'eau d'un endroit dans un autre plus bas, en passant par-dessus un obstacle plus élevé que l'un & l'autre, pourvu néanmoins que le lieu sur lequel l'eau devoit commencer à monter, ne fût pas plus haut que 32 pieds; car on sçait que la pesanteur de l'atmosphère ne sçauroit soutenir une colonne d'eau de plus de 32 pieds. Il seroit même à propos que cet obstacle fût au moins de plusieurs pieds moins haut que de 32 pieds au dessus du niveau du fluide à élever; car autrement l'eau ne marcheroit qu'avec beaucoup de lenteur, à moins que la branche la plus longue n'eût son orifice beaucoup plus bas que ce même niveau.

C'est-là une sorte de pompe peu dispendieuse, qu'on pourroit employer pour dériver de l'eau d'un endroit dans un autre, lorsqu'on n'auroit pas la liberté ou la faculté de percer l'obstacle interposé, pour y établir un canal de communication.

tion. Je n'oserois néanmoins, sans en avoir fait l'expérience, donner ce moyen comme bien sûr, à cause de l'air qui pourroit se cantonner dans le haut du coude du tuyau.

C'est encore de la propriété du syphon que dépendent les jeux hydrauliques qui suivent.

PROBLÈME IV.

Préparer un vase qui, étant rempli de quelque liqueur à une certaine hauteur, la conserve, & qui la perde toute, étant rempli de la même liqueur à une hauteur tant soit peu plus grande.

CEUX qui ont voulu donner à cette petite machine hydraulique un air plus piquant, y ont ajouté une petite figure qu'ils ont appelée *Tantale*, parce qu'elle est dans l'attitude de boire; mais aussitôt que l'eau est parvenue à la hauteur de ses levres, elle s'écoule tout-à-coup. Voici sa construction.

Soit un vase de métal ABCE, partagé en deux Pl. 1,
cavités par le diaphragme *fF*. Le milieu est percé fig. 5.
d'un trou rond, propre à recevoir un tuyau MS
d'environ deux lignes de diamètre, & dont l'orifice inférieur doit descendre quelque peu au dessous du diaphragme. On couvre ce tuyau d'un autre un peu plus large, fermé par en haut, & ayant en bas sur le côté une ouverture, en sorte que, lorsqu'on versera de l'eau dans le vase, elle puisse s'y insérer entre deux, & monter jusqu'à l'orifice supérieur S du premier. Enfin l'on masquera ce mécanisme par une petite figure dans l'attitude d'un homme qui se baisse pour boire, & dont les levres seront un peu au dessus de l'orifice S.

Lorsqu'on versera de l'eau dans ce vase, elle n'aura pas plutôt touché les levres de la petite figure, que, surpassant l'orifice S, elle commencera à s'écouler par le tuyau SM, & il s'établira un mouvement de syphon, en vertu duquel l'eau s'écoulera jusqu'à la dernière goutte dans la cavité inférieure, qui doit avoir sur le côté, vers le diaphragme, une ouverture par laquelle l'air s'échappe en même temps.

On pourroit rendre cette machine hydraulique encore plus plaisante, en faisant la petite figure de manière que l'eau, arrivée vers son dernier point de hauteur, lui fît faire un mouvement de tête pour s'approcher d'elle; ce qui représenteroit mieux le geste de Tantale, tâchant de saisir l'eau pour étancher sa soif.

PROBLÈME V.

Construction d'un vase qui contienne sa liqueur étant droit, & qui étant incliné comme pour boire, la perde aussi-tôt toute.

CE vase pourroit s'appeller *la coupe enchantée*; & pourroit servir à mettre en action le conte fameux de La Fontaine qui porte ce titre: il seroit seulement besoin d'en masquer le mécanisme, ce qui n'est pas difficile.

Pour former un vase qui ait cette propriété, il faut percer son fond ou son côté, & y adapter la plus longue jambe d'un syphon, dont l'autre
 Pl. I, atteindra presque le fond, comme on voit dans la
 fig. 6. fig. 6. Cela fait, qu'on remplisse ce vase d'une
 liqueur quelconque, jusqu'à la courbure inférieure
 du syphon; il est évident que, lorsqu'on le portera

à la bouche & qu'on l'inclinera, ce mouvement fera surmonter cette courbure par la surface de la liqueur : alors, par la nature du syphon, la liqueur commencera à y couler, & elle ne cessera de le faire jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus, quand même on remettrait le vase droit.

La *fig. 7* représente la manière dont on pour-
roit masquer l'artifice entre les deux fonds d'une coupe; car le syphon *abc* caché entre ces deux fonds, produira le même effet. On présentera donc le vase de la manière convenable, à celui qu'on voudra tromper, c'est-à-dire en sorte qu'il applique les lèvres du côté de *b*, sommet du syphon : l'inclinaison de la liqueur la fera surmonter ce sommet, & aussi-tôt elle fuira par *c*. Mais celui qui sera instruit de l'artifice, l'appliquera à sa levre du côté opposé, & n'éprouvera point la même disgrâce.

Pl. 1,
fig. 7.

PROBLÈME VI.

Construction de la fontaine qui coule & s'arrête alternativement.

CETTE fontaine, qui est de l'invention de M. Shermius, est fort ingénieuse, & présente un petit spectacle assez divertissant, parcequ'il semble qu'elle coule & s'arrête au commandement. C'est encore un jeu de syphon qui, par le mécanisme particulier de cette machine, tantôt est obstrué & suspendu, tantôt est libre & agissant, comme on va le voir par la description qui suit.

AB est un vase semblable à un tambour, & fermé de tous côtés. Au fond d'en bas & au milieu F, est soudé un tuyau CD. Ses deux extrémités C, D, sont ouvertes; mais celle d'en haut

Pl. 2,
fig. 8.

C ne doit pas toucher le fond, afin de donner passage à l'eau. Pour remplir ce vase, on le renverse, & l'on introduit l'eau par l'ouverture D, jusqu'à ce qu'il soit à peu près plein.

Du milieu du fond d'une autre cuvette cylindrique un peu plus large, GH, s'éleve un tuyau DE, tant soit peu plus étroit, en sorte qu'il puisse entrer exactement dans le premier. Il doit être aussi un peu moins haut, & son sommet E doit être ouvert.

Ces deux tuyaux CD, ED, doivent avoir à une égale hauteur peu au dessus du fond de la cuvette inférieure, deux trous correspondants I, *i*, en sorte qu'introduisant un des tuyaux dans l'autre, ils se correspondent, & établissent entre l'air extérieur & celui du vase supérieur une communication. Enfin le vase AB doit avoir à son fond deux ou quatre ouvertures, comme K, L, par où l'eau puisse s'écouler dans la cuvette d'en bas GH; & cette cuvette doit avoir aussi un ou deux trous, comme M, N, moindres, par où l'eau puisse aussi s'écouler dans un autre grand vase sur lequel portera toute la machine.

Pour faire jouer cette petite machine, on commencera par remplir presque entièrement d'eau le vase AB; puis, bouchant les tuyaux K, L, on fera entrer le tuyau DE dans CD, en sorte que la cuvette GH serve comme de base, & on fera répondre l'un à l'autre les deux trous I, *i*; on débouchera enfin les trous ou petits tuyaux K, L: alors l'air extérieur, communiquant par l'ouverture I *i*, avec celui qui est au dessus de l'eau du vase AB, l'eau coulera sans difficulté dans la cuvette GH: mais comme il en sortira moins de cette cuvette qu'il n'en tombera d'en haut, elle s'élevé-

vera bientôt au dessus de l'ouverture *Ii*, & interceptera la communication de l'air extérieur avec celui du haut du vase *AB*, & peu après l'eau s'arrêtera. L'eau continuant de couler de la cuvette, sans qu'il y en arrive de nouvelle, peu après l'ouverture *Ii* se trouvera débouchée, & la communication ci-dessus se trouvera rétablie : ainsi l'eau se remettra à couler par les tuyaux *K*, *L*, & elle montera au dessus de *Ii*, ce qui fera que peu après l'eau s'écoulera de nouveau, & ainsi alternativement, jusqu'à ce que toute l'eau du vase *AB* soit vidée.

On reconnoît à un petit gargouillement le moment où l'air va s'introduire par l'ouverture *Ii* dans le haut du vase *AB*, & l'on fait ce moment pour commander à la fontaine de couler ; on lui ordonne pareillement de cesser, lorsque l'on voit l'eau passer au dessus de cette même ouverture *Ii*. De-là vient le nom qu'on lui a donné, de *fontaine de commandement*.

PROBLÈME VII.

Construction d'une clepsidre montrant l'heure par l'écoulement uniforme de l'eau.

NOUS avons vu dans la Mécanique, que si un vase est percé par son fond, l'eau s'en écoule plus vite dans le commencement que sur la fin ; ensorte que si l'on vouloit employer l'écoulement de l'eau pour marquer les heures, ainsi que faisoient les anciens, il faudroit que les divisions fussent fort inégales, puisqu'en divisant toute la hauteur en 144 parties égales, la plus élevée devroit, si le vase étoit cylindrique, en comprendre 23, la seconde 21, &c. & la dernière 1 seulement.

Y auroit-il quelque moyen de faire que cette eau s'écoulât uniformément? Voilà un problème qui se présente naturellement à la suite de l'observation précédente. Nous l'avons déjà résolu dans la mécanique, en enseignant quelle forme il faudroit donner à un vase pour que l'eau s'en écoulât uniformément par un trou percé à son fond. Mais en voici une autre solution plus parfaite, en ce que, quelle que soit même la loi de la retardation de la vitesse de l'eau, elle est également exacte.

Cette solution est fondée sur la propriété du syphon, & elle est assez ancienne, puisqu'elle est de Héron d'Alexandrie. La voici.

Ayez un syphon ABC, à branches inégales, dont vous garnirez la plus petite AB d'un support de liege, capable de tenir cette dernière branche & tout le syphon dans la situation verticale, comme on le voit dans la *fig. 9.* Lorsque vous *pl. 2,* l'aurez mis en jeu, & que l'eau aura commencé *fig. 9.* à couler par la plus longue branche, elle continuera de couler avec la même vitesse à quelque hauteur que soit l'eau; car elle ne se vuide dans cet instrument que par un effet de l'inégalité des forces avec lesquelles l'atmosphère pèse sur la surface du liquide & sur l'orifice de la plus longue branche: puis donc qu'à mesure que la surface du liquide baisse, le syphon baisse aussi, il est évident qu'il y aura égalité dans la vitesse de son écoulement.

Si donc on divisoit en parties égales la hauteur du vase DE, les divisions pourroient marquer des intervalles égaux de temps. Et pour rendre cette clepsydre plus agréable, on pourroit masquer la branche AB par une petite figure légère surnageant

l'eau du vase, & montrant sur un petit tableau, avec une petite verge ou avec le doigt, l'heure qu'il est.

On pourroit, au contraire, faire tomber par un pareil syphon, l'eau d'un vase quelconque, dans un autre de forme prismatique ou cylindrique, dont s'élèveroit une petite figure surnageant l'eau, & qui montreroit les heures de la maniere qu'on vient de dire.

PROBLÈME VIII.

Quelle est la plus grande hauteur à laquelle la tour de Babel eût pu être élevée, avant que les matériaux portés à son sommet eussent perdu toute leur pesanteur ?

POUR répondre à cette plaisanterie mathématique, qui tient autant à l'astronomie physique qu'à la mécanique, il faut sçavoir,

1^o Que les corps diminuent de pesanteur en raison inverse du quarré de leur distance au centre de la terre. Un corps, par exemple, élevé à la distance d'un demi-diametre de la terre au dessus de sa surface, étant par-là à la distance de deux rayons, ne peseroit que $\frac{1}{4}$ de ce qu'il pesoit à la surface.

2^o Qu'en supposant que ce corps suivît, avec le reste de la terre, le mouvement de rotation qu'elle a sur son axe, cette pesanteur seroit encore diminuée par la force centrifuge, qui, en supposant que des cercles inégaux soient décrits dans le même temps, est comme leurs rayons. Ainsi, à une distance double du centre de la terre, cette force seroit double, & retrancheroit deux fois autant de la pesanteur qu'à la surface de la terre.

Or l'on est parvenu à découvrir que, sous l'équateur, la force centrifuge retranche $\frac{1}{289}$ de la pesanteur naturelle des corps.

3^o Ailleurs que sous l'équateur, la force centrifuge étant moindre, & agissant obliquement contre la pesanteur, en retranche une portion moindre, en raison du quarré du sinus de complément de la latitude au quarré du sinus total.

Toutes ces choses posées, on peut trouver à quelle hauteur devrait être un corps au dessus de la surface de la terre, & sous une latitude donnée, pour que, participant à son mouvement diurne, il n'eût aucune pesanteur.

Or je trouve par l'analyse, que sous l'équateur, où la diminution de la pesanteur occasionnée par la force centrifuge est précisément $\frac{1}{289}$, à la surface de la terre la hauteur cherchée, à

compter du centre de la terre, devrait être $\sqrt[3]{289}$, ou 6 demi-diametres de notre globe plus $\frac{65}{100}$, ou de 5 demi-diametres $\frac{65}{100}$ au dessus de la surface de la terre.

Sous la latitude de 30 degrés, qui est à peu près celle des plaines de la Mésopotamie, où les descendants de Noé se rassemblèrent d'abord, & tenterent, suivant les livres saints, leur folle construction, on trouvera que la hauteur au dessus de la surface de la terre eût dû être de $6\frac{27}{100}$ rayons de la terre.

Sous la latitude de 60 degrés, cette hauteur eût du être, au dessus de la surface de la terre, de 9 demi-diametres terrestres & $\frac{47}{100}$.

Sous le pôle enfin, cette hauteur pourroit être

infinie; car en ce lieu il n'y a point de force centrifuge, puisque le corps qui seroit au pôle ne seroit que tourner sur lui-même.

PROBLÈME IX.

Si l'on supposoit la terre percée d'un trou jusqu'à son centre, combien de temps un corps mettroit-il à parvenir à ce centre, en faisant d'ailleurs abstraction de la résistance de l'air?

LA circonférence de la terre ayant 9000 lieues, de 2283 toises chacune, son demi-diametre se trouve de 1432 lieues, ou de 19618400 toises. Il n'y auroit donc aucune difficulté à résoudre ce problème, si l'accélération étoit uniforme; car il n'y auroit qu'à dire, suivant la regle de Galilée, comme 15 pieds & $\frac{1}{10}$ de Paris sont à 19618400 pieds, ainsi le quarré d'une seconde, qui est le temps employé à parcourir 15 pieds $\frac{1}{10}$ de Paris, à un quatrieme terme, qui sera le quarré du nombre des secondes employées à parcourir 19618400 pieds. Or ce quatrieme terme se trouvera de 1299167: donc, en tirant sa racine quarrée, on aura le nombre cherché, sçavoir, 1140 secondes ou 19 minutes. Tel seroit, dans cette premiere hypothese, le temps qui seroit employé par un corps grave à tomber au centre de la terre.

Mais il est beaucoup plus probable qu'un corps porté le long d'un rayon terrestre, perdrait de sa pesanteur à mesure qu'il approcheroit du centre; car à ce centre il n'en auroit aucune; & l'on démontre d'ailleurs que, la terre étant supposée uniformément dense, & l'attraction étant en raison inverse du quarré des distances, la pesanteur dé-

croîtroit comme la distance au centre. Il faut donc résoudre le problème de cette seconde manière.

On y parvient au moyen de cette proposition, que Newton a démontrée : *Si l'on décrit un quart de cercle ayant pour rayon la distance au centre de la terre, l'arc qui a 15 pieds & $\frac{1}{10}$ pour sinus verse, est au quart de cercle, comme une seconde employée à décrire, en tombant, ces 15 pieds $\frac{1}{10}$, au temps employé à décrire tout le demi-diamètre terrestre.*

Or l'arc terrestre qui répond à 15 pieds & $\frac{1}{10}$ de chute ou de sinus verse, est de $4' 16'' 5'''$, & cet arc est au quart de cercle, comme 1 à $1265 \frac{6}{10}$: conséquemment on a cette proportion à faire ; comme $4' 16'' 5'''$ sont à 90° , ou comme 1 est à $1265 \frac{6}{10}$, ainsi une seconde employée à tomber de 15 pieds $\frac{1}{10}$ de haut à la surface de la terre, est à $1265'' 36'''$, ou $21' 5'' 36'''$: ce sera le temps employé à tomber de la surface de la terre au centre, dans la supposition que nous examinons, qui est plus conforme à la physique que la précédente.

P R O B L Ê M E X.

Qu'est-ce qui arriveroit si la lune étoit tout-à-coup arrêtée dans son mouvement circulaire, & en combien de temps tomberoit-elle sur la terre ?

LA lune ne se soutenant dans l'orbite qu'elle décrit autour de la terre, que par un effet de la force centrifuge qui naît de son mouvement circulaire, & qui contrebalance sa pesanteur vers la terre, il est évident que si le mouvement circulaire étoit détruit, la force centrifuge seroit aussi anéantie : la lune seroit donc alors uniquement livrée à son

mouvement de tendance vers la terre, & tomberoit sur elle par un mouvement accéléré.

Mais ce mouvement ne seroit pas accéléré suivant la loi découverte par Galilée, car cette loi suppose que la force de pesanteur est uniforme ou toujours la même. Or ici la pesanteur de la lune vers la terre, varieroit & augmenteroit en raison inverse du carré de la distance, à mesure qu'elle se rapprocheroit de ce centre; ce qui rend le problème beaucoup plus difficile.

Newton cependant nous a enseigné le moyen de le résoudre; il fait voir que ce temps est égal à la moitié de celui que cette même planète emploieroit à faire une révolution autour du même corps central, mais à une distance moindre de la moitié.

Or on sçait que l'orbite lunaire est à peu de chose près un cercle dont le rayon est de 60 demi-diamètres terrestres, & sa révolution est de 27 jours 7 heures 43' * : d'où l'on conclut, au moyen de la fameuse règle de Képler, que si elle n'étoit éloignée de la terre que de 30 rayons terrestres, elle emploieroit seulement, dans cette révolution, 9 jours 15^h 51'; conséquemment sa demi-révolution seroit de 4 jours 19^h 55' $\frac{1}{2}$. C'est le temps que la lune emploieroit à tomber jusqu'au centre de la terre.

* On dit que la révolution de la lune est de 27 jours 7 heures, 43 minutes, & non de 29 jours 12 heures 44 min. ; car il est ici question de la révolution depuis un point du ciel jusqu'au même point, & non de la révolution synodique, qui est plus longue, parceque, quand la lune a fait son tour entier, elle a encore à rejoindre le soleil, qui, pendant les 27 jours, s'est avancé en apparence de 27 degrés ou environ.

REMARQUE.

Si on examinoit de même en combien de temps chacune des planetes circumfolaires tomberoit dans le soleil, on trouveroit que

Mercure y tomberoit en	15 ^j	13 ^h	7 [']
Vénus en	39	16	49
La Terre en	57	15	3
Mars en	121	10	9
Jupiter en	766	6	9
Saturne en	1902	23	30

PROBLÈME XI.

Quelle seroit la pesanteur d'un corps transporté à la surface du Soleil, ou d'une autre planete que la Terre, comparée à celle de ce corps sur la surface de notre globe ?

IL est démontré aujourd'hui, pour tous ceux qui sont en état d'en peser les preuves, que la pesanteur d'un corps sur la surface de la terre, n'est autre chose que le résultat des tendances de ce corps vers toutes les parties de la terre, dont doit résulter une tendance composée, passant par le centre, dans la supposition où la terre seroit précisément un globe ; ce que nous supposons ici, à cause du peu de différence qu'il y a entre sa figure & la figure sphérique. Il est pareillement démontré que, l'attraction se faisant en raison directe des masses, & en raison inverse du quarré des distances, un corpuscule de matiere, placé sur la surface d'une sphere qui exerce sur lui son attraction, tendra vers elle avec une force qui sera la même que si toute sa masse étoit réunie à son centre.

Il suit de-là que , si l'on suppose deux spheres inégales en diametre & en masse , la pesanteur du corpuscule sur l'une , fera à celle du même corpuscule sur l'autre , en raison composée de la directe de leurs masses , & de l'inverse des quarrés de leur demi-diametre.

Or , par les observations astronomiques , on démontre que le demi-diametre du soleil étoit égal à 111 demi-diametres terrestres , & que sa masse est à celle de la terre , comme 341908 à 1 : donc la pesanteur d'un corps sur la surface du soleil , est à celle de ce même corps sur la surface de la terre , en raison composée de 341908 à 1 , & de l'inverse du quarré de 111 à celui de 1 , c'est-à-dire de 12321 à 1.

Divisez donc le nombre 341908 par 12321 , vous aurez 27 & environ $\frac{3}{4}$: ainsi un corps d'une livre , transporté à la surface du soleil , en peseroit $27\frac{3}{4}$.

Faisons sentir ceci par un raisonnement encore plus simple. Si toute la masse du soleil , qui est 341908 fois aussi grande que la terre , étoit ramassée dans un globe égal à la terre , le corps dont nous parlons , au lieu de peser une livre , en peseroit 341908. Mais comme la surface du soleil est 111 fois autant éloignée de son centre que celle de la terre l'est du sien , il s'en ensuit qu'il faut diminuer le poids ci-dessus en raison de 12321 , ou du quarré de 111 au quarré de l'unité , c'est-à-dire qu'il ne faut prendre que la 12321^e partie du poids trouvé ci-dessus ; ce qui donne celui que nous avons trouvé plus haut.

Par un raisonnement semblable , on trouveroit qu'un corps d'une livre , porté à la surface de Jupiter , en peseroit $3\frac{1}{12}$; & à celle de Saturne ,

$1\frac{2}{9}$; sur celle de la lune, 3 onces seulement.

On ne peut sçavoir quelles sont les masses de Mercure, de Vénus & de Mars, parceque aucun corps ne circule autour d'eux; ce qui ne permet pas de résoudre ce problème à leur égard.

PROBLÈME XII.

Construire une fontaine qui jaillisse par la compression de l'air.

SOIT un vase dont la section est représentée par
 Pl. 2, la fig. 10, c'est-à-dire composé d'un piédestal cylin-
 fig. 10. drique ou parallélepède, couronné d'une espece
 de coupe FADE. Ce piédestal est partagé en deux
 cavités par un diaphragme NO. La cavité supé-
 rieure doit être un peu moindre que l'inférieure.

Du fond de la coupe part un tuyau GH, à
 travers ce diaphragme, qui va jusques près du
 fond CB. Au contraire, le tuyau LM doit avoir
 son orifice supérieur L près du fond de la coupe,
 & l'inférieur M fort peu au dessous du diaphragme
 NO. IK représente enfin un tuyau très-menu par
 son bout supérieur, & dont l'orifice inférieur va
 presque jusqu'au diaphragme.

Le vase étant ainsi construit, on remplira par
 un trou latéral la cavité supérieure jusques près de
 l'orifice L du tuyau LM; après quoi l'on bouchera
 soigneusement ce trou; on versera ensuite de l'eau
 dans la coupe: cette eau, coulant dans la cavité
 NB, en comprimera l'air, & le forcera à passer
 en partie par ML, au dessus de l'eau de la cavité
 supérieure; il s'y condensera de plus en plus, &
 forcera l'eau à jaillir par l'orifice I, sur-tout si on
 la retient pendant quelque temps, soit en tenant

le doigt sur l'ouverture I, soit au moyen d'un petit robinet qu'on n'ouvrira qu'à propos.

REMARQUES.

I. Cette petite fontaine peut être variée de bien des façons. Par exemple, si le poids de l'eau coulant par GH dans la cavité inférieure NB, n'étoit pas suffisant pour donner assez de jet à l'eau sortant par I, on pourroit y insinuer de l'eau avec une seringue, ou bien de l'air avec un soufflet adapté à l'orifice G, & garni à son tuyau de sortie d'un robinet.

On pourroit y couler du vis-argent, qui, par son poids, y pénétreroit malgré la résistance de l'air, & le forceroit d'agir avec force contre le fluide renfermé dans la cavité supérieure.

II. On peut exécuter cette petite fontaine d'une manière bien plus simple; car ayez une bouteille telle que AB, par le goulot & le bouchon de laquelle vous introduirez dans sa cavité un tuyau Pl. 2, fig. 11. CD, dont l'orifice inférieur D soit plongé jusques bien près du fond, & l'orifice supérieur terminé par une ouverture assez étroite. La communication entre l'air extérieur & l'intérieur de la bouteille, doit être bien interceptée en A. Supposons maintenant cette bouteille remplie aux trois quarts d'eau; soufflez par l'orifice C dans le tube avec toutes vos forces: vous y condenserez l'air dans l'espace AEF, au point que, pressant sur la surface EF, l'eau sortira avec impétuosité par le petit orifice C, & s'élèvera assez haut. Lorsque le jeu de la machine aura cessé, il suffira, s'il reste de l'eau, d'y souffler encore de l'air, & son jeu recommencera tant qu'il y aura de l'eau.

PROBLÈME XIII.

Construction d'un vase qui donne autant de vin qu'on y verse d'eau.

LA solution de ce problème est une suite, ou, pour mieux dire, une simple variation de celle du précédent. Qu'on suppose en effet le petit tuyau IK supprimé, qu'on remplisse la cavité AO de vin, & qu'on adapte vers le fond NO un petit robinet R un peu étroit; il est évident que, quand on versera de l'eau dans le vase supérieur FADE, l'air forcé de passer dans la cavité supérieure, pressera la surface du vin, & l'obligera de couler par le robinet, jusqu'à ce qu'il soit en équilibre avec le poids de l'atmosphère: alors, qu'on verse de nouvelle eau dans la coupe FD, il sortira à peu près autant de vin par le robinet; ensorte qu'il semblera que l'eau est changée en vin.

C'est pourquoi, s'il étoit permis de faire allusion à un trait célèbre de l'histoire sainte, on pourroit, en donnant à ce vase la forme d'une cruche, le nommer *la cruche de Cana*.

PROBLÈME XIV.

Construction d'une machine hydraulique, où un oiseau boit autant d'eau qu'il en jaillit par un ajutage.

SOIT le vaisseau dont la coupe est représentée par la fig. 12, qui est divisé en deux par le diaphragme horizontal EF, & dont la cavité supérieure est aussi partagée en deux par une cloison verticale GH. Le tuyau LM, prenant du fond du premier diaphragme, & descendant presque jusqu'au

qu'au fond DC, forme la communication de la cavité supérieure HF, avec l'inférieure EC. Un tuyau IK, montant du fond EG presque jusqu'au fond AB, forme une autre communication entre la cavité inférieure EC & la supérieure AG. Le tuyau NO, terminé à son sommet par une ouverture très-petite, descend fort près du diaphragme inférieur EG, & passe par le centre d'une coupe RS, destinée à recevoir l'eau sortant de ce tuyau. Enfin, au bord de cette coupe est un oiseau y plongeant son bec, où est l'ouverture d'un syphon recourbé QP, dont l'orifice P est beaucoup inférieur à l'orifice Q. Telle est la construction de la machine; en voici l'usage & l'effet.

On remplira d'eau les deux cavités supérieures, par deux trous ménagés exprès sur les côtés du vase, & qu'on fermera ensuite. Il est aisé de voir que l'eau ne doit pas excéder, dans la cavité AG, la hauteur de l'orifice K du tuyau KI. Cela fait, en ouvrant le robinet adapté au tuyau LM, l'eau de la cavité supérieure HF s'écoule dans la cavité inférieure, elle y comprime l'air qui passe par le tuyau KI dans la cavité AG, & y comprimant celui qui est au dessus de l'eau, la force de jaillir par le tuyau NO; d'où elle retombe dans la coupe.

Mais en même temps que l'eau s'écoule de la cavité BG dans l'inférieure, l'air se raréfie dans la partie supérieure de cette cavité: ainsi le poids de l'atmosphère agissant sur l'eau déjà versée dans la coupe par l'orifice O du tuyau montant NO; l'eau s'écoulera par le tuyau recourbé QSP dans cette même cavité BG; & ce mouvement, une fois établi, continuera tant qu'il y aura de l'eau dans la cavité AG.

PROBLÈME XV.

Faire une fontaine qui jaillisse par la raréfaction de l'air dilaté par la chaleur.

Pl. 2, FAITES un vase cylindrique ou prismatique, dont la coupe est représentée par la fig. 12. Il faudra qu'il soit porté sur trois ou quatre pieds un peu élevés, pour pouvoir placer au dessous un réchaud plein de feu. La cavité de ce vase doit être divisée en deux par un diaphragme EF, lequel sera percé d'un trou rond, d'un pouce environ de diametre. Ce trou servira de base à un tube cylindrique GH, qui s'élèvera presque jusqu'au fond supérieur, qui sera surmonté d'une cavité en forme de coupe ou coquille, pour recevoir l'eau que fournira le jet d'eau. Enfin le centre de cette coupe ou du fond supérieur, donnera passage à un tuyau soudé IK, qui descendra presque jusqu'au diaphragme EF : il pourra s'évaser un peu par en bas ; mais son bout supérieur doit être un peu étroit, pour que l'eau jaillisse plus haut. Il sera à propos de garnir la partie apparente du tuyau IK d'un petit robinet, au moyen duquel on puisse retenir l'eau jusqu'à ce que l'air, assez raréfié dans la machine, puisse produire le jet.

La machine étant ainsi construite, vous remplirez d'eau le réservoir supérieur, presque jusqu'à la hauteur de l'orifice H du tuyau GH ; ensuite vous mettrez sous le fond inférieur du vase un réchaud plein de charbons ardents, ou une lampe à plusieurs meches : l'air contenu dans la chambre inférieure sera aussi-tôt raréfié, & passera par le tuyau GH au dessus de l'eau contenue dans la cavité supérieure, & la forcera d'entrer par l'orifice I

du tuyau IK, & de jaillir par l'autre ouverture K.

Pour rendre l'effet plus sensible & plus sûr, il ne fera pas mal de mettre une petite quantité d'eau dans la cavité inférieure; car, lorsque cette eau bouillira, la vapeur élastique qu'elle produira, passant dans la capacité du réservoir supérieur, la pressera avec beaucoup plus de force, & fera jaillir l'eau plus haut.

Il faut cependant prendre garde de ne pas échauffer trop fortement cette machine, si l'on y emploie la vapeur de l'eau bouillante; car elle pourroit éclater en morceaux, par un effet de la violence de l'eau réduite en vapeurs.

PROBLÈME XVI.

Mesurer le degré de chaleur de l'air & des autres fluides. Histoire & construction du Thermometre.

L'UNE des inventions les plus ingénieuses qui caractérisent la renaissance de la saine philosophie dans les premières années du siècle dernier, est celle de l'instrument que nous appelons le *thermometre*, parce qu'il sert à mesurer la chaleur des corps, & principalement celle de l'air & des fluides dans lesquels on peut le plonger. Cette invention est communément attribuée à l'académie del *Cimento*, qui florissoit à Florence, sous la protection des grands-ducs de la Maison de Médicis, & qui fut la première de l'Europe qui s'adonna à la physique expérimentale. On prétend aussi que Corneille Drebbel, d'Alcmaër dans la Nort-Hollande, qui vivoit à la cour de Jacques I, roi d'Angleterre, a part à cette invention. Ce n'est

pas ici le lieu de discuter ce point d'histoire de la physique*.

L'invention du thermometre est fondée sur la propriété qu'ont les corps, & sur-tout les fluides, de se dilater par la chaleur qui les pénètre. L'esprit de vin possédant éminemment cette propriété, fut aussi le liquide qu'on employa de préférence. On prit un tube de verre fort étroit, terminé par une boule d'un pouce environ de diametre, que l'on remplit de cette liqueur, après l'avoir colorée en rouge au moyen d'une teinture de tournesol ou d'orseille, afin qu'elle fût plus visible. Il est aisé de sentir que la capacité de la boule étant considérable eu égard à celle du tube, pour peu que la liqueur se dilatât, elle étoit forcée de passer en partie dans le tube : ainsi la liqueur y devoit monter. Elle descendoit au contraire nécessairement, lorsqu'elle étoit condensée par le froid. On avoit seulement l'attention de faire en sorte que, dans le plus grand froid, la liqueur ne rentrât pas entièrement dans la boule, & que, dans la plus grande chaleur qu'on vouloit mesurer, elle n'en

* *Note du Censeur.* Le premier thermometre décrit & publié par la voie de l'impression, l'a été par Salomon de Caux, ingénieur François, dans son livre des *Forces mouvantes*, imprimé en 1624, in-folio, mais, à ce qu'il paroît, antérieur pour la composition, car l'Épître dédicatoire à Louis XIII est de 1615, & le privilege accordé par ce monarque est de 1614. Ce thermometre est un thermometre d'air, qui agit, par la dilatation de ce fluide renfermé dans une caisse, contre l'eau qu'il force de s'élever dans un tube. Drebbel, dont on sçait seulement que le thermometre étoit aussi un thermometre à air, a-t-il précédé Salomon de Caux, ou celui-ci a-t-il précédé le physicien Nort-Hollandois ? C'est ce qu'il paroît difficile de déterminer.

sortît pas. Vers le bas étoit inscrites, par estime, quelques indications, comme *froid*, & plus bas *grand froid*; vers le milieu, *tempéré*; & dans le haut *chaleur*, *grande chaleur*.

Telle est la construction du thermometre appelé de *Florence*, dont on a fait usage pendant près d'un siecle; & tels sont ceux que débitent encore souvent dans les provinces des charlatans ambulants, & qu'achètent avec confiance des gens peu instruits.

Ce thermometre, en effet, quoique l'on ait retenu sa forme & la plus grande partie de sa construction, a le défaut de n'indiquer que d'une manière fort vague & incertaine les variations de la chaleur. On peut bien sçavoir, par son moyen, qu'un jour il a fait plus froid ou plus chaud qu'un autre, mais on ne peut comparer ce chaud ou ce froid à aucun autre, ni à celui d'un autre lieu: d'ailleurs les mots de *froid* & de *chaud* n'indiquent que des relations. Un habitant de Mercure trouveroit probablement très-frais, & peut-être froid, un de nos étés les plus chauds; tandis que celui de Saturne, transporté sur la terre dans un hiver de notre zone glaciale, le trouveroit peut-être d'une chaleur intolérable. Nous éprouvons nous-mêmes, à la fin d'un beau jour d'été, un sentiment de froid, lorsque nous sommes transportés dans un air beaucoup moins chaud; & au contraire.

On a cherché, par cette raison, à faire des thermometres où les degrés de chaud & de froid fussent comparables à un degré de chaleur ou de froid invariable dans la nature; en sorte que tous les thermometres construits suivant ce principe, quoique par des mains différentes & en différents

lieux ou temps, s'accordassent cependant entre eux, & marquassent le même degré, étant exposés à la même température. C'étoit le seul moyen de faire des expériences de quelque utilité sur cette matiere.

On y est enfin parvenu, au moyen des deux principes suivans, que l'expérience a fait découvrir.

Le premier est, que le degré de température de la glace pilée & commençant à fondre, ou, si l'on veut, de l'eau commune commençant à se glacer, est constamment le même en tout lieu & en tous les temps.

Le second est, que le degré de température de l'eau bouillante est aussi toujours constante. Nous entendons parler de l'eau douce, & nous supposons d'ailleurs que la hauteur du thermometre ne varie point; car on sçait aussi que, lorsque l'eau est chargée d'un plus grand poids, elle a besoin d'un degré de chaleur un peu plus grand que lorsqu'elle est moins chargée. C'est ce qu'on éprouve dans la machine pneumatique, où, une partie de l'air étant vidée, l'eau bout à un moindre degré de chaleur qu'exposée à l'air libre. D'où suit cette espece de paradoxe, qu'au sommet d'une montagne l'eau n'a pas besoin d'autant de chaleur pour bouillir qu'au pied. Mais quand la pesanteur de l'air est la même, & que l'eau ne tient sensiblement aucun sel en solution, elle commence à bouillir au même degré de chaleur; &, une fois parvenue à cet état, elle n'en contracte pas un plus grand, quelque fort que paroisse le bouillonnement.

Ces deux degrés constants de froid & de chaud, si aisés à se procurer, ont paru par cette raison aux physiciens, tout-à-fait propres à servir à la

construction de leurs thermometres. Voici la maniere la plus simple d'y procéder.

Ayez un tube, dont un des bouts soit renflé en boule d'un pouce environ de diametre : une moindre dimension suffira, si le tuyau étoit absolument capillaire. Remplissez-le de vis-argent, jusqu'à quelques pouces au dessus de la boule. Nous enseignerons plus bas comment cela se peut faire. Prenez ensuite de la glace pilée, que vous mettez dans un vase, & vous y plongerez la boule de votre thermometre. Lorsque le mercure aura cessé de descendre, faites une marque au tube pour reconnoître ce point ; après cela faites bouillir de l'eau douce, plongez-y votre thermometre, & remarquez le point où il cessera de monter : ce sera celui de l'eau bouillante. Il ne reste plus qu'à diviser cet intervalle en un nombre de parties égales, tel qu'on voudra : celui de 100 me paroît le plus convenable. Pour cet effet, on applique ce tube à une petite planchette, l'on colle un papier derriere le tube, & l'on divise l'intervalle entre les deux marques, dans le nombre de parties qu'on a choisi ; on en porte quelques-unes au dessous du point de la glace, auquel on inscrit 0 ; voilà un thermometre construit.

Il est seulement nécessaire de s'assurer avec soin si le diametre du tube est le même dans toute sa longueur ; car il est aisé de voir qu'un tube inégal dans son calibre, causeroit au mercure des mouvements irréguliers. Pour cet effet, on introduit une petite goutte de mercure dans le tube, & on le lui fait parcourir. Si elle y occupe partout la même longueur, il est évident que le tube n'a aucun endroit plus large ou plus rétréci qu'un autre : si la goutte éprouve des allongements ou

raccourcissements, on doit y avoir égard, ou rejeter le tube.

Plusieurs physiciens modernes sont entrés, pour la construction de leurs thermometres, dans de grands détails sur l'augmentation de volume qu'acquiert le mercure & l'esprit de vin, lorsque du degré de glace ils passent à celui de l'eau bouillante. Mais il me paroît que, ces deux termes étant reconnus comme invariables, ils pouvoient s'épargner ces considérations, qui ne font que rendre leurs procédés fort embarrassants.

Il nous reste à dire comment on remplit le tube & la bouteille de la liqueur destinée à former le thermometre, & que nous supposerons ici du mercure, par les raisons qu'on verra plus bas; car il y a des difficultés à exécuter cette opération, sur-tout quand le tube est capillaire. Voici la maniere de le faire.

Une premiere attention à avoir, est de bien nettoyer l'intérieur du tube; ce qui se peut faire, s'il n'est pas capillaire, au moyen d'un petit tampon bien sec, emmauché à un fil de métal, & qu'on promene dans l'intérieur. Si le tube est capillaire, il faut échauffer d'abord le tube, & ensuite la boule. L'air sortant de cette dernière, chassera les petites immondices qui y peuvent être attachées.

Il faut aussi que le mercure soit bien pur ou revivifié du cinabre, & qu'il ait bouilli, pour en chasser l'air qui peut y être disséminé.

Après cela, on attache au sommet du tube un petit entonnoir de papier; on approche d'abord, & peu-à-peu, le tube d'un brasier ardent, de maniere à l'échauffer par degrés, & ensuite on échauffe la boule de la même maniere, ensorte que le tout

soit assez chaud pour ne pouvoir être tenu sans un grand épais. Quand le thermometre est à ce degré de chaleur, on le releve, & on remplit de mercure échauffé le petit entonnoir ci-dessus. A mesure que le verre se refroidit, l'air s'y raréfie, & donne entrée au mercure dans la boule, jusqu'à ce qu'il soit en équilibre avec lui. On réitere cette opération pour faire entrer de nouveau mercure, jusqu'à ce que la boule & le tube soient pleins. Alors on gradue le thermometre, en en chassant, par le moyen de la chaleur, tout ce qui excède ce qui doit y rester pour atteindre, étant plongé dans l'eau bouillante, le point qu'on a fixé vers le haut du thermometre. Ayant fixé ce point de l'eau bouillante, & l'ayant marqué ou par un fil ou par un trait de lime, on laisse refroidir le thermometre, & on le plonge dans la glace fondante; ce qui donne le point de la glace.

Il est aisé de sentir que si, dans cette opération, tout le mercure rentroit dans la boule, il faudroit y faire entrer un peu de mercure, pour porter plus haut le point de l'eau bouillante.

Cela fait, on allongera un peu à la lampe d'émailleur le bout supérieur du tube, & on échauffera le mercure au point de monter tout près de son sommet; enfin on le clorra hermétiquement à la lampe, & par ce moyen il ne restera dans le haut du tube qu'une quantité d'air imperceptible, ou absolument nulle.

On attachera ensuite ce tube à la planchette qui doit le porter, ainsi que les divisions. Cette planchette doit être de quelque matiere qui éprouve très-peu d'allongement dans sa longueur par la chaleur. Le sapin à cette propriété, & l'avantage de la légéreté; il faut que la boule soit isolée du

bois, afin que l'air puisse mieux circuler, & qu'elle ne soit pas affectée par la chaleur que le bois peut contracter lui-même.

Une question se présente ici. Quelle est la liqueur la meilleure & la plus convenable pour former un thermometre bon & durable ? est-ce l'esprit-de-vin, est-ce le mercure ?

Nous croyons qu'il n'y a plus, à cet égard, de difficulté ni même de division parmi les physiciens. C'est le mercure qui est la liqueur la plus convenable pour les thermometres. Ses avantages sur l'esprit-de-vin ne paroîtront point équivoques à qui considérera,

1° Que tous les esprits-de-vin, à moins qu'ils ne soient bien déphlegmés, ne sont pas tous semblables. Et qui peut assurer que, dans ces différents états, leur marche soit la même, ou qu'ils n'aient pas des mesures différentes de dilatation à un même degré de chaleur ? C'est même un point que l'expérience a depuis vérifié. Dès-lors, plus de comparaison certaine entre les divers thermometres à esprit-de-vin.

2° Si l'esprit-de-vin est très-déphlegmé, alors, étant devenu une liqueur très-spiritueuse & très-volatile, n'y a-t-il pas à craindre que peu à peu il ne diminue de volume ? Il est vrai que pour y obvier, on bouche hermétiquement le tube par en haut : mais cette précaution n'empêchera pas la partie la plus volatile de s'exhaler dans la capacité supérieure du tube ; & dès-lors l'esprit-de-vin, devenu moins dilatable à cause du phlegme restant, restera au dessous du degré où il devrait être ; c'est même là ce qui arrivera à tout état de l'esprit-de-vin, soit qu'on l'emploie pur ou presque pur, soit qu'on l'emploie avec l'eau, comme

cela se pratique ordinairement pour modérer sa dilatabilité.

3° L'esprit-de-vin bout à un degré de chaleur moindre que celui de l'eau bouillante, par conséquent il n'est plus propre à examiner des degrés de chaleur plus grands que celui-là; car, passé l'ébullition, la marche de la dilatation d'une liqueur ne suit plus les mêmes loix, puisque, passé ce terme, elle se volatilise, ou se réduit tout-à-coup en vapeurs d'un volume de plusieurs milliers de fois plus grand.

D'un autre côté, l'esprit-de-vin allié d'eau est susceptible de se geler à un degré de froid qui n'est pas beaucoup au dessous de celui de la congélation de l'eau: ainsi il sera peu propre à mesurer des degrés de froid fort au dessous de ce dernier terme.

Le mercure n'a aucun de ces défauts. Tout mercure, autant que les chimistes ont pu l'éprouver, est homogène, lorsqu'il est pur, avec tout autre mercure: il ne bout qu'à un degré de chaleur fix à sept fois plus loin du terme 0, que celui auquel l'eau elle-même devient bouillante: il ne se congèle qu'à un degré excessivement plus bas que celui de la congélation de l'eau*.

Un autre avantage qu'il a, soit dans les thermometres, soit dans les barometres, c'est que, tandis qu'il est dans l'action de monter, la surface de la petite colonne de mercure prend une figure convexe, & quand il descend, une figure concave: ainsi, tant qu'on voit cette figure convexe, on peut dire qu'il est dans l'action de monter, &

* On parlera plus loin de cette expérience extraordinaire.

quand elle disparoît & devient concave, c'est un signe qu'il descend déjà insensiblement; ce qui est assez commode pour le pronostic de la chaleur, & pour reconnoître si elle augmente encore, si elle est stationnaire, ou si elle commence à diminuer.

PROBLÈME XVII.

Description des Thermometres les plus célèbres & les plus usités : Réduction des uns aux autres.

ON fait usage en Europe de plusieurs thermometres qui, quoique construits sur les mêmes principes, different néanmoins dans leur division ou échelle; car cette division ou échelle est absolument arbitraire. Il est par conséquent nécessaire d'en donner une idée, pour les réduire l'un à l'autre.

Ces thermometres sont celui de Farenheit, artiste Anglois; celui de M. de Réaumur, celui de M. Celsius, & celui de M. Delisle.

Le premier de ces thermometres est fait avec le mercure, & a une gradation qui au premier abord paroît fort bizarre. Au froid de la glace répond le 32^e degré, & depuis ce terme jusqu'à celui de l'eau bouillante on compte 180 degrés, en sorte que la chaleur de l'eau bouillante répond au 212^e degré. La raison de cette division est, que Farenheit prit pour le degré 0 de son thermometre, le plus grand froid qu'il put exciter avec un mélange de neige & d'esprit de nitre; il plongea ensuite son instrument dans la glace fondante, & enfin dans l'eau bouillante, & il divisa en 180 parties l'intervalle entre ces deux derniers points; ce qui lui en donna 32 entre le froid artificiel ci-

dessus, & celui de la glace ordinaire. L'expérience a appris depuis, qu'on peut produire un froid artificiel bien plus considérable que celui qu'avoit produit Farenheit.

Ce thermometre est celui dont les Anglois font le plus communément usage; en quoi ils me paroissent sacrifier un peu à cet attachement national qui leur fait rejeter les inventions étrangères, quoique meilleures. Ce que je dis, au reste, ne tombe que sur la division bizarre du thermometre de Farenheit; car il nous paroît être le premier qui ait employé le mercure, & en cela on ne peut trop applaudir à son idée. On pourroit donner toujours son nom à son thermometre, en rectifiant son échelle, c'est-à-dire en portant le degré 0 à son 32^e: alors il y en auroit 180 entre la glace & l'eau bouillante, & le degré actuellement marqué 0 dans ce thermometre, seroit le -32^e, en désignant par le signe négatif les degrés au dessous de la glace.

Le thermometre de Réaumur est fait ordinairement avec l'esprit-de-vin; & sa graduation est telle, que le degré de la glace fondante étant marqué 0, celui qui répond à l'eau bouillante est 80: ainsi il y a 80 degrés entre ces deux termes. Au dessous de 0 on compte encore 1, 2, 3, 4, en ajoutant ces mots, *au dessous de la glace*, ou, pour abréger, en joignant au degré le signe -. C'est ainsi que nous en avons usé dans les tables suivantes.

Nous avons déjà fait nos observations sur l'esprit-de-vin, employé de préférence par M. de Réaumur; il est superflu de les répéter ici.

Le thermometre de M. Delisle est fort usité dans le nord, & par cette raison il est à propos

d'en faire connoître la division. M. Delisle, par des raisons assez arbitraires, a fait partir sa division du degré de l'eau bouillante en descendant, & elle est telle, qu'entre ce point & celui où l'eau se congele, il y a 150 degrés: ainsi 150 degrés de son thermometre répondent, pour l'étendue, à 80 de celui de Réaumur, ou 180 de celui de Fareinheit.

Enfin MM. Celsius d'Upsal, & Christin de Lyon, reconnoissant les défauts de l'esprit-de-vin, & trouvant aussi des inconvénients dans la division en 80 degrés, ont cherché à y remédier, en faisant leur thermometre avec du mercure, & en comptant 100 degrés depuis le terme de la glace jusqu'à celui de l'eau bouillante. Ce thermometre ne differe au fond de celui de M. de Réaumur, qu'en ce qu'ils y ont employé le mercure au lieu de l'esprit-de-vin, & qu'ils mettent 100 divisions dans le même espace où M. de Réaumur n'en a mis que 80: ainsi un degré du thermometre de M. Celsius, équivaut aux $\frac{4}{5}$ d'un degré de celui de M. de Réaumur; & par conséquent la réduction de l'un à l'autre est facile, & il seroit superflu de l'enseigner ici. Nous nous bornons à montrer comment les divisions de Fareinheit & de M. Delisle se réduisent à celle de M. de Réaumur, attendu qu'il y a un peu plus de difficulté.

Si donc le degré de Fareinheit est au dessus du 32^e, il faut en retrancher 32, multiplier le reste par 4, & diviser le produit par 9: le quotient sera le degré correspondant de la division de Réaumur. Que le degré proposé de Fareinheit soit, par exemple, le 149^e: de ce nombre ôtant 32, le reste est 117, qu'on multipliera par 4; le produit sera 468, qui étant divisé par 9, donnera pour

quotient 52 : c'est le degré correspondant du thermometre de Réaumur.

Si le degré de Farenheit est entre 1 & 32, il faut l'ôter de 32 : le restant étant multiplié par 4, & le produit étant divisé par 9, on a au quotient le degré correspondant du thermometre de Réaumur. Ainsi le 12^e degré du thermometre de Farenheit, répond au 8^e $\frac{8}{9}$ de Réaumur au dessous de la glace.

Enfin, lorsque le degré proposé est au-dessous de 0, il faut l'ajouter à 32, & opérer sur le restant comme on a dit plus haut : on aura au quotient de la division le degré correspondant de M. de Réaumur. On trouve ainsi que le 45^e degré du thermometre de Farenheit au dessous de 0, répond au 34^e $\frac{2}{9}$ au dessus de 0 dans le thermometre du physicien François.

Que si, au lieu de multiplier par 4 & diviser par 9, on eût multiplié par 5 & également divisé par 9, on auroit eu le degré du thermometre de MM. Celsius & Christin.

Quant à la maniere de réduire la graduation de M. de Réaumur, ou celle de M. Celsius à celle de Farenheit, il est aisé de voir qu'il faut faire une opération inverse de la précédente. Cela est trop facile pour s'y arrêter.

A l'égard du thermometre de Delisle, il est aisé de voir, par sa construction, que le 150^e degré de celui-ci répond au degré 0 de celui de Réaumur. Si donc le degré montré dans le premier est moindre que 150, il faut commencer par l'ôter de 150, & le restant, multiplié par 8 & divisé par 15, sera celui du thermometre de Réaumur au dessus de la glace.

Que l'on ait, par exemple, le degré 120 du

thermometre de Delisle : ôtez ce nombre de 150 , il vous restera 30 ; puis faites , comme 150 à 80 , ou comme 15 à 8 , ainsi 30 à un quatrieme terme , qui sera 16 : ce sera le degré du thermometre de Réaumur au dessus de la glace , ou de 0 .

Si le degré du thermometre de Delisle excédoit 150 , qu'il fût , par exemple , 190 ; ôtez - en 150 , le reste sera 40 ; puis faites cette proportion , comme 15 à 8 , ainsi 40 à $21\frac{1}{3}$: ce sera le degré du thermometre de Réaumur au dessous de 0 , qui répond au 190^e degré du thermometre de Delisle .

Il doit être facile au lecteur intelligent de faire la réduction contraire , ainsi nous nous bornerons aux exemples ci-dessus .

Il seroit sans doute fort à souhaiter que tous les physiciens convinssent aujourd'hui de ne faire usage que d'un thermometre uniforme , soit par la matiere qui y seroit employée , & qui devoit être le mercure , soit par la division de l'échelle . A ce dernier égard , il n'y a non plus nul doute qu'on ne dût donner la préférence à la division de 100 entre la glace & l'eau bouillante , les divisions décimales ayant beaucoup d'avantages , pour la facilité du calcul , sur toute autre division .

PROBLÈME XVIII.

Construction d'un autre Thermometre mesurant la chaleur par la dilatation d'une barre de métal.

LA propriété qu'ont tous les métaux de se dilater par la chaleur , sert de principe à la construction d'un autre thermometre extrêmement utile , en ce que l'on peut , par son moyen , mesurer des degrés de chaleur beaucoup plus grands qu'avec les thermometres

mometres ordinaires ; car le thermometre à esprit-de-vin ne peut servir à mesurer de chaleur plus grande que celle que peut prendre l'esprit-de-vin bouillant. Avec celui de mercure, on ne peut mesurer une chaleur plus grande que celle du mercure parvenu à l'ébullition. C'est peut-être pour cette raison que Newton employoit dans le sien l'huile de lin ; car il est reconnu que les huiles grasses ne parviennent à l'ébullition que par une chaleur beaucoup plus grande que celle de plusieurs métaux ou demi-métaux fondants, comme le plomb, l'étain, le bismuth, &c.

M. Muschenbroeck est l'auteur de cette nouvelle espece de thermometre, autrement appelé *Pyrometre*. Nous nous bornons à indiquer sa construction.

Qu'on se représente une petite verge de métal de 12 ou 15 pouces de longueur, arrêtée fixément par une de ses extrémités ; il est évident que si la chaleur la dilate, elle sera allongée, & son autre extrémité poussée en avant. Si donc cette extrémité tient au bout d'un levier, dont l'autre extrémité s'engraine avec le pignon d'une roue dentée ; que cette roue fasse pareillement mouvoir le pignon d'une seconde, celle-ci celui d'une troisième, &c : il est aisé de sentir, qu'en multipliant ainsi les roues & les pignons, on parviendra à donner à la dernière un mouvement très-sensible, en sorte que l'extrémité mobile de la petite barre ne sçauroit parcourir un centieme, un millieme de ligne, sans qu'un point de la circonférence de la dernière roue parcoure plusieurs pouces. Cette circonférence s'engrainant donc avec un pignon portant une aiguille, cette aiguille elle-même pourra faire plusieurs révolutions, quand la barre

ne se fera étendue que d'une quantité tout-à-fait insensible ; ou au contraire. On pourra enfin mesurer sur un cadran divisé en parties égales, les portions de cette révolution, & , par le moyen du rapport des roues avec les pignons, déterminer la quantité absolue dont un certain degré de chaleur aura fait allonger la petite barre ; ou bien, par l'allongement de cette barre, juger du degré de chaleur qui lui a été appliqué.

Telle est la construction du pyrometre de M. Muschenbroeck. Il est nécessaire d'ajouter qu'il y a une cuvette adaptée à la machine, afin de recevoir les matieres liquides ou fondues qu'on veut soumettre à l'expérience, & dans laquelle se trouve alors plongée la barre d'épreuve.

Lors donc qu'on voudra mesurer, au moyen de cet instrument, un degré de chaleur considérable, comme celui de l'huile bouillante ou d'un métal fondu, on remplira de cette matiere la cuvette destinée à la recevoir, & on l'y tiendra dans l'état où on veut faire l'expérience. La dilatation de la barre de fer plongée dans la matiere, indiquera, par les tours de l'index, le degré de chaleur qu'elle a pris, & qui doit nécessairement être égal à celui de la matiere dans laquelle elle est plongée.

Cette même machine sert à déterminer les rapports de la dilatation des métaux ; car, en substituant à la barre d'épreuve des barres de différents métaux & exactement de même longueur, en les échauffant ensuite également, & à des degrés déterminés, on voit, par le chemin de l'aiguille qui sert d'index, les rapports de leur allongement. On peut aussi les échauffer par une ou plusieurs meches à l'esprit-de-vin. On donnera plus loin la table de ces rapports.

I. TABLE des différents degrés de chaleur auxquels différentes matières commencent à se fondre, ou à se geler, ou à entrer en ébullition, réduits aux thermometres de Farenheit, Réaumur, & Celsius.

NOMS DES MATIERES.	DEGRÉS de FARENH	DEGRÉS de RÉAUM.	DEGRÉS de CELSIUS
Mercurc se congelant,	-350 $\frac{1}{2}$	-170	-212 $\frac{1}{2}$
Mercurc devenu malleable,	-568	-266	-333
Mercurc bouillant,	708	300	375
Eau se glaçant,	32	0	0
Eau bouillante,	212	80	100
Esprit-de-vin rectifié se glaçant,	-33	-29	-36
Le même bouillant,	175	63 $\frac{1}{2}$	79
Eau-de-vie formée de parties éga- les d'esprit & d'eau, se glaçant,	-7	-17 $\frac{3}{9}$	-21 $\frac{2}{2}$
La même bouillante,	190	70	87
Eau saturée de sel marin, bouil- lante,	218	82 $\frac{6}{9}$	103 $\frac{1}{3}$
Lessive de cendres gravelees, bouillante,	240	92 $\frac{4}{9}$	114
Vin de Bourgogne, Bordeaux, &c. se glaçant,	20	-5 $\frac{3}{3}$	-7 $\frac{1}{4}$
Esprit de nitre glacé,	-40	-32	-40
Le même bouillant,	242	93 $\frac{1}{2}$	116
La cire fondante,	142	49 $\frac{1}{9}$	62 $\frac{1}{4}$
Le beurre fondant,	80 à 90	21 à 26	26 à 32
Huile de Térébenthine commen- çant à bouillir,	560	234	292
Huile d'olive se figeant,	43	5	6 $\frac{1}{4}$
Huile de navette, bouillante & prête à s'enflammer,	714	298	372
Etain fondant,	408	167	309
Plomb fondant,	540	226	282
Bismuth, <i>id.</i>	460	190	238
Régule d'antimoine, <i>id.</i>	805	344	430
Antimoine,	} Expériences à faire.		
Argent,			
Or,			
Cuivre,			

II. TABLE des différents degrés de chaleur ou de froid, observés en divers lieux de la Terre, ou dans certaines circonstances, ou pour certaines opérations, réduits au thermometre de Réaumur.

	Degrés.
CHALEUR constante des caves de l'Observat. de Paris,	$9\frac{1}{4}$
de l'incubation des poules,	35
pour faire éclore les vers-à-foie,	19
à maintenir dans une orangerie,	15
pour la serre aux ananas,	18
pour la chambre d'un malade,	17
pour le poêle,	12
Chaleur humaine à la peau,	29 à 30
humaine intérieure,	31
humaine avec la fièvre,	32 à 40
observée à Paris en 1753,	$30\frac{1}{2}$
au Sénégal,	37
en Syrie en 1736,	35
à la Martinique,	32
FROIDS observés à Paris en 1766,	$-9\frac{3}{4}$
en 1740,	$-10\frac{1}{2}$
en 1754,	-12
en 1767,	-13
en 1768,	$-14\frac{1}{2}$
en 1709,	$-15\frac{1}{2}$
en 1776,	$-16\frac{3}{4}$
à Pétersbourg, Décemb. 1759,	$-33\frac{1}{3}$
<i>ibid.</i> , 6 Décembre 1772,	-50
à Tornéo en 1737,	-37
à Kébec,	-37
à Upsal en 1733,	-40
à Kiringa en Sibérie, en 1738, (Voyez Flora Siberica,)	-70
Froid artificiel avec l'esprit de nitre & la neige, refroidis au 33 ^e degré,	-170

III. TABLE des rapports de dilatation des Métaux
par la chaleur, suivant M. Ellicot.

NOMS DES MÉTAUX.	Dilatations respectives.
Or,	73
Argent,	103
Cuivre,	89
Similor,	95
Fer,	60
Acier,	56
Plomb,	149
Etain,	148

OBSERVATIONS sur les Tables précédentes.

Les tables précédentes nous donnent lieu & occasion de faire quelques remarques intéressantes.

I. La première est la coagulation du mercure, produite par un degré extraordinaire de froid. Cette singulière expérience fut faite dans le mois de Décembre 1759, à Pétersbourg, & mérite qu'on en parle avec quelque étendue.

Le froid s'étant fait ressentir dans cette ville avec une rigueur extraordinaire en Décembre 1759, M. Braun crut devoir saisir cette occasion pour faire quelques expériences sur le froid artificiel qu'on pourroit produire par son moyen : il mit dans un verre de la neige déjà refroidie au 208^e degré du thermometre de Delisle, ou au 31^e de celui de Réaumur, & ayant refroidi au même degré de bon esprit de nitre fumant, il le versa sur cette neige. Il y plongea aussi-tôt la boule d'un

thermometre, tellement construit qu'il avoit environ 600 degrés tant au dessus qu'au dessous du zéro, (qui, dans le thermometre de Delisle, est le terme de l'eau bouillante); il vit avec étonnement le mercure descendre assez rapidement jusqu'au 470^e degré au dessous de ce point. Le mercure s'étant alors arrêté, M. Braun secoua le thermometre, & il reconnut que le mercure n'avoit aucun mouvement & étoit gelé. Il cassa la boule du thermometre, & trouva en effet le mercure glacé. Cette expérience fut répétée, soit le même jour, soit le 26 Décembre, où le froid naturel fut encore plus rigoureux, & fit descendre le mercure jusqu'au 212^e degré de Delisle, ou le 33^e de Réaumur. Plusieurs académiciens de Pétersbourg assisterent à cette dernière, & en constaterent la vérité. La petite boule de mercure congelé fut même soumise au marteau, & parut avoir la ductilité du plomb.

Une chose assez singuliere, & que M. Braun remarque avec étonnement, c'est que, dans plusieurs de ces expériences, le mercure descendoit avec une vitesse modérée, du point de la température de l'air, à celle de 470 degrés au dessus de zéro; mais arrivé à ce terme, il se précipitoit tout-à-coup jusqu'au dessous du 600^e, sans que la boule du thermometre fût rompue.

Ce phénomène est, à mon sens, à peu près l'inverse de celui qui arrive dans la congelation de l'eau. On sçait qu'à mesure qu'elle se refroidit elle diminue de volume; mais arrivée une fois au degré de congelation, & au moment que se fait cette congelation, elle augmente tout-à-coup de volume, en sorte que probablement, dans un thermometre à eau pure, on verroit d'abord l'eau

baïſſer, & enfuite monter tout-à-coup, ou faire fauter en morceaux la boule du thermometre. C'eſt un effet de l'arrangement nouveau des parties, qui ſe fait avec une force preſque irréſiſtible, au moment où elles ſont toutes en contact.

Or il arrive probablement au mercure tout le contraire; c'eſt-à-dire que, refroidi au point où ſes particules intégrantés ſe trouvent preſque en contact, elles s'arrangent tout-à-coup en vertu de leur attraction mutuelle, & leur forme eſt apparemment telle que, dans cette diſpoſition, elles doivent occuper moins de volume, comme celles de l'eau en occupent davantage.

Quoi qu'il en ſoit de cette explication, il eſt conſtaté par l'expérience de M. Braun, que le mercure n'eſt qu'un métal, tenu en fuſion par un degré de chaleur beaucoup moindre que celui qui gele l'eau & une multitude d'autres liqueurs. Il faut même le tirer de la claſſe des demi-métaux, & le ranger au nombre des véritables métaux, qui par-là ſe trouvent au nombre de ſept; grande & belle découverte pour ceux qui tiennent aux propriétés myſtérieuſes des nombres; car ils étoient fort déroutés de ne trouver que ſix métaux véritables. J'ai connu un homme enchanté, par cette ſeule raiſon, de l'expérience de M. Braun; & de ſon double effet de porter au nombre de 7 les vrais métaux, & de réduire à 5 celui des demi-métaux.

On voit auſſi dans cette expérience, la raiſon pour laquelle le mercure eſt le plus volatil des métaux. En effet, puisqu'il ne faut, pour le tenir en fuſion, qu'un degré de chaleur ſi fort au deſſous de celui qui liquéſie la glace, il n'y a plus à s'étonner qu'au-delà du 300^e degré du thermometre

de Réaumur, il commence à se volatiliser; car ce degré est environ le 500^e au dessus de celui qui le tient déjà en fusion: il est à peu près à son égard ce que seroit le 600^e pour le plomb, ou le 1200^e pour le cuivre, &c.

II. Une seconde remarque à faire ici, c'est qu'à la vérité le degré de l'eau commençant à se glacer, est fixe; mais il n'en est pas tout-à-fait de même de celui de l'eau bouillante. Il est reconnu que plus l'eau est chargée par le poids de l'atmosphère, plus il faut qu'elle soit échauffée pour bouillir. Cela avoit déjà été remarqué par M. le Monnier, qui avoit trouvé au sommet du Canigou, que l'eau bouillante ne faisoit monter le thermometre qu'au 78^e degré. Cela a depuis été vérifié par divers physiciens, comme M. de Secondat, fils du célèbre M. de Montesquieu, sur le Pic du Midi, l'une des montagnes les plus hautes des Pyrénées; & par M. Duluc, sur une montagne plus élevée encore que celles-là. On fait aussi bouillir de l'eau sous le récipient de la machine pneumatique, à un degré fort inférieur au 80^e du thermometre; il suffit d'en évacuer l'air en partie. Ce degré du thermometre a donc besoin d'être fixé, en faisant attention à la hauteur du barometre; & dans les thermometres rectifiés & comparables, dont nous avons entendu parler, le degré 80 est celui que donne l'eau bouillante, lorsque le barometre est élevé de 27 pouces de Paris. C'est ce qu'on doit entendre par le degré de l'eau bouillante.

On voit aussi que les liqueurs les plus tenues bouillent à un degré de chaleur moindre que l'eau, mais que les huiles grasses exigent un degré de chaleur incomparablement plus grand.

III. Nous avons rectifié d'après des observations de M. Duluc, ou faites à son invitation, le degré de la température des caves de l'Observatoire de Paris, qui n'est pas 10, comme on le dit ordinairement, mais $9\frac{1}{4}$ au plus. Nous avons aussi rectifié, d'après les observations de M. Braun, le degré du mercure bouillant, qu'on place d'ordinaire au 600^e de Fahrenheit, mais qui, suivant ce physicien, est le 708 ou 709.

IV. Dans la table de la dilatation des métaux, on voit que l'acier est celui qui se dilate le moins par la chaleur, ensuite le fer, l'or. Le plomb & l'étain sont ceux qui se dilatent le plus. Au reste on voit par cette table, que la dilatabilité ne suit, ni le rapport des pesanteurs spécifiques, ni celui des degrés de ductilité, ni celui des forces de ces métaux : il y a même des irrégularités dans leurs dilatations, qui pourroient faire desirer quelques expériences plus précises & plus multipliées.

PROBLÈME XIX.

Quelle est la cause qui fait que sur les hautes montagnes, même sur celles qui sont situées sous la zone torride, on éprouve presque continuellement un froid rigoureux, tandis que dans la plaine ou dans les vallons il fait chaud ?

C'EST un phénomène qui a depuis long-temps excité l'attention des physiciens, que ce froid rigoureux qu'on éprouve sur les hautes montagnes, tandis que dans la plaine on effuie quelquefois la plus grande chaleur. On sçait aujourd'hui qu'un des climats les plus chauds de l'univers, est la côte

du Pérou : cependant, qu'on s'éleve de-là peu à peu dans les Cordillieres, on observe que la chaleur diminue progressivement; ensorte que quand on est dans la vallée de Quito, à 1400 toises environ au dessus du niveau de la mer, le thermometre atteint à peine, pendant toute l'année, le 13^e ou 14^e degré au dessus de zéro. Si l'on monte plus haut, à cette température succede celle d'un hiver rigoureux; & quand on s'est élevé à environ 2400 toises de hauteur perpendiculaire, on ne rencontre plus, même sous la ligne, que des glaces qui ne se fondent jamais.

Comment, ont dit quelques physiciens, cela peut-il se faire? A mesure qu'on s'éleve au dessus de la surface de la terre, on s'approche du soleil; ses rayons doivent conséquemment être plus chauds, & l'on éprouve tout le contraire. Quelques-uns en ont conclu que les rayons du soleil n'étoient pas le principe de la chaleur que nous éprouvons; car s'ils le sont, par quel mécanisme, par quelle cause ont-ils moins d'activité, précisément dans le lieu où ils devroient en avoir davantage? Nous allons travailler à éclaircir ce paradoxe.

Il faut d'abord considérer ici que, quoique l'on s'éleve de quelques milliers de toises au dessus de la surface de la terre, on a tort d'en conclure que les rayons du soleil doivent y avoir plus d'activité qu'à la surface même. Cette différence seroit insensible, quand on s'éleveroit même d'un demi-diametre; car le soleil étant à 22000 demi-diametres de la terre, & la chaleur des rayons solaires augmentant en raison inverse des quarrés des distances, la chaleur du soleil direct à la hauteur d'un demi-diametre terrestre, sera à celle qu'on

éprouvera à la surface, comme le quarré de 21999 au quarré de 21998 ; raison qu'on trouve être celle de 10999 à 10998, ou de 11000 à 10999, ensorte que la chaleur ne feroit que d'un 11000^e moindre à la surface qu'à la distance d'un demi-diametre. Quelle sera donc la différence qui pourra résulter de s'être élevé au dessus de la surface de la terre de 2 à 3 mille toises ? Rien assurément, & l'on ne doit en aucune maniere faire attention à cette différence.

Mais il est des causes physiques, & bien sensibles, pour lesquelles les corps doivent moins s'échauffer, & conserver moins long-temps la chaleur dans ces parties élevées de la terre que dans les bas. Il est constant que la chaleur que nous éprouvons à la surface de la terre, n'est pas uniquement le produit de la chaleur directe du soleil, mais celui de plusieurs causes réunies.

Ce sont, 1^o la masse des corps échauffés, qui conservent d'autant plus long-temps la chaleur qu'ils ont une fois reçue, qu'ils sont plus denses & plus volumineux : ainsi la chaleur communiquée aux corps terrestres pendant un jour de beau soleil, y reste encore en très-grande partie pendant la nuit : le lendemain elle reçoit un accroissement de la présence du soleil ; & ainsi successivement. 2^o L'air étant plus dense dans la plaine & dans les vallons, y conserve aussi une plus grande partie de la chaleur qu'il a reçue dans la journée, & empêche la dissipation de la chaleur qu'ils ont reçue. De-là vient que la chaleur s'accroît dans les bas continuellement, à mesure que le soleil monte sur l'horizon. Mais il n'en est pas ainsi sur le sommet des montagnes.

En premier lieu, l'air y est d'une beaucoup plus

grande rareté que dans les bas ; le soleil n'est pas plutôt abaissé vers l'horizon , qu'il perd la chaleur qu'il en a reçue depuis son lever. Car il n'est personne qui n'ait observé qu'un corps dense , comme une pièce de monnoie , conserve plus long-temps sa chaleur qu'un corps de peu de densité , comme de l'étoffe. Qu'on s'approche en effet d'une cheminée où brule un grand feu ; après y avoir resté quelque temps debout , on trouvera l'argent qu'on a dans sa poche , brûlant : qu'on s'en retire , il le fera encore long-temps , tandis que l'on aura déjà ses vêtements réduits au degré de chaleur ordinaire. Ainsi le peu de chaleur que l'air léger de la montagne a reçu pendant une journée d'été , est aussi - tôt dissipé : il ne s'y en accumule point comme dans les bas , où d'ailleurs le contact des corps denses & terrestres violemment échauffés , contribue à le maintenir dans son état. Secondement , les pics isolés de ces montagnes extrêmement élevées , ne sont que de petites masses en comparaison de la totalité des corps terrestres des plaines ou des vallons voisins. S'ils sont échauffés jusqu'à un certain point , la chaleur qu'ils ont reçue s'évapore très-vîte ; en quoi elle est aidée par la fraîcheur de l'air environnant , refroidi au degré de la glace presque aussi-tôt que le soleil est couché.

D'après ces raisons , il est aisé de concevoir que l'air qui regne sur les hautes montagnes , ne contracte que très-passagèrement un certain degré de chaleur ; qu'il est presque toujours au dessous de la température de la glace même ; qu'ainsi tous les météores aqueux qui s'y forment , tournent en neige & en glace ; qu'une fois qu'il s'y en sera formé une certaine masse , elle opposera à l'intro-

duction de la chaleur, soit dans l'air circonvoisin, soit dans les parties qu'elle couvrira, un nouvel obstacle qui tendra à augmenter le froid & la masse de ces glaces. C'est ainsi que se sont formés ces immenses amas de neige & de glaces accumulées qui couvrent les sommets des montagnes des Cordillieres, ainsi que quelques cantons des Alpes, des Apennins, enfin de toutes les montagnes de l'univers dont la hauteur excède une certaine limite, qui est, dans la zone torride, d'environ 2400 toises d'élévation perpendiculaire au dessus du niveau de la mer.

Nous disons dans la zone torride, car il faut remarquer que cette hauteur est d'autant moindre, que la latitude est plus grande: ainsi, dans la zone torride, il faut s'élever jusqu'à 2400 ou 2500 toises pour arriver à cette région de glaces perpétuelles; mais dans la zone tempérée, par exemple, il ne faut s'élever qu'à 14 ou 15 cents toises de hauteur pour arriver à ces glaciers éternelles. Le commencement de celles qu'on trouve dans la Suisse, est, suivant les mesures de M. Duluc, à 1500 toises au dessus de la mer Méditerranée: avancez encore davantage dans le Nord, vous les trouverez plus voisines du niveau de la mer. Les glaciers de la Norwege sont certainement moins élevés que ceux de la Suisse. Enfin, dans la zone glaciale, cette région de glaces continues est précisément à la surface de la terre. De-là vient que la glace n'y fond point, comme tout le monde sçait. Une couronne de glaces environne à plusieurs centaines de lieues le pôle tant arctique qu'antarctique, & probablement interdit à jamais l'espérance de voir traverser par des vaisseaux l'Océan glacial, pour gagner les mers

78 RÉCRÉAT. MATHÉMAT. ET PHYS.
de la Chine & du Japon par le passage qu'on sçait
exister entre l'Asie & l'Amérique.

PROBLÈME XX.

*De l'atténuation dont quelques matieres sont sus-
ceptibles ; calcul de la longueur d'un lingot d'ar-
gent trait , & de l'épaisseur de sa dorure.*

Nous n'entrerons pas ici dans la question qui
a si fort agité les physiciens , sçavoir si la matiere
est divisible à l'infini ou non. Il faudroit , pour
la résoudre , connoître la nature des derniers élé-
ments des corps , & c'est ce qui sera probablement
toujours refusé à nos lumieres. Mais la nature &
l'art nous présentent quelques exemples d'atténu-
ation de la matiere , qui sont tels , que s'ils ne
prouvent pas sa divisibilité à l'infini , ils prouvent
du moins que les bornes de cette division sont re-
culées au-delà de ce que l'imagination peut nous
représenter.

La ductilité de l'argent , & sur-tout celle de l'or,
sont deux de ces exemples que l'art nous fournit.
Une once d'or est un cube de 5 lignes $\frac{1}{7}$ de côté,
& dont une des faces couvre conséquemment en-
viron 27 lignes quarrées. Le batteur d'or la réduit
en feuilles qui ensemble couvriroient 146 pieds
quarrés. Or 27 lignes quarrées sont contenues dans
146 pieds quarrés , 111980 fois : conséquemment
l'épaisseur de cette feuille d'or est la 111980^e par-
tie de 5 lignes $\frac{1}{7}$, ou une 21534^e de ligne.

Mais allons plus loin , car cette atténuation
n'est encore rien en comparaison de celles qu'on
va voir.

On prend un lingot cylindrique d'argent , de

45 marcs pesant, & d'environ 22 pouces de longueur sur 15 lignes de diametre; on le couvre de six onces d'or réduit en feuilles. Dans cet état, l'or a l'épaisseur d'un 15^e de ligne: c'est ce qu'on appelle *surdoré*. Mais on peut, si l'on veut, n'y employer qu'une once d'or, & alors il n'aura sur cette surface que l'épaisseur d'une 90^e de ligne.

On fait ensuite passer, suivant l'art du tireur d'or, ce lingot ainsi doré, par divers trous successivement de plus en plus petits, jusqu'à ce qu'on l'ait enfin réduit à un fil de l'épaisseur d'un cheveu. M. de Réaumur a pris un fil d'argent doré, ainsi allongé; &, en ayant pesé un demi-gros avec le plus grand scrupule, il en mesura la longueur, & la trouva de 202 pieds; d'où il est aisé de conclure qu'un gros avoit 404 pieds de longueur; une once, 2232; le marc, 23856; & les 45 marcs, 1163520, ou 96 lieues de 2000 toises chacune. Voilà donc un lingot d'argent, de 22 pouces de longueur, allongé de manière à faire un fil de 96 lieues de long.

Il y a plus. On prend ce fil doré, & on le fait passer entre deux meules d'acier poli, pour l'aplatir & le réduire en lame. Cette opération, en lui donnant $\frac{1}{3}$ de ligne de largeur, l'allonge d'un 7^e au moins, en sorte que le fil est réduit par-là en une lame de 110 lieues de longueur, & dont l'épaisseur est d'une 256^e de ligne. Quant à l'or, on trouve qu'il n'a plus qu'un 59000^e & même un 60000^e de ligne d'épaisseur.

Ainsi, en supposant que le lingot d'or n'eût été doré qu'avec deux onces d'or, on trouve que son épaisseur ne seroit qu'un 175000^e de ligne; & en ne supposant qu'une once d'or, cette épaisseur ne seroit que d'un 350000^e. Or, comme il y a

dans la lame des endroits inégalement dorés, en supposant que les uns le soient d'une moitié plus que les autres, on trouve que ces derniers n'auront qu'une épaisseur d'or d'un 525000 de ligne.

Enfin il est reconnu qu'on peut faire passer cette lame une seconde fois sous les meules d'acier, &, en les rapprochant, lui donner une largeur double; d'où il suit que, dans ce dernier état, il y a des parties où l'épaisseur de la dorure n'est guere qu'un 1000000^e de ligne en épaisseur, ce qui est dans la même proportion qu'une ligne à une longueur de 1200 toises, ou une demi-lieue.

Il est cependant certain que ces parties d'or ont de l'adhérence & de la continuité entr'elles; car, qu'on plonge dans de l'eau-forte ce fil d'argent trait, l'argent sera dissous, & l'or restera comme un petit tuyau creux. En considérant enfin cette dorure avec un microscope, on n'y apperçoit aucune trace de discontinuité.

L'or ayant une ductilité bien plus grande que l'argent, on pourroit faire, avec un lingot d'or du même poids, un fil bien plus long. Mais croirons-nous ce que Muschenbroeck rapporte à cet égard? Il dit qu'un ouvrier d'Ausbourg parvint à faire un fil d'or qui ne pesoit qu'un grain, & qui avoit cependant 500 pieds de longueur. Il eût donc pu faire un fil d'or d'une lieue de 2000 toises, & qui n'eût pesé qu'une dragme ou un tiers de gros; un fil de 24 lieues, n'eût pesé qu'une once; & enfin, avec un marc d'or, cet ouvrier eût pu faire un fil de 192 lieues. Un fil de cette grosseur, & capable de faire le tour du globe de la terre, ne pèseroit qu'environ 50 marcs.

Au reste voici un fil, ouvrage d'un insecte, qui ne le cede guere à celui qu'on attribue à l'ouvrier

vrier

vrier d'Ausbourg. On a observé qu'un fil simple de soie, de 360 pieds de longueur, pese un grain ; ainsi 24 grains feront 1440 toises, & 36 grains feront une lieue de 2160 toises : une once de ce fil aura donc 16 lieues ; & un marc , 128 ; enfin un pareil fil, capable de faire le tour du globe de la terre, ne péseroit guere que 70 marcs ou 35 livres. Ajoutons que comme un fil d'araignée, qui est beaucoup plus fin & plus léger qu'un fil de ver-à-soie est comparée au moins de 36 brins, un pareil fil simple, & de la longueur ci-dessus, ne péseroit que deux marcs ou une livre.

PROBLÈME XXI.

Continuation du même sujet: Aperçu de la division de la matiere dans les dissolutions des corps, les odeurs & la lumiere.

VOICI de nouveaux sujets d'admiration dans l'exiguité prodigieuse de quelques parties de la matiere: nous les réunissons ici, à cause de leur affinité.

Les dissolutions métalliques nous en présentent le premier exemple. Faites dissoudre un grain de cuivre dans la quantité suffisante d'alkali volatil, il vous donnera une couleur bleue. Versez cette dissolution dans trois pintes d'eau, toute cette eau sera sensiblement colorée en bleu. Or trois pintes font 144 pouces cubiques ; chaque pouce peut être divisé en longueur d'abord en lignes, puis en 10^e de ligne, qui seront visibles : ainsi on trouvera dans ces 144 pouces cubiques le nombre de 248832000 parties, dont il n'est aucune qui ne soit colorée en bleu. Un grain de cuivre

se divise donc par ce moyen au moins en 248832000 parties. Mais nous irons plus loin : on peut voir chacune de ces parties avec un microscope grossissant 100 fois les objets en longueur, conséquemment 10000 fois en superficie, & il n'est aucune de ces parties qui ne soit colorée : conséquemment il faut multiplier le nombre ci-dessus par 10000, ou lui ajouter quatre zéros ; ce qui nous donne un grain de cuivre divisé en 248832000000 parties visibles, du moins à l'œil armé d'un microscope.

Passons maintenant aux odeurs. On dit qu'un grain de musc parfume pendant plusieurs années une chambre de 12 pieds au moins dans toutes ses dimensions, sans perdre sensiblement de son volume ni de son poids. Or un pareil espace renferme 1728 pieds cubes, dont chacun contient lui-même 1728 pouces cubes, & chacun de ces derniers, 1728 lignes cubes ; ensorte que le nombre des lignes cubes est la 3^e puissance de 1728. Il n'est probablement aucune de ces lignes cubes qui ne contienne quelques-unes des particules odorantes ; cet air peut être, dans le courant de plusieurs années, renouvelé 1000 fois, & le grain de musc, sans altération sensible, fournit de nouvelles particules odorantes. L'imagination se perd dans le calcul de la ténuité de chacune.

Cependant, malgré la ténuité de ces particules odorantes, elles ne passent pas au travers du verre & des métaux, & il est des *effluvia* qui les pénètrent : tels sont ceux des corps lumineux, ou la lumière, le magnétisme, l'électricité. Quelle doit donc être l'exiguité des particules dans lesquelles ils consistent ! Nous ne nous arrêterons plus qu'à la lumière.

Si les particules dont l'émission constitue la lumière n'étoient pas d'une petitesse en quelque sorte infinie, il n'est aucun corps qui pût résister à l'action de la lumière la plus foible; car leur excessive multitude, la rapidité avec laquelle elles partent du corps lumineux, sont telles que, sans cette ténuité prodigieuse, la lumière mettroit en pièces tous les corps sur lesquels elle tomberoit, au lieu d'y exciter seulement ce léger frémissement, ce mouvement insensible de vibration dans lequel consiste la chaleur, lorsqu'elle n'a que la densité de la lumière du soleil.

La lumière parcourt en effet, dans une seconde, 128880 lieues, ou 257760000 toises. Par conséquent, si une particule de lumière n'étoit que la 257760000^e partie d'un grain de plomb d'une ligne de diamètre, elle feroit sur nos organes la même impression qu'un pareil grain de plomb, porté avec une vitesse d'une toise par seconde. Il n'y a nul doute qu'une pareille impression ne fût très-sensible aux parties délicates de notre corps. Mais quelle seroit-elle, si à-la-fois des millions de millions de pareils globules venoient de choquer, & étoient suivis, dans un intervalle de temps infiniment petit, d'une pareille quantité d'autres, comme cela arrive à un corps éclairé par la lumière! Aucun être ne pourroit y résister.

La ténuité d'une particule de lumière est donc encore immensément au dessous de celle que nous venons de lui assigner pour première limite. Tâchons d'en déterminer une autre plus approchante de la vérité.

La densité de la lumière du soleil, telle qu'elle arrive à notre terre & dans ce climat, est telle, qu'étendue dans un espace 250000 fois plus grand,

elle a encore l'éclat de celle de la lune pleine. Il est probable que celle-ci, étendue de la même manière, égaleroit au moins celle d'un ver-luisant, éclairant un objet à 10 pieds de distance : ainsi celle-ci se trouvera, par le calcul, 62500000000 fois plus foible. Il est d'ailleurs extrêmement probable que, dans la prunelle de l'œil qui regarde à cette distance la lumière d'un ver-luisant, il n'y a pas une partie sensible qui ne soit éclairée elle-même : supposons-la d'une ligne quarrée de surface, & cette ligne quarrée divisée en 10000 parties sensibles : il y a donc à chaque instant 10000 globules de lumière qui arrivent à la rétine, réunis en un point imperceptible, & avec une vitesse de 257760000 toises par seconde, sans néanmoins y produire une impression de choc sensible, & même à peine l'apperception de la lumière.

En supposant la même quantité de globules de lumière, lancés par la lumière la plus foible sur une ligne quarrée de surface, on trouve que, dans une ligne quarrée de lumière du soleil, il y en a 62500000000000, & dans un pouce 90000000000000. Cette quantité de globules mus avec une vitesse de 257760000 toises par seconde, & peut-être renouvelés mille fois dans cet intervalle de temps, ne produit cependant sur la paume de la main qu'un léger sentiment de chaleur ; d'où il faut au moins conclure que 900 mille millions de millions de ces particules, mues avec la vitesse ci-dessus, font moins d'impression que le choc d'une balle de plomb d'une ligne de diamètre, tombant de 3 pieds de hauteur ; & de-là suit cette nouvelle conséquence, qu'en supposant du moins aux particules de la lumière la même densité que le plomb, chacune d'elles, comparée à une balle

la vitesse fût telle, que le boulet allât tomber au point de la terre diamétralement opposé. Alors, pour peu que l'on augmentât la vitesse, le boulet ne toucheroit plus la terre, mais reviendroit au point d'où il est parti par une ligne semblable à celle qu'il a décrite en premier lieu. Il décrirait alors sans cesse une ligne elliptique autour de la terre, & il seroit véritablement une petite planète, qui seroit autour d'elle ses révolutions.

Il s'agit donc de trouver de quelle durée seroit cette révolution; car, la connoissant, on trouvera facilement la vitesse de cette petite planète, ou celle avec laquelle est parti notre boulet; puisqu'il n'y aura qu'à diviser l'espace parcouru, qui sera à peu près la circonférence terrestre, par le temps employé à la parcourir.

La fameuse règle de Képler donne facilement la solution de ce problème. Car, supposons notre petite planète en mouvement; elle devra conséquemment, comparée avec la lune, faire ses révolutions dans un temps tel, que les carrés des temps périodiques soient comme les cubes des distances. Or la distance moyenne de la lune à la terre est de 60 demi-diamètres, & celle de notre petite planète sera d'un rayon terrestre: on aura donc nécessairement ce rapport; comme le cube de 60 ou 216000 est à 1, ainsi le carré du temps périodique de la lune au carré du temps périodique de notre petite planète. Or le temps périodique de la lune est de 27 jours 8 heures, ou 656 heures, dont le carré est 430336: donc on aura ce rapport; comme 216000 à 1, ainsi 430336 à un quatrième terme, qui sera $\frac{430336}{216000}$; ou en fractions décimales, 1.9923, dont la racine quarrée est $1.\frac{41}{100}$; exprimera aussi le nombre

des heures employées par la petite planète dans sa révolution. Or 1.41 en heures & minutes, font 1h 14' 36". Notre petite planète devoit donc faire sa révolution dans le temps ci-dessus ; ce qui donne, en supposant un grand cercle de la terre de 9000 lieues, 107 lieues & environ $\frac{1}{2}$ par minute, ou une lieue & $\frac{2}{3}$ par seconde.

Si l'on donnoit à ce corps une vitesse plus grande que celle ci-dessus, quoique moindre que de 149 $\frac{1}{3}$ lieues, il décriroit une ellipse dont le périhélie seroit au point de départ. Si la vitesse de la projection étoit de 149 lieues $\frac{1}{3}$ par minute ou plus grande, le corps ne retomberoit plus sur la terre ; car, dans le premier cas, il décriroit une parabole dont le sommet seroit au point d'où il auroit été projeté ; & dans le second, il décriroit une hyperbole.

PROBLÈME XXIII.

Examen d'une opinion singulière sur la Lune & les autres planètes ordinaires.

ON a dit, & c'est une conjecture à laquelle sa singularité a donné de l'éclat, qu'il pouvoit se faire que la Lune ne fût autre chose qu'une comète qui, allant au Soleil ou en revenant, & passant à la proximité convenable de la terre, avoit été détournée de son cours, & étoit devenue cette planète secondaire qui nous accompagne. Car, supposons qu'une pareille comète, n'ayant que le mouvement de projection nécessaire pour décrire un cercle autour de la terre, à 60 demi-diamètres de son centre, eût passé à cette distance de notre globe, & dans un plan incliné à son orbite ; elle

eût dû, dit-on, nécessairement devenir notre Lune.

On appuie cette conjecture de quelques remarques qui semblent lui donner de la probabilité. La Lune, dit-on d'abord, présente à la vue, armée d'un excellent télescope, l'apparence d'un corps torréfié; les cavités dont elle est parsemée sont les déchirures qu'y a occasionnées l'extrême chaleur, en faisant sortir en vapeurs l'humidité dont elle étoit imprégnée; on ajoute qu'il n'y reste plus aucune apparence d'humidité, puisqu'il n'y a point d'atmosphère. Tout cela convient fort à une comète qui a passé très-près du Soleil.

Remarquez, dit-on encore, que les planètes les plus grosses, comme Jupiter & Saturne, ont quatre ou cinq satellites. C'est que leur attraction s'étendant bien plus loin que celle de la Terre, ils ont eu bien plus d'empire sur les comètes qui ont passé à leur proximité, le mouvement de ces comètes étant d'ailleurs fort ralenti, à cause de leur distance au Soleil. Les petites planètes, comme Mercure, Vénus, Mars, n'ont point de satellites, à cause de la petitesse de leur masse, & de la vitesse avec laquelle les comètes, allant au Soleil ou en revenant, ont passé à leur proximité.

Tout cela est fort ingénieux. Néanmoins cette assertion ou conjecture ne peut se soutenir, quand on l'examine avec le flambeau de la géométrie.

Nous trouvons en effet par le calcul, que, quelle que soit la position ou la grandeur de l'orbite d'une comète, elle ne sauroit, lorsqu'elle passera près de l'orbite de la terre, avoir une vitesse convenable pour devenir un satellite de notre globe, à quelque proximité même qu'elle en passât; car on démontre que toute comète,

parvenue à une distance du Soleil égale à celle de la Terre, a dans ce moment sur son orbite une vitesse qui est à celle de la Terre, comme $\sqrt{2}$ à 1, ou 1414 à 1000. Or cette vitesse est incomparablement plus grande que celle de la Lune sur son orbite, & même plus grande que celle d'une planète qui circuleroit presque à la surface de la terre, ainsi que le calcul suivant va le montrer.

La Terre parcourt en 365 jours, une orbite de 66 millions de lieues de circonférence; ainsi sa vitesse sur son orbite est telle, qu'elle parcourt en un jour 567000 lieues, en une heure 23625, en une minute 984 lieues: ainsi, multipliant ce dernier nombre par $\frac{1414}{1000}$, on aura 1391 lieues pour le chemin que toute comète, arrivée à la distance de la Terre au Soleil, parcourt nécessairement par minute.

Voyons maintenant celle de la Lune sur son orbite. Le diamètre moyen de l'orbite de la Lune est de 60 diamètres terrestres, & sa circonférence, par conséquent, de 188 de ces diamètres; ce qui, en évaluant le diamètre de la terre à 3000 lieues, donne pour la circonférence de l'orbite lunaire, 564000 lieues. Cet espace est parcouru en 27 jours 8 heures moins quelques minutes, ou $27\frac{2}{3}$: ainsi la Lune parcourt sur son orbite, en un jour, 20142 lieues; en une heure 839, & en une minute 14 lieues. L'on voit donc avec la plus grande évidence, que si une comète passoit à une distance de la Terre égale à celle de la Lune, ce qu'auroit dû faire la comète transformée en notre satellite, elle pourroit seulement avoir une vitesse de 14 à 15 lieues par minute, au lieu de celle de 1390, que toute comète a nécessairement à cet éloignement du Soleil. La Lune n'a donc pu

être une comete qui, passant trop près de la Terre, en a été, pour ainsi dire, subjuguée.

Voyons maintenant si, passant beaucoup plus près de la Terre, & même près de sa surface, la comete dont nous parlons pourroit être arrêtée par l'attraction de la Terre. Nous trouverons encore, par un calcul semblable, qu'elle ne sçauroit circuler autour d'elle; car nous avons vu précédemment que, pour qu'un corps pût circuler autour de notre globe près de sa surface, il lui faudroit une vitesse de 106 lieues environ par minute. Or ceci est encore extrêmement au dessous de la vitesse qu'auroit nécessairement une comete passant tout près de la Terre; car, si un corps partoit du sommet d'une montagne vers l'Orient ou l'Occident, avec une vitesse de 1390 lieues par minute, il s'écarteroit de la Terre sans jamais y revenir, cette vitesse étant beaucoup plus grande qu'il ne faut pour lui faire décrire autour de la Terre une ellipse quelconque, même infiniment allongée, ou une parabole.

Voilà donc la Terre, & sans doute Mars, exclus du privilege de pouvoir jamais gagner un satellite de cette maniere; à plus forte raison Vénus & Mercure. Mais en est-il de même de Jupiter & de Saturne? C'est ce que nous allons encore examiner, en y employant des calculs semblables.

La vitesse de révolution de Jupiter autour du Soleil, est de 423 lieues par minute; & par conséquent celle de toute comete allant au Soleil ou en revenant, lorsqu'elle est à la même distance de cet astre que Jupiter, sera de 498 lieues dans le même temps. On trouve d'ailleurs, que la vitesse du premier satellite de Jupiter est de 13680 lieues par heure dans son orbite, ou de 228 par

minuté : ainsi la vitesse de toute comete passant à la proximité de Jupiter & à la distance de son premier satelite , sera toujours nécessairement beaucoup plus considérable , & presque triple ; d'où il suit que , ni ce premier satelite , ni aucun des autres , n'a été originairement une comete , que cette grosse planete s'est appropriée ; car les autres satelites ont une vitesse encore moindre que celle du premier.

Il resteroit à sçavoir si une comete , passant à une très-grande proximité de Jupiter , pourroit en être arrêtée. Cela ne nous paroît pas absolument impossible : car un satelite qui feroit sa révolution presque à la surface de Jupiter , y emploieroit un peu plus de 3 heures ; ce qui donne une vitesse de 557 lieues par minute. Mais on a vu plus haut que celle de la comete seroit de 598. Or , quoique cette vitesse soit trop grande pour faire décrire à un corps un cercle autour de Jupiter , fort près de sa surface , elle ne l'est pas trop pour lui faire décrire une ellipse. Si donc une comete , allant au Soleil ou en revenant , alloit étourdiment donner dans le système de Jupiter entre lui & son premier satelite , il pourroit arriver qu'elle continuât de circuler autour de cette planete , dans une orbite sinon circulaire , du moins elliptique plus ou moins allongée.

Car , supposons que l'orbite de Jupiter soit AB , & que Jupiter étant en I & tendant vers B , la comete soit en C , par exemple , & tendant en D Pl. 2. sous un angle d'environ 45 degrés , & que CD ^{n. 5.} 13. désigne la vitesse de cette comete , que nous avons dit être plus grande que celle de Jupiter sur son orbite , & environ triple ; prenez DE égale à la vitesse de Jupiter ; alors CE seroit la vitesse res-

pective de la comete, & même sa route à l'égard de Jupiter supposé fixe, & sans action sur la comete. Mais, à cause de cette action, elle décrirait une route infléchie, comme CF, qui la feroit tomber presque perpendiculairement sur l'orbite de Jupiter, & avec une vitesse qui pourroit n'être guere plus grande que celle du premier satellite. Si donc à ce moment Jupiter se trouvoit en un point I, tel que IF fût moindre que la distance de Jupiter à celle de son premier satellite, je ne vois nullement ce qui empêcheroit la comete de prendre autour de lui le mouvement circulaire ou elliptique qui conviendrait à la force de sa projection; & si elle avoit fait une fois une révolution, il est évident qu'elle devoit continuer à jamais d'en faire de nouvelles.

J'avoue, au reste, n'avoir pas tellement examiné cet objet, que je puisse dire que je tiens la chose pour démontrée. Pour en être assuré, il faudroit résoudre ce problème-ci, qui n'est qu'un rameau de celui des trois corps, & que nous proposons à ceux de nos lecteurs assez versés dans l'analyse

Pl. 2, pour s'en occuper. Deux corps I & C, qui s'attirent l'un l'autre en raison inverse des quarrés des distances, & en raison directe de leurs masses, étant lancés des points I & C, selon les distances IB, CG, avec des vitesses données, trouver les courbes qu'ils décriront. On peut même, pour simplifier le problème, supposer que l'un des deux, I, soit si gros à l'égard du second, qu'il ne soit presque pas détourné de sa route.

Nota. Depuis l'impression de ceci, nous avons fait quelques remarques sur ce sujet, que nous donnerons dans la suite de ce volume.

PROBLÈME XXIV.

Jusqu'à quel point peut & doit-on craindre l'approche ou le choc d'une comete, & les ravages qui pourroient en résulter sur la Terre ?

CE que nous avons dit dans le problème précédent sur les cometes, nous conduit naturellement à traiter une question devenue célèbre par l'alarme que conçut tout-à-coup cette capitale, il y a quelques années. Nous avons vu en, 1774, tout Paris dans le trouble & l'inquiétude, d'après l'exposé peu fidele du Mémoire d'un académicien, qu'on disoit annoncer l'approche très-voisine d'une comete avec la Terre, approche dont l'effet devoit être au moins d'élever les eaux de l'Océan au point de submerger notre continent. J'ai vu plus d'une femme ne pas fermer l'œil plusieurs nuits de suite; & j'ai même été obligé, pour rendre le sommeil à une d'elles, de l'assurer, par un mensonge officieux, qu'on avoit trouvé une énorme erreur dans le calcul de l'académicien, & qu'il s'étoit fait à cette occasion une affaire très-grave avec sa compagnie. Ce motif m'excusera, à ce que j'espere, auprès de l'illustre astronome. Je suis assuré qu'il se fût prêté lui-même, pour une aussi belle cause, à cette innocente supercherie; car il ne s'agissoit pas moins que de rendre le repos & leur éclat à deux yeux bien capables de distraire de l'observation la plus intéressante l'astronome le plus sauvage. Quoi qu'il en soit, dévoué, malgré mon goût pour les sciences abstraites, à cette charmante portion du genre humain, je vais tâcher de la tranquilliser, & de lui prouver que le danger

d'être écrasé ou inondé par une comete, ne vaut pas la peine de troubler son repos.

Il y a déjà long-temps que quelques astronomes ont conjecturé qu'une comete pouvoit devenir funeste à la Terre. Le célèbre Whiston, homme chez qui l'imagination dominoit un peu trop la faculté raisonnante, voyant une comete comme celle de 1680, accompagnée d'une immense queue, s'avisa de conjecturer que si une planete venoit à donner dans cette queue, elle pouvoit en condenser les vapeurs par son attraction, & en être noyée. Il conjecturoit aussi que le déluge avoit eu cette cause; & il ajoutoit que si une comete comme celle-là, revenant d'auprès du Soleil, où elle avoit dû prendre un degré de chaleur plusieurs milliers de fois plus grand que celui d'un fer rouge, elle pouvoit brûler notre Terre. Il pensoit même que c'est ainsi que doit s'opérer la conflagration générale qui anéantira un jour notre habitation.

Ces idées, plus singulieres que justes, prouvent assez ce que nous venons de dire de la trempe d'esprit de Whiston. Nous ne pouvons dire ce qui arriveroit, si une comete aussi violemment chauffée venoit à passer très-près de nous. Il est probable que, vu la rapidité avec laquelle elle passeroit près de la Terre, ainsi qu'on le verra plus loin, nous n'en serions guere incommodés. Quant au danger d'être inondé par les vapeurs de sa queue, il n'est nullement fondé, parceque l'on peut aisément démontrer que ces vapeurs qui nagent dans un milieu aussi délié que l'æther, doivent être elles-mêmes d'une ténuité presque infinie. Toute cette immense queue réduite en fluide comme l'eau, fourniroit probablement à peine la matiere

à une pluie abondante. Au reste, la comete en question ne revient que tous les 575 ans environ: elle a paru en 1680; ainsi elle ne reviendra dans notre voisinage que dans environ 480 ans. Ce sera l'affaire de nos descendants.

M. Halley a envisagé ce danger d'une autre maniere. Il a remarqué que si la comete de la fin de 1680 eût passé 31 jours plus tard par l'écliptique, elle se fût trouvée à une distance de la Terre guere plus grande qu'un demi-diametre solaire, ou que 137500 lieues; & il ajoute qu'il n'y a nul doute qu'une pareille proximité entre ces deux corps, n'occasionnât des dérangements assez considérables dans le mouvement de la Terre, comme un changement d'excentricité & de temps périodique. « Veuille, dit-il enfin, l'Auteur de la nature nous garantir du choc de ces masses énormes, ou même de leur contact, qui n'est que trop possible. » Il remarque cependant que la position infiniment variée de l'orbite des cometes, leur inclinaison ordinairement très-considérable à l'écliptique, semblent être arrangées par l'Auteur de la nature, pour nous garantir d'une aussi funeste catastrophe.

Comme, depuis le temps de Halley, l'astronomie cométique s'est enrichie de la connoissance d'une quarantaine de cometes nouvelles, il étoit naturel d'examiner s'il y en avoit qui, par quelque changement dans la position & la grandeur de leurs orbites, pussent être de mauvais augure pour la Terre. C'est ce que M. de la Lande entreprit de faire, à l'occasion de la comete qu'on vit en 1770; & il trouva qu'il y en a quelques-unes dont, en changeant quelque peu les éléments, il pouvoit arriver qu'elles approchassent beaucoup de l'orbite

que nous décrivons. Il fit voir en même temps que ce danger ne devoit pas beaucoup effrayer, y ayant plusieurs fois mille à parier contre un, que la comete passant sur l'orbite de la Terre, elles ne se rencontreroient pas l'une l'autre.

Ce danger étoit, comme l'on voit, assez éloigné pour ne pas beaucoup allarmer; mais il ajoutoit, qu'en supposant qu'une pareille comete passât à 15000 lieues de la Terre, elle élèveroit les eaux de l'Océan, & occasionneroit, suivant sa position, un flux capable de couvrir notre continent, & d'en balayer tous les êtres vivants avec leurs habitations. Ceci augmentoit considérablement le danger: car, s'il y avoit 10000 contre un à parier que la comete & la Terre ne se trouveroient pas à-la-fois dans l'écliptique à la distance d'un diametre de notre globe, il n'y avoit plus que 2000 contre un à parier qu'elles pourroient se trouver à 5 diametres l'une de l'autre, & conséquemment de nous voir noyés. Or l'intérêt est assez grand pour ne pas envisager cette chance sans inquiétude, & il est des gens qui ne tireroient pas sans trembler à une loterie où il y auroit un seul billet noir sur cent mille.

Mais heureusement tous ces calculs sont fondés sur des suppositions qui, quoi qu'elles puissent se réaliser dans la suite des siècles, n'ont pas actuellement lieu dans l'état de l'univers. Il n'y a, au moment actuel, aucune comete connue, dont l'orbite rencontre la trace du chemin de la Terre sur l'écliptique. Il est vrai que les orbites, tant des planetes que des cometes, étant sujettes à des variations insensibles, il peut arriver dans la suite que l'orbite d'une comete entrecoupe justement l'orbite de la Terre; mais, à moins qu'elle ne soit absolument

absolument couchée sur le plan de l'écliptique, cette position ne peut être que momentanée; & les révolutions cométaires étant extrêmement longues, il y a déjà une probabilité très-forte que cette position aura cessé, lorsque la comete traversera l'écliptique.

Mais supposons que cette position soit assez constante pour qu'une comete, traversant l'écliptique, se trouve précisément dans le même plan & sur la trace de la Terre. Voyons, en consultant les loix de la probabilité, quelle chance il y a pour qu'au moment où la comete sera sur l'écliptique, la Terre se trouve sur un point assez voisin pour la choquer ou en être choquée. En voici le calcul.

Au moment où la comete est sur l'écliptique même, il y a pour la Terre, sur le même cercle, autant de positions différentes que l'on peut compter de diametres terrestres; mais il n'y a que trois de ces positions qui soient absolument critiques, car il en est une qui donneroit un choc central, & les deux autres, à un diametre près, plus avant ou après le lieu de la comete, donneroient un simple choc superficiel. Or on trouve que l'orbite de la Terre contient sur sa circonférence 72450 fois le diametre terrestre; ce qui, divisé par 3, donne 24150. Ainsi, dans la supposition où une comete devoit nécessairement se trouver sur le chemin de la Terre, il y auroit encore 24150 contre un à parier, que la Terre ne seroit pas en ce moment à portée d'en recevoir un choc quelconque, même superficiel. Ajoutons à cela, que cette position dangereuse de la comete est, pour ainsi dire, l'affaire d'un instant; car, en traversant l'orbite de la Terre, elle a une vitesse de

1390 lieues par minute : ainsi le danger ne dureroit pas 3 minutes de suite. Il y auroit certes bien du malheur, si une comete, se trouvant aussi peu de temps dans la proximité du chemin de la Terre, celle-ci alloit mal-adroitement lui barrer le chemin, & se rencontrer avec elle.

Le danger pour notre globe d'être inondé par le soulèvement des eaux de l'Océan, est encore moins fondé ; quand même la comete passeroit à une distance très-médiocre de la Terre, comme à 12000 ou 15000 lieues, ce qui est un sixieme de la distance de la Terre à la Lune. Il est vrai qu'en supposant une comete rencontrant précisément l'orbite de la Terre, il y a une probabilité qui n'est plus que de 1 contre environ 7200, que notre globe pourroit se trouver à une distance qui n'est pas plus grande que de quatre à cinq de ses diametres ; mais la rapidité avec laquelle se feroit cette approche, & avec laquelle les deux globes s'éloigneroient ensuite, ne donneroit pas aux eaux de l'Océan le temps de s'élever assez pour submerger notre continent ; car il faut un certain temps pour imprimer à la masse énorme des eaux de la mer, un mouvement tel que celui du flux & du reflux. Ce qui le prouve, c'est que le flux ne suit que de loin le passage de la Lune par le méridien, même dans les mers ouvertes, & que les grands flux des nouvelles & pleines lunes ne se font même pas ce jour-là, mais les suivants. Or une comete arrivant à l'orbite de la Terre, traverseroit notre système lunaire à peu près dans une heure : ainsi il ne pourroit en résulter qu'un léger mouvement dans les mers très-ouvertes, telle que la mer du Sud. Quelques-uns des petits islots qui y sont parsemés, & qui sont presque

à fleur d'eau, pourroient en être submergés, mais notre continent seroit absolument à l'abri d'un pareil malheur.

Ce qu'il y a de plaisant dans cet effroi que conçut la ville de Paris, sur le faux exposé du Mémoire de M. de la Lande, c'est qu'il y avoit déjà quatre ans que le plus grand danger que la Terre ait couru à cet égard depuis plusieurs siècles, étoit passé; car, de toutes les comètes connues, celle qui s'est le plus approché de la Terre, est celle de 1770: elle en fut, le 1^{er} Juillet, à environ 75000 lieues, ce qui est plus de huit fois la distance de la Lune à la Terre. Il n'y avoit pas là de quoi troubler le sommeil de qui que ce soit.

Au surplus, ce seroit un beau & magnifique spectacle pour les astronomes, que celui d'une comète à peu près grosse comme la Terre, traversant les cieus avec une vitesse aussi grande que nous venons de le dire. Quel beau phénomène que celui d'un nouvel astre d'environ 9 degrés de diamètre apparent, & parcourant de son mouvement propre, dans une ou deux heures, environ 180 degrés dans le ciel! Quel astronome ne souhaiteroit pas d'être témoin d'un phénomène si rare, dût-il en arriver quelque petite catastrophe pour de petits îlots déjà à demi noyés dans le vaste Océan?

On a cependant calculé que cela n'arriveroit pas sans quelque dérangement dans le mouvement de notre globe. M. du Séjour a trouvé qu'une comète grosse comme la Terre, passant auprès d'elle à une distance d'environ 13000 lieues, changeroit sa révolution périodique, & que cette révolution deviendroit de 367 jours & quelques heures, au lieu de 365 jours 6 heures & quelques minutes.

Mais de cela il ne résulteroit aucun mal physique pour l'univers. Il est vrai que les astronomes auroient à refondre leurs tables, devenues inutiles; les chronologistes, leur maniere de calculer les temps; les États, leurs calendriers: ce seroit matiere à des spéculations nouvelles, & une nouvelle occupation pour les sçavants.

THÉORÈME I.

Une livre de liege pese davantage qu'une livre de plomb ou d'or.

Un corps pese plus en été qu'en hiver.

CES deux propositions paroîtront du premier abord un paradoxe à plusieurs de nos lecteurs; mais ce paradoxe s'évanouira, au moyen des réflexions suivantes.

Lorsqu'on pese des corps dans l'air, ce qui est ordinaire, on les pese au milieu d'un fluide qui, suivant les loix de l'hydrostatique, leur enleve toujours une portion de leur poids, égale à ce que pese un volume semblable de ce fluide: ainsi un morceau d'or ou de plomb d'un pouce cube, par exemple, pesé dans l'air, y perd de son poids absolu, ce que pese un pouce cube d'air; & il en est de même de tout autre corps. Une livre de liege y perd de son poids, ce que pese un volume d'air égal à celui d'une livre de liege. Mais le volume d'une livre de liege est bien plus grand que celui d'une livre d'or ou de plomb: ainsi une livre de liege, pesée dans l'air, a un poids absolu plus grand que celui d'une livre d'or, puisque la premiere étant diminuée du poids d'une plus grande quantité d'air que la seconde, elles restent encore égales.

L'expérience confirme le raisonnement : car, que l'on mette en équilibre, avec une bonne balance, une livre d'or ou de plomb, avec une livre de liege ; que l'on couvre le tout d'un récipient, & qu'on en pompe l'air, on verra aussi-tôt le liege l'emporter. Il arrive en effet alors, que le poids du liege est augmenté du poids d'un pareil volume d'air ; & l'or est également augmenté du poids d'un volume d'air égal au sien. Mais le premier est beaucoup plus grand : ainsi l'équilibre doit être troublé, & le liege doit l'emporter.

Voilà le premier paradoxe résolu & démontré ; nous passons au second.

En été l'air est dilaté par la chaleur, & moins dense : de-là il résulte nécessairement que le même volume d'air a moins de pesanteur, & conséquemment que chacun des corps mis en équilibre, perd moins de son poids que quand l'air étoit plus dense. Mais ce n'est pas dans la même proportion ; la livre de liege perd, par exemple, dans l'air ordinaire, quatre grains de son poids, & a par conséquent un poids absolu de 1 livre 4 grains ; tandis que l'or ne perdant qu'un demi-grain, la livre pèse, dans la réalité, une livre & un demi-grain. Dans un air dilaté au point de peser la moitié moins, le volume d'air égal au volume de liege, ne pèse que 2 grains ; & celui d'air égal au volume d'or, ne pesera qu'un quart de grain : ainsi la livre de liege, pesée dans l'air ordinaire, pesera dans cet air dilaté, 1 livre 2 grains ; & la livre d'or, une livre & un quart de grain : le liege l'emportera donc encore.

COROLLAIRES.

I. On peut de ceci tirer la conséquence, que *deux poids en équilibre à la surface de la terre, ne le sont pas étant portés sur une montagne* ; car sur une montagne l'air est plus dilaté : conséquemment, d'après le raisonnement ci-dessus, l'équilibre doit être troublé ; le corps le plus volumineux l'emportera.

II. Ce seroit le contraire, si les corps étoient en équilibre sur la montagne, & qu'on les pesât ensuite dans la plaine ; ou si, pesés dans la plaine, on les portoit au fond d'une mine ; alors le plus volumineux deviendroit le plus léger.

III. Il y auroit de l'avantage à acheter de l'or en été pour le revendre en hiver, ou de l'acheter dans un lieu froid pour le revendre dans une étuve ; car on a coutume de peser l'or avec des poids de cuivre, qui perdent moins de leur poids absolu en été qu'en hiver ; d'où il suit qu'en été ils pesent davantage. On aura donc une plus grande quantité d'or, par leur moyen, en été qu'en hiver ; au contraire, ces poids perdent plus en hiver qu'en été : conséquemment, en revendant en hiver, on donnera moins d'or.

Il faudroit en agir tout autrement pour acheter des diamants, parcequ'on les pese avec des poids de cuivre qui sont spécifiquement plus pesants que le diamant. Si donc un poids de cuivre est en équilibre dans un air tempéré avec un poids de diamants, en les transportant dans un air froid, le poids de cuivre l'emportera ; & ce sera le contraire, en les transportant dans un air plus chaud. Il faudroit donc acheter dans un air froid ou en hiver, pour revendre en été ou dans un air chaud.

Il est vrai que, dans l'un & l'autre cas, la différence est si légère, qu'on feroit une mauvaise spéculation d'acheter des diamants en hiver pour les revendre en été, ou d'acheter de l'or en été pour le revendre en hiver. On pourroit bien se ruiner promptement. Mais, quoi qu'il en soit, l'esprit mathématique démontre & peut apprécier la différence; & si ce n'est pas une vérité utile à la Bourse, ce n'en est pas moins une vérité physique & mathématique.

THÉORÈME II.

Deux poids homogènes qui sont en équilibre sur la surface de la terre, aux extrémités d'une balance à bras inégaux, ne le doivent plus être, si on la transporte au sommet d'une montagne ou au fond d'une mine.

SUPPOSONS une balance à bras inégaux, AB, Pl. 3. BD, chargée de poids en équilibre P & Q, & fig. 15. conséquemment inégaux; que cette balance soit dans la situation horizontale: ces poids, tendants au centre de la terre, que nous supposons C, feront avec la balance des angles CAB, CDB, inégaux; & l'angle A, du côté du grand bras, fera conséquemment le moindre. Du point B, qu'on abaisse les perpendiculaires BE, BF, sur les lignes de direction AC, DC; on aura, selon les loix de la mécanique, ces perpendiculaires en raison réciproque des poids, en sorte que BE sera à BF, en même raison que le poids Q au point P; c'est-à-dire que le produit de P par BF, sera le même que celui de Q par BE.

Que la balance soit maintenant transportée plus près du centre de direction, ou, ce qui revient

au même, que ce centre soit rapproché comme en *c*; les nouvelles directions seront *Ac* & *Dc*. Que *Be*, *Bf* soient les nouvelles perpendiculaires sur ces lignes de direction; il y auroit encore équilibre, si le rapport de *Bf* à *Be* étoit le même que celui *BF* à *BE*, ou celui de *Q* à *P*: mais il est aisé de démontrer que ce rapport n'est plus le même; ainsi le produit de *Q* par *Be*, ne sera plus égal à celui de *P* par *Bf*: il n'y aura donc plus d'équilibre. On peut même faire voir que, dans le cas du rapprochement du centre, le rapport de *Be* à *BE*, est moindre que celui de *Bf* à *BF*; d'où suit que *Be* est moindre qu'il ne faudroit pour que ces rapports fussent égaux; & conséquemment que, dans ce cas, le poids le plus proche du point de suspension l'emportera.

Le contraire arrivera par la même raison, si la balance étoit transportée plus loin du centre, comme au sommet d'une montagne.

Pourquoi donc, dira-t-on, l'équilibre subsiste-t-il nonobstant cette démonstration? La raison en est simple. Le centre de la terre est toujours si éloigné, relativement à la longueur d'une pareille balance, que les lignes de direction sont sensiblement parallèles, à quelque hauteur ou profondeur au dessus ou au dessous de la surface de la terre que nous puissions nous placer. Ainsi la différence d'avec l'équilibre rigoureux est si petite, que l'on ne peut l'appercevoir avec les balances les plus parfaites qu'on puisse supposer sorties de la main des hommes.

PROBLÈME XXV.

Du Feu central.

IL n'est question dans la physique que du feu central de la terre. Mais un pareil feu existe-t-il? Quelle est la cause de la chaleur qu'on éprouve dans l'intérieur de notre globe? Voilà diverses questions que nous allons examiner ici; & elles sont d'autant plus intéressantes, que leur solution donne lieu à quelques conséquences tout-à-fait dignes d'attention.

Lorsqu'on connoît les phénomènes observés par divers physiciens dans l'intérieur de la terre, on ne peut se refuser à reconnoître que la surface seule, dans ces climats, est sujette aux vicissitudes du chaud & du froid que nous éprouvons. A une certaine profondeur, qui n'est même pas bien grande, car il suffit de descendre à une centaine de pieds, la chaleur est constamment la même, sçavoir, de 10 degrés environ du thermometre de Réaumur. C'est ce qu'on observe dans tous les climats & dans tous les pays.

Il faut donc reconnoître que le globe de la terre a, indépendamment de la chaleur variable du soleil, un fonds de chaleur qui lui est propre, quelle qu'en soit la cause.

Il y a plus. Nous allons démontrer que le degré de chaleur que la présence du soleil, pendant plusieurs mois de l'année, ajoute à la chaleur interne de la terre, ou celui que son absence lui fait perdre, n'est qu'une petite partie de la chaleur interne du globe de la terre.

En effet, l'on seroit bien dans l'erreur, & nous

l'avons déjà dit, si l'on pensoit que le degré de froid qui fait geler l'eau fût le degré 0 de chaleur; il n'y a de froid & de chaleur que relativement. Si les liqueurs communes de notre globe étoient de la nature de l'esprit-de-vin, comme alors les liqueurs de notre corps seroient à l'abri d'être glacées, à moins qu'elles ne fussent exposées à une diminution de chaleur au-delà de celle qui glacerait l'esprit-de-vin, il est plus que probable que nous n'éprouverions aucune sensation désagréable, en vivant dans une température semblable à celle qui fait glacer l'eau; & au contraire, si nos liqueurs étoient de nature à se congeler au degré qui commence à laisser figer la cire, nous éprouverions probablement à cette température, la même sensation que nous éprouvons à celle où l'eau se gele. Tout ce qui seroit au dessus seroit chaleur, tout ce qui seroit au dessous seroit froid.

D'ailleurs il n'y a nul doute qu'un degré absolu de froid congèleroit toutes les liqueurs. Or l'esprit-de-vin ne se congele qu'au 29^e degré au dessous de zéro du thermometre de Réaumur; il y a donc encore de la chaleur au 28^e degré, quoique, par le sentiment désagréable que nous éprouvons, nous l'appellions un froid cuisant. Mais à ce même degré, & même fort au dessous, le mercure est encore fluide; il ne se congele qu'au 170^e degré au moins au dessous de zéro: ainsi au 169^e il y a encore de la chaleur: on a même fait descendre le thermometre jusqu'au 240^e degré * de la division de M. de Réaumur, & le mercure, apparemment plus pur, ne s'est figé qu'à

* On verra ailleurs comment on est venu à produire ce prodigieux degré de froid.

ce degré. Il n'est même pas probable que ce degré de froid soit le froid extrême. Il y a beaucoup de raisons, trop longues à exposer ici, d'après lesquelles on peut presque assurer que ce degré absolu de froid est au moins mille degrés plus bas que le zéro du thermometre de Réaumur.

Mais bornons-nous au 240^e degré, & prenons-le comme celui de la privation absolue de la chaleur; imaginons en conséquence un thermometre dont le degré zéro soit placé à ce terme, ou substituons dans nos thermometres ordinaires le degré 240 à celui marqué vulgairement zéro, qui n'est que le degré de la congelation de l'eau: alors on aura au moins 250 degrés au terme que nous appelons *tempéré*. Or, en prenant le degré moyen de chaleur de l'été dans notre hémisphere, on trouve qu'il n'excede pas 26 degrés au dessus de la congelation de l'eau, & conséquemment de 16 au dessus du tempéré: ainsi nous avons pour ce degré de chaleur, le degré absolu de 266. Le thermometre variera donc du tempéré au plus grand chaud, de la quantité de 16 degrés sur 250; ce qui est un peu moins de la 15^e partie.

On a trouvé de même, que le degré de froid moyen de l'hiver de notre hémisphere septentrional, est de 6 degrés au dessous de la congelation, prise au thermometre de Réaumur; c'est-à-dire 16 degrés au dessous du tempéré: ainsi la diminution moyenne de la chaleur au dessous du tempéré, laquelle est occasionnée par la retraite du soleil, est aussi d'un 15^e environ de la chaleur marquée par le degré 10; d'où il suit que, de l'hiver à l'été, la variation de la chaleur n'est tout au plus que de $\frac{1}{3}$, ou comme de 7 à 8. Mais il est probable & très-probable, ainsi que M. de

Mairan l'a fait voir dans les *Mémoires de l'Académie* de 1765, & après lui M. de Buffon dans ses *Suppléments à son Histoire Naturelle*, il est, dis-je, très-probable que cette variation est dans un rapport beaucoup moindre.

Le premier la fixe à $\frac{1}{52}$, ou comme de 31 à 32, & le dernier à $\frac{1}{50}$, ou comme de 50 à 51. Mais bornons-nous à celui que nous ayons trouvé, afin de partir d'un point entièrement démontré.

De tout cela que conclure? Le voici, & c'est une conséquence à laquelle il est impossible de se refuser. Il y a dans le globe de la terre un degré de chaleur constant, & qui est au moins 7 à 8 fois aussi grand que celui que la présence du soleil y ajoute, pendant qu'il l'éclaire de la manière la plus avantageuse pour l'échauffer. Voilà un feu ou un fonds de chaleur qu'on peut & qu'on doit appeler *central*. Il nous reste à discuter son origine.

Suivant quelques physiciens, ce feu est uniquement l'effet des effervescences continuelles que les matières minérales, renfermées dans le sein de la terre, y causent en se rencontrant & se combinant les unes avec les autres. Le fer, qui paroît universellement répandu dans la nature, & colorer sur-tout les terres argileuses, fait, comme l'on sçait, une effervescence violente avec l'acide vitriolique, qui est aussi le plus universellement répandu. C'est-là, selon eux, ce qui excite & entretient dans les entrailles de la terre ce feu continu qui l'échauffe, & qui se manifeste souvent par les explosions des volcans, dont le nombre est encore considérable sur la surface de la terre: ces volcans ne sont, selon eux, que les cheminées & les soupiraux du feu central.

Il est difficile d'arguer absolument de faux cette

opinion. Cependant il n'y a pas d'apparence qu'un feu de cette nature soit général dans les entrailles de la terre. Le nombre des volcans existants sur la surface de la terre, est trop peu considérable pour avoir une cause aussi universelle ; il n'y en a même qu'un bien petit nombre qui brûle sans cesse. Cependant le feu central, si c'est un vrai feu, doit être constant & perpétuel : il est donc à peu près nécessaire de recourir à une autre cause.

En voici une qui nous a paru long-temps d'une grande probabilité. La chaleur centrale, ont dit quelques philosophes, n'est autre chose que la chaleur que le corps de la terre, continuellement échauffé par le soleil, a acquise par la présence de cet astre. Nous rendrons cette idée sensible par l'expérience suivante.

Qu'on expose au devant d'un feu un globe de fer, qui fasse sur son axe sa révolution dans un temps déterminé ; nous le supposerons d'abord refroidi au degré de la glace, ainsi que tout l'air environnant : l'impression de ce feu échauffera d'abord la surface qui lui est exposée, & la chaleur pénétrera peu à peu dans l'intérieur : enfin il est certain qu'après un grand nombre de révolutions, le globe parviendra à un degré de chaleur interne tel qu'il n'en acquerra plus, mais que la présence de ce feu ne fera que lui conserver ce qu'il a acquis.

On peut encore fort facilement concevoir que ce globe, ou son éloignement du feu, soit tel que ce degré de chaleur constant ne soit pas fort éloigné de celui de la congélation de l'eau.

Qu'arrivera-t-il dans ce cas ? Comme c'est toujours la surface des corps qui commence à perdre

la chaleur, parcequ'elle en perd plus par le contact de l'air, qu'il ne lui en est fourni par l'intérieur, il arrivera nécessairement, si l'air environnant est à peu près au degré de la congélation, que la surface de ce globe qui sera éclairée le plus obliquement, ou celle qui, dans une révolution un peu lente, se trouvera opposée au côté du feu, perdra un peu de sa chaleur; & comme nous supposons la chaleur moyenne que le globe a pu acquérir peu éloignée du froid de la congélation, comme est celle de la terre, il pourra fort bien se faire que, dans ces endroits moins favorablement exposés à l'action du feu, la surface y prenne un degré de froid égal à celui de la glace. Donc, s'il y avoit sur la surface de ce globe quelque matiere, comme de la cire ou de l'eau, susceptible de se fondre & se congeler alternativement, il arriveroit sûrement qu'elles éprouveroient ces alternatives; il pourroit même arriver qu'elles restassent continuellement glacées aux environs des pôles, qu'elles se fondissent & se congelassent alternativement dans les parties moyennes entre les pôles & l'équateur, & qu'elles restassent toujours fluides dans les environs de l'équateur du globe.

Or c'est-là ce qui se passe précisément sur la surface de la terre: exposée depuis un grand nombre de siècles à la chaleur bénigne du soleil, elle en a été réchauffée jusques dans ses entrailles, & ce n'est que cette chaleur intérieure qui est ce qu'on nomme *le feu central*: elle en reçoit perpétuellement une nouvelle quantité, qui lui rend ce que sa surface en dissipe par le contact de l'air moins échauffé. Enfin, de même que le globe de l'expérience précédente auroit, à quel-

ques lignes au dessous de sa surface, une chaleur qui resteroit à peu près constante, de même le degré de chaleur qui regne à quelque profondeur au dessous de la surface de la terre, est un degré à peu près constant *. Il n'y a pas d'autre mystère à chercher dans cette matière.

Mais nous avons bien de la peine à croire que la masse de la terre, privée de toute chaleur, & exposée au soleil, eût jamais pu en recevoir jusqu'à son centre la chaleur dont elle paroît douée. Que de siècles, & de millions de siècles, n'auroit-il pas fallu à une chaleur aussi foible que celle du soleil, pour fondre un océan tout glacial, & s'insinuer jusques dans ses entrailles ! Nous croyons que la glace, qui eût été fondue même sous la ligne par la présence du soleil, eût été regelée pendant son absence de douze heures ; en sorte que ce globe, exposé au soleil dans cet état, y eût resté éternellement, si quelque autre cause puissante n'y eût mis tout-à-coup ce fonds de chaleur qui, en vivifiant la nature, rend la terre habitable, & susceptible de végétation.

Il nous reste une troisième cause de la chaleur centrale à examiner. C'est celle que lui assigne M. de Buffon.

Suivant ce philosophe célèbre, la Terre & les autres planetes circonsolaires ont autrefois fait partie du Soleil ; elles ont été arrachées de sa surface par une comète qui, en la sillonnant, en a projeté des fragments à différentes distances. Comme ils étoient en fusion, chacun a dû néces-

* Nous disons à peu près ; car je ne connois guere d'autre observation du thermometre dans des lieux souterrains, que celle faite dans les caves de l'Observatoire de Paris.

sairement s'arrondir, en vertu des loix de la gravitation universelle. Les morceaux un peu considérables, comme Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, ont reçu par cette projection une direction tangentielle, qui, combinée avec la force attractive du Soleil, leur a fait décrire autour de cet astre des orbites plus ou moins allongées. Celles de ces nouvelles planetes, enfin, qui ont eu par hasard dans leur voisinage de plus petits fragments, les ont en quelque sorte subjugués; & ces petits fragments, tournant autour des plus gros en vertu des mêmes loix, sont devenus leurs satellites. C'est ainsi que notre globe, Saturne, Jupiter, ont acquis les lunes qui les accompagnent.

En partant de cette génération de la Terre & des planetes circonsolaires, il est clair que ces globes ont d'abord été fluides; & ceci explique à ravir leur formation en sphéroides applatis: car il faut nécessairement que la Terre & les autres planetes aient été pendant quelque temps, ou dans un état de fusion, ou comme une pâte à demi fluide, pour que leur mouvement diurne leur ait donné la forme qu'elles ont. Mais partons de leur état hypothétique de fusion. Des masses aussi considérables que Vénus, la Terre, &c. n'ont pu assurément se refroidir dans un jour, ni dans une année, ni même dans vingt siècles. Elles ont passé d'abord de l'état de fusion à l'état de solidité; elles ont resté encore long-temps imprégnées d'une quantité de feu qui les rendoit inhabitables; enfin peu-à-peu leur surface s'est refroidie, au point de n'avoir plus que la chaleur nécessaire pour ne point incommoder les animaux, & pour être susceptible de végétation. L'intérieur de la Terre
conserve

conserve encore un degré de chaleur plus considérable que la surface, & qui doit même aller en augmentant jusqu'au centre : voilà le feu central. Mais, par une suite nécessaire de la cause de ce feu, il doit aller toujours en diminuant, & nous perdons chaque jour quelque peu de cette chaleur. Il semble en effet que la fertilité de la terre diminue de jour en jour, ainsi que les forces de la nature, soit dans la vitalité des hommes, soit dans leur masse & leur vigueur. On ne peut cependant pas encore démontrer cette diminution ; il y a trop peu de temps que nous possédons un instrument propre à mesurer la chaleur : à peine même y a-t-il cinquante ans qu'on a des thermomètres comparables. Mais si, dans 500 ans d'ici, par exemple, on trouve dans les caves de l'Observatoire, que la chaleur constante qu'on y observe n'est plus que de 7 à 8 degrés, au lieu de $9\frac{3}{4}$ qu'elle est aujourd'hui, le refroidissement successif de la masse de la terre sera un fait dont il n'y aura plus moyen de douter, quelle que soit l'origine de cette chaleur & la cause de sa déperdition.

Cependant nous ne pouvons dissimuler, malgré notre respect pour le philosophe illustre & l'éloquent auteur de cette idée, qu'il y a sur cette formation des planetes quelques difficultés qu'il n'est pas aisé de résoudre.

1^o Si les planetes ont été formées de cette manière, on ne conçoit pas d'où vient les cometes auroient une autre origine ; & si les dernières sont originairement des planetes circulantes autour du Soleil, on ne voit pas qu'il en eût coûté davantage à la Cause souveraine qui a arrangé l'univers, de former les planetes de la même manière.

2^o Il paroît difficile de concilier avec les loix du mouvement & celles de la gravitation universelle, la position & les dimensions des orbites de ces nouvelles planetes ; car, d'après ce qui a été démontré par Newton & par d'autres, puisqu'elles sont parties du Soleil par une ligne à peu près tangente à sa surface & d'un point de sa surface, elles devroient à chaque révolution passer par le même point : c'est cependant ce qui n'arrive pas ; au contraire, les orbites des planetes sont presque circulaires.

Il paroît aussi que, dans cette projection, les plus grosses masses n'eussent pas dû aller le plus loin, & décrire les plus grands cercles : ce devroit être, ce semble, les plus petites planetes qui se seroient le plus éloignées du Soleil ; car si une force quelconque jette *promiscuë* plusieurs corps d'inégale grosseur, ce seront les plus petits qui seront lancés avec le plus de vitesse.

Au reste l'effet d'une pareille projection est incalculable ; & l'on pourroit dire d'ailleurs, qu'en même temps que la comete dont il s'agit a sillonné la surface du Soleil, elle lui a communiqué une impulsion qui l'a fait changer de place. En effet, cette comete qui a pu entraîner des masses telles que toutes les planetes à-la-fois, devoit être d'une masse énorme, & a bien pu, venant choquer le Soleil avec une vitesse immense, déplacer un peu cet astre qui est au centre de notre systême dans une sorte d'inertie.

REMARQUE.

QUEL que soit le sort de ces idées, voici quelques conséquences que M. de Buffon tire de son systême sur la formation de la Terre, & qui

sont trop curieuses pour ne pas trouver place ici.

M. de Buffon, partant de ses principes sur la formation de la Terre & des planetes, a fait une suite très-curieuse d'expériences, pour déterminer dans quel rapport se fait le refroidissement des masses différentes de matiere, eu égard à leur nature & à leur grosseur; & de ces expériences il conclud,

Qu'un globe tel que Mercure a dû mettre 2127 ans à se consolider jusqu'au centre, 24813 à se refroidir au point de pouvoir être touché, 54192 à se refroidir au point de la température actuelle, & enfin qu'il lui faut 187775 ans pour se refroidir de maniere à n'avoir plus que la 25^e partie de la température actuelle: c'est ce que, pour abréger, nous appellerons 1^{ere}, 2^e, 3^e, 4^e époques.

Que Vénus a dû employer 3596 ans dans la premiere, 41900 à la seconde, 91600 à la troisieme, & 228540 à la quatrieme.

Que la Terre en a employé à la premiere 2936, à la seconde 34270; que la durée de la troisieme époque a été de 74800 ans; enfin que, 168125 ans après, il n'y aura plus qu'un 25^e de la chaleur actuelle.

Ainsi donc la Terre existeroit déjà depuis 112 mille ans; d'où il suit qu'à l'heure qu'il est, il y a déjà 30000 ans que Mercure a passé le degré de la température actuelle de la Terre, & qu'il a même déjà perdu environ 6 degrés sur les 25 qui lui restoit.

La Lune n'a mis que 644 ans à la premiere époque, 7515 à la seconde, 16409 à la troisieme, & 72514 à la quatrieme.

Ainsi il y a déjà 15000 ans que la Lune est re-

froidie au point de n'avoir même pas la 25^e partie de notre chaleur actuelle. Il n'est pas étonnant qu'elle se présente à nous comme un amas de glace, & qu'il n'y ait sur elle aucune apparence de nature vivante. Si elle a eu des habitants, il y a long-temps qu'ils sont gelés.

Mars a mis 1130 ans à se consolider jusqu'au centre, 13000 ont été employés dans la seconde époque, 28538 à la troisième, & 60300 à la quatrième: il y a conséquemment aussi déjà 9 à 10 mille ans qu'il n'est plus bon à rien.

Quant à Jupiter, il est dans un cas bien différent: il a dû employer 9400 ans à sa première époque; il lui en faut 110000 pour la seconde. Or il ya 112000 ans seulement que la Terre est formée, ainsi que Jupiter: conséquemment il faut encore 7 à 8 mille ans avant que Jupiter soit refroidi au point de pouvoir mettre les pieds dessus sans se brûler. Parvenu à cette époque, il lui faudra 240400 ans pour venir à notre température actuelle, & enfin 483000 pour perdre à peu près toute chaleur. Voilà un beau globe, qui commencera seulement à être habité quand nous serons absolument engourdis par le froid. Ainsi va le monde.

Saturne enfin a mis 5140 ans à se durcir jusqu'au centre, 59900 à pouvoir être touché; la durée de sa troisième époque doit être de 130800 ans, & cette troisième époque court pour lui depuis environ 47000 ans, en sorte que ce ne sera que dans 84000 ans qu'on y éprouvera la température actuelle de la Terre.

Nous ne dirons qu'un mot des satellites des deux dernières planètes. Ils sont la plupart en état de pleine habitabilité & végétation: il faut seule-

ment en excepter le 4^e de Jupiter, qui est déjà avancé dans sa quatrième époque; le 3^e de Saturne, est à peu près au même degré que la Terre, un peu plus chaud néanmoins; le 4^e est déjà fort avancé dans sa quatrième époque, & le 5^e ne doit plus être qu'une masse de glace depuis près de 50000 ans.

PROBLÈME XXVI.

Mesurer les variations de pesanteur de l'air : Construction du Barometre.

LE barometre est encore un de ces instruments dont la découverte, due au siècle dernier, est une des plus remarquables de ce siècle, fertile en idées heureuses. Il est devenu trop commun pour ne pas exiger que nous ne tardions pas davantage à présenter à nos lecteurs quelques-uns des traits principaux relatifs à cette partie de la physique, d'ailleurs assez élémentaire pour n'avoir rien que d'amusant & facile à comprendre.

On a donné le nom de barometre, à l'instrument qui sert à reconnoître les variations de la pesanteur de l'air. Son nom vient des deux mots grecs, βαρος & μετρον, dont le premier signifie pesant, & le second mesurer. L'invention en est due au célèbre disciple de Galilée, Torricelli, à qui il servit principalement à démontrer la pesanteur de l'air au milieu duquel nous vivons & que nous respirons. Mais ce fut Pascal qui soupçonna & reconnut ses variations, au moyen de la fameuse expérience du Puy-de-Domme, qu'il engagea son beau-frere de faire sur cette montagne voisine de Clermont. Elle lui servit à mettre dans un nouveau jour la pesanteur

de l'air, que quelques esprits faux s'obstinoient à nier, malgré l'expérience de Torricelli.

Il est aisé de se former un barometre sans beaucoup de peine. Ayez un vase de quelques pouces de profondeur, qui soit rempli de mercure ou de vis-argent; ayez encore un tube de verre de 30 ou 35 pouces de longueur, hermétiquement fermé par un bout. Après l'avoir renversé, c'est-à-dire mis en bas le bout fermé, remplissez-le de mercure jusqu'à son orifice; appliquez-y le bout du doigt, & redressant le tuyau, plongez le bout ouvert dans le mercure du vase, & retirez le doigt, pour permettre au mercure du tube la communication avec celui du vase: la colonne de mercure contenue dans le tube s'abaissera, de maniere néanmoins que son extrémité supérieure restera d'environ 27 pouces, plus ou moins, au dessus du niveau du mercure du vase, si l'expérience est faite à une petite hauteur seulement au dessus du niveau de la mer. Vous aurez un barometre construit. Et si, par quelque invention, vous rendez immobile ce tube ainsi plongé dans le vase, vous verrez, suivant les différentes constitutions de l'atmosphère, le bout de la colonne de mercure se balancer entre 26 & 28 pouces de hauteur.

Voilà le barometre le plus simple, & tel qu'il sortit d'abord des mains de Torricelli. On a depuis imaginé, pour plus de commodité, de prendre un tube de verre de 33 à 36 pouces environ de longueur, de le boucher hermétiquement par un bout, & de recourber l'autre, après l'avoir dilaté à la lampe d'émailleur, de maniere qu'il ressemble à une fiole, ainsi qu'on voit dans la figure. On remplit le tube de mercure, en l'incli-

nant & le renversant à plusieurs reprises ; & après l'avoir redressé, on fait en sorte qu'il n'en reste dans la fiole inférieure que jusque vers le milieu de sa hauteur, comme AB. La différence entre la ligne CAB & la ligne DE, à laquelle se soutient le mercure, est la hauteur de la colonne qui fait contre-poids avec l'atmosphère, ainsi qu'il est aisé de voir. Enfin l'on attache ce tube de verre ainsi rempli de mercure, contre une planche plus ou moins ornée, & vers le haut on divise en lignes l'intervalle du 26 au 28^e pouce au dessus de CB ; on y inscrit à distances égales, en commençant par la ligne de 28 pouces, *beau-fixe, beau, variable, pluie, tempête* : on a un barometre construit. C'est à peu près ainsi que sont faits ceux qu'on débite vulgairement ; mais il y a quelques précautions à prendre pour qu'ils soient bons.

1^o Il faut que la fiole ou réceptacle inférieur du mercure, ait un diametre beaucoup plus considérable que celui du tuyau vers le haut ; car il est aisé de voir qu'autrement la ligne AB variera sensiblement, à mesure que le mercure haussera & baissera ; sinon il faut y avoir égard.

2^o Il faut que le mercure soit purifié d'air autant qu'il est possible, ou du moins jusqu'à un certain point ; & que le tube ait été chauffé & frotté en dedans pour en chasser l'humidité & les ordures qui s'y amassent d'ordinaire, autrement il s'en dégagera de l'air, qui, occupant le haut du tuyau, y formera par son élasticité un petit contre-poids à la pesanteur de l'atmosphère, & fera que la colonne se tiendra plus bas qu'elle ne devrait. Cet air, se dilatant aussi par la chaleur, fera contre la colonne de mercure un plus grand effort, en sorte que ses mouvements dépen-

dront à-la-fois & de la chaleur & de la pesanteur de l'air, tandis qu'ils ne doivent dépendre que de la dernière cause.

PROBLÈME XXVII.

La suspension du mercure dans le Barometre, dépend-elle de la pesanteur ou de l'élasticité de l'air?

ON ne parle ici de cette question, que parce-que elle est agitée dans quelques livres de physique, où même on décide que le phénomène doit être attribué au ressort & non à la pesanteur de l'air. L'analyse suivante fera sentir combien ceux qui pensent ainsi raisonnent mal.

Il y a deux cas dans cette question. Dans l'un, on suppose le barometre exposé à l'air libre, & c'est proprement celui dont il s'agit. Dans l'autre, il est renfermé dans une chambre tellement close, que l'air ne sçauroit y pénétrer, ou sous un récipient de la machine pneumatique, qui interdit tout accès à l'air.

Dans ce second cas, il est bien évident que la cause de la suspension du mercure est uniquement le ressort de l'air; mais étendre cela au cas où le barometre est exposé à l'air libre, c'est, nous l'osons dire, raisonner d'une manière peu digne d'un physicien.

En effet, pour reconnoître à laquelle des deux causes on doit attribuer la suspension du mercure dans le barometre exposé à l'air libre, supposons que l'air fût privé de son poids ou de son ressort, & examinons ce qui arriveroit.

Si l'air étoit privé de son ressort, il est évident

qu'il retomberoit sur lui-même, & formeroit autour de la Terre une espece d'océan d'un fluide d'une nature particuliere, qui, au lieu d'avoir comme l'atmosphere plusieurs milliers de toises de hauteur, en auroit beaucoup moins; mais il auroit toujours le même poids, comme un ballot de crin qui a perdu son élasticité & son volume, ne pese pas moins que lorsque, par l'effet de son ressort, il occupoit beaucoup d'espace. Ainsi le mercure d'un barometre plongé au fond de ce fluide, n'en seroit ni plus ni moins pressé; il se soutiendrait à la même hauteur.

Feignons, au contraire, maintenant que l'air, conservant son ressort, perde sa pesanteur. Qu'arriveroit-il? Alors les parties de l'air n'éprouvant plus aucune résistance à s'écarter les unes des autres, leur ressort enfin n'étant plus comprimé par la force du poids qui résulte des parties supérieures sur les inférieures, l'air se dissiperoit sans exercer aucune action sur la colonne de mercure, à moins qu'on n'imaginât au haut de l'atmosphere une voûte transparente, contre laquelle le ressort de l'air fût appuyé; ce qui seroit ridicule: car un ressort a besoin, pour agir par une de ses extrémités, d'être appuyé par l'autre. Or ce qui appuie, ce qui bande le ressort de l'air, n'est autre chose que son poids.

Puisque donc l'air, dénué de poids & doué de tout le ressort possible, n'auroit aucune action sur le mercure du barometre; qu'au contraire, en lui laissant son poids & lui ôtant son ressort, il le soutiendrait également, je demande à quelle cause il faut attribuer cette suspension? La réponse est facile, & je puis me dispenser de la donner.

PROBLÈME XXVIII.

Usage du Barometre pour reconnoître l'approche du beau ou du mauvais temps, & précautions à prendre à ce sujet pour n'être pas induit en erreur.

UN des principaux usages des barometres, est de servir à reconnoître l'approche du beau ou du mauvais temps. L'expérience a en effet appris que l'ascension du mercure au dessus de sa hauteur moyenne, étoit ordinairement suivie du beau temps; & qu'au contraire, lorsqu'il baissoit au dessous de cette hauteur, cela indiquoit la continuation ou l'approche de la pluie. Cela n'est cependant pas absolument général & infallible. Le vent a aussi beaucoup d'influence sur l'ascension ou la descente du mercure dans le barometre; c'est pourquoi nous croyons à propos de donner ici quelques regles, fondées sur l'observation, lesquelles peuvent servir à porter un jugement plus assuré sur les indications de cet instrument.

1. L'élévation du mercure annonce en général le beau temps, & son abaissement est aussi en général l'avant-coureur du mauvais temps, comme pluie, neige, grêle, ou orage.

2. Dans un temps très-chaud, l'abaissement prompt du mercure annonce la tempête & le tonnerre.

3. En hiver, l'élévation du mercure présage la gelée; & dans le temps de la gelée, si le mercure descend de 3 ou 4 lignes, cela annonce du dégel; mais, dans une gelée continue, s'il monte, il y aura certainement de la neige.

4. Lorsque le mauvais temps succede aussi-tôt

à l'abaissement du mercure, ce mauvais temps ne fera pas de durée; & ce sera la même chose à l'égard du beau temps, s'il succede promptement à l'élévation du mercure.

5. Mais dans le mauvais temps, lorsque le mercure s'éleve beaucoup, & qu'il continue de le faire pendant deux ou trois jours avant que le mauvais temps soit passé, on peut s'attendre à un changement de temps en beau, qui sera de durée.

6. Dans le beau temps, quand le mercure tombe fort bas, & qu'il continue ainsi pendant deux ou trois jours avant que la pluie vienne, on est fondé à présager que cette pluie sera longue, grande, & accompagnée de grand vent.

7. Le mouvement incertain du mercure annonce aussi un temps incertain & variable.

Telles sont les regles que le docteur Désaguliers donne, d'après les observations suivies du sieur Patrick, excellent faiseur de barometres, à Londres.

Il n'y a cependant nul doute qu'elles ne soient encore sujettes à quelques exceptions.

Il est reconnu, par exemple, que, dans les pays situés entre les Tropiques, le barometre n'a presque aucune variation; il s'y soutient toujours, au bord de la mer, à 28 pouces, plus ou moins quelques lignes. C'est un phénomène difficile à expliquer, & je n'en connois aucune raison bien satisfaisante, pas même celle que tente d'en donner le célèbre M. Halley. On se tromperoit donc, si on appliquoit les regles ci-dessus aux observations du barometre porté dans ces pays-là.

Il arrive aussi quelquefois que l'abaissement du mercure se passe sans pluie; mais alors il regne

finon dans le bas, du moins dans le haut de l'atmosphère, un vent considérable; car M. Hauksbée a imaginé une expérience par laquelle il produit artificiellement cet effet sur le barometre.

PROBLÈME XXIX.

Comment se fait-il que la plus grande hauteur du Barometre annonce le beau temps, & que la moindre annonce la pluie prochaine ou mauvais temps?

SI l'on n'étoit pas instruit de la marche du barometre, si l'on ne sçavoit pas que l'ascension du mercure arrive d'ordinaire quand le ciel est bien serein & que l'air est bien pur, qu'au contraire sa descente est ordinairement le précurseur de la pluie, il n'est personne qui n'en jugéât autrement, & qui ne pensât que le mercure devoit baisser quand l'air est serein & pur, & qu'il devoit monter quand l'air est chargé & imprégné de vapeurs: car il est naturel, & presque indispensable, de croire que l'air pur & serein est plus léger qu'un air qui tient beaucoup de vapeurs en dissolution. La marche du mercure dans le barometre, est pourtant toute contraire à celle-là: aussi est-ce un phénomène qui a beaucoup occupé les physiciens, & sans succès; car toutes leurs explications se renversent les unes les autres; aucune ne soutient l'examen & la discussion.

Quelques physiciens ont dit: L'air n'est jamais plus serein & plus transparent que quand il est bien chargé de vapeurs, ou du moins quand elles y sont parfaitement dissoutes ou combinées avec lui; car c'est le propre des dissolutions parfaites,

que d'être transparentes : il n'est donc pas étonnant que le mercure , plus chargé , monte alors. Mais dès que quelque cause fait séparer de l'air les vapeurs aqueuses , elles troublent sa transparence , & elles commencent à se précipiter ; elles ne font plus partie de son poids , puisqu'elles n'y surnagent pas ; il est soulagé de leur pesanteur : & , pour prouver cela , ils s'autorisent de l'expérience célèbre du docteur Rammazini , que voici.

On prend un vase étroit & de plusieurs pieds de hauteur ; on le remplit d'eau , & l'on place dessus un morceau de liege , auquel est suspendu par un filet un poids de plomb , en sorte que le tout surnage. Ce vase ainsi préparé , on le place sur un bassin de balance , & l'on charge l'autre de manière à établir l'équilibre. Les choses étant en cet état , on coupe le filet qui tenoit le plomb attaché au liege : il tombe ; & l'on observe , dit-on , que pendant tout le temps de sa chute ce côté de la balance en est allégé , & que l'autre l'emporte : d'où , conclud-on , il est évident que , pendant qu'un poids tombe dans un fluide , il n'en charge pas la base ; donc , pendant que les vapeurs de l'air rassemblées se précipitent , ou dès qu'elles commencent à se précipiter , l'air est plus léger , & le mercure en est moins chargé.

Tout ce raisonnement , qui est de Leibnitz , est fort ingénieux. Mais malheureusement cette expérience de Rammazini prouve seulement que le bassin de la balance est déchargé pendant la chute du poids , mais elle ne prouve pas que le fond du vase est déchargé de la quantité du poids qui tombe ; car ce sont-là deux choses bien différentes. Il faut donc recourir à une autre explication.

Pour nous , nous sommes persuadés avec M.

de Luc *, d'après le peu de succès de toutes les explications données jusqu'à présent, qu'il n'y a pas d'autre cause de l'abaissement du barometre à l'approche de la pluie, que la diminution de la pesanteur de l'air, lorsqu'il est saturé de vapeurs aqueuses.

Nous croyons, dis-je, que l'air n'est jamais plus pesant que quand il est très-pur, & nous sommes portés à penser ainsi par diverses raisons.

Les vapeurs qu'on voit nager sous la forme d'un nuage dans l'atmosphère, ne sont qu'une dissolution de l'eau par l'air : tant que cette combinaison est imparfaite, elle n'a qu'une demi-transparence, comme cela arrive dans toutes les dissolutions. Or nous voyons dans cet état les vapeurs monter dans l'air. Que peut-on en conclure autre chose, sinon que ces vapeurs sont plus légères que l'air ? Or qu'est-ce qu'un air chargé d'eau, sinon un air dans lequel une très-grande quantité de ces vapeurs se sont intimement noyées & combinées ? On doit donc conclure l'état de l'air ainsi chargé de vapeurs, quant à la pesanteur, de celui de ces vapeurs elles-mêmes ; & , puisqu'elles sont plus légères que l'air dans lequel elles montent, on doit en tirer la conséquence que l'air dans lequel elles sont dissoutes, est plus léger que l'air pur.

Mais comment, dira-t-on, concevoir que l'air combiné avec un fluide plus pesant que lui, en devienne plus léger ? Je répondrai à cela, que si cette combinaison n'étoit qu'une interposition des parties de l'eau entre celles de l'air, comme on pouvoit le croire autrefois, & avant les lumières

* *Traité des Barometres, Thermometres, &c.* Geneve, 1770, 2 vol. in-4°.

que la chimie a jetées sur nombre de questions de la physique ordinaire, cela seroit impossible. Mais ce n'est point-là le mécanisme des dissolutions ou combinaisons de corps entr'eux : chaque particule du dissolvant se combine avec chaque particule du corps dissous ; & cela se fait ici probablement par l'intermede du feu, incomparablement plus léger que l'air & l'eau. On ne peut donc conclure la pesanteur des particules composées, de celles des particules séparées. D'ailleurs, dans cet état de combinaison, elles peuvent être douées d'une plus grande force de répulsion ; & cela même paroît assez probable, puisque l'expansibilité de l'eau réduite en vapeurs est immense. Il n'y a donc nulle absurdité à avancer que l'air chargé de vapeurs, soit plus léger que l'air pur. On le démontrera peut-être quelque jour *à priori*, par des procédés chimiques ; & si cela est, l'on sera alors bien surpris de l'embarras où l'on a été jusqu'à présent pour expliquer la descente du mercure dans le barometre aux approches de la pluie.

PROBLÈME XXX.

Du Barometre composé ou réduit.

ON a vu plus haut qu'il falloit une colonne de mercure de 28 pouces de hauteur environ pour contrebalancer le poids de l'atmosphère ; d'où il résulte que le barometre simple ne peut avoir moins de 28 pouces de hauteur, à moins qu'on ne trouvât un fluide plus pesant que le mercure. Comme cette longueur a paru incommode, on a cherché à la raccourcir, dans la vue, à ce qu'il semble, de renfermer le barometre dans la même bordure

que le thermometre, auquel on peut ne donner, si l'on veut, qu'une dimension beaucoup moindre. Voici comment on y est parvenu.

Tout le fondement de la construction de ces sortes de barometres, consiste à opposer plusieurs colonnes de mercure contre une d'air, en sorte que ces colonnes, prises ensemble, aient environ les 28 pouces de longueur qu'une seule doit avoir pour faire équilibre avec le poids de l'atmosphère. Il faut conséquemment diviser la longueur ordinaire de la colonne de mercure, ou 28 pouces, par la hauteur dont on veut faire le barometre; le quotient donne le nombre des colonnes de mercure qu'il faut opposer au poids de l'air.

Ainsi, veut-on avoir un barometre qui n'ait que 15 à 16 pouces de longueur, on le formera de trois branches de verre, jointes ensemble par quatre renflements cylindriques; deux de ces tuyaux seront remplis de mercure, & communiqueront ensemble au moyen de la troisième, qui doit être remplie d'une liqueur plus légère. La *fig. 17* met ce mécanisme sous les yeux. On y voit trois branches du barometre, dont la première de D en E, est remplie de mercure; la seconde *Pl. 3, fig. 17.* de E en F, est remplie moitié d'huile de tartre colorée, moitié d'huile de karabé; enfin la troisième de F en G, est remplie de mercure. Ainsi c'est la même chose que si ces deux colonnes de mercure étoient mises l'une sur l'autre; car on voit aisément que la colonne FG de mercure pese, au moyen de la colonne FE de renvoi, sur la première, précisément comme si elle étoit au dessus. Dans cette espece de barometre, c'est la séparation des deux liqueurs contenues dans la branche EF, qui sert à marquer les variations du poids

pois de l'air ; & c'est pour cela qu'il faut que ces liqueurs soient de deux couleurs différentes , comme aussi de différentes pesanteurs spécifiques , afin qu'elles ne se mêlent pas.

Pour remplir ce barometre , il faut boucher l'ouverture A , mettre du mercure dans les deux branches latérales par l'ouverture B ; ensuite verser les liqueurs dans la branche du milieu par la même ouverture ; après quoi on la bouchera hermétiquement.

Si l'on vouloit construire un barometre qui n'eût que 9 à 10 pouces de hauteur , on diviseroit 28 par 9 , ce qui donneroit 3 : ainsi il faudroit trois branches de mercure de 9 à 10 pouces , avec deux branches de communication , remplies d'huile de tartre & de karabé. La *fig. 18* met ce barometre à cinq branches sous les yeux. Il est bon d'observer que la hauteur de chaque branche ne se doit estimer que par la différence du niveau de la liqueur dans le réservoir d'en haut & dans celui d'en bas.

Cette construction , qui est due à M. Amon-ton , a , il est vrai , l'avantage de diminuer la hauteur embarrassante du barometre , & de le rendre plus propre à figurer dans certaines circonstances comme ornement ; mais il faut remarquer que c'est aux dépens de son exactitude. M. de Luc , l'homme qui a le plus étudié les barometres , & qui en a le mieux traité * , nous assure qu'il n'a jamais pu avoir un instrument semblable qui fût médiocrement bon. La colonne intermédiaire agit en effet comme thermometre ; & ceux qui ont

Pl. 3,
fig. 18.

entrepris de prouver que cela ne nuisoit pas à l'exactitude, ne faisoient pas attention que leur raisonnement n'est vrai qu'autant que la ligne de séparation des deux couleurs est dans le milieu de la hauteur du tube.

PROBLÈME XXXI.

Quel espace occuperoit un pouce cube d'air, transporté à la hauteur d'un demi-diamètre terrestre ?

NOUS avons déjà fait connoître cette propriété de l'air, qui est une suite de son élasticité, & qui consiste en ce que, chargé d'un poids double, il se réduit à un volume de moitié, & ainsi proportionnellement, du moins autant que les expériences faites jusqu'à ce moment peuvent aller. Par la même raison, lorsqu'on le décharge de la moitié du poids qu'il supporte, il occupe un espace double, & un espace quadruple quand il n'a que le quart du même poids à supporter. Ainsi, par exemple, lorsque, montant sur une montagne, on trouve que le mercure a baissé de la moitié de la hauteur qu'il avoit dans la plaine, on en conclut que, déchargé de la moitié du poids qu'il supportoit en bas, il est dilaté du double, ou que la couche d'air où l'on est n'a de densité que la moitié de celle qu'a l'air du bas de la montagne; car la densité est en raison inverse de l'espace qu'occupe la même quantité de matière.

Cette loi de la dilatation de l'air, en raison inverse du poids dont il est chargé, a mis les géomètres en état de démontrer qu'à mesure qu'on s'éleve dans l'atmosphère, la densité décroît, ou la raréfaction croît, dans une progression géomé-

rique, tandis que les hauteurs auxquelles on s'éleve, croissent en progression arithmétique. Ainsi donc, si l'on sçait une fois à quelle hauteur il faut s'élever pour avoir, par exemple, un air raréfié d'un quart, ou réduit aux trois quarts de sa densité au bord de la mer, on sçaura qu'à une hauteur double sa densité sera le quarré de $\frac{3}{4}$, ou $\frac{9}{16}$; à une triple, ce sera le cube, ou $\frac{27}{64}$ &c; enfin, à une hauteur centuple, ce sera la 100^e puissance de $\frac{3}{4}$, &c. Ou bien, si l'on sçait par expérience quel est le rapport de la densité de l'air à la hauteur de mille toises ou un mille, avec la densité de l'air au bord de la mer, & que l'on nomme ce rapport D, on aura D² pour l'expression de ce rapport à 2 milles de hauteur; à 3 milles, ce sera D³, &c. & à n milles ce sera Dⁿ.

Or on sçait par l'expérience, qu'à mille toises d'élévation perpendiculaire au dessus du niveau de la mer, la hauteur du mercure qui, au bord de la mer, étoit de 28 pouces ou 336 lignes, n'est plus que de 22 pouces 4 lignes, ou exprimé par la fraction $\frac{268}{336}$, l'unité étant la hauteur totale; d'où il suit que le rapport de la densité de l'air à celle du bord de la mer, est exprimé par cette même fraction de l'unité: conséquemment, pour trouver quel seroit ce rapport à la hauteur d'un demi-diametre terrestre, il faut d'abord sçavoir combien de milles il y a dans ce demi-diametre. On en trouve 3000, en le supposant seulement de 1500 lieues de 2000 toises chacune. Il faut donc élever cette fraction $\frac{268}{336}$ ou $\frac{67}{84}$, à la 3000^e puissance; ce qu'on peut faire aisément par le moyen des logarithmes: car, prenant le logarithme de $\frac{67}{84}$, qui est -0.0982045, & le multipliant par 3000, on aura pour logarithme du

nombre cherché, celui-ci, -294.6135000 ; ce qui indique d'abord que ce nombre est au moins composé de 295 chiffres. Ainsi l'on peut dire que la densité de l'air que nous respirons à la surface de la terre, est à celle qu'auroit l'air à la hauteur d'un demi-diamètre terrestre, comme un nombre de 295 chiffres à l'unité. Il est superflu de faire un calcul pour prouver que la sphere même de Saturne ne comprend pas autant de pouces cubes qu'en exprime ce nombre, & conséquemment qu'un pouce cube d'air, transporté à un demi-diamètre terrestre au dessus de sa surface, s'y étendrait de maniere à occuper un espace plus grand que la sphere de Saturne.

Nous nous bornerons à remarquer ici que cette rareté seroit même encore plus grande, par la raison suivante. Nous avons supposé la pesanteur uniforme, ce qui n'est pas exact; car la pesanteur décroissant en raison inverse de la distance au centre, il s'ensuit qu'à mesure qu'on s'éleve au dessus de la surface de la terre, cette pesanteur diminue; enforte qu'à un demi-diamètre au dessus, elle n'est plus qu'un quart de ce qu'elle est à la surface de la terre: chaque couche d'air sera donc moins chargée par les couches supérieures, puisqu'elles peseront moins à même hauteur que dans la supposition précédente: ainsi l'air sera plus dilaté. Newton a enseigné la maniere d'en faire le calcul, mais nous l'omettons pour abréger.

REMARQUE.

L'EXTRÊME rareté de l'air à une distance de la terre aussi médiocre, peut servir à prouver l'extrême ténuité de la matiere qui remplit les espaces célestes; car, quand même cette densité seroit

par-tout telle qu'on vient de voir qu'elle est à un demi-diametre de la terre, il est aisé de voir combien peu les corps planétaires peuvent perdre de leur mouvement en traversant ces espaces. La Lune ne sçauroit, depuis plusieurs milliers d'années qu'elle se meut, avoir déplacé encore la valeur d'un pied cube de notre air.

PROBLÈME XXXII.

Si l'on creusoit un puits jusqu'au centre de la terre, quelle seroit la densité de l'air dans les différentes profondeurs & au fond de ce puits ?

NOUS commençons par répondre à cette question, qu'on ne tomberoit pas bien profondément sans rencontrer un air tellement condensé, qu'on y furnageroit comme du liege sur du vis-argent.

Cela est d'abord évident, en supposant la pesanteur uniforme à toutes les profondeurs de ce puits; car un demi-diametre au dessous de la surface, la densité doit être à celle de l'air de la surface, en raison inverse de celle-ci à celle qu'il auroit à un demi-diametre au dessus. Or nous avons vu par quel étrange nombre la rareté de ce dernier seroit exprimée: ainsi ce même nombre exprimeroit la condensation au centre. Le mercure n'est pas tout-à-fait 14000 fois plus pesant que l'air que nous respirons; ainsi l'air, au centre, seroit plusieurs milliards de millions de millions, &c. de fois plus dense que le mercure.

Mais, pour nous amuser, puisqu'il est ici question de récréations physiques, examinons l'hypothese plus vraisemblable de pesanteur qui régneroit dans le cas de ce problème. La pesanteur ne seroit

pas uniforme, mais elle décroîtroit à mesure qu'on s'approcheroit du centre, & seroit précisément comme la distance à ce centre. Or Newton a fait voir que, dans ce cas, les quarrés des distances au centre décroissant arithmétiquement, les densités croîtroient géométriquement.

Il nous faut donc d'abord trouver quelle seroit la densité de l'air à une profondeur déterminée, par exemple de 1000 toises. Or cela est facile, car, attendu la proximité de la surface, il est sensiblement vrai que la densité à la surface étant représentée par l'unité, celle à 1000 toises au dessous sera l'inverse de celle à 1000 toises au dessus. Or celle-ci étoit exprimée par $\frac{67}{84}$; par conséquent l'autre le sera par $\frac{84}{67}$ ou $1 + \frac{17}{84}$: ainsi la densité étant 1 à une distance du centre de 3000 milles, cette densité à celle de 2999, sera $\frac{84}{67}$. Faisons donc le quarré de 3000, qui est 9.000000, & celui de 2999, qui est 8994001; sa différence avec 9000000 est 5999, par lequel nombre il faut diviser 9000000, pour avoir le nombre de quarrés arithmétiquement décroissans dans le même rapport, lesquels sont contenus dans ce premier quarré. On en trouve 1500, plus une petite fraction qu'on peut négliger. Multiplions donc le logarithme de $\frac{84}{67}$, qui est 0.0982045 par 1500, nous aurons 147.3067500: ce sera le logarithme de la densité au centre, celle à la surface étant 1. Or le nombre répondant à ce logarithme auroit au moins 148 chiffres; d'où il suit que la densité de l'air au centre de la terre, seroit à celui de la surface, comme un nombre de 148 chiffres, ou au moins l'unité suivie de 147 zéros, à l'unité.

Si l'on vouloit sçavoir à quelle profondeur l'air seroit dense comme l'eau, on trouveroit, par un

calcul que nous supprimons, & qui est fondé sur les mêmes principes, que ce seroit à 30 milles au dessous de la surface.

On trouveroit de même que, à 42 milles au dessous de la surface, l'air auroit la densité du vis-argent.

PROBLÈME XXXIII.

De l'Arquebuse à vent.

CET instrument, dont l'invention est due à Otton Guerike, bourgmestre de Magdebourg, si célèbre, vers le milieu du dernier siècle, par ses expériences pneumatiques, électriques, &c. est une machine dans laquelle le ressort de l'air, violemment comprimé, est employé à pousser une balle de plomb, comme fait la poudre à canon. L'arquebuse ou fusil à vent est composé d'un réservoir d'air, formé du vuide qui reste entre deux tuyaux cylindriques & concentriques l'un à l'autre, l'un intérieur, l'autre extérieur: le fond de ce vuide communique à un corps de pompe caché dans la crosse du fusil, & dans lequel agit un piston qui sert à y faire entrer & condenser l'air, au moyen des soupapes placées de la manière convenable. Au fond du tuyau intérieur où se place la balle, en la retenant avec un peu de bourre, il y a aussi une ouverture fermée par une soupape, qui ne peut s'ouvrir que lorsqu'on fait agir une détente.

On conçoit maintenant qu'ayant comprimé dans le réservoir l'air autant qu'il est possible, ayant placé la balle au fond du tuyau intérieur, si l'on fait agir la détente qui doit ouvrir la sou-

papé qui est derrière la balle, l'air, violemment comprimé dans le réservoir, agira sur elle, & la poussera avec une vitesse plus ou moins grande, suivant le temps qu'il aura eu pour exercer sur elle son action.

Pour que le fusil à vent fasse donc bien son effet, il faut 1^o que l'ouverture de la soupape dure exactement autant de temps que la balle en met à parcourir la longueur du tuyau; car, pendant tout ce temps, l'air en accélérera le mouvement, son expansion étant beaucoup plus rapide que le mouvement de la balle. Si le réservoir restoit plus long-temps ouvert, ce seroit en pure perte. 2^o Il faut que la balle soit bien ronde & bien calibrée, afin que l'air ne s'échappe point par les côtés. Comme les balles de plomb ne sont pas toujours fort régulières, on y supplée en les enveloppant d'un peu de filasse.

Quand toutes ces attentions sont bien observées, un fusil à vent sert très-bien à percer une planche de 2 pouces d'épaisseur, à 50 & même 100 pas de distance. Le réservoir d'air étant une fois plein, il peut servir à huit à dix balles successivement. Un artiste Anglois a même imaginé un moyen pour y mettre ces dix balles en réserve dans un petit canal courbe, d'où, à mesure que le coup est parti, il en sort une qui vient occuper la place convenable; en sorte qu'on peut tirer dix coups de suite, dans bien moins de temps que le soldat Prussien le plus exercé n'en tireroit la moitié. A la vérité les coups de fusil à vent vont en diminuant de force, à mesure que le réservoir se décharge.

On sent aisément que si cet instrument passoit des cabinets des physiciens dans les mains de

certaines gens, il seroit une arme très-redoutable, & d'autant plus dangereuse, que le coup ne fait presque aucun bruit. Mais qui sçait si, de même que la poudre à canon, après avoir été pendant long-temps un simple ingrédient de feu d'artifice, est devenue l'ame de l'instrument le plus meurtrier, qui sçait, dis-je, si, dans la suite des siècles, le fusil à vent perfectionné, ne deviendra pas l'instrument dont les hommes rassemblés en corps d'armée, se serviront pour s'entre-détruire glorieusement & sans remords ?

La fig. 19 représente un arquebuse à vent. On Pl. 3,
y reconnoitra aisément la coupe des deux cylin- fig. 19.
dres, dont l'intervalle sert de réservoir à l'air ; MN le piston qui sert à introduire l'air dans ce réservoir ; TL la soupape qui sert à ouvrir la communication du réservoir avec le cylindre intérieur, ou l'ame du fusil ; O la détente servant à cet objet. Tout cela s'entend de soi-même, par la seule inspection de sa figure.

PROBLÈME XXXIV.

De l'Eolipyle.

L'ÉOLIPYLE est un vase creux de métal solide, & d'ordinaire fait en forme de poire terminée par une longue queue un peu recourbée. On la remplit d'eau ou d'une autre liqueur, en la faisant fortement chauffer ; après quoi on plonge son orifice dans la liqueur qu'on veut y faire entrer. L'air intérieur reprenant son volume, cette liqueur y entre nécessairement pour le suppléer, au moyen de la pression de l'air extérieur.

Si l'on place l'éolipyle ainsi rempli sur des

charbons ardents, leur chaleur réduit cette eau en vapeurs, qui sortent avec violence par l'orifice étroit de sa queue; ou si, par la position de l'éolipyle, c'est le fluide qui se présente à l'entrée, ce fluide, pressé par la vapeur, sort lui-même avec force par cet orifice, & fait un jet assez élevé.

Si, au lieu d'eau, on a pris de l'eau-de-vie, on pourra, avec un flambeau, mettre le feu à cette liqueur; & alors, au lieu d'avoir un jet d'eau, on aura le spectacle agréable d'un jet de feu.

Cette expérience sert à rendre sensible la force qui résulte de la vapeur qui est produite par un fluide fortement chauffé; car, dans le premier cas, ce sont ces vapeurs qui sortent avec impétuosité par l'orifice de l'éolipyle, & dans le second, c'est la force élastique de cette vapeur qui, pressant sur le fluide, le fait sortir par ce même orifice.

On rend cette expérience encore plus amusante, par le procédé suivant. On a une espèce de petit charriot portant une lampe à esprit-de-vin, sur laquelle on place le ventre de l'éolipyle. On bouche son orifice avec un bouchon, qui n'y tient que médiocrement. On met le feu à la lampe, & quelque temps après on voit sauter le bouchon, & le fluide ou la vapeur sortir avec violence par l'orifice. Dans le même temps le charriot, repoussé par la résistance que ce fluide ou cette vapeur éprouve de l'air extérieur, reçoit un mouvement en arrière; & si l'essieu des roues est fixé à un axe vertical, le charriot prend un mouvement circulaire, qui dure tout le temps que l'éolipyle contient quelque portion de fluide.

On sent aisément que ce vase doit être d'un

métal solide, car autrement on courroit risque de le voir éclater, & tuer ou blesser les témoins de l'expérience.

PROBLÈME XXXV.

Construction de quelques petites figures qui nagent entre deux eaux, & qu'on fait danser, hausser & baisser, en appuyant seulement le doigt sur l'orifice de la bouteille qui les contient.

IL faut faire fabriquer de petites figures d'émail, creuses; mais dans la partie inférieure, comme dans les pieds, on laisse un petit trou par lequel on puisse introduire une goutte d'eau, ou bien à la partie postérieure on ménage une appendice en Pl. 3,
fig. 20. forme de queue percée par le bout, enforte qu'on puisse faire entrer dans ce tuyau plus ou moins d'eau. Après cela, on équilibre la figure, enforte qu'avec cette petite goutte d'eau elle se tienne bien debout, & nage entre deux eaux. On remplit le vase d'eau jusqu'à son orifice, & on le couvre d'un parchemin bien lié au cou de la bouteille.

Cela fait, veut-on donner du mouvement à cette petite figure, il suffit de presser avec le doigt le parchemin qui couvre l'orifice, la petite figure descendra; en retirant le doigt, vous la verrez monter; enfin, en appliquant & retirant le doigt alternativement, vous l'agiterez au milieu de la liqueur, de manière à exciter l'étonnement de ceux qui ignoreront la cause de ce jeu.

Cette cause n'est autre que celle-ci. Lorsqu'au travers du parchemin qui couvre l'orifice de la bouteille on presse l'eau, comme elle est incom-

pressible, elle condense l'air contenu dans la petite figure, en y faisant entrer un peu plus d'eau qu'elle n'en contenoit. La figure devenue plus pesante devra donc aller au fond. Mais quand on retire le doigt, cet air comprimé reprend son volume, chasse l'eau qui avoit été introduite par la compression; ainsi la petite figure, devenue plus légère, devra remonter.

PROBLÈME XXXVI.

Construction d'un barometre où les variations de l'air se démontrent par une petite figure qui hausse & baisse dans l'eau.

NOUS avons jeté dans le problème précédent, les fondemens de la construction de ce petit barometre curieux. Car, puisque la pression du doigt sur l'eau qui contient la petite figure dont on y a parlé, la fait descendre, & qu'elle remonte quand cette pression cesse, on sentira aisément que le poids de l'atmosphère produira le même effet, suivant qu'il sera plus ou moins considérable; c'est pourquoi, si la petite figure est équilibrée de manière à être dans un temps variable entre deux eaux, elle s'enfoncera au plus bas lorsque le temps sera au beau, parce que alors le poids de l'atmosphère sera plus considérable. L'effet contraire arrivera lorsque le temps étant tourné à la pluie, le mercure descendra; car alors le poids de l'atmosphère qui repose sur l'orifice de la bouteille est moindre, & conséquemment la petite figure devra remonter.

PROBLÈME XXXVII.

Équilibrer dans de l'eau deux petites figures, de maniere qu'y versant de nouvelle eau, la figure qui étoit au dessus s'enfonce, & l'autre prenne le dessus.

Ayez pour cela de l'eau salée, & équilibrez-y une petite figure ou une petite bouteille de verre de telle matiere, que pour peu que l'eau fût moins salée elle coulât à fond. Disposez de la même maniere une figure ou une petite bouteille ouverte dans sa partie inférieure, enforte que dans cette eau, elle se tienne au fond par le mécanisme enseigné dans l'avant-dernier problème.

Les choses ainsi arrangées, versez de l'eau douce bien chaude dans celle qui contient les deux figures. Vous verrez la premiere aller au fond, & l'on en sent aisément la raison : en même temps la seconde viendra à la superficie, car la chaleur de l'eau dilatera l'air contenu dans cette seconde bouteille, & en chassera en tout ou en partie la goutte d'eau qui faisoit portion de son poids ; conséquemment, devenue plus légère, elle s'élevera. Ainsi, par cette seule affusion d'eau nouvelle, ces deux petites figures changeront de place. Il est vrai que la seconde, quand l'eau sera refroidie, redescendra.

PROBLÈME XXXVIII.

Des Larmes Bataviques.

ON donne ce nom à des morceaux de verre figurés en larmes, & terminés par une longue queue, qui jouissent d'une propriété fort singu-

liere. Elle consiste en ce que si vous frappez, même assez fort, une de ces larmes sur le corps ou le ventre, elle oppose à la rupture une résistance considérable ; mais si vous brisez le plus petit bout de sa queue, elle éclate aussitôt en mille morceaux, & presque en poussière.

Ces larmes se forment en laissant tomber goutte à goutte, dans un vase plein d'eau, de la matière du verre en fusion. On les trouve au fond toutes formées. Il en est au reste ordinairement un grand nombre qui éclatent dans l'eau, ou immédiatement après en être retirées. Comme c'est en Hollande que les premières ont été faites, on leur a donné le nom de *bataviques*.

On a multiplié les expériences sur ces larmes de verre, pour découvrir la cause de leur rupture. Voici les principales.

1. Si par un procédé facile à imaginer on rompt dans la machine du vuide, la queue d'une de ces larmes, elle éclate tout de même que dans l'air ; & si l'expérience se fait dans l'obscurité, on aperçoit dans l'instant de la rupture un éclair de lumière.

2. Si on use avec une meule, ou sur une pierre à aiguifer, & tout doucement, le corps d'une de ces larmes, elle éclate quelquefois, mais le plus souvent elle n'éclate pas.

3. Si l'on fait avec une semblable pierre une entaille à la queue, la larme éclate.

4. On peut cependant couper la queue d'une larme batavique par le moyen suivant. Il faut présenter à la flamme d'une lampe d'émailleur l'endroit où vous voulez couper cette queue. Elle y fondra, & vous pourrez alors séparer une partie de l'autre sans crainte de rupture.

5. Si on échauffe avec précaution une larme batavique sur les charbons ardents, & qu'on la laisse ensuite lentement refroidir, elle ne se rompra plus lorsqu'on lui brisera la queue.

Les physiciens ont toujours été fort embarrassés sur la cause d'un phénomène si extraordinaire, & il faut avouer qu'au moment actuel nous ne sommes guere plus avancés. Nous pouvons dire seulement que ce n'est pas l'air qui le produit; la première des expériences ci-dessus le démontre. Nous croyons aussi pouvoir dire, d'après la 5^e, que ce phénomène tient à la même cause qui fait rompre tous les ouvrages de verre fondus, si l'on n'a pas la précaution de les recuire, c'est-à-dire, si, avant de les exposer au contact de l'air, on ne les laisse encore exposés à une longue chaleur pour se refroidir par degrés. C'est ce qui paroît résulter de la dernière expérience; mais on ne voit rien moins que clairement comment cela s'opere. C'est probablement l'éruption, dans l'intérieur de la larme, d'un fluide qui s'y précipite par l'endroit rompu de la queue. Peut-être est-ce un phénomène électrique, & peut-être la larme se brise-t-elle par le même mécanisme qui fait souvent briser une jarre de verre lorsqu'on la décharge, c'est-à-dire lorsqu'on restitue l'équilibre entre sa surface intérieure & extérieure. Mais nous ne nous épouiserons pas en conjectures. Contents d'avoir exposé les principaux phénomènes des larmes bataviques, nous abandonnons le surplus à la sagacité & aux recherches de nos lecteurs.

PROBLÈME XXXIX.

Mesurer la quantité annuelle de la Pluie.

PARMI les observations météorologiques que font aujourd'hui les physiciens, est celle de la quantité de pluie tombée annuellement sur la surface de la terre. Cette observation est une des plus faciles, & se fait au moyen d'un instrument que le P. Cotte, dans son *Traité de Météorologie*, a appelé *Udometre* *; & que nous aimerions mieux appeler *Vometre* **. Quoi qu'on pense de notre idée, voici l'instrument.

Il consiste en une caisse carrée, de fer blanc, de plomb ou d'étain, de deux pieds en tout sens, ce qui fait quatre pieds de surface. Elle doit avoir des rebords de six pouces au moins de hauteur, & avoir son fond tant soit peu incliné vers un des angles, où est ménagé un petit tuyau garni de son robinet. L'eau qui s'écoule de ce tuyau tombe dans un autre vase carré, d'une dimension beaucoup moindre, & telle par exemple, qu'une ligne de hauteur dans le grand vase, fasse une hauteur de trois pouces dans le petit. Ainsi, dans le cas présent, ce vase ne devrait avoir que deux pouces & six lignes de base en carré. On sent aisément, d'après cette description, que l'on pourra mesurer jusqu'à de très-petites portions de ligne d'eau tombée dans le grand vase, puisque une ligne de hauteur dans le petit, répondra à une trente-sixième de ligne dans le grand.

* De *u*ap, eau, & *u*etpar, mesure.** De *v*os, pluie.

En situant le grand vase de la maniere convenable, en plaçant le petit au dessous du robinet, & y adaptant ce robinet, de maniere que l'air extérieur n'ait presque aucun accès sur la surface de l'eau dans le petit vase, on pourroit se dispenser de mesurer l'eau tombée, à la fin de chaque pluie. On pourroit ne l'aller examiner & mesurer que tous les trois, quatre ou cinq jours. Cependant il vaut mieux le faire à chaque fois.

On tient enfin registre de la quantité d'eau tombée à chaque fois qu'il a plu, & toutes ces quantités additionnées ensemble, donnent celle qui est tombée dans le courant de l'année.

C'est ainsi qu'on a trouvé, par une suite d'observations faites pendant 77 ans à Paris, que la quantité d'eau qui y tombe par an est, l'un portant l'autre, de 16 pouces 8 lignes.

Mais cette quantité d'eau n'est pas la même par tout. Il est d'autres lieux, d'autres pays où elle est moindre ou plus considérable, suivant leur situation près de la mer ou des montagnes. Voici une table des principaux lieux dans lesquels on a fait cette observation, & de la quantité d'eau qui y tombe annuellement.

	Pouc.	Lig.
Paris,	16	8
Bayeux,	20	
Beziers,	16	3
Aix en Provence,	18	3
Toulouse,	17	2
Lyon,	25	
Lille,	23	

	Pouc.	Lig.
Londres,	18	9
La Haye,	26	6
Rome,	28	
Padoue,	30	
Pétersbourg,	16	1
Berlin,	19	6

REMARQUE.

NOUS croyons devoir faire ici une remarque qui paroît avoir échappé à tous les physiciens qui ont fait des observations de la quantité d'eau de pluie. C'est qu'à chaque fois qu'il pleut de nouveau, il y a une petite quantité d'eau perdue, savoir, celle qui a servi à mouiller le fond du réservoir; car l'eau ne commence à couler en bas que quand ce fond est mouillé jusqu'à un certain point, & revêtu, pour ainsi dire, d'une certaine épaisseur d'eau qu'il faudroit déterminer, & dont il faudroit tenir compte à chaque fois qu'il pleut. Cette quantité d'eau pourroit être mesurée ainsi. Il faudroit prendre une petite éponge humectée au point de n'en pouvoir exprimer d'eau en la pressant très-fort; remplir ensuite le vase, & en laisser écouler toute l'eau; enfin, quand il ne s'en écouleroit plus, ramasser avec cette éponge l'eau restante sur le fond, & l'exprimer dans un vase d'un pouce quarré de base, déjà humecté d'eau. Il est évident que si un vase de 4 pieds quarrés de base donnoit de cette manière 1 pouce de hauteur dans le petit, on en devroit conclure que la pellicule d'eau adhérente au métal, étoit au moins de $\frac{1}{576}$ de pouce, ou une 48^e de ligne d'épaisseur. Je dis au moins; car il est impossible

de reprendre & mesurer toute cette pellicule d'eau. On pourroit sans crainte l'évaluer à un 30 ou un 36^e de ligne. Si donc la pluie s'étoit renouvelée dans le courant de l'année 2 à 300 fois, ce seroit environ 8 lignes à ajouter à la quantité trouvée.

PROBLÈME XL.

De l'origine des fontaines : Calcul de la quantité d'eau des pluies, qui démontre qu'elle suffit pour leur donner naissance & les entretenir.

L'ORIGINE des fontaines & des sources n'auroit pas dû, ce semble, occasionner parmi les physiciens un partage tel que celui qui a régné entr'eux pendant quelque temps; il n'y avoit qu'à considérer attentivement les phénomènes, pour se persuader que cette origine est uniquement due aux pluies qui abreuvent continuellement la surface de la terre, & qui, coulant sur des lits de terre propres à les empêcher de pénétrer plus avant, se font à la fin jour dans les lieux bas. En effet, qui n'a pas observé que la plus grande partie des sources diminuent considérablement lorsqu'il a régné pendant long-temps une grande sécheresse, que plusieurs tarissent absolument quand cette sécheresse est prolongée trop long-temps, qu'elles renaissent lorsque les pluies, les neiges, reviennent humecter la surface de la terre, & qu'elles croissent presque en même progression que ces eaux deviennent plus abondantes?

Cependant, malgré un phénomène si propre à mettre sur la bonne voie, on a vu quelques philosophes penser que cette origine des fontaines

étoit due à une espece de sublimation des eaux de la mer, qui, coulant dans les entrailles de la terre, étoient poussées en vapeurs dans les fentes des rochers, & découloient de-là dans des cavités & des réservoirs préparés par la nature, d'où elles se faisoient jour sur la surface. Quelques-uns ont été jusqu'à figurer ces especes d'alembics souterrains.

Mais tout cela est mal fondé. Si l'eau de la mer produisoit ainsi les fontaines, elle auroit déjà depuis long-temps engorgé de son sel les conduits souterrains par où on la fait passer. D'ailleurs, qui ne voit qu'alors il n'y auroit plus entre l'abondance des plaies & celle de l'eau de la plupart des fontaines, la liaison qu'on y observe, puisque, soit qu'il plût, soit qu'il ne plût point, la distillation intérieure n'en auroit pas moins lieu? Enfin c'est encore une observation, que les eaux de sources distillent toujours de dessus des lits de glaise & non de dessous. Or, comme ces lits interceptent le passage des vapeurs & des eaux, il faut nécessairement que ces eaux viennent de dessus. Un moyen sûr de perdre une source, est de rompre ce lit. Or on produiroit le contraire, si l'eau venoit de dessous.

Ce qui a sans doute engagé ces physiciens à recourir à cette cause éloignée & fautive, c'est qu'ils ont pensé que les eaux des pluies n'étoient pas suffisantes pour alimenter les sources & les rivières. Mais ils étoient assurément dans l'erreur; car, loin de ne pas trouver dans les pluies assez d'eau pour cet effet, on est en quelque sorte embarrassé de la trop grande quantité qu'on en trouve. Le calcul suivant, de M. Mariotte, va le prouver.

M. Mariotte observe que, suivant les expé-

riences, il tombe annuellement environ 19 pouces d'eau sur la surface de la terre. Pour rendre son calcul encore plus convainquant, il n'en suppose que 15; ce qui fait par toise quarrée, 45 pieds cubes; par lieue quarrée de 2300 toises en tout sens, 238050000 pieds cubes.

Or les rivières & sources qui alimentent la Seine avant son arrivée au pont-royal à Paris, comprennent une étendue de terrain d'environ 60 lieues de longueur sur environ 50 de largeur, ce qui fait 3000 lieues superficielles, dont le produit par 238050000, est 714150000000: c'est le nombre de pieds cubes d'eau qui tombe, en l'évaluant au plus bas sur cette étendue de pays.

Examinons maintenant quelle quantité d'eau fournit chaque année la Seine. Cette rivière, au dessus du pont-royal, & étant à sa hauteur moyenne, a 400 pieds de largeur & 5 pieds de profondeur, réduite. La vitesse de l'eau, dans cet état de la rivière, peut être évaluée à 100 pieds par minute, en prenant un milieu entre la vitesse de la surface & celle du fond. Ainsi le produit de 400 pieds de largeur par 5 de hauteur, ou 2000 pieds quarrés, étant multiplié par 100 pieds, on a 200000 pieds cubes pour la quantité d'eau qui passe à chaque minute par cette section de la Seine au dessus du pont royal. Cette quantité sera donc dans une heure, de 12000000; dans les 24 heures, de 288000000; & en un an, de 105120000000 pieds cubes. Or cela n'est pas la septième partie de la quantité d'eau que nous avons vue tomber sur l'étendue du pays qui nourrit la Seine.

Mais que ferons-nous du reste de cette eau? Il est facile d'y répondre. Les rivières, les ruisseaux,

les eaux stagnantes, perdent une quantité considérable d'eau, par la simple évaporation ; il en entre enfin une quantité prodigieuse dans l'accroissement & la nutrition des plantes. Voilà ce que devient le surplus de cette eau.

M. Mariotte fait aussi le calcul de l'eau que doit naturellement fournir une source qui coule un peu au dessous du sommet de la montagne de Montmartre, & qui est alimentée par une étendue de terrain de 300 toises de largeur sur environ 100, ou de 30000 toises de superficie. Il tombe sur ce terrain, par an, la quantité de 1620000 pieds cubes, à raison de 18 pouces de hauteur d'eau pluviale. Mais une partie considérable de cette eau, peut-être les trois quarts, s'écoule tout de suite en bas ; ainsi il n'en pénètre que la quantité de 405000 à travers la terre & le sol sablonneux, jusqu'à ce qu'elle rencontre un lit de glaise, situé à 2 ou 3 pieds de profondeur : de-là cette eau coule jusqu'à l'embouchure de la fontaine, & c'est elle qui l'alimente. Ainsi, en divisant 405000 par 365, on trouve environ 1100 pieds cubes qu'elle doit fournir par jour, ou 38500 pintes ; ce qui fait environ 1600 pintes par heure, ou bien 27 pintes par minute, ou enfin de 2 pouces d'eau. Tel est aussi à peu près le produit de cette source.

On élève d'ordinaire contre ce sentiment sur l'origine des sources, une objection fondée sur une expérience de M. de la Hire, consignée dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, année 1703. Ce sçavant ayant fait fouiller dans un terrain jusqu'à 2 pieds de profondeur, n'y trouva aucune trace d'humidité ; d'où l'on prétend conclure que les pluies ne font que couler superfi-

ciellement, & ne contribuent en rien à la naissance des sources.

Mais cette expérience n'est d'aucun poids, en ce qu'elle est particulière, & contredite par mille autres faits. Il n'est personne qui ignore que l'eau suinte en mille endroits du ciel des carrières, des cavernes, des voûtes souterraines : c'est elle qui, ayant pénétré les terres & coulé entre les joints des pierres, y produit les stalactites & les autres concrétions pierreuses qu'on y observe. Il est donc faux que la pluie ne pénètre pas au-delà de quelques pieds. Le fait observé par M. de la Hire étoit un fait particulier, duquel il avoit tort de tirer une conséquence générale.

On objecte encore, qu'on voit quelquefois des eaux rassemblées à des hauteurs où il est impossible que les pluies donnent naissance à une source. Nous répondrons que, si l'on examine les terrains où se trouvent ces amas d'eaux, on verra toujours qu'elles sont le produit des pluies ou des neiges fondues ; que ces lieux, sur le sommet d'une montagne où se trouvent ces amas, ne sont que des especes d'entonnoirs qui ramassent les eaux d'une petite plaine circonvoisine, entretenues continuellement par les pluies ou les neiges, à quoi contribue aussi le peu d'évaporation qui s'en fait, à cause de la ténuité de l'air. Il restera enfin démontré pour tout bon esprit, que l'origine des sources & fontaines ne doit pas être attribuée à une autre cause qu'aux eaux de pluie & de neige rassemblées.

PROBLÈME XLI.

Le Marteau d'eau, ou de mercure.

CE qu'on appelle le *marteau d'eau*, n'est autre chose qu'une bouteille de verre allongée, dans laquelle est renfermée de l'eau, qui, étant secouée dans ce vase, le frappe avec un bruit qui approche de celui d'un petit coup de marteau.

La cause de cet effet est la privation de l'air. Ce fluide ne divisant plus l'eau dans sa chute, elle arrive au fond de la bouteille comme corps solide, & produit le bruit qu'on vient de dire.

Pour faire donc le marteau d'eau, il faut avoir une fiole de verre, assez solide & allongée, qui soit terminée par un col que l'on puisse sceller hermétiquement: on en pompe l'air dans la machine pneumatique, après y avoir introduit un quart ou un cinquième d'eau: on bouche hermétiquement l'ouverture de la bouteille & l'ayant retirée, on le fait plus solidement, en fondant doucement le col de cette bouteille à la lampe d'émailleur; l'instrument est construit.

Si, au lieu d'eau, on renferme dans cette fiole du mercure, il donnera un coup bien plus éclatant; on en fera même étonné, & l'on aura peine à concevoir comment il ne brise pas la bouteille. Si, de plus, ce mercure est bien purifié, il sera lumineux, & l'on ne pourra le faire couler d'un fond à l'autre, sans voir dans l'obscurité une jolie trace de lumière.

REMARQUE.

ON pourroit, à ce que nous pensons, employer utilement cette propriété du mercure à faire une

lanterne, qu'on pourroit appeler *philosophique*. Il faudroit, pour cela, disposer dans une espece de tambour, un grand nombre de petites fioles comme les précédentes, ou des tubes en spirale, dans lesquels du mercure purifié couleroit continuellement au moyen du mouvement de ce tambour, mouvement qu'il seroit facile de lui donner par une petite machine fort simple & fort peu coûteuse: il en résulteroit une lumiere continue qui n'auroit pas besoin d'aliment. Qui sçait si un jour on ne viendra point à bout par-là de se passer du feu actuel pour nous éclairer dans nos appartemens? Je crains cependant que, quelque multipliée que soit cette lumiere, elle ne soit toujours trop foible pour suppléer à une seule bougie. Mais il est peut-être d'autres applications utiles de cette invention.

PROBLÈME XLII.

Faire une Pluie lumineuse de mercure.

SUR la platine de la machine pneumatique, mettez un plateau circulaire percé de trous, sur lequel portera un petit récipient cylindrique terminé en hémisphère; recouvrez le tout d'un récipient plus grand, percé à son sommet d'un trou qui recevra un entonnoir de verre rempli de mercure: cet entonnoir doit être tel qu'on puisse le fermer par un bouchon, pour l'ouvrir quand il en sera temps.

Cela ainsi préparé, faites le vuide, ou à peu près, dans le récipient; ensuite ouvrez l'entonnoir qui contient le mercure: il s'écoulera tant par son poids que par celui de l'atmosphère qui le presse, & il tombera sur le sommet convexe du récipient.

intérieur; ce qui le fera éparpiller en mille gouttelles lumineuses, & imiter une pluie de feu.

On peut encore faire cette expérience de cette manière. Ayez un bois médiocrement compacte, dans lequel vous ferez creuser un petit réservoir en forme d'hémisphère ou de cône renversé; vous en garnirez l'ouverture supérieure d'un récipient, & vous le remplirez de mercure. Lorsqu'on pompera l'air du récipient, la pression de l'air extérieur fera pénétrer le mercure par les pores du bois, il se fera jour dans le récipient, & y tombera en petites gouttes lumineuses.

PROBLÈME XLIII.

Pour quelle raison, dans les mines qui ont des souterrains sur le penchant d'une montagne, à différentes hauteurs, s'établit-il un courant d'air, qui a dans l'hiver une direction différente de celle qu'il a pendant l'été? Explication d'un phénomène semblable qu'on remarque chaque jour dans les cheminées: Usage qu'on peut faire d'une cheminée pendant l'été.

L est d'usage, pour donner de l'air à une mine, de percer de distance à distance, des puits perpendiculaires qui aboutissent à la galerie horizontale ou peu inclinée où l'on extrait le minéral; & d'ordinaire les embouchures de ces puits sont à différentes hauteurs, à cause de l'inclinaison de la croupe de la montagne. Or, dans ce cas, on éprouve un phénomène assez singulier: c'est que, pendant l'hiver, l'air se précipite dans la mine par l'embouchure du puits le plus bas, & sort par celle du puits le plus haut: le contraire arrive en été.

Pour expliquer ce phénomène, il faut considérer que, dans la mine, la température de l'air est constamment la même, tandis que dehors elle est alternativement plus froide & plus chaude, savoir, plus froide en hiver, & plus chaude en été. D'un autre côté, on doit remarquer que le puits dont l'embouchure est la plus élevée, la galerie & l'autre puits, forment un syphon recourbé à branches inégales. Or voici ce qui arrive.

Lorsque l'air extérieur est plus froid que celui de la mine, la colonne d'air qui presse sur l'orifice inférieur D, presse davantage sur tout l'air contenu dans le syphon DCBA, que celle qui presse sur l'orifice A: ainsi cet air doit être chassé en circulant dans le sens DCBA. Mais l'air froid qui entre par D, est aussi-tôt échauffé au même degré que celui de la mine: ainsi il est poussé comme le premier par la colonne reposante sur l'orifice D.

C'est le contraire qui arrive en été; car alors l'air extérieur est plus chaud que celui de la mine. Ce dernier étant le plus pesant, la branche AB du syphon prépondère sur BC, sans que la différence des colonnes qui pesent sur A & sur D, puisse opérer le contrepois. Ainsi l'air contenu dans le syphon ABCD, doit prendre un mouvement dans ce sens, & conséquemment se mouvoir en sens contraire du précédent. Telle est l'explication du phénomène.

On en observe un semblable chaque jour dans les cheminées, & qui est d'autant plus sensible, que les tuyaux de cheminée sont plus hauts; car une cheminée, avec la chambre où elle aboutit, la porte ou la croisée, forment un syphon semblable au précédent. D'ailleurs l'air extérieur est, depuis les 9 heures du matin jusqu'aux 8 ou 9

Pl. 4.
fig. 21.

heures du soir, plus chaud que l'intérieur pendant l'été, & au contraire. Le matin donc, l'air doit descendre par la cheminée, & sortir par la fenêtre ou la porte; au contraire, cet air extérieur étant plus froid la nuit que le jour, il doit entrer par la porte ou la fenêtre, & monter par la cheminée. Vers les 8 ou 9 heures du matin, & les 8 ou 9 heures du soir, l'air est comme stationnaire; effet nécessaire dans le temps du passage d'une direction à l'autre.

On pourroit, dit M. Francklin, qui paroît avoir le premier observé ce mouvement, on pourroit, dit-il, l'appliquer à quelques usages économiques pendant l'été; & alors le proverbe qui dit, *utile comme une cheminée en été*, se trouveroit en défaut. Un de ces usages seroit de servir de garde-manger; car en bouchant les deux ouvertures de la cheminée par un simple treillis ou canevas, le courant d'air alternatif & presque continu qui s'établirait dans la cheminée, ne pourroit manquer de tenir la viande fraîche & de la conserver.

On pourroit peut-être encore faire usage de ce courant pour quelque ouvrage qui exige moins de force que de continuité. Pour cet effet, il faudroit établir dans le tuyau de la cheminée un axe vertical, garni d'une hélice; le courant d'air la meneroit continuellement, tantôt dans un sens, tantôt de l'autre, & probablement avec assez de force pour élever une petite quantité d'eau par heure. Mais comme elle ne chommeroit que trois ou quatre heures de la journée, elle ne laisseroit pas de produire un effet assez grand par jour. Au surplus le moteur ne coûteroit rien. Il faudroit, dans ce cas, employer un engrenage qui fût tel,

que, de quelque côté que tournât l'axe garni d'hélices, le mouvement du surplus de la machine se fît toujours dans le même sens; ce qui est non-seulement possible, mais que nous avons vu exécuté chez M. Lorient, à Paris.

PROBLÈME XLIV.

Mesurer les hauteurs des montagnes au moyen du Barometre.

IL est assez rare qu'on puisse mesurer les hauteurs des montagnes par des opérations géométriques; souvent même cela est impraticable. Un voyageur, par exemple, qui traverse une chaîne de montagnes, & qui desire connoître les hauteurs des points principaux sur lesquels il a gravi, ne sçauroit recourir à ce moyen. Le barometre en fournit un commode, & assez exact, pourvu qu'on l'emploie avec les attentions nécessaires.

On sentira aisément le principe sur lequel est appuyée cette méthode, lorsqu'on se rappellera qu'un barometre porté au haut d'une montagne, se soutient à une moindre hauteur qu'au bas; 1^o parcequ'il a une moindre quantité d'air au dessus de lui; 2^o parceque cet air est moins dense, puisqu'il est déchargé d'une partie du poids qu'il supporte au bas de la montagne. Tel est le fondement des regles qu'on a imaginées pour appliquer à la mesure des hauteurs des montagnes, la hauteur à laquelle le barometre s'y tient. Toutefois ce n'est pas une légère difficulté de donner une regle bien exacte pour cela; car la hauteur du mercure dans le barometre tient à tant de causes physiques qui se compliquent ensemble, qu'il est extrême-

ment difficile de les concilier, & de les soumettre au calcul. M. de Luc, citoyen de Geneve, qui a traité avec le plus grand soin ce sujet, en combinant toutes les circonstances & toutes ces causes, nous paroît cependant être venu à bout de donner une méthode qui, si elle n'est pas absolument parfaite, est du moins celle qui approche le plus de l'exactitude. C'est à celle-là que nous nous bornerons.

Pour procéder avec exactitude dans cette opération, il est nécessaire d'avoir un bon barometre purgé d'air & portatif, avec un bon thermometre. Nous le supposerons de Réaumur, quoique M. de Luc, pour faciliter le calcul, ait proposé une division particuliere. Si l'on aspire à une grande exactitude, il faut encore avoir au pied de la montagne, ou dans une des villes les plus voisines, dont la hauteur au dessus de la mer est connue, un observateur qui examine la marche du barometre.

Parvenu au sommet de la montagne, ou au lieu dont on veut observer la hauteur, on y examinera la hauteur du barometre, après l'avoir mis bien verticalement; on suspendra aussi à sa proximité le thermometre dans un endroit isolé, & l'on tiendra note du degré auquel s'éleve le mercure.

Cela fait, on comparera la hauteur du barometre observée sur la montagne, avec celle du barometre correspondant, observée dans le même temps; on prendra les logarithmes de ces deux hauteurs exprimées en lignes, & l'on en retranchera les quatre derniers chiffres: ce sera la différence des hauteurs exprimées en toises de Paris.

Mais cette hauteur exige une correction, car elle n'est exacte que lorsque la température simul-

tanée des deux lieux est de $16\frac{3}{4}$, comptés au thermometre de Réaumur. Pour chaque degré que le thermometre sera resté au dessous de $16\frac{3}{4}$ dans la station supérieure, il faudra ajouter une toise sur 215, & au contraire l'ôter pour chaque degré au dessous de la température qu'on vient de dire.

On fera la même correction *, mais en sens contraire, au moyen du thermometre qui a resté dans la station fixe; c'est-à-dire que, pour chaque degré dont il s'est tenu au dessus de $16\frac{3}{4}$, on retranchera de la hauteur trouvée ci-dessus, une toise sur 215; & au contraire. La hauteur trouvée ainsi corrigée deux fois, sera, à bien peu de chose près, la différence de hauteur des deux lieux au dessus de la surface de la mer, ou la hauteur de l'un sur l'autre.

Supposons, par exemple, que dans la station inférieure le barometre se soit tenu à 27 pouces 2 lignes, ou 326 lignes; que dans la station supérieure il ait baissé à 23 pouces 5 lignes, ou 281 lignes.

Le logarithme de 326 est 2.5132176, celui de 281 est 2.4487063: leur différence est 0.0645113, dont retranchant les trois derniers chiffres, pour équivaloir à la division par 1000, il reste 645 toises.

Nous supposerons encore qu'au haut de la montagne, le thermometre de Réaumur montrait 6 degrés au dessus de la congelation, & dans la station inférieure, 12: c'est, pour la station supérieure, $10\frac{3}{4}$ au dessous de $16\frac{3}{4}$; par conséquent

* Cette seconde correction, quoique non indiquée par M. de Luc, nous paroît nécessaire par plusieurs raisons qu'il seroit trop long de développer.

10 toises $\frac{3}{4}$ à ajouter par chaque 215, à la hauteur ci-dessus, qu'on trouvera conséquemment, par une règle de trois, être 32 toises.

On trouvera, par la correction contraire, que la hauteur à retrancher est 20; il restera conséquemment 12 toises à ajouter, & la hauteur doublement corrigée sera 657 toises.

M. Néeđham a observé sur le mont Tourné, l'une des montagnes des Alpes, la hauteur du barometre de 18 pouces 9 lignes, ou 225 lignes. Supposons qu'au même instant on l'eût observée, au niveau de la mer, de 28 pouces justes, ou 336 lignes, ce qui est la hauteur moyenne au bord de la mer: la différence des logarithmes de 336 & 225, en en retranchant les trois derniers chiffres, est 1742: on en pourroit conclure que la hauteur du mont Tourné est de 1742 toises au dessus de la mer. Mais comme nous n'avons point d'observation correspondante au niveau de la mer, ni d'observation du thermometre, faite en même temps, nous n'employons cette observation de M. Néeđham, que comme un exemple du calcul. Il est probable seulement que la hauteur du mont Tourné est entre 1700 & 1800 toises.

REMARQUES.

COMME un barometre portatif est un instrument très-difficile à se procurer & à conserver, il est presque nécessaire qu'un voyageur observateur se contenté de se former son barometre toutes les fois qu'il veut observer. Mais comme alors son mercure ne sera point purgé d'air, il se tiendra quelques lignes plus bas que le barometre construit avec toutes les précautions imaginables. Cette différence peut aller à 2 ou 3 lignes.

Quant

Quant à un thermometre de M. de Réaumur ; rien de si facile que d'en transporter un ; ainsi il n'y a nulle difficulté.

Mais comment fera un voyageur pour avoir des observations correspondantes, soit au bord de la mer, soit dans quelque autre lieu fixe ; ce qui est pourtant nécessaire pour pouvoir faire un usage suffisamment exact de ses observations propres ? Cela me paroît mettre à cette maniere de déterminer les hauteurs des montagnes, des limitations bien considérables.

D'ailleurs il nous semble que, quand même on auroit au bord de la mer, ou dans quelque ville située, par exemple, au milieu de la France, & dont la hauteur au dessus de la mer seroit connue, un observateur assidu, on ne seroit pas beaucoup plus avancé ; car la température de l'atmosphere peut varier sur le bord de la mer de Genes, être à la pluie, par exemple, pendant que le temps sera beau & serein sur les montagnes des Alpes ou des Apennins, ou au contraire ; nouvelle difficulté à surmonter.

On le pourroit faire néanmoins en partie, en sçachant, pour le bord de la mer la plus voisine, quelle est la plus grande, la moyenne & la moindre élévation du barometre, & en jugeant, par diverses conjectures météorologiques, de la nature de la température sur la montagne à mesurer, quoiqu'on ne fasse presque qu'y passer : car si un hygrometre y marquoit, par exemple, une grande humidité, il y auroit lieu de croire que le temps est à la pluie, & que le barometre stable y indiqueroit ses moindres hauteurs ; comme au contraire, si l'air étoit très-sec, on en pourroit conclure avec probabilité que le temps est serein,

& que le barometre fixe y indiqueroit sa plus grande hauteur : mais , il faut en convenir , tout cela n'est pas d'une exactitude bien capable de satisfaire.

Quoi qu'il en soit , on a fait sur le haut des montagnes bien des observations barométriques , & on en a conclu leurs hauteurs. On en a aussi , par occasion , mesuré plusieurs géométriquement : c'est pourquoi nous croyons que nos lecteurs verront avec plaisir une table de ces observations & hauteurs différentes. Celle que nous allons donner est formée de plusieurs colonnes , dont la premiere s'explique d'elle-même ; la seconde contient la hauteur du barometre , observée dans les lieux désignés par la premiere. Comme , pour la plupart , on n'a point désigné la température actuelle de l'air , nous prendrons cette hauteur pour la hauteur moyenne , & au degré moyen de chaleur. La troisieme contient la hauteur déduite de l'observation , suivant la méthode de M. de Luc. Dans la quatrieme nous avons porté la dimension géométrique , quand elle nous a été connue. Quelquefois aussi , ne connoissant que la dimension géométrique , nous nous sommes bornés à la donner.

Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons dit ailleurs sur l'excessive hauteur que les anciens attribuoient à quelques montagnes : on peut le voir dans le tome précédent , page 97.

TABLE des hauteurs de différents lieux de la Terre
& de diverses Montagnes au dessus du niveau
de la Mer.

NOMS DES LIEUX.	HAUT. du Baromet.	HAUT. déd. du Baromet.	HAUT. mesure géométr.
	P. L.	Toises.	Toises.
<i>FRANCE.</i>			
Paris, niveau de la Seine aux moyennes eaux, au Pont-Royal,			18 $\frac{1}{2}$
Paris, rez de chaussée de l'Observ.			58
Verfailles, r. de ch. du château, ..			77 $\frac{1}{2}$
Orléans, niveau de la Loire basse, ..			52
Lyon, niv. du Rhône,			84
Clermont-Ferrand,	27.0 $\frac{1}{2}$	158.	
<i>Montag. de l'Auvergne.</i>			
Le Puy-de-Dome,	23.9 $\frac{1}{2}$	716.	
La Costa,	23.4	825.	851
Le Puy-de-Violent,	23.3	840.	853
Le Cantal,	22.5	966.	984
Le Mont d'Or,	22.1	1031.	1040
<i>Pyénées.</i>			
Mont S. Barth. dans le p. de Foix, ..	21.2 $\frac{1}{2}$	1211.	1190
Le Mouffet,	21.0	1241.	1289
Le Canigou,	20.2	1416.	1454
Bains de Barege,	24.8	589.	
Le Pic du midi,	21.1	1481.	
Mont Ventoux,			1036
<i>ALPES SUISSES.</i>			
Le Lac de Genève,			188
Lac de Neuchâtel,			214
Le Glacier de Buet, près Geneve, ..	19.6	1560.	
La montagne de la Dole, id.	23.4	825.	847

NOMS DES LIEUX.	HAUT. du Baromet.	HAUT. déd. du Baromet.	HAUT. mesure géométr.
	P. L.	Toises.	Toises.
Le Mont Blanc ou maudit, dans <i>le Faucigny</i> ,			2390
Le Fort d'Aarbourg,			237
Le Mont Pilate, <i>C. de Lucerne</i> ,			1450
L'Antfendas, <i>C. de Berne</i> ,			1460
Mont Gothard, <i>plus haute pointe</i> *			2420
<i>Apennins.</i>			
Monte di Sibilla,			1150
di Carpegna,			718
di Catria,			868
di Pennino,			808
<i>ALPES PIÉMONTOISES.</i>			
Turin,	27		123
S. Remi,	23		854
Mont S. Bernard, <i>au Couvent</i> , ...	20	10	1254
Mont-Serene,	20	7	1328
Cor-Mayeur, <i>au sommet de l'Al-</i> <i>lée blanche</i> ,	20	9	1302
Ville des Glacieres,	22	6 $\frac{1}{2}$	942
Mine de Pefey, <i>en Savoie</i> ,	21	10	1080
Mont-Tourné,	18	9	1742
<i>SICILE.</i>			
Mont Æthna **	18	1 $\frac{1}{2}$	1676

* Cette montagne paroît être la plus élevée de notre Europe. J'en ai déduit la hauteur de la hauteur apparente, mesurée par M. Micheli, du fort d'Aarbourg, qui en est à 62000 toises. Mais comme cette hauteur n'est que de deux degrés sur l'horizon, je l'ai corrigée, en en déduisant la réfraction : c'est une attention que n'a pas eue M. Micheli, & qui lui a fait donner un catalogue des hauteurs des montagnes de la Suisse, qui excèdent sûrement la vérité.

** Cette mesure est déduite d'observations simultanées du barometre, faites à Catane, où le mercure étoit à 27 p. 10 l. (pied de France), & sur l'Æthna, où il étoit à 18.1 $\frac{1}{2}$. On y a eu aussi égard, suivant la regle de M. de Luc, aux différentes températures de l'air, qui étoient sur l'Æthna -- 2 $\frac{1}{4}$ au thermometre de Réaumur, & à Catane à 19 $\frac{1}{2}$.

NOMS DES LIEUX.	HAUT. du Baromet.	HAUT. déd. du Baromet.	HAUT. mesure géométr.
	P. L.	Toises.	Toises.
<i>CANARIES.</i>			
Le Pic de Ténériffe,	17.5	1980	
<i>PÉROU.</i>			
La Vallée de Quito, à Quito, cap. de cette province,	20.1		1470
Pitchintcha, volcan éteint, som- met oriental,	15.11	2453	2434
Antifana, volcan éteint,			3020
El-Coraçon,	15.10	2496	2470
Ilinica,			2727
Kotopaxi, volc. rall. en 1744,			2950
Chimborazo, volc. éteint,			3220
Cargaviraço, id.			2430
Tongouragoa, id.			2620
El-Altar, id.			2730
Sangai, id.			2680
Kota-Catché, au n. de Quito, ...			2570
Cayambé-Orcou, sous l'équat.,			3030
<i>AFRIQUE.</i>			
Montagne de la Table,	24.10	521	537

OBSERVATION GÉNÉRALE.

NOUS remarquerons, pour achever cette matière, que l'on ne doit pas entièrement imputer à la méthode les différences assez considérables qu'on rencontre assez souvent dans cette table, entre la mesure barométrique & la mesure géométrique. Cette dernière est certaine; mais les observateurs des hauteurs barométriques ont souvent fait usage d'instruments fort imparfaits; ordinairement ils

n'ont point eu d'observations correspondantes ; presque jamais ils n'ont tenu compte de la différence de chaleur dans les postes de comparaison : on ne doit donc pas s'étonner de ces différences, qui seroient certainement beaucoup moindres sans ces défauts des observations.

PROBLÈME XLV.

Faire une Fontaine artificielle, à l'imitation d'une source naturelle.

NOUS supposons qu'on ait à sa disposition un terrain un peu en pente, dont le fond soit glaiseux & peu éloigné de la superficie de la terre. Dans ce cas on pourra, par le procédé suivant, se procurer une fontaine ou une source absolument semblable aux fontaines naturelles, & propre à remplir tous les besoins d'une maison.

Pour cet effet, découvrez ce lit glaiseux sur une étendue, par exemple, d'un arpent ou 30 toises de long sur 30 toises de large. Il faudra l'enceindre d'une bande de glaise dans la partie inférieure, en n'y laissant d'ouverture qu'à l'endroit absolument le plus bas, qui sera celui par où l'eau sortira. On y adaptera quelque pierre percée d'un trou d'un pouce au plus de diamètre. Cela fait, on ramassera des cailloux de différentes grosseurs, & l'on couvrira cette aire des plus gros, ensorte qu'ils ne laissent entr'eux qu'un intervalle de quelques pouces. On en placera d'autres un peu moins gros sur les interstices laissés par les premiers, & on en fera ainsi plusieurs amas les uns sur les autres, en diminuant toujours de grosseur, jusqu'à ce que les derniers ne soient plus que comme de très-

gros graviers. On jettera ensuite là-dessus du gros sable à quelques pouces d'épaisseur, & ensuite du plus menu, tel que celui qu'on emploie à sabler les promenades. Mais si l'on étoit à portée de se procurer de la mousse, il seroit bon, pour empêcher le sable de couler dans les interstices des cailloux, il seroit bon, dis-je, d'en couvrir la couche de gros graviers, à l'épaisseur d'un demi-pouce.

Il est évident que l'eau pluviale qui tombera sur toute la superficie de cet arpent, pénétrera à travers le sable, coulera dans les interstices des cailloux qui couvrent l'aire de glaise, & enfin, par l'effet de la pente du terrain, se portera vers l'ouverture ménagée dans le bas, d'où elle s'écoulera par un filet plus ou moins gros, suivant son abondance.

Or, en supposant que l'eau qui tombe annuellement sur ce terrain est de 18 pouces de hauteur, on trouvera que la quantité d'eau qu'il rassembleroit seroit de 48600 pieds cubes. Nous en supposons un quart absorbé par l'évaporation, ou restant entre les joints & interstices des pierres, du sable & de la mousse : on aura donc encore 36000 pieds cubes d'eau par an, ou 4500 muids d'eau, sur lesquels on pourra compter, c'est-à-dire au moins 12 muids d'eau par jour ; ce qui est, je pense, tout ce qui est nécessaire pour les besoins d'une maison, même considérable.

On me dira peut-être que voilà une source dont l'eau coûteroit assez cher. J'en conviens ; mais 1^o je doute que la formation de cette fontaine coûtât autant que la construction d'une citerne, ouvrage qui exige, pour contenir l'eau, des attentions particulières, un courroi de glaise, &c. & qui ne rassemble les eaux pluviales que de

quelques toits, de quelques cours, &c. eaux par conséquent pour la plupart fort mal-propres; 2^o je n'ai pas voulu perdre le fruit de mes rêveries. Le lecteur en fera ce qu'il voudra.

On pourra, au reste, rendre ceci beaucoup moins coûteux, en ne préparant, de la manière qu'on vient de dire, qu'une petite portion de terrain, comme d'une dizaine de toises en carré dans l'endroit le plus bas; & pour suppléer au peu d'abondance de l'eau pluviale qu'on auroit par là, car elle ne seroit que de 5400 pieds cubes, on pourroit dériver sur ce terrain, par des canaux ouverts, celle qui tomberoit sur les environs à une distance de quelques centaines de toises: on auroit, par ce moyen, un réservoir d'eau filtrée très-abondant, &, à ce que je crois, peu coûteux; l'agrément enfin de jouir d'une source tout-à-fait semblable à celles que nous donne la nature.

Je craindrois seulement que l'eau ne s'en écoulât avec trop de rapidité; mais on pourroit y obvier, en ne lui laissant sa sortie que par un trou de la dimension convenable pour qu'elle fût à peu près perpétuelle, ou en le garnissant d'un robinet qu'on tiendroit fermé quand on n'auroit pas besoin de tirer de l'eau.

PROBLÈME XLVI.

Quelle est la pesanteur de l'air dont le corps d'un homme est continuellement chargé?

QUI est-ce qui s'imagineroit que nous vivons continuellement chargés d'un poids de 30 à 40 milliers qui nous comprime & nous presse dans tous les sens? C'est-là cependant une vérité que

la découverte de la pesanteur de l'air met hors de doute.

Tout fluide pese sur sa base en raison de l'étendue de cette base & de sa hauteur. Or on a démontré que le poids de l'air équivalait à une colonne d'eau de 32 pieds de hauteur ; conséquemment chaque pied quarré à la surface de la terre, est chargé d'une colonne d'air équivalente à une de 32 pieds cubes d'eau, c'est-à-dire de 2240 livres, le pied cube pesant 70 livres. On évalue du reste la surface du corps humain, dans un homme de stature médiocre, à 14 pieds quarrés : ainsi, multipliant 2240 livres par 14, on a 31360 livres pour le poids appliqué sur toute la surface du corps d'un homme de stature médiocre.

Mais comment peut-on résister à une charge semblable ? la réponse est facile. Toute notre machine est imprégnée d'un air qui est en équilibre avec cet air extérieur. On n'en sçauroit douter, quand on a vu un animal mis dans la machine pneumatique, s'enfler aussi-tôt qu'on a commencé à en pomper l'air, se distendre enfin au point de périr, & de crever même, si l'on continue.

C'est cette différence de pesanteur qui nous rend ou plus lestes ou abattus, suivant que notre corps est plus ou moins chargé. Dans le premier cas, le corps étant plus resserré par le poids de l'air, le sang circule avec plus de rapidité, & toutes les fonctions de l'animal se font avec plus de facilité. Dans le second, le poids ayant diminué, toute la machine est relâchée, & les orifices des vaisseaux le sont à proportion ; le sang manque de vélocité, & ne donne plus au fluide nerveux l'activité qu'il avoit : l'on est abattu, incapable

de travail & de réflexion, & cela arrive sur-tout lorsque l'air est en même temps humide; car rien ne relâche autant les fibres de notre frêle machine, que l'humidité.

PROBLÈME XLVII.

Construction d'une petite machine qui, à l'imitation de la statue de Memnon, produira des sons au lever soleil.

TOUT le monde sçait ce qu'on raconte de la statue de Memnon, exposée dans un temple d'Égypte. Si l'on en croit les anciens historiens, elle faluoit le soleil levant par des sons qui paroissoient sortir de sa bouche. Quoi qu'il en soit de ce trait historique, voici la maniere de produire un pareil effet.

Pl. 4, fig. 22. Soit un piédestal en forme de parallélépipède concave ABC; que la concavité en soit divisée en deux parties par un diaphragme DE. La partie inférieure doit être bien close, & remplie d'eau jusqu'au tiers environ de la hauteur, & le surplus doit être rempli d'air. Le diaphragme DE doit être percé d'un trou qui donne passage à un tuyau de quelques lignes de diametre, bien soudé avec ce diaphragme, & descendant jusques près du fond de la cavité inférieure. Il doit y avoir dans ce tuyau assez d'eau pour que, l'air étant refroidi au degré de la température de la nuit, l'eau soit à peu près au niveau de FG. Une des faces du piédestal doit être enfin assez mince pour s'échauffer facilement aux rayons du soleil. Le plomb est un des métaux qui s'échauffent le plus de cette maniere; c'est pourquoi une lame mince de plomb fera propre à cet effet.

KL est un axe tournant librement sur des pivots en K & L, & autour de cet axe est enroulé un filet très-flexible, soutenant d'un côté le poids N, & de l'autre le poids M, qui plonge librement dans le tuyau HI. Le rapport de ces poids doit être tel, que le poids M l'emporte sur N lorsque le premier sera livré à lui-même, mais N doit l'emporter sur M lorsque celui-ci perdra une partie de son poids en nageant dans l'eau; ce qui est facile à combiner.

Enfin l'axe KL porte un tympan de quelques pouces de diamètre & de longueur, garni à sa circonférence de dents qui, en appuyant sur les touches d'un petit clavier, font lever des fauteux qui frappent des cordes accordées harmoniquement. Il faut qu'un tour ou deux du tympan achevent l'air, qui doit être au surplus très-simple, & composé de peu de notes. Toute cette petite mécanique peut être facilement renfermée dans la cavité supérieure du piédestal. Le dessus portera une figure en buste, telle qu'on représente la statue de Memnon, avec la bouche ouverte & en attitude de parler. Il ne seroit pas difficile de lui faire des yeux mobiles, & qui eussent un mouvement dépendant de celui de l'axe KL.

D'après cette construction, on sentira aisément que le côté du piédestal exposé au levant, ne pourra recevoir les rayons du soleil sans s'échauffer; qu'en s'échauffant, il échauffera l'air contenu dans la cavité inférieure; que cet air fera monter l'eau dans le tuyau HI; qu'alors le poids N l'emportera, & fera tourner l'axe KL avec le tambour garni de pointes, qui feront lever les touches du petit clavier; ce qui donnera des sons, & fera sonner le petit air qu'on aura noté. Mais il faudra,

pour cet effet, que le diametre de l'axe KL soit modelé de maniere que le poids N, en descendant, par exemple de deux lignes, fasse faire assez rapidement un tour ou deux au tambour, afin que les sons se succedent assez rapidement l'un à l'autre pour former un air.

Le P. Kircher avoit, dit-on, dans son *Museum*, une machine à peu près semblable, dont le P. Schott donne la description; mais je crois être fondé à dire qu'elle ne produisoit point son effet, car le P. Schott se borne à faire pousser de l'air par un petit tube contre des especes de vanes dont étoit garnie une petite roue: mais, comme cet air ne seroit sorti que fort lentement, il est clair que la roue n'eût eu aucun mouvement. Si donc la machine du P. Kircher produisoit son effet, comme on le dit, la description du P. Schott n'est pas celle de son mécanisme. Je n'oserois encore gager que celle-ci remplît son objet, car je doute fort que le soleil levant raréfiât sensiblement l'air renfermé dans la cavité inférieure.

REMARQUE.

NOUS bornerons ici ce que nous avons à dire sur les différentes machines qu'on peut mettre en mouvement au moyen de la compression, de la raréfaction, de la condensation, &c. de l'air; car si nous voulions imiter le bon P. Schott, nous trouverions la matiere d'un volume in-4°. Nous nous contenterons donc d'indiquer aux curieux de ces machines, la *Mecanica hydraulico-pneumatica* (Franç. 1657, in-4°) de ce Jésuite, ou sa *Technica curiosa*, seu *Mirabilia artis* (Herbip. 1664, 2 vol. in-4°); on y trouvera de quoi s'amuser jusqu'à satiété de ces inventions assez frivoles,

compilées pour la plupart des ouvrages du P. Kircher, qui s'en est beaucoup occupé ; ou d'après Héron, dans ses *Spiritualia* ; Alleoti, son traducteur & commentateur ; Dobrezensky, dans sa *Philosophia Fontium* ; &c, &c.

PROBLÈME XLVIII.

Des Phénomènes des Tuyaux capillaires.

ON appelle tuyaux capillaires, des tuyaux de verre dont la capacité intérieure est d'un diamètre très-étroit, comme d'une demi-ligne & au dessous. L'origine de cette dénomination est aisée à reconnoître.

Ces tuyaux présentent des phénomènes fort singuliers, & sur l'explication desquels je ne vois pas qu'on se soit encore accordé. Il a été jusqu'à ce moment plus aisé de détruire à cet égard que d'élever. Voici les principaux de ces phénomènes.

I. On sçait que dans deux tuyaux qui se communiquent, l'eau, ou un fluide quelconque, s'éleve à même hauteur ; mais si une des branches est capillaire, cette regle n'a plus lieu ; l'eau s'éleve plus haut que le niveau dans le tube capillaire, & d'autant plus au dessus du niveau de l'autre branche, qu'il est plus étroit.

Il parut d'abord bien facile aux premiers physiciens, témoins de ce phénomène, d'en donner une explication. On imagina que l'air qui presse sur l'eau contenue dans le tube capillaire, éprouvoit quelque difficulté à exercer son action, à cause du peu de largeur du tuyau ; il devoit donc en résulter un exhaussement du fluide de ce côté.

Cela n'étoit pas bien satisfaisant ; car quelle apparence que l'air , dont les particules sont si déliées , ne fût pas fort à son aise dans un tuyau d'une demi-ligne ou d'un quart de ligne de diametre ?

Mais quelle que fût cette explication , satisfaisante ou non à cet égard , les deuxieme & troisieme phénomènes des tuyaux capillaires la renverserent entièrement. En effet ,

II. Lorsqu'au lieu d'un fluide aqueux on emploie du mercure , ce fluide , au lieu de s'élever dans la branche capillaire jusqu'au niveau de la ligne qu'il atteint dans l'autre , ce fluide , dis-je , reste au dessous de ce niveau.

III. Qu'on fasse l'expérience dans le vuide , tout reste de même que dans l'air ouvert. Ce n'est donc pas dans l'air qu'il faut chercher la cause du phénomène.

IV. Si l'on frotte l'intérieur du tube avec une matiere graisseuse , comme du suif , l'eau , au lieu de s'élever au dessus du niveau , reste au dessous. Il en est de même si l'on fait l'expérience avec un tube de cire , ou avec des plumes d'oiseaux , dont l'intérieur est toujours graisseux.

V. Si l'on plonge le bout d'un tuyau capillaire dans l'eau , ce fluide s'y élève aussi-tôt au dessus du niveau de celui du vase , à la même hauteur qu'il s'élèveroit dans le cas d'un syphon à branches d'un côté capillaire & de l'autre de diametre ordinaire ; enforte que , si on touche seulement la superficie de l'eau , elle est aussi-tôt comme attirée à la hauteur que nous venons de dire , & elle y reste suspendue lorsqu'on retire le tube de l'eau.

VI. Si un tube capillaire étant soutenu perpen-

diculairement ou fort près de la verticale, on fait couler sur sa superficie extérieure une goutte d'eau, lorsqu'elle est arrivée à l'orifice inférieur, elle entre dans le tube, & si elle est suffisamment grosse, elle y occupe la hauteur à laquelle elle se tiendrait au dessus du niveau dans une branche de syphon de ce calibre.

VII. Les hauteurs auxquelles l'eau se soutient dans un tube capillaire, sont en raison inverse des diametres. Ainsi, ayant observé, par exemple, que dans un tuyau d'un tiers de ligne l'eau s'éleve à la hauteur de 10 lignes, elle devra s'élever à la hauteur de 20 lignes dans un tuyau d'un sixieme de ligne; à la hauteur de 100, dans un tuyau d'un trentieme de ligne.

Dans de pareils tuyaux, l'abaissement du mercure au dessous du niveau, suit aussi la raison inverse des diametres des tubes.

VIII. Si un tube capillaire est formé de deux Pl. 4.
parties ayant des calibres inégaux, comme l'on fig. 23.
voit dans la fig. 23, où AB est d'un calibre beaucoup moindre que BC; que *ab* soit la hauteur où l'eau se soutiendrait dans un tube tel que AB, & *cd* celle où il se tiendrait dans le plus large BC; qu'on plonge ce tube en sorte que l'orifice du plus petit B, soit élevé au dessus du niveau d'une hauteur plus grande que *cd*, l'eau s'y soutiendra, comme on voit dans la fig. 24, à cette hauteur Fig. 24.
cd au dessus du niveau: mais si on plonge le tube en sorte que l'eau arrive jusqu'à B, elle s'élevera tout de suite à la même hauteur que si le tube eût été du même calibre que celui d'en haut.

Il en est de même si l'on plonge le tube capillaire en commençant par le plus étroit.

IX. On se tromperoit si l'on imaginoit que les liqueurs les plus légères s'élevent davantage. L'esprit-de-vin est des liqueurs aqueuses celle qui s'y élève le moins : dans un tube où l'eau s'élevoit à 26 lignes, l'esprit-de-vin ne s'y élévoit qu'à 9 ou 10. En général l'élévation de l'esprit-de-vin n'est que la moitié ou le tiers de celle de l'eau.

Cette élévation dépend aussi de la nature du verre ; dans certains tubes, l'eau se tient beaucoup plus haute que dans d'autres, quoique leurs calibres soient les mêmes.

Il est nécessaire de connoître ces phénomènes, pour se convaincre que ce n'est rien d'extérieur au tube & à la liqueur qui produit ces effets. En effet, les phénomènes sont absolument les mêmes dans le vuide ou dans l'air extrêmement atténué, que dans celui que nous respirons. Ils varient aussi selon la nature du verre dont le tube est formé : ils sont aussi différents, selon la nature du fluide. C'est donc dans quelque chose d'inhérent à la matiere du tube & à celle du fluide, qu'on doit les rechercher.

On donne communément pour cause de ces phénomènes, l'attraction qu'exercent mutuellement le verre sur l'eau & l'eau sur le verre. Cette explication a trouvé un grand contradicteur dans le P. Gerdil, religieux Barnabite & habile physicien, qui a fait tout son possible pour la renverser. M. de la Lande, au contraire, a pris sa défense, & est un des écrivains modernes qui ont mis cette explication dans le plus beau jour. On peut voir aussi à ce sujet, parmi les Mémoires de Pétersbourg, un écrit de M. Weibrecht, très-profond & très-sçavant. On ne trouvera pas mauvais que nous nous bornions à ces indications.

PROBLÈME

PROBLÈME XLIX.

De quelques tentatives du mouvement perpétuel, au moyen de syphons capillaires.

DÈS qu'on a vu l'eau s'élever dans un tube capillaire au dessus du niveau de celle dans laquelle il étoit plongé, ou au dessus de celui où elle étoit dans le tube non-capillaire, avec lequel il forme un syphon renversé, on n'a pas manqué d'en conjecturer la possibilité du mouvement perpétuel; car, a-t-on dit, si l'eau s'élève à la hauteur d'un pouce au dessus de ce niveau, interrompons son ascension, en ne donnant au tube que trois quarts de pouce: l'eau s'élèvera donc au dessus de l'orifice, & retombant par les côtés dans le vase, il s'en élèvera d'autre, & ainsi sans cesse: ou bien, que l'eau élevée dans la branche capillaire du syphon soit dérivée par un tube incliné dans l'autre branche, il se fera un mouvement de circulation continuel; & voilà un mouvement perpétuel donné par la nature.

Mais malheureusement l'expérience ne confirme pas cette idée. Si l'on intercepte l'ascension de l'eau dans un tube capillaire, en le coupant, par exemple, à la moitié de la hauteur à laquelle elle devoit s'élever, l'eau ne s'élève pas pour cela au dessus de l'orifice pour retomber sur les côtés. Il en est de même de l'autre tentative.

Mais en voici une fort ingénieuse, & telle, qu'il est bien difficile de reconnoître la cause de son peu de succès.

Soit le tuyau capillaire ABC, mais dont la longue branche soit d'un diamètre beaucoup plus petit que l'autre. On suppose que l'orifice A étant

plongé dans l'eau du vase DE, elle s'éleve jusqu'en B, sommet de la courbure du tuyau; dans l'autre branche BC, l'eau ne s'éleveroit que de la hauteur CH au-dessus du niveau.

Retournons à présent ce syphon, remplissons-le d'eau, & plongeons-le à la profondeur suffisante pour que l'eau pût s'élever, comme il a été dit ci-dessus, jusqu'à la courbure B: il paroît évident & incontestable que l'eau qui remplira la partie BH, forcera en enbas l'eau contenue en CN. Or cela ne peut se faire sans que l'eau contenue en AB la suive; ainsi l'eau montera continuellement de A en B, & retombera par la branche BC dans le vase. Ainsi voilà un mouvement perpétuel.

Rien de plus spécieux; mais malheureusement encore l'expérience détruit cette illusion: l'eau ne tombe point par la branche BC; au contraire, elle remonte jusqu'à ce que la branche AB soit seule remplie.

Nous croyons devoir joindre ici une autre idée de mouvement perpétuel au moyen de deux syphons, quoique ce ne soient pas précisément des syphons capillaires qui y soient employés. Elle mérite d'autant plus attention, que ce n'est pas un homme sans nom qui l'a proposée, mais un homme des plus célèbres avec raison dans les mathématiques; pour le dire enfin en un mot, l'illustre Jean Bernoulli.

Soient, dit M. Bernoulli, deux liqueurs miscibles entr'elles, & dont les pesanteurs spécifiques soient comme les lignes AB, CD: on sçait que si deux tuyaux, communiquant l'un à l'autre, ont leurs hauteurs au dessus de la branche de communication dans ce même rapport, on pourra remplir la branche la moins haute du fluide le plus

pesant, & la plus haute du plus léger, & que ces deux fluides se tiendront en équilibre; d'où il suit que si la branche la plus haute étoit recoupée quelque peu au dessous de la longueur qu'elle doit avoir, le fluide contenu dans cette branche pourroit couler dans la plus basse.

Supposons maintenant que la branche la moins élevée EF, soit remplie d'un fluide composé de deux liqueurs de différentes pesanteurs spécifiques, & qu'au point F soit établi un filtre qui ne laisse passer que la plus légère; que le tube FG soit rempli de celle-ci, & qu'il soit un peu moins haut, pour établir l'équilibre entre la liqueur de la branche EF, & celle de la dernière FG. Pl. 4, fig. 26.

Les choses étant ainsi, & le filtre ne laissant passer que la liqueur la plus légère, celle-ci, en vertu de l'équilibre rompu, sera poussée dehors par l'orifice G, & conséquemment pourra, par un petit tuyau de dérivation, être ramenée dans l'orifice E, où elle se mêlera de nouveau à la liqueur contenue dans EF; & cela continuera toujours, car la colonne de liqueur GF fera toujours trop légère pour contre-balancer la colonne de liqueur composée EF. Ainsi voilà un mouvement perpétuel; & c'est celui, dit M. Bernoulli, par lequel la nature entretient les fleuves au moyen de l'eau de la mer. Car, tenant encore aux idées anciennes sur l'origine des fontaines, il imaginait que c'étoit par un mécanisme semblable que l'eau de la mer, dépouillée de son sel, parvenoit au sommet des montagnes. Il rejetoit seulement l'idée de ceux qui prétendoient qu'elle s'élevoit au dessus de son niveau par une suite de la propriété des tuyaux capillaires; car il remarquoit qu'elle n'auroit pu couler au bas.

Nous n'osons dire ce qui arriveroit, si l'on pouvoit parvenir à remplir les suppositions de M. Bernoulli : cependant nous sommes très-portés à croire que cela ne réussiroit pas ; & de même que le raisonnement précédent sur les tubes capillaires, quoiqu'en apparence convainquant, est néanmoins démenti par l'expérience, nous croyons que celui de M. Bernoulli le seroit pareillement.

PROBLÈME L.

Force prodigieuse de l'humidité pour enlever des fardeaux.

UN des phénomènes les plus singuliers de la physique, est la force avec laquelle agissent les vapeurs de l'eau ou l'humidité pour pénétrer dans les corps qui en sont susceptibles. Qu'on attache un fardeau très-considérable à une corde bien sèche & bien tendue ; que cette corde soit de la longueur précise pour que le fardeau repose seulement à terre : vous n'avez qu'à mouiller la corde, vous verrez ce fardeau soulevé.

Tout le monde sçait ce qu'on raconte du fameux obélisque élevé par Sixte V devant Saint-Pierre de Rome. On prétend que le chevalier Fontana, que ce pape avoit chargé d'élever ce monument, fut sur le point de voir manquer son opération, lorsqu'il fallut le placer sur son piédestal. Il étoit en l'air ; mais les cordes s'étant un peu relâchées, la base de l'obélisque ne pouvoit atteindre le dessus du piédestal. Un François cria, dit-on, au hasard de la vie, de mouiller les cordes : le conseil fut suivi, & l'obélisque s'éleva, comme de lui-même, à la hauteur nécessaire pour se placer debout sur le piédestal préparé.

Au reste cette histoire, quoique répétée partout, n'en est pas moins un conte. On n'a qu'à lire la description de la manœuvre par laquelle le chevalier Fontana éleva son obélisque, & l'on verra qu'il n'avoit pas besoin de ce secours. Deux tours de plus de ses cabestans étoient plus faciles à faire, que d'aller chercher des éponges & de l'eau pour mouiller ses cables. Mais le conte est établi, & on le répétera encore long-temps, surtout en France, parcequ'il y est question d'un François.

Quoi qu'il en soit, voici un second exemple de la force de l'humidité pour surmonter les plus grandes résistances : c'est le moyen par lequel on fait les meules de moulins. Lorsqu'on a trouvé une masse de meulière assez considérable, on la taille en forme de cylindre de plusieurs pieds de hauteur : il s'agit ensuite de la recouper par tranches horizontales, pour en former autant de meules. Pour cet effet, on se contente de faire tout autour des tranchées circulaires & horizontales, aux distances convenables pour l'épaisseur qu'on veut donner à ces meules. On fait sécher au four des coins de bois de saule, qu'on enfonce ensuite dans ces tranchées à coups de masse. Lorsqu'ils sont suffisamment enfoncés, on les mouille, ou même on se contente de les laisser exposés à l'humidité de la nuit : on trouve le lendemain chaque tranche séparée, & toutes les meules déroquées. Tel est le procédé que, selon M. de Mairan, on suit en divers endroits pour cette fabrique.

Par quel mécanisme un pareil effet s'opere-t-il ? C'est une question que se fait M. de Mairan, & à laquelle il me semble qu'il répond mal. Pour nous, nous pensons que c'est l'effet de l'attraction

par laquelle l'eau se porte dans les tuyaux capillaires infiniment étroits dont le bois est plein. Supposons en effet un de ces tuyaux extrêmement petit, comme d'une centieme de lignes de diametre. Supposons de plus, que les parois en soient inclinées d'une seconde; que la force avec laquelle l'eau tend à s'introduire dans ce tuyau, soit d'un quart de grain: cette force si légère tendra à écarter les parois flexibles du tube, avec une force d'environ 5000 grains, qui font 5 livres & demie. Que dans un pouce de longueur il y ait seulement 50 de ces tubes, ce qui fait 2500 dans le pouce quarré, il en résultera un effort de 13700 livres. Un coin de ceux dont on a parlé, peut bien être de 4 à 5 pouces quarrés sur sa tête: ainsi voilà 52 ou 65 mille livres d'effort qu'il exerce. Supposons-en environ 10 dans le contour d'un tambour destiné à former des meules; ils exerceront ensemble un effort de 520 ou 650 milliers. Il ne doit plus paroître étonnant qu'ils produisent une séparation entre les blocs dans les intervalles desquels on les a introduits.

PROBLÈME LI.

De la Machine ou Digesteur de Papin.

LA machine ou le digesteur de Papin, est un vase au moyen duquel on donne à l'eau un degré de chaleur supérieur à celui de l'eau bouillante. En effet, l'eau exposée à l'air ordinaire ou à la simple pression de l'atmosphère, ne peut prendre, quelque fort qu'elle bouillonne, qu'un degré de chaleur qui ne varie point; mais celle qui est renfermée dans la machine ou le di-

gesteur de Papin, y prend un tel degré de chaleur, qu'on peut, par son moyen, exécuter des opérations auxquelles l'eau bouillante ordinaire est absolument insuffisante: on en verra la preuve dans la description des effets qu'on obtient par cette machine.

Il suffit pour cela de contenir l'eau dans un vase dont elle remplisse toute la capacité, & qui soit assez solide pour résister à l'effort qu'elle exerce contre ses parois. Ce vase peut par conséquent être de la forme qu'on voudra, quoique la forme cylindrique ou sphérique y soit à préférer; mais il faut qu'il soit de cuivre ou de bronze: il faut de plus que le couvercle s'y adapte de manière à ne laisser aucun interstice par lequel l'eau puisse s'échapper. Pour empêcher plus sûrement que le vase n'éclate, on pratique au côté du vase ou au couvercle un trou de quelques lignes, garni d'un tuyau montant, sur lequel on place un bras de levier retenu par un poids. Ce bras de levier sert, pour ainsi dire, de modérateur à la chaleur; car s'il n'y avoit aucun poids sur l'orifice de ce régulateur, l'eau parvenue au degré d'ébullition ordinaire fuirait presque toute par cette ouverture, ou en eau, ou en vapeurs: si le poids est léger, il faudra, pour le soulever, qu'elle prenne un degré de chaleur plus grand. S'il n'y avoit point de semblable régulateur, la machine pourroit éclater en morceaux, par l'effort de l'expansion de l'eau. C'est pourquoi il est à propos que la machine soit en cuivre ou en fer ductile, & non en fer de fonte; car ces premiers métaux n'éclatent pas en morceaux comme le dernier, mais se déchirent en quelque sorte; ce qui ne produit pas des accidents dangereux, comme fait le dernier en éclatant.

La machine donc ainsi construite, on la remplit d'eau, on y adapte le couvercle, qu'on assure sur la machine par un cadre de fer qui l'embrasse de haut en bas, & la serre fortement par des vis: on finit de la remplir par le petit tuyau de registre, & on l'expose au feu des charbons ardents. L'eau ne sçauroit y bouillonner, mais elle y prend un tel degré de chaleur, qu'elle peut ramollir & décomposer en peu de temps les corps les plus durs, tandis que l'on n'en viendroit pas à bout par l'ébullition ordinaire, prolongée pendant des semaines entières: on dit même qu'on peut pousser cette chaleur jusqu'à faire rougir la machine; dans lequel cas il est clair que l'eau même est réduite au même état: mais je crois cette expérience fort dangereuse.

Quoi qu'il en soit, voici quelques effets de cette chaleur poussée seulement à trois, quatre ou cinq fois celle de l'eau bouillante.

La corne de bœuf, l'ivoire, les écailles de tortue, y sont en peu de temps ramollis, & enfin réduits en une espèce de gelée.

Les os les plus durs, comme de la cuisse de bœuf, y sont pareillement ramollis, & enfin entièrement décomposés, de manière que la partie gélatineuse en est séparée, & le restant n'est plus que la matière terreuse. Lorsqu'on n'a employé à cette décomposition que le degré de chaleur convenable, cette gelée peut se rassembler; elle se coagule à mesure qu'elle se refroidit, & peut faire du bouillon nourrissant, qui seroit même tout aussi bon que le bouillon ordinaire, s'il n'avoit pas un peu de goût empyreumatique. On peut faire absolument dessécher ces tablettes de gelée, & elles se conservent très-bien, pourvu qu'elles soient à

Pabri de l'humidité. Elles peuvent suppléer au bouillon de viande, &c.

On peut concevoir par-là combien cette machine présente d'utilité aux arts, à l'économie, à la navigation.

On pourroit, de ces os rejetés comme inutiles, tirer pour les pauvres une subsistance dans les temps de disette, où quelques onces de pain, avec le bouillon provenant de ces tablettes, leur feroient un aliment sain & plein de substance.

Les marins pourroient emporter avec eux, dans de longues navigations, de pareilles tablettes renfermées dans des jarres scellées hermétiquement; elles coûteroient infiniment moins que des tablettes de viande, puisque la matiere dont ces premieres feroient retirées n'a aucune valeur. Les matelots, qui ne vivent habituellement que de viande salée, feroient moins exposés au scorbut. On pourroit tout au moins réserver ces tablettes pour les temps de disette de viande fraîche ou d'aliments quelconques, ce qui arrive si souvent à la mer. Quel avantage de pouvoir tenir rassemblée dans un petit volume la partie nourrissante de dix bœufs! car, puisqu'une livre de bœuf contient au plus une once de matiere gélatineuse réduite à ficcité. Il suit que 1500 pesant de cette viande, ce qui est tout au plus le poids d'un bœuf, n'en donneroient que 94 livres, qui pourroient facilement tenir dans une jarre de grès.

Dans les arts enfin, combien d'utilité à retirer d'une machine où les matieres les plus dures, comme l'ivoire, la corne, les os, les bois, sont amollies, & rendues susceptibles d'être moulées, & de garder la forme qu'on leur aura donnée!

PROBLÈME LII.

Pourquoi dans l'hiver, lorsque le temps se radoucit tout-à-coup, l'air intérieur des maisons continue, même pendant plusieurs jours, à être plus froid que l'extérieur ?

CETTE question ne sera pas fort embarrassante pour ceux à qui les phénomènes de la communication de la chaleur sont connus. Ils savent en effet que plus un corps est rare, moins il faut de temps pour l'échauffer ou le refroidir ; qu'au contraire, plus il est dense, plus il retient, pour ainsi dire, avec opiniâtreté la chaleur qu'il a une fois reçue.

D'après cela on sent aisément que, quand le froid a régné pendant quelque temps, tous les corps qui composent nos maisons se sont refroidis au même degré que l'air extérieur. Mais lorsque cet air extérieur, par quelque cause particulière, devient tout-à-coup plus chaud, ces mêmes corps ne prennent pas tout de suite la même température ; ils ne perdent que peu à peu celle qu'ils avoient reçue ; & pendant tout ce temps l'air intérieur, qui en est environné de toutes parts, conserve le même degré de froid.

Les maisons bâties bien solidement, c'est-à-dire de bonnes & fortes pierres de taille, qui ont des murs fort épais, doivent par cette raison conserver beaucoup plus long-temps le froid qu'elles ont une fois reçu de l'air extérieur ; & par cette même raison, l'air y restera pendant plus long-temps dans une température inférieure à celle de l'extérieur, que dans une maison plus légèrement bâtie ; par la même raison enfin, il y fera

aussi moins froid dans le commencement de l'hiver, que dans une maison moins solide.

PROBLÈME LIII.

De quelques signes naturels auxquels on peut prévoir le changement de la température actuelle de l'air.

CETTE partie de la physique est, nous l'avouons, encore fort peu avancée. Nous ne connoissons personne qui ait fait une suite suffisante d'observations, pour montrer la liaison des changements de la température de l'air avec les divers signes physiques qu'on en répute ordinairement comme les avant-coureurs. Je comptois trouver sur ce sujet beaucoup de choses dans le *Traité de Météorologie* du P. Cotte; mais cet ouvrage, extrêmement utile à d'autres égards, ne touche pas un seul mot de cette matière*. Nous nous bornerons donc ici à rapporter quelques-uns des signes qu'on donne communément comme annonces du beau ou du mauvais temps. Les voici. Nous ne les garantissons point sans exception.

1. Lorsqu'en hiver on voit le matin sur la terre une grosse rosée blanche, il ne manque guere de pleuvoir le second ou troisieme jour au plus tard.

2. On a aussi remarqué qu'il pleut ordinairement le jour où le soleil paroît rouge ou pâle, ou bien le lendemain, quand le soleil se couche en-

* *Note du Censeur.* Il y a l'ouvrage de M. Toaldo, qui contient probablement ce que l'auteur a vainement cherché dans celui du P. Cotte; mais je ne le connois pas moi-même assez pour l'assurer.

veloppé d'un gros nuage ; & alors , s'il pleut d'abord , il fait le lendemain beaucoup de vent. Cela arrive aussi presque toujours , lorsque le soleil en se couchant paroît pâle.

3. Lorsque le soleil est rouge à son couchant , c'est ordinairement un signe de beau temps pour le lendemain ; & au contraire , s'il est rouge en se levant , il y a ordinairement le lendemain pluie ou grand vent.

4. Lorsque le soleil étant couché , ou peu avant qu'il se leve , on voit s'élever sur les eaux & les endroits humides une vapeur blanche , on peut conjecturer avec vraisemblance que le jour suivant fera beau.

5. La lune donne des marques d'une pluie future lorsqu'elle est pâle , de vent quand elle est rouge , & de beau temps lorsqu'elle est claire & argentine ; selon ce vers latin :

Pallida luna pluit , rubicunda flat , alba serenat.

6. On a des marques en été d'une tempête future , quand on voit dans le ciel de petites nuées noires , détachées & plus basses que les autres , errer çà & là ; ou bien lorsqu'au lever du soleil on voit plusieurs nuages s'assembler à l'occident. Si au contraire ces nuages se dissipent , c'est une marque de beau temps. Enfin , quand le soleil paroît double ou triple au travers des nuages , il pronostique une tempête de longue durée. On a encore des marques d'une grande tempête , quand on voit autour de la lune deux ou trois cercles interrompus & tachetés.

7. Quand on voit une iris , ou plutôt un halon

autour de la lune, c'est un signe qu'il y aura de la pluie; & lorsque, dans un air serein & clair, on voit un halon autour du soleil, c'est encore un signe de pluie; mais c'en est un de beau temps, quand ce halon paroît en temps de pluie.

8. Lorsque le temps est extraordinairement tranquille & pesant, que les animaux donnent des signes d'effroi, on peut presque assurément compter sur une grande tempête. Le barometre descend dans ce cas tout-à-coup, & extraordinairement bas.

9. On a plusieurs autres signes d'une pluie peu éloignée, dans les actions de quelques animaux, sçavoir :

Quand on a coutume de voir les oiseaux plus occupés que de coutume à chercher dans leurs plumes les petits insectes qui les molestent;

Lorsque ceux qui ont coutume de se tenir sur les branches des arbres fuient dans leurs nids;

Lorsque les foulques & les autres oiseaux d'eau, sur-tout les oies, criaillent plus qu'à l'ordinaire;

Lorsque les hirondelles rasent en volant la surface de la terre;

Quand les pigeons retournent dans leur colombier avant l'heure accoutumée;

Quand certains poissons, comme les marsouins, viennent se jouer à la surface de l'eau;

Lorsque les abeilles ne quittent pas leurs ruches, ou s'en éloignent peu;

Quand les moutons sautent extraordinairement, & se battent les uns les autres avec leurs têtes;

Lorsque les ânes secouent les oreilles, ou qu'ils sont extraordinairement piqués de mouches ;

Quand les mouches & les puces piquent plus vivement & plus opiniâtrément qu'à l'ordinaire ;

Lorsqu'il sort de la terre une grande quantité de vers ;

Quand les grenouilles croassent plus qu'à l'ordinaire ;

Lorsque les chats se frottent la tête avec les pattes de devant, & qu'ils se nettoient le reste du corps avec la langue ;

Lorsque les renards & les loups heurlent fortement ;

Quand les fourmis quittent leur travail, & se vont cacher dans la terre ;

Lorsque les bœufs liés ensemble levent la tête en haut, & se lechent le museau ;

Lorsque le coq chante avant son heure accoutumée ;

Quand les poules assemblées se pressent dans la poussière ;

Lorsqu'on entend crier les crapauds en des lieux élevés.

10. On peut presque assurer que la pluie ne sera pas de longue durée, quand, malgré la pluie, on apperçoit quelque petit espace du ciel bleu : c'est un signe fort connu des chasseurs.

11. Les très-grandes tempêtes, sur-tout lorsqu'elles sont accompagnées de tremblements de terre, sont toujours précédées d'un calme extraordinaire de l'air, mais de ce calme effrayant, qui semble être le silence de la nature prête à entrer en

convulsion. Les animaux, plus sensibles que nous à ces indications naturelles, en sont épouvantés, & se hâtent de regagner leur gîte. Quelquefois on entend un bruit souterrain & sourd. Quand tous ces signes sont réunis, hâtez-vous de fuir de vos maisons, habitants des pays malheureux sujets à ces fléaux désolants, si vous ne voulez courir le risque d'être écrasés sous les débris de vos foyers.

Nous épargnerons, au reste, à nos lecteurs la prolixie description que le bon M. Ozanam, ou son continuateur, fait ici d'une de ces tempêtes, qui désola le royaume de Naples, du temps de la fameuse reine Jeanne; des processions & des cris du peuple consterné; &c. M. Ozanam avoit apparemment besoin de quelques pages faciles à compiler, pour remplir sa tâche journalière.

12. Un navigateur Anglois dit avoir observé que quand il y a eu une aurore boréale, on ne manque pas d'avoir, deux ou trois jours après, un coup de vent de sud-ouest. C'est un avis qu'il donne aux navigateurs qui sont prêts à entrer dans la Manche, afin qu'ils se précautionnent. *Voyez* Tranfact. Philos., Tome LXV, p. 1.

PROBLÈME LIV.

La Fiole des Eléments.

QUELQUES philosophes ont voulu donner une idée de l'arrangement invariable & nécessaire des quatre éléments, par le petit instrument que nous allons décrire.

Prenez du verre ou de l'émail noir, ou autre corps vitreux pulvérisé, pour représenter la terre. L'eau sera représentée par l'alkali fixe de tartre

tombé en *deliquium*, autrement appelé *huile de tartre*.

On représentera l'air par de l'esprit-de-vin légèrement teint en bleu, au moyen du tournesol.

Enfin l'on représentera le feu au moyen de l'huile de pétrole très-rectifiée, qu'on teindra d'une légère couleur rouge avec le bois de Brésil.

Ayant préparé ces quatre matieres, remplissez-en à peu près les quatre cinquiemes d'une fiole de verre beaucoup plus longue que large, en ayant l'attention d'en mettre à peu près autant de chacune, & bouchez la fiole hermétiquement. Lorsque vous la secouerez, tout se confondra; mais en la laissant reposer, ces quatre matieres se sépareront: le verre ou émail pulvérisé ira au fond, au dessus de lui se placera l'alkali fixe ou huile de tartre, viendra ensuite l'esprit-de-vin, & enfin l'huile de pétrole, suivant l'ordre de leurs gravités spécifiques.

R E M A R Q U E.

IL est aisé de voir que les philosophes auteurs de cette prétendue représentation des éléments, étoient d'assez pauvres philosophes; car, quoiqu'il soit vrai qu'en général la terre soit plus pesante que l'eau, celle-ci plus que l'air, ce dernier plus que le feu, il est très-faux que le feu occupe la partie supérieure: il regne certainement dans les espaces célestes un froid très-rigoureux. D'ailleurs tous les éléments sont ordinairement très-mélangés ensemble, puisque la pierre la plus dure contient un tiers d'eau, & un grand nombre de fois son volume d'air, & plus ou moins de feu, selon sa température.

PROBLÈME

PROBLÈME LV.

Séparer deux liqueurs mélangées ensemble.

CETTE opération n'est qu'une application de la propriété des tubes capillaires, & de cette loi de la nature par laquelle des fluides homogènes, qui sont à proximité, se réunissent. C'est ce qu'on remarque dans deux gouttes de mercure, ou d'eau, ou d'huile, qui viennent à se toucher. Il est même probable qu'avant le contact elles s'allongent & s'approchent mutuellement l'une de l'autre.

Quoi qu'il en soit, veut-on séparer, par exemple, l'eau de l'huile avec laquelle elle est mélangée, on prend une languette de drap ou d'éponge, qu'on imbibe bien avec de l'eau; on la place ensuite trempant par un bout dans le vase où sont les liqueurs à séparer: il faut que l'autre bout, passant au dessus du bord du vase, tombe beaucoup plus bas que la surface de la liqueur: on verra bientôt ce bout dégoutter, & il attirera ainsi & séparera toute l'eau mélangée avec l'huile.

Si on eût voulu tirer l'huile, il eût fallu imprégner le filtre de cette liqueur.

Mais on se tromperoit, si l'on imaginoit séparer ainsi du vin d'avec l'eau, de l'esprit-de-vin d'avec la même liqueur: il faut, pour que l'opération réussisse, que les deux liqueurs soient à peu près immiscibles l'une avec l'autre, sinon elles passent toutes deux à-la-fois. On ne doit donc nullement compter sur ce moyen pour séparer l'eau d'avec le vin, quoiqu'on donne ce procédé dans les éditions précédentes des *Récréations Mathématiques & Physiques*, avec plusieurs autres

très-puériles. A la vérité la partie colorante du vin paroît rester en arriere, parcequ'elle est moins atténuée que le flegme & l'esprit; mais dans le fond ces deux liqueurs, dans lesquelles consistent essentiellement le vin, ne sont pas séparées l'une de l'autre.

PROBLÈME LVI.

Quelle est la cause de l'ébullition de l'eau ?

QUOIQUE cette question paroisse d'abord peu intéressante, elle ne laisse pas de mériter d'être discutée; car on se tromperoit si l'on pensoit que ce soulèvement qu'on observe dans l'eau bouillante, soit une suite nécessaire de la chaleur qu'elle a reçue. L'expérience suivante prouve le contraire.

Plongez avec les précautions nécessaires un vase, une bouteille pleine d'eau, par exemple, dans de l'eau qui bout à gros bouillons dans un chaudron; cette eau ne tardera pas à prendre un degré de chaleur absolument égal à celui de l'eau qui bouillonne: un thermometre le démontrera; cependant on n'y appercevra pas le moindre bouillonnement.

Quelle est donc la cause de celui qu'on observe dans l'eau qui reçoit immédiatement l'action du feu ?

Nous pensons que ce bouillonnement est l'effet des portions de l'eau qui touchent les parois du vase, tout-à-coup changées en vapeurs par le contact de ces parois; car lorsqu'un vase repose sur des charbons ardents, son fond tend à recevoir un degré de chaleur beaucoup supérieur

à celui qui est nécessaire pour qu'une goutte d'eau tombant dessus, soit sur le champ convertie en vapeurs. La pellicule d'eau qui touche ce fond doit donc continuellement se changer en vapeurs, & s'y change en effet; car on voit sans cesse s'élever du fond, des bulles d'un fluide élastique, & ce sont ces bulles qui, portées d'un mouvement accéléré à la surface, à cause de leur légèreté, y occasionnent ce soulèvement qui constitue le bouillonnement.

Mais la matière d'un vase plongé dans ce liquide, ne peut prendre un degré de chaleur plus grand que celui de l'eau bouillante, puisque, quelque fort que soit ce bouillonnement, l'eau n'en contracte pas un plus grand degré de chaleur. D'un autre côté, un métal échauffé au degré seulement de l'eau bouillante, ne convertit point en vapeurs l'eau qui le touche; ainsi celle qui est contenue dans le vase intérieur, quoique devenue aussi chaude, ne peut bouillir. Telle est l'explication des deux phénomènes; & leur liaison nécessaire entr'eux, ainsi qu'avec la cause assignée, prouve la vérité de cette cause.

L'esprit-de-vin se convertissant en vapeurs à un degré de chaleur beaucoup moindre que l'eau, on fait très-bien bouillir cette première liqueur dans un vase plongé dans la dernière, lorsque celle-ci est parvenue au bouillonnement. C'est encore une suite de l'explication que nous avons donnée, & qui la confirme.

PROBLÈME LVII.

Quelle est la cause pour laquelle le fond d'un vase contenant de l'eau bouillante a gros bouillons, est à peine chaud ?

AVANT que de rechercher cette cause, j'ai cru devoir commencer par m'assurer du fait, de crainte de donner dans le ridicule de ceux qui expliqueraient si ingénieusement le phénomène de la dent d'or de l'enfant de Silésie ; phénomène qui n'étoit cependant qu'une supercherie, ainsi que celui arrivé au marquis de Vardes, que Régis expliqua aussi avec beaucoup de sagacité, & qui n'étoit qu'un tour domestique ; comme tant d'autres enfin, qu'il faudroit commencer par avérer avant de tenter de les expliquer. J'ai donc fait bouillir de l'eau dans un vase de fer & à très-gros bouillons, & ayant touché le fond pendant que le bouillonnement continuoit, j'ai vu qu'en effet il n'avoit qu'une chaleur très-médiocre : elle ne commençoit à être brûlante qu'au moment où l'ébullition cessoit.

Nous croyons que cet effet est produit de la manière suivante. Nous avons fait voir plus haut, que la cause de l'ébullition est la conversion continuelle en vapeurs de la pellicule d'eau qui touche le fond du vase. Cette conversion en vapeurs ne peut se faire sans que le fond perde continuellement la chaleur qui lui arrive par le contact des charbons ou du feu. Or, dans l'intervalle que l'on met à retirer du feu le vase bouillonnant & à le toucher, comme il ne lui arrive point de nouveau fluide igné, & que néanmoins le bouillonnement continue, il est probable que le restant de ce

fluide est absorbé par l'eau qui touche le fond, & qui se convertit en vapeurs.

Sans donner cette explication comme absolument démonstrative, je suis très-porté à penser que les choses se passent ainsi; & ce qui me donne cette confiance, c'est que pendant que le fond du vase dont provient le bouillonnement est très-peu chaud, les parois ont absolument la chaleur de l'eau bouillante: on se brûleroit en y tenant le doigt aussi long-temps qu'on peut le tenir sur le fond. Mais le bouillonnement n'a pas plutôt cessé, que ce fond reçoit lui-même partie de la chaleur de l'eau, & alors on ne peut plus le toucher sans se brûler.

REMARQUE.

C'EST apparemment à une cause semblable que tient la solution du petit problème suivant.

Faire fondre du plomb dans une feuille de papier.

On prend pour cet effet une balle de plomb bien lisse; on enveloppe cette balle avec du papier, en ayant bien soin qu'il ne fasse aucune ride, & qu'il soit bien appliqué à la surface de la balle; on la met sur la flamme d'une bougie, ainsi enveloppée: le papier ne se brûle point, & la balle se liquéfie. Il est vrai que le plomb, une fois fondu, ne tarde pas à percer le papier & à s'écouler.

PROBLÈME LVIII.

Mesurer l'humidité & la sécheresse de l'air : Idée des principaux Hygrometres imaginés pour cet objet ; leurs défauts : Construction d'un Hygrometre comparable.

L'AIR est non-seulement pesant , il est non-seulement susceptible de contracter plus ou moins de chaleur , mais il l'est encore d'être plus ou moins humide. Ainsi il entre dans l'objet de la physique de mesurer ce degré d'humidité , d'autant plus que cette qualité de l'air influe beaucoup sur le corps humain , sur la végétation , & sur un grand nombre d'autres effets de la nature. C'est ce qui a donné lieu à l'invention de l'hygrometre , ou instrument propre à mesurer l'humidité de l'air.

Mais , il faut en convenir , on n'a pas encore imaginé des instruments qui remplissent à cet égard tout ce que l'on est fondé à désirer. On a , à la vérité , des hygrometres qui marquent que l'air est plus ou moins humide qu'il ne l'étoit un peu auparavant , mais ils ne sont pas comparables ; c'est-à-dire qu'on ne peut point , par leur moyen , comparer l'humidité d'un jour ou d'un lieu à celle d'un autre *. Il est cependant à propos de faire connoître ces différents hygrometres , ne fût-ce que pour les apprécier.

I. Comme le bois de sapin est extrêmement susceptible de participer à la sécheresse & à l'hu-

* *Note du Censeur.* Cela n'est pas entièrement exact. M. de Luc donne dans les *Transactions Philosophiques*, la construction d'un hygrometre qui approche fort de ce que l'on peut désirer à cet égard. On l'a ajoutée à cet article.

midité de l'air , on en a pris l'idée d'appliquer cette propriété à la construction d'un hygrometre. Pour cet effet on place entre deux coulisses immobiles & verticales , une petite planche de sapin fort mince , & en travers , c'est-à-dire en sorte que le sens des fibres soit horizontal ; car c'est dans le sens latéral & transversal à ses fibres , que le sapin & les autres bois reçoivent leur extension par l'humidité. Le bord supérieur de la planchette doit porter un petit rateau qui engrénera dans un pignon , ce pignon dans une roue , & celle-ci avec un autre pignon , dont l'axe portera une aiguille. Il est aisé de sentir que , par ce moyen , le moindre mouvement que le bord supérieur de la planche imprimera au rateau , en s'élevant ou s'abaissant , se manifestera par un mouvement très-sensible de l'aiguille ; conséquemment , si le mouvement de cette aiguille est combiné de manière que de l'extrême sécheresse à l'extrême humidité elle fasse un tour complet , les divisions de ce cercle serviront à marquer combien l'état actuel de l'air est éloigné de l'un ou de l'autre de ces extrêmes.

Cette invention est assez ingénieuse , mais elle n'est pas suffisante. Le bois retient l'humidité encore long-temps après que l'air a perdu la sienne : d'ailleurs cette planche devient peu-à-peu moins sensible à l'impression de l'air , & ne produit plus son effet.

II. On fait aussi un hygrometre avec la barbe d'un épi d'avoine sauvage. On la plante au milieu d'une boîte ronde , sur le sommet d'une petite colonne placée au centre de cette boîte ; l'autre extrémité de la barbe doit passer par le centre du couvercle de cette boîte , dont la circonférence

fera divisée en parties égales ; on garnit enfin cette extrémité de la barbe d'avoine, d'une petite aiguille de papier fort légère. Il est nécessaire, pour donner accès à l'air, que le contour de la boîte soit découpé à jour.

Lorsqu'on expose cet instrument à un air plus sec ou plus humide, la petite aiguille tourne dans un sens ou dans l'opposé.

Mais ce petit hygrometre, qui est fort sensible dans le commencement, perd peu-à-peu sa sensibilité : ainsi c'est un instrument fort imparfait, de même que le suivant.

III. Suspendez par son centre de gravité un petit plateau circulaire à une corde assez fine, ou à une corde de boyaux, & que l'autre extrémité de cette corde soit attachée à un crochet : suivant que l'air sera plus ou moins humide, vous verrez le petit plateau tourner dans un sens ou dans un autre. On peut couvrir ce petit mécanisme d'une cloche de verre, pour empêcher le dérangement qu'occasionneroit l'agitation de l'air ; mais il faut que la cloche soit élevée au dessus de la base, pour que l'air ait accès sur la corde.

C'est-là le principe de ces hygrometres que l'on débite communément, & qui sont formés d'une boîte dont la face présente l'apparence d'un bâtiment à deux portes. Sur le plateau tournant sont placées, d'un côté une petite figure avec un parapluie, & de l'autre une femme avec son éventail, dans l'attitude de se garantir du soleil. Suivant que l'une ou l'autre de ces figures se présente, on juge que le temps est humide ou disposé à la pluie, ou au contraire.

IV. Si une corde de boyaux est attachée par une de ses extrémités, contre une planchette de

quelque matiere qui n'en éprouve aucun effet ; que de-là elle fasse plusieurs tours & retours sur des poulies, comme B, C, D, E, F, G, &c ; Pl. 4, qu'enfin son extrémité H porte un poids : il est fig. 27. aisé de voir qu'il devra monter ou baisser d'autant plus sensiblement par l'humidité & la sécheresse, que le nombre de ces tours & retours sera plus considérable. Mais on rendra cela encore plus sensible en attachant au bout H de la corde l'extrémité d'une aiguille HK, tournante sur le centre I, mais dont la branche IK soit beaucoup plus grande que IH : le plus léger changement dans l'humidité de l'air se manifestera par le mouvement de la pointe K de l'aiguille.

V. On pourroit tendre une corde de cinq ou six pieds de long, entre les arrêts A & B, suspendre à son milieu C un poids P par un filet PC, lequel seroit attaché à l'extrémité D d'une aiguille tournante autour du point E, & ayant la branche EF plusieurs fois plus longue que ED. L'humidité raccourcissant la corde ACB, & la sécheresse l'allongeant, le poids P sera soulevé, ainsi que le point D ; ce qui fera parcourir à la pointe de l'aiguille l'arc GH. Les divisions indiqueront le degré de l'humidité ou de la sécheresse.

VI. Mettez dans le bassin d'une balance un sel qui attire l'humidité de l'air, & dans l'autre un poids qui fasse exactement équilibre : le bassin où est le sel baissera dans un temps humide, & marquera cette disposition de l'air. Il seroit facile d'y adapter un index, comme aux hygrometres précédents.

Mais cet instrument est le plus mauvais de tous ; car un sel plongé dans un air humide, se charge bien d'humidité ; mais il ne la perd pas, ou ne la

perd que très-lentement, quand l'air est devenu sec. L'alkali fixe du tartre continue même de s'en charger, jusqu'à ce qu'il soit tombé en *deliquium* ou résout en liqueur.

VII. La musique peut servir à reconnoître la sécheresse ou l'humidité de l'air. Une flûte est plus haute en temps sec qu'en temps humide. Si donc l'on tend une corde de boyaux entre deux arrêts, & qu'on la mette en vibration, elle rendra un ton à l'unisson duquel on mettra un tonometre. Si le temps devient plus humide, la corde donnera un son plus bas; ce sera le contraire si l'air devient plus sec.

VIII. M. de Luc, citoyen de Geneve, auquel nous avons l'obligation d'un excellent ouvrage sur les thermometres & barometres, a tenté de faire un hygrometre comparable, & a donné sur cet objet un Mémoire dans les *Transact. Philos.*, Tome LXI, pour l'année 1771. Voici, d'après ce Mémoire, la description de son hygrometre.

Il est fort ressemblant au thermometre. La premiere & principale piece est un réservoir cylindrique d'ivoire, de 2 pouces & demi environ de hauteur, dont la cavité cylindrique est de 2 lignes & demie de diametre, & l'épaisseur de $\frac{1}{4}$ ou $\frac{3}{16}$ de ligne. Cette piece d'ivoire doit être prise vers le milieu de l'épaisseur d'une dent d'éléphant, entre le centre & la surface, ainsi que vers le milieu de la longueur; & il est essentiel que la cavité soit percée dans le sens parallele à la direction des fibres. On voit la représentation de cette piece dans la *fig. 29*, n^o 1, où elle est désignée par les lettres A B C.

Pl. 5,
fig. 29,
n^o 1.

La seconde piece est un tuyau de cuivre, travaillé au tour, qui d'un côté est propre à s'emboîter

avec précision dans le cylindre d'ivoire, & de l'autre à recevoir dans sa cavité cylindrique un tube de verre, d'un quart de ligne environ de diamètre intérieur. On en voit la représentation dans la *fig. 29*, n° 2. Pl. 5,
fig. 29,
n° 2.

L'on adapte solidement ensemble ces trois pièces, en faisant entrer dans le cylindre d'ivoire le bout du tuyau de cuivre qui doit le remplir, avec de la colle de poisson entre deux. Pour mieux attacher ces parties ensemble, on serre le collet du cylindre d'ivoire avec une virole de cuivre qui doit l'embrasser avec force.

On place aussi dans la cavité cylindrique du même tuyau, un tube de verre de 30 pouces environ de longueur, & du calibre extérieur qui convient à cette cavité. La *fig. 29*, n° 3, représente l'assemblage de ces trois pièces & l'instrument construit. Fig. 29,
n° 3.

On le remplit ensuite de mercure, de manière qu'il y en ait jusques vers le milieu de la hauteur du tube de verre. On plonge enfin le réservoir d'ivoire dans de l'eau prête à se glacer, & qu'on a soin d'entretenir dans cette température pendant plusieurs heures; car il en faut 10 ou 12 pour que l'ivoire ait pris toute l'humidité qu'elle pouvoit absorber. Aussi-tôt que ce réservoir est plongé dans l'eau, on voit le mercure descendre d'abord très-vîte, ensuite plus lentement, jusqu'à ce qu'il reste enfin stationnaire vers le bas du tube. On a soin de marquer cet endroit, qui doit être de quelques pouces au dessus de l'insertion du tube de verre dans le tuyau de cuivre, & on le marque 0; ce qui signifie zéro de sécheresse, ou plus grande humidité. Nous disons que ce point doit être quelques pouces plus haut que le tuyau

de cuivre, car on remarque que si on fait chauffer l'eau, & qu'on y plonge l'instrument, le mercure descend encore plus bas; & c'est pour y marquer ces divisions qu'on laisse cet intervalle au dessous de zéro.

Je n'entends pas trop bien, je l'avoue, la manière dont M. de Luc s'y prend pour rendre son instrument comparable: il reste, je crois, encore ici quelque chose à faire pour lui assurer cette propriété; mais ce seroit une discussion un peu longue; ainsi je renvoie au Mémoire original qu'on lit dans le *Journal de Physique* de M. l'abbé Rozier, de l'année 1775. Il nous suffira de dire ici que cet hygrometre est fort sensible; qu'à peine est-il placé dans un air plus ou moins humide, qu'il donne des signes de cette sensibilité par l'ascension ou la chute du mercure: mais il exige & exigera toujours d'être accompagné d'un thermometre; car le même degré d'humidité l'affecte davantage en temps chaud qu'en temps froid: d'ailleurs le mercure y monte ou descend, indépendamment de toute humidité, par le simple effet de la chaleur. Ainsi cet instrument exige une double correction; la première, pour tenir compte de la dilatation que le mercure reçoit par la chaleur, correction qui sera soustractive toutes les fois que cette chaleur excédera le terme de la glace; la seconde, pour réduire l'effet de l'humidité observée, à ce qu'il auroit été si la température avoit été à la glace.

On sent aisément combien il seroit avantageux pour la perfection de cet hygrometre, de trouver un degré de sécheresse ou de moindre humidité fixe & déterminable en tout pays, pour servir de second terme fixe, comme l'eau réduite à la tem-

pérature de la glace fondante en est un, savoir celui de la plus grande humidité : cela simplifieroit beaucoup la graduation de l'instrument, qui me paroît compliquée & incertaine, suivant la méthode de M. de Luc. Mais en voilà assez sur cette matiere, que la nature de cet ouvrage ne nous permet que d'effleurer.

PROBLÈME LIX.

En supposant ce que nous avons démontré plus haut sur la ténuité des particules de la lumiere & son extrême rapidité, quelle déperdition le soleil peut-il faire de sa substance dans un nombre d'années déterminé?

UNE des objections les plus spécieuses qui aient été faites contre la théorie newtonienne de la lumiere, est que, si la lumiere consistoit dans une émanation continuelle de particules lancées du corps lumineux, le soleil devoit faire une telle déperdition de sa substance, qu'il devoit être déjà éteint ou anéanti depuis le temps auquel on fait vulgairement remonter son existence. Pour nous, nous avons toujours été peu ébranlés de cette objection, & nous avons, il y a long-temps, senti qu'en prenant pour base ce qu'il étoit facile de démontrer sur la ténuité des particules de lumiere & leur excessive rapidité, on pouvoit faire une hypothèse très-vraisemblable, d'après laquelle on seroit voir que le soleil n'auroit pas diminué sensiblement, depuis les 6000 ans que nous donnons vulgairement à son ancienneté. J'ai vu depuis, dans les *Transact. Philos.* Vol. LX, des calculs semblables de M. Horsley, qui montrent

le peu de solidité de cette objection. Mais comme chacun a sa maniere de voir, voici notre raisonnement sur cette matiere; il n'a guere de commun avec celui du sçavant Anglois, que la ténuité prodigieuse de chaque particule de lumiere.

Pour former un pareil calcul, nous concevons, & je demande qu'on nous accorde qu'à chaque émanation instantanée de lumiere lancée du soleil, cet astre en projette hors de lui, dans tous les sens imaginables, toutes les particules de lumiere qui sont à sa surface.

Nous demandons encore qu'on nous accorde que cette émanation n'est pas absolument continue, mais composée d'une foule d'émanations ou de jets instantanés, qui se succedent avec une rapidité prodigieuse: nous en supposerons 10000 dans une seconde. Notre rétine conservant environ $\frac{1}{8}$ de seconde l'impression de lumiere qu'elle a reçue, il est évident que celle du soleil sera absolument continue à notre égard.

Nous supposons aussi, ce qui est comme démontré, que le diametre d'une particule de lumiere est à peine la $\frac{1}{10000000000}$ d'un pouce.

D'après ces suppositions, il est clair qu'à chaque émanation le soleil se dépouille d'une espede de pellicule lumineuse, dont l'épaisseur est celle ci-dessus; par conséquent, dans une seconde, elle sera la 100000000^e d'un pouce; conséquemment dans 100000000 secondes cet astre aura perdu un pouce d'épaisseur. Or 100000000 secondes font près de trois ans; ainsi dans trois ans le soleil ne perdra qu'un pouce d'épaisseur.

Cette perte sera donc dans 3000 ans, de 1000 pouces ou 83 pieds un tiers de profondeur; & depuis les 6000 ans que nous supposons cet

astre exister, elle fera de $166\frac{2}{3}$. De-là il suit que, pour que le soleil perde une seconde seulement de son diamètre apparent, il faudroit un intervalle de temps de quarante millions d'années; car une diminution d'une seconde sur le diamètre apparent du soleil, répond à 180000 toises: donc, si en six mille ans la diminution n'est que d'environ 27 toises de profondeur, on trouve par la règle de proportion, qu'il faut 40 millions d'années pour la porter à 180000 toises d'épaisseur, ou à une seconde de diamètre apparent.

Ainsi donc nous ne devons avoir aucune crainte que le soleil finisse si-tôt. Nos enfants & nos petits enfants sont à l'abri d'être témoins de cette funeste catastrophe.

Ajoutons que nous n'avons pas usé de tous nos avantages; car nous aurions encore pu reculer considérablement cette époque, & en effet M. Horsley trouve un intervalle bien plus considérable de ce moment-ci à la consommation absolue du soleil: mais nous nous sommes bornés aux suppositions les plus admissibles.

PROBLÈME LX.

Produire au milieu de la plus grande chaleur un froid considérable & propre à glacer l'eau: Des congelations artificielles, &c.

C'EST un phénomène bien singulier & bien digne d'admiration, que celui de produire au milieu de l'été un froid qui l'emporte de beaucoup sur celui de l'hiver; & ce qui ajoute à la singularité, c'est que cette production du froid ne se fait qu'autant que les ingrédients qu'on emploie se

liquéfient ; quelquefois même , en réagiffant l'un fur l'autre , ils produifent une vive effervescence. On va parcourir ces différens moyens de produire du froid , & l'on tentera enfuite de donner quelque explication de ce phénomène.

I. Prenez de l'eau rafraîchie feulement au degré de la température de nos puits , c'est-à-dire au 10^e degré du thermometre de Réaumur ; jetez-y dedans environ 12 onces de sel ammoniac pulvérisé par pinte : cette eau prendra tout-à-coup un degré de froid confidérable , & égal à celui de la congelation. Si donc , dans le vase où l'on fait ce mélange , vous en avez un autre beaucoup moindre contenant de l'eau pure , cette dernière se gélera en tout ou en partie. Si elle ne se gele qu'en partie , faites dans un autre vase un mélange semblable au premier , & plongez-y tout-à-coup votre eau à demi gelée , elle se gélera entièrement.

Si vous vous serviez de cette eau à demi glacée , ou du moins extrêmement refroidie , dans le vase intérieur , & que vous y jetassiez du sel ammoniac , le froid que vous produiriez seroit beaucoup plus confidérable , & certainement il en résulteroit tout-à-coup un froid de plusieurs degrés au dessous de la glace.

En faisant ce mélange dans un vase plat , sur une table , avec un peu d'eau entre deux , la glace qui se formera au dessous rendra le vase adhérent à la table.

Il faut accélérer autant qu'il est possible la dissolution du sel , en remuant le mélange avec un bâton ; car plus cette dissolution est prompte , plus grand est le froid.

II. Pulvérisez de la glace, & mêlez avec elle deux parties de sel marin pour une de glace; remuez bien le mélange; à mesure qu'il fondra, il s'excitera au milieu de cette masse un froid égal à celui de nos plus grands hivers. M. de Réaumur est parvenu par ce moyen à produire un froid de 13° au dessous de la congelation.

En employant du salpêtre à même dose, on ne produit qu'un froid de 3 à 4 degrés au dessous de ce terme. Ainsi, comme l'observe encore M. de Réaumur, on est dans l'erreur lorsqu'on pense que le salpêtre vaut mieux que le sel marin. On n'emploie le salpêtre que parcequ'il est bien moins cher, & que d'ailleurs, dans l'usage ordinaire auquel on destine ce froid artificiel, on n'a pas besoin qu'il soit si considérable.

On pourroit, au lieu de salpêtre, employer de la soude d'alicante, ou des cendres de bois neuf, qui contiennent un sel équivalent: on obtiendrait à peu près le même effet, & à bien moins frais.

III. Mais voici un troisieme moyen de produire un froid plus considérable que les précédents. Prenez de la neige, & de l'esprit de nitre bien concentré, refroidis l'un & l'autre au degré de la glace; versez cet esprit de nitre sur la neige: il s'y excitera tout de suite un froid de 17 degrés au dessous de la congelation.

Si vous voulez produire encore un froid plus considérable, environnez cette neige & cet esprit de nitre avec de la glace & du sel marin, qui y produiront un froid de 12 à 13 degrés au dessous de zéro; servez-vous ensuite de cette neige & de cet esprit de nitre ainsi refroidis: vous produirez par leur moyen un froid de 24 degrés, froid

beaucoup plus grand que celui que Fahrenheit étoit venu à bout de produire, car il n'a pas passé au-delà du 8^e degré de son thermometre au dessous de zéro; ce qui revient au 17^e degré & $\frac{7}{9}$ de Réaumur au dessous du même terme.

Mais tout cela n'est rien encore, en comparaison de ce que les physiciens de Pétersbourg ont exécuté sur la fin de 1759. Aidés d'un froid de 30 degrés & au-delà, ils firent refroidir de la neige & de l'esprit de nitre à cette température, & par ce moyen ils obtinrent un degré de froid qui, réduit au thermometre de Réaumur, alloit au 170^e degré au dessous de zéro. Chacun sçait que le mercure y gela. Nous avons parlé ailleurs des conséquences de cette expérience.

IV. Un quatrième moyen de produire un froid supérieur même à celui qui suffit pour glacer l'eau, est celui-ci. Il est fondé sur une propriété bien singulière des fluides évaporables. Plongez la boule d'un thermometre dans un de ces fluides, de l'esprit-de-vin bien déflégré, par exemple, & balancez-le ensuite dans l'air, pour exciter l'équivalent d'un vent qui fait évaporer ce fluide; vous verrez le thermometre descendre: vous pourrez même, du moins en employant de l'æther, la plus évaporable des liqueurs, faire baisser le thermometre de 8 à 10 degrés au dessous de zéro.

Il y auroit des choses bien curieuses à dire sur cette propriété de l'évaporation; mais cela nous meneroit trop loin. Nous nous bornerons à observer que ce moyen de refroidir les liqueurs n'est pas inconnu dans l'Orient. Les voyageurs qui veulent boire frais, mettent leur eau dans des vases d'une argile poreuse, qui laisse suinter à travers elle une humidité. Ces bouteilles, on les

suspend aux côtés du chameau, en sorte qu'elles sont dans un mouvement continuel, qui équivaut à un petit vent qui viendrait frapper dessus, & qui fait évaporer cette humidité. Cela rafraîchit le restant de la liqueur de telle sorte qu'elle approche du degré de froid de la glace.

Difons maintenant quelque chose sur la cause de ces effets singuliers, & commençons par les moyens expliqués dans les trois premiers articles.

Lorsqu'on mêle ensemble de la glace & du sel marin, ou de l'esprit de nitre & de la neige très-refroidie, on observe que le froid ne se produit qu'autant que ces mélanges se mettent en fusion. D'après ce fait, je conjecture que le mélange absorbe le fluide igné qui est répandu dans les corps environnants, ou que le mélange environne, ce qui est la même chose. Le mélange fondant fait ici quelque chose de semblable à ce que fait une éponge desséchée & appliquée à un corps humide : tant qu'elle sera simplement serrée contre lui, il restera dans son état ; mais sitôt que l'éponge pourra prendre son volume, elle aspirera une bonne partie de l'humidité contenue dans ce corps. J'avoue qu'on ne voit pas le mécanisme par lequel le mélange frigorifique produit le même effet ; mais j'ose regarder la comparaison ci-dessus comme pouvant en donner une idée.

Quant à celui par lequel une liqueur évaporable refroidit les corps de dessus lesquels elle s'évapore, il me semble que la raison la plus probable qu'on puisse en donner, est une affinité de cette liqueur avec celle du feu, qui fait que chacune de ses molécules, en s'envolant, emporte avec elle une ou quelques-unes de celles du feu contenu dans ce corps. Mais pourquoi ces molécules de la

liqueur évaporable ne se combinent-elles pas plus tôt avec le feu que l'air peut lui fournir, & avec lequel cet élément paroît avoir moins d'adhérence qu'avec les corps solides, puisqu'il se refroidit avec plus de promptitude? C'est ce que je ne vois pas; mais aussi ne donné-je ceci que pour un essai d'explication que je n'ai point eu le loisir d'approfondir.

PROBLÈME LXI.

Faire glacer de l'eau, en remuant seulement le vase qui la contient.

PENDANT un temps très-froid, mettez de l'eau dans un vase fermé avec soin, & dans un lieu où elle n'éprouve aucune commotion: il arrivera souvent qu'elle prendra ainsi un degré de froid supérieur à celui de la glace, sans néanmoins se glacer. Mais alors remuez tant soit peu le vase, ou donnez-lui un coup léger; sur le champ l'eau se glacera, & avec une rapidité singulière. Cela arrive sur-tout lorsque l'eau est dans le vuide.

Ce phénomène est fort curieux; mais, à mon avis, il est susceptible d'une explication très-vraisemblable, pour quiconque connoît les phénomènes de la congelation. L'eau ne se congele qu'autant que ses molécules prennent entr'elles un arrangement nouveau. Lorsque l'eau se refroidit dans le plus grand repos, ces molécules se rapprochent, le fluide qui la tient en fusion s'en échappant peu-à-peu; mais il faut quelque chose de plus pour les déterminer à se grouper d'une manière différente, sous des angles de 60 ou 120 degrés. Or elle reçoit cette détermination

par le simple choc donné au vase : elles étoient en équilibre , le choc rompt cet équilibre , & elles retombent les unes sur les autres , en se groupant de la maniere qu'exige leur rapprochement.

Voici un autre phénomène de la congelation.

Si vous faites bouillir de l'eau , qu'ensuite vous l'exposez à la gelée , à côté d'une égale quantité d'eau non bouillie , la première fera plutôt gelée que la seconde.

C'est un fait avéré par des expériences faites à Edimbourg , par M. Black. (*Voyez* Transact. Philosoph. Tome LXV, Part. I, année 1775.)

Ceci me paroît aussi facile à expliquer. La congelation étant causée par le rapprochement des molécules de l'eau , elle doit se congeler d'autant plutôt , que ces molécules , avant d'être exposées à la gelée , sont déjà plus voisines les unes des autres. Or l'eau qui a bouilli a , pour ainsi dire , à cet égard de l'avance sur celle qui n'a pas bouilli ; car l'effet de ce bouillonnement a été de lui ôter une grande partie de son air combiné : donc , toutes choses égales , ces molécules doivent arriver plutôt au terme de proximité où elles s'appliquent les unes aux autres , & forment un corps solide. Je suis convaincu que , par cette même raison , de l'eau imprégnée artificiellement de beaucoup d'air , se géleroit plus tard que l'eau ordinaire.

PROBLÈME LXII.

*De la figure qu'on observe quelquefois dans la neige :
Explication de ce phénomène.*

IL arrive assez souvent, & il y a long-temps qu'on l'a remarqué avec admiration, que les petits flocons de neige ont une figure régulière. Cela arrive sur-tout lorsque la neige tombe par flocons extrêmement petits & bien tranquillement. Cette figure est exagone ou étoilée; quelquefois c'est une simple étoile à six rayons; d'autres fois cette étoile est plus composée, & ressemble à une croix de malthe, ayant six angles saillants & six rentrants. Il arrive par fois que chaque branche présente des ramifications, comme les barbes d'une plume. Il seroit trop long de les décrire toutes. Nous nous bornerons à donner la représentation des plus remarquables, dans les numéros de la
Pl. 5, des plus remarquables, dans les numéros de la
fig. 30. fig. 30.

Ce phénomène a toujours beaucoup embarrassé les physiciens, à commencer par Descartes & Képler, qui paroissent avoir été les premiers qui l'aient observé. Bartholin a donné un traité de *Figura Nivis sexangula*, où il raisonne assez mal sur ce sujet. A dire vrai, il étoit difficile * d'en raisonner justement, avant que M. de Mairan eût observé, comme il l'a fait, avec sagacité les phénomènes de la congélation, & avant que la chi-

* *Note du Censeur.* On trouve cependant que Gassendi avoit déjà rapporté à la cristallisation la figure régulière de la neige. Voyez ad Diog. Laert. Not. OPP., T. I., p. 177.

mie eût reconnu ceux de la crySTALLISATION des corps, lorsque de l'état de fluidité ils passent à celui de solidité.

En effet la chimie nous a appris que tous les corps dont les éléments, nageant dans un fluide, se rapprochent tranquillement, prennent des figures régulières & caractéristiques. Ainsi le soufre, en se figeant, forme de longues aiguilles; le régule d'antimoine figure une étoile sur sa superficie. Les sels, en se crySTALLISANT lentement, prennent aussi des figures régulières: le sel marin forme des cubes, l'alun des octaèdres, le gypse des especes de coins régulièrement irréguliers, & dont les lames se brisent en triangles d'angles déterminés; le spath calcaire, appelé *crystal d'Islande*, des parallélépipèdes obliques, sous des angles invariables; &c.

D'un autre côté M. de Mairan, observant les progrès de la congelation, a vu que les petites aiguilles de glace qui se forment, s'implantent les unes sur les autres, suivant des angles réguliers & déterminés, qui sont toujours de 60 ou 120 degrés.

Quiconque connoît ces phénomènes, ne verra donc dans la glace & dans la neige qu'une crySTALLISATION de l'eau rapprochée dans un air refroidi: une première particule d'eau glacée en rencontre une autre, & se groupe avec elle sous un angle de 60°: une troisième survient, & est déterminée par l'action de la pointe de ce premier angle, à s'y réunir de la même manière, &c. C'est-là la plus simple des étoiles de la neige, qui est représentée par le n° 1.

S'il survient de nouvelles aiguilles de glace, ce qui arrivera le plus souvent, il faudra qu'elles

se couchent sur les premiers rayons, ou en faisant l'angle obtus du côté du centre, ou l'angle aigu du même côté. Dans le premier cas, il en naîtra une étoile dont les rayons porteront des especes de barbes, comme la tige d'une plume, (n^o 2.) ou comme une étoile, (n^o 3.) Cette dernière disposition est néanmoins rare, & celle du n^o 2 est la plus commune. On en voit enfin, mais en moindre nombre, de beaucoup plus composées; mais quelle que soit leur composition, leurs éléments sont toujours des angles de 60 ou 120 degrés.

M. Lulolf de Berlin a conjecturé que ces figures étoient dues au sel ammoniac, ou plutôt à l'alkali volatil dont la neige seroit imprégnée: il rapporte même à l'appui de son idée une jolie expérience: c'est qu'ayant mis de l'eau geler près des latrines, il trouva sa surface toute couverte de petites étoiles de glaces, tandis que de l'eau gelée plus loin ne représentoit rien de semblable. Cependant il convient lui-même n'avoir jamais pu démontrer, par aucun procédé, ce principe dans la neige ou l'eau de neige fondue dans des vases fermés. En effet, aucun physicien d'aujourd'hui ne se persuadera qu'il y ait dans la neige ni sel ammoniac, ni alkali volatil, que fort accidentellement, & il n'y a nulle nécessité d'y en supposer pour expliquer sa crySTALLISATION en étoiles.

PROBLÈME LXIII.

Construire une Fontaine où l'eau coule & s'arrête alternativement.

Nous avons déjà donné plus haut le mécanisme d'une fontaine qui produit cet effet, & qui est

fort connue des hydrauliciens ; mais comme sa construction ne peut pas s'adapter aux usages que nous avons en vue, voici une autre maniere de résoudre le problème.

Que ABCD soit un vase d'une forme quelcon- Pl. 5.
 que, qui reçoit par le tuyau DE un flux perpé- fig. 31.
 tuel d'eau, capable de le remplir à la hauteur
 GH, dans l'intervalle, par exemple, de deux he-
 res. Que FGH soit un syphon dont l'orifice supé-
 rieur, plongé dans la liqueur, est F, FG la moi-
 ndre branche, GH la longue branche, dont l'ori-
 fice H, doit être fort au dessous du niveau de F ;
 enfin que ce syphon soit d'un calibre tel qu'il pût
 tirer la liqueur contenue dans la hauteur CG en
 une demi-heure. Cela supposé, & le vase étant
 vuide, qu'on laisse couler l'eau par le tuyau DE,
 il remplira le vase jusqu'à la hauteur G en deux
 heures, par exemple ; mais une fois parvenu à la
 courbure G, le syphon FGH se remplira ; & l'eau
 y coulant, il épuisera en un peu plus de demi-
 heure * non-seulement la quantité d'eau amassée
 jusques en GH, mais encore celle que le tuyau
 DE aura fournie pendant ce temps, puisque ce
 tuyau de décharge FGH débite beaucoup plus
 rapidement que celui qui fournit, sçavoir DE. La
 surface de l'eau baissera donc enfin au niveau de
 l'orifice F, & l'air s'y introduisant, le jeu du sy-
 phon sera interrompu : l'eau recommencera donc
 à s'élever jusqu'à la courbure du syphon en G,
 & alors le jeu du syphon recommencera, & ainsi
 toujours, tant que le tuyau DE fournira de l'eau.

* Ce temps sera exactement de 40 minutes; car il est la somme d'une progression sous-quadruple, dont le premier terme est 30 minutes, le second 7 & demie, &c.

REMARQUE.

IL est nécessaire de remarquer que le syphon ne fera pas son effet, à moins que sa hauteur à l'endroit de sa courbure ne soit capillaire; car s'il avoit à cet endroit un diametre de 5 ou 6 lignes, l'eau étant arrivée un peu au dessus de la courbure inférieure, couleroit sans remplir tout le tube, Pl. 5, comme on voit *fig 31*, n° 2, & il ne verseroit *fig. 31*, qu'une quantité d'eau égale à celle que fourniroit n° 2. le tube DE. C'est une observation que fait fort justement M. l'abbé Para du Phanjas, qui recourt en conséquence, dans ce cas, à plusieurs tubes capillaires qui se réunissent en un seul.

Il y a un autre remede, qui consiste à faire le calibre du tube de décharge, capillaire dans sa hauteur, & évasé à proportion dans le sens horizontal, afin qu'il ait la même surface, & qu'il y coule la même quantité d'eau. Par ce moyen ce tube de décharge, quoique unique, remplira sa destination.

Il est aussi à propos que l'orifice F de la branche GF du syphon soit taillé comme on voit *Fig. 31, fig. 31*, n° 3, afin d'assurer d'autant mieux l'introduction de l'air dans le syphon, lorsque la surface de l'eau aura baissé jusqu'en F. Je ne crois pourtant pas la chose essentielle.

PROBLÈME LXIV.

Faire une Fontaine qui coulera & s'arrêtera un certain nombre de fois de suite, & qui ensuite s'arrêtera pendant un temps plus ou moins long, après lequel elle reprendra son cours intermittent; & ainsi de suite.

LA solution de ce problème dépend d'une combinaison assez ingénieuse de deux fontaines intermittentes semblables à la précédente. Supposons en effet une pareille fontaine, dont les écoulements périodiques soient très-prompts, par exemple de 2 à 3 minutes, & l'intermission semblable, ce qui fera en total un intervalle de 4 ou 5 minutes; que cette fontaine soit elle-même alimentée par une autre fontaine intermittente & supérieure, dont la durée de l'écoulement soit d'une heure, & l'intermittence de 2, 3 ou 4: il s'ensuivra que l'inférieure ne fournira de l'eau que pendant que la supérieure lui en donnera elle-même, c'est-à-dire pendant une heure; & pendant cette heure cette fontaine inférieure aura 12 ou 15 écoulements coupés par autant de cessations; après lequel temps la fontaine ou le tuyau DE de la *fig. 31*, ne fournissant lui-même plus d'eau pendant deux ou trois heures, la fontaine inférieure cessera absolument pendant une, deux ou trois heures. Voilà donc une fontaine qui sera doublement intermittente, en ce qu'elle sera un certain temps considérable sans couler, & quand elle coulera, ce sera avec intermittence.

REMARQUES.

I. Avec trois fontaines semblables combinées

ensemble, on pourroit produire des périodes si bizarres d'écoulement & de cessation, qu'elles paroîtroient absolument inexplicables. Mais l'on sent aisément quelles pourroient tenir au même principe.

II. On pourroit facilement faire, au moyen des principes ci-dessus, une fontaine qui coulât sans cesse, mais qui grossît & diminuât par alternatives; car il suffiroit de combiner avec la fontaine du problème précédent, une fontaine continue: il est évident qu'elle grossiroit quand le syphon FGH couleroit; & quand il s'arrêteroît, elle reviendroit à son état ordinaire.

Si on combineroit cette fontaine continue avec la double intermittente de ce problème, on auroit une fontaine continue & égale pendant plusieurs heures de la journée, & qui ensuite grossiroit & diminueroit par accès pendant une heure.

PROBLÈME LXV.

Construction d'une Fontaine qui cessera de couler quand on y versera de l'eau, & qui ne reprendra son cours que quelque temps après qu'on aura cessé.

Pl. 6, **I**L faut supposer pour cela un réservoir bien clos fig. 32. & à demi rempli d'eau, comme ABCD, ayant un tuyau d'écoulement en E, de quelques lignes seulement de diamètre. Ce réservoir fait partie d'un autre vase dans lequel il est placé, HBFD; il reste une portion du vase HGF qui est vuide; IK est un tuyau qui va du haut du réservoir intérieur jusques bien près du fond FD du vase; le dessus de ce vase a un rebord en forme de coupe,

dont la partie HG est percée de beaucoup de petits trous. On mettra dans cette espece de coupe de la mousse avec du gros sable, & , si l'on veut, de l'herbe ou du gazon ; enforte néanmoins que l'air puisse avoir accès par la plaque HG dans la cavité HC.

Cela supposé, que le petit réservoir soit à moitié rempli d'eau, elle coulera par l'ajutage E ; qu'ensuite on en verse dans la coupe supérieure ; cette eau tombera dans le réservoir latéral HC, & elle bouchera l'orifice K du tuyau HI. Cet orifice étant bouché, l'air contenu au dessus de l'eau du réservoir intérieur, ne pourra plus se dilater ; l'eau coulante par E tombera d'abord plus lentement, & enfin s'arrêtera. Mais si à l'angle F on ménage un petit écoulement à l'eau tombée dans le réservoir HC, lorsque cette eau sera écoulee, l'écoulement par E recommencera.

Si l'on verroit sans cesse de l'eau dans la coupe HB, & que son écoulement par F fût caché, on pourroit être fort étonné de cette machine, qui ne couleroit que quand il paroîtroit qu'on n'y met plus d'eau.

On pourroit donner à cette machine la figure d'un rocher, du pied duquel sortiroit une fontaine : le dessus pourroit représenter une prairie, une forêt, &c. Lorsqu'on verseroit de l'eau avec un arrosoir, pour représenter la pluie, on verroit la petite fontaine s'arrêter, & s'arrêter aussi longtemps qu'on y verseroit de nouvelle eau. On verra plus loin l'usage de cette idée.

PROBLÈME LXVI.

Faire une Fontaine qui , après avoir coulé pendant quelque temps par sa décharge de superficie , commencera à baisser jusqu'à un certain point , ensuite remontera , & ainsi successivement.

J'AVOUE n'avoir rien trouvé de satisfaisant à cet égard. Cela est néanmoins possible, car nous citerons plus bas quelques exemples de fontaines dont les bassins présentent ce phénomène. Nous nous bornons donc à proposer le problème à nos lecteurs.

REMARQUES,

Contenant l'histoire & les phénomènes des principales Fontaines intermittentes connues , ainsi que de quelques lacs & puits qui ont des mouvements analogues : Histoire du fameux lac de Zirchnitz.

NOUS avons donné dans les problèmes précédents les principes de l'explication des phénomènes que présentent un assez grand nombre de fontaines ou amas d'eaux, dont les mouvements ont de tout temps apprêté matière à penser aux physiciens, & été un sujet d'admiration pour le vulgaire. Il est vrai qu'en général il y a beaucoup à retrancher de ce que le vulgaire croit appercevoir ou raconte à ce sujet. Plusieurs de ces sources, examinées par des philosophes ou observateurs exacts, ont perdu la plus grande partie de ce qu'elles avoient de merveilleux. Il reste néanmoins encore, dans plusieurs d'entr'elles, suffisamment de quoi exercer la sagacité des scrutateurs de la nature. L'objet de cet ouvrage nous

prescrit en quelque sorte de faire connoître les principales & les plus singulieres de ces fontaines. Nous nous bornerons à ce qui est le mieux constaté par de bonnes descriptions ; car à quoi bon répéter des choses incertaines & inexactes ? La masse des erreurs n'est-elle pas assez grande, sans l'augmenter de propos délibéré ?

I. On remarque une intermittence dans la plupart des sources qui prennent leur origine des amas de glaces. Telles sont quelques-unes de celles que j'ai vues dans le Dauphiné, sur la route de Grenoble à Briançon : elles coulent, à ce qu'on m'assura, plus abondamment la nuit que le jour, ce qui paroîtroit d'abord difficile à concilier avec la saine physique ; mais nous ferons voir que cela s'explique facilement.

L'auteur de la Description des Glacieres de Suisse parle d'une pareille source, située à Engstler dans le canton de Berne ; elle est sujette à une double intermittence, sçavoir à une intermittence annuelle & journaliere ; elle ne commence à couler que vers le mois de Mai, & les bonnes-gens du voisinage croient fermement que la Divinité leur envoie chaque année cette source pour abreuver leurs bestiaux, qu'ils amènent vers ce temps dans la montagne. D'ailleurs, semblable à celles dont nous avons parlé, c'est pendant la nuit que se fait son écoulement le plus abondant.

Il n'y a rien que de fort simple dans la réapparition annuelle de cette fontaine à l'approche de l'été ; car c'est seulement vers ce temps que la masse de la terre, suffisamment échauffée, commence à fondre les glaces par dessous. Ainsi ce n'est que dans ce temps que la fontaine dont il s'agit peut couler. Nous disons par dessous, car

c'est ainsi que fondent ces masses énormes de glaces. On n'en peut douter lorsqu'on remarque qu'elles donnent sans cesse naissance à de grands courants d'eau, tandis que leur surface supérieure présente les couches des années précédentes à peine altérées. Mais comment & pourquoi la plupart de ces fontaines donnent-elles pendant la nuit leur plus grande quantité d'eau? Ceci mérite explication.

Ce phénomène provient, selon nous, de l'alternance de chaleur & de refroidissement causée, par la présence & l'absence du soleil, dans la masse de la terre, couverte par cet amas de glace. Mais comme il faut un certain temps pour que la chaleur du soleil produise son effet, & qu'elle se communique aux parties éloignées, il arrive que le moment de leur plus grande chaleur est postérieur de plusieurs heures à celui de la plus grande chaleur de l'air, qui a lieu vers les trois heures de l'après-midi : ce n'est donc que quelques heures après le coucher du soleil qu'arrivera la plus grande liquéfaction de la glace qui touche la terre : ajoutez-y le chemin que l'eau qui en provient doit faire dans ces conduits resserrés entre des vallons & sous les glaces, il ne sera point étonnant qu'elle n'arrive au jour que vers le milieu de la nuit. Ainsi ce sera vers les onze heures ou minuit que ces ruisseaux, provenant de masses glaciales, donneront la plus grande quantité d'eau.

II. L'intermittence dont on vient de parler ne tient pas à des causes bien difficiles à découvrir ; ce n'est pas même une véritable intermittence. Mais les fontaines dont il va être question tout-à-l'heure, sont vraiment intermittentes.

Une fontaine de ce genre est celle qu'on voit à
Fontainebleau

Fontainebleau dans un des bosquets du parc. Elle feroit probablement plus connue, & ne céderoit guere en célébrité à celle de Laywell, si les physiciens hantoient davantage les cours.

Cette fontaine coule de dessous terre & d'un fond sablonneux, dans un bassin quarré de 6 à 8 pieds en quarré; on y descend par plusieurs marches, dans la dernière desquelles, ou la plus voisine de l'eau, est creusée une rigole qui lui sert de décharge de superficie. Voici ce qu'on observe.

L'eau étant supposée remplir seulement la moitié du bassin, comme cela arrive lorsqu'on y a puisé une assez grande quantité d'eau, elle monte peu-à-peu jusqu'au bord de la dernière marche, & s'écoule par la décharge de superficie pendant quelques minutes. Cet écoulement est suivi d'un gargouillement quelquefois assez fort pour se faire entendre d'assez loin; c'est-là le signe de l'abaissement prochain de l'eau. Elle commence en effet aussi-tôt à baisser jusqu'à quelques pouces au dessous du plus bas de la rigole. Cette hauteur, du reste, est assez variable. Elle est alors stationnaire pendant quelque temps; ensuite elle remonte & répète le même manège. Chaque flux de cette nature est d'un demi-quart d'heure environ. Quelquefois cependant elle se joue en quelque sorte des curieux, & reste des demi-heures, des heures entières sans répéter son jeu.

On lit dans les *Transact. Philos.* nos 202 & 424, ainsi que dans le Cours de Désaguliers, T. II, la description d'une fontaine très-ressemblante à la précédente: elle est située près de Torbay dans le Devonshire, à une des extrémités de la petite ville de Brixham. Les habitants du pays

l'appellent *Lay-Well*. Elle est sur le penchant d'une petite colline, & éloignée de la mer d'un bon mille; ce qui exclut toute communication avec la mer. Le bassin est, suivant la description la plus récente, de 4 pieds & demi de large sur 8 de longueur. Il y a un courant qui coule constamment dans ce bassin, & l'eau en sort par l'autre extrémité, & par une ouverture de 3 pieds de large sur une hauteur convenable.

Il s'écoule quelquefois un temps assez considérable, comme de quelques heures, pendant lesquelles l'eau coule uniformément, sans hauffer ni baisser; ce qui a donné lieu à des gens crédules de penser que la présence de quelques personnes avoit sur cette fontaine une influence qui arrêtoit son jeu. Mais le plus souvent elle a un mouvement de flux & de reflux fort sensible & assez prompt. L'eau s'élève de quelques pouces pendant environ deux minutes, après quoi elle s'abaisse pendant environ autant de temps, qui est suivi d'un petit repos; en sorte que la durée totale est d'environ cinq minutes. Cela s'exécute une vingtaine de fois de suite, après lesquelles la fontaine semble se reposer pendant environ deux heures, & l'eau coule uniformément pendant ce temps-là. C'est, dit l'auteur de la description, une particularité qui la distingue des autres fontaines de cette espèce qui sont venues à sa connoissance. Mais nous avons vu que celle de Fontainebleau éprouve quelque chose de semblable; nous remarquons même une analogie très-grande entre l'une & l'autre; & il nous paroît presque évident par leur description, que leur périodisme n'est pas dans la source même, mais uniquement dans la décharge: cela est du moins certain à l'égard de celle de

Fontainebleau, car la nature du terrain ne permet pas d'y supposer rien de semblable à ce qu'exige un écoulement périodique dans la fontaine même.

Quoi qu'il en soit, voici une troisième fontaine beaucoup plus considérable que les deux précédentes, & qui présente une intermittence bien marquée : c'est celle de Franche-Comté, dont on lit une description fort bien faite dans le *Journal des Sçavants*, Octobre 1688.

Cette fontaine est, ou étoit du moins alors, près du grand chemin qui conduisoit de Pontarlier à Touillon, au bout d'un petit pré, & au pied de quelques montagnes qui la dominant : elle coule, par deux endroits séparés, dans deux bassins dont la rondeur lui a fait donner le nom de *la Fontaine ronde*. Le bassin supérieur, qui est le plus grand, a environ sept pas de longueur sur six de largeur, & il y a au milieu une pierre en talus, qui sert à rendre sensible son mouvement de réciprocation.

Quand le flux va commencer, on entend un bouillonnement au dedans de la fontaine, & l'on voit aussi-tôt l'eau sortir de tous côtés, en produisant beaucoup de bulles d'air : elle s'éleve d'un grand pied.

Dans le reflux, l'eau s'abaisse à peu près dans le même temps & par les mêmes gradations inverses. La durée totale du flux & du reflux est d'environ un demi-quart d'heure, y compris environ deux minutes de repos.

La fontaine tarit presque entièrement à chaque reflux, sur-tout de deux l'un ; & à la fin de ce reflux on entend une espèce de gazouillement qui annonce cette fin.

La petite ville de Colmars en Provence, diocèse de Senèz, nous présente encore une fontaine

de ce genre. Elle se trouve aux environs de cette ville, & elle est remarquable par la fréquence de ses écoulements. Quand elle est prête à couler, un léger murmure annonce son arrivée; elle croît ensuite pendant une demi-minute; alors elle jette de l'eau de la grosseur du bras; puis elle décroît pendant cinq à six minutes, & s'arrête un moment; après quoi elle reprend son écoulement. De cette manière la durée de son écoulement & de son intermittence ensemble, est de sept à huit minutes, en sorte qu'elle coule & s'arrête huit fois environ dans une heure. Gassendi a donné une description plus détaillée de cette fontaine, dans ses œuvres, ainsi que M. Astruc, dans son *Hist. Nat. du Languedoc & de la Provence*.

La fontaine de Fonzanches, dans le diocèse de Nismes, mérite aussi de trouver place ici. Fonzanches est situé entre Sauve & Quissac, à la droite & assez près du lit de la Vidourle: cette fontaine sort de terre à l'extrémité d'une pente assez roide tournée au levant. Son intermittence est des plus marquées; elle coule & s'arrête régulièrement deux fois par jour ou dans l'espace de 24 heures: la durée de l'écoulement est de 7 heures 25 minutes, & celle de l'intermission de 5 heures juste ou très-près; en sorte que son écoulement retarde chaque jour de 50 minutes. Mais on auroit tort d'en conclure aucune liaison, soit avec le mouvement de la lune, soit avec la mer, quoiqu'on lui ait donné le nom de *la Fontaine au flux & reflux*. Il seroit absurde d'établir de-là des canaux jusqu'à la mer de Gascogne, qui en est à 130 lieues. D'ailleurs le retardement de 50 minutes n'étant pas précisément celui des marées, ou du passage de la lune par le méridien, l'ana-

logie d'un mouvement avec l'autre ne se soutient pas davantage que si ce retardement étoit beaucoup plus grand ou moindre.

Nous terminerons ce paragraphe par la description de la fameuse fontaine appelée *Fontestorbe*, qu'on trouve dans le diocèse de Mirepoix. Ce que nous allons en dire est l'extrait de la description que M. Astruc en a donnée, dans l'ouvrage cité ci-dessus.

Fontestorbe est située à l'extrémité d'une chaîne de rochers, qui s'avance presque jusqu'aux bords de la rivière de Lers, entre Fougas & Bellestat, dans le diocèse de Mirepoix. Fort au dessus du lit de la rivière, on voit une voûte de 20 à 30 pieds de profondeur, & de 40 pieds de largeur sur 30 de hauteur. Au côté droit est la fontaine dont il s'agit, dans une ouverture triangulaire du rocher, dont la base est de 8 pieds environ de largeur. C'est par cette ouverture que coule l'eau quand le flux est arrivé. Ce qui caractérise d'une manière singulière son intermittence, c'est qu'elle n'est intermittente que dans les temps de sécheresse, c'est-à-dire ordinairement pendant les mois de Juin, Juillet, Août & Septembre: alors elle coule pendant 36 à 37 minutes, en s'élevant de 4 à 5 pouces sur la base de l'ouverture triangulaire, & après ce temps elle cesse de couler pendant 32 à 33 minutes: vient-il à pleuvoir, le temps de l'intermission se raccourcit, & s'anéantit enfin lorsqu'il a plu trois ou quatre jours de suite, en sorte que la fontaine est alors continue, quoiqu'avec une augmentation périodique: mais enfin, lorsque la pluie a duré assez long-temps, le flux est continu & égal, ce qui dure pendant tout l'hiver, jusqu'au temps de la sécheresse, où la

fontaine redevient périodique & intermittente par les mêmes gradations inverses.

On peut déduire des principes exposés dans les problèmes précédents, la raison de la plupart des phénomènes qu'on vient de décrire : il suffit pour cela de concevoir une cavité plus ou moins grande, formée par l'affaissement d'un banc de glaise, & qui sert de réservoir à un amas d'eau fourni par une source. Que cette cavité communique au dehors par une espèce de canal circouflexe, dont l'orifice intérieur soit voisin du fond de la cavité, & l'extérieur beaucoup plus bas ; ce canal fera évidemment l'office du syphon du Problème LXIII & de la *fig. 31*, & produira les mêmes phénomènes, en supposant toutefois l'accès de l'air extérieur dans la cavité.

Si donc la source qui vient remplir la cavité décrite, fournit constamment moins d'eau que le syphon supposé n'en peut évacuer, l'eau ne coulera que périodiquement ; car, pour qu'elle coule, il faudra que l'eau soit montée jusqu'au sommet, ou l'angle des deux branches du syphon : il coulera alors, & évacuera l'eau contenue dans la cavité ; & ensuite il s'arrêtera, jusqu'à ce qu'il soit survenu de nouvelle eau.

Mais si la source cachée qui alimente le réservoir supposé est variable, c'est-à-dire qu'elle soit beaucoup plus abondante en temps d'hiver & pluvieux, que pendant l'été ou un temps de sécheresse, la source apparente ne fera intermittente que dans ce dernier temps ; la durée de ses intermissions ou repos diminuera à mesure que la source cachée deviendra plus abondante ; & ensuite, quand cette dernière le fera au point de donner autant d'eau que le syphon en pourra

évacuer, la source apparente deviendra continue; elle reprendra enfin par degrés son intermittence, à mesure que la source intérieure diminuera de volume.

Ainsi voilà les phénomènes de la source de Fontestorbe, expliqués par le même mécanisme que celui des autres fontaines purement intermittentes. Il y a apparence que, dans ces dernières, la source cachée tire son origine d'une eau souterraine qui ne reçoit que peu ou point d'augmentation des eaux extérieures, & qu'au contraire celle de Fontestorbe a pour aliment une eau provenant des neiges & des pluies.

Nous ne dirons qu'un mot de quelques autres fontaines de ce genre, dont il est parlé dans divers auteurs. Telle est celle des environs de Paderborn, qu'on nomme *Bullerborn*, qui coule, dit-on, 12 heures, & se repose autant de temps; celle de Haute-Combe en Savoie, près du lac du Bourget, qui coule & s'arrête deux fois par heure; celle de Buxton, dans le comté de Derby, & dont parle Childrey dans ses *Curiosités d'Angleterre*, qui coule tous les quarts d'heure seulement; une près du lac de Côme, célèbre dès le temps de Pline le jeune, qui hausse & baisse trois fois par jour périodiquement; &c. &c. Comme les descriptions qu'on en donne sont très-imparfaites, nous ne nous y arrêterons pas davantage.

III. Mais voici des phénomènes d'un autre genre; ce sont ceux que nous présentent certains puits ou certaines sources qui s'élevent & s'abaissent à certaines périodes, sans qu'on leur connoisse d'écoulement. Il y a près de Brest un puits sujet à ces abaiffement & élévation périodiques, dont l'explication a beaucoup occupé les physiciens. La

description de ce qu'on y observe est tirée du *Journal de Trevoux*, (Octobre 1728), & est l'ouvrage d'un P. Aubert, Jésuite, physicien qui paroît très-exact & très-instruit.

Le puits dont nous parlons est situé à deux lieues de Brest, au bord du bras de mer qui s'avance dans les terres jusqu'à Landerneau. Sa distance au bord de la haute mer est de 75 pieds, & à peu près du double au bord de la basse mer. Il a 20 pieds de profondeur, & son fond est plus bas que la haute mer, & moins élevé que la basse.

Il seroit peu étonnant, & ce seroit même une chose tout-à-fait dans l'ordre naturel, que le puits baisât à la basse mer & montât à la haute; mais c'est tout le contraire, ainsi qu'on va le voir par la suite détaillée de ce qu'on y observe.

L'eau du puits est la plus basse, c'est-à-dire à 11 ou 12 pouces au dessus de son fond, lorsque la mer est la plus élevée. Elle reste en cet état environ une heure, à compter du moment de la haute mer; elle croît ensuite pendant environ 2 heures & demie dans le temps que la mer baisse, après quoi elle reste stationnaire pendant environ deux heures. Elle commence alors à décroître, c'est-à-dire une demi-heure environ avant le moment de la plus basse mer, & cela continue pendant les quatre premières heures de la mer montante. Enfin elle reste dans le même état d'abaissement environ 3 heures, c'est-à-dire pendant les deux dernières heures de la mer montante, & la première heure de la mer descendante; après quoi elle recommence à monter, comme on l'a expliqué plus haut. On a remarqué dans la grande sécheresse de 1724, que le puits dont il s'agit taris

soit quelques heures à la mer montante, & qu'il se remplissoit à la mer descendante. Je ne sçais si ce puits subsiste encore. Ce qui ajoute à la singularité du phénomène, c'est que des puits voisins, & qui semblent devoir éprouver les mêmes vicissitudes, n'y sont point sujets.

On voit près de Londres, entre cette ville & Gravesande, une sorte de petit lac appelé *Greenhiv*, qui, suivant M. Désaguliers, offre les mêmes phénomènes : il ajoute avoir ouï dire qu'à Lambourn, dans le Berckshire, il y a une fontaine qui est pleine quand le temps est sec, & à sec quand le temps est pluvieux. Il seroit à desirer qu'il eût avéré le fait avec ses circonstances.

IV. Mais tout ce que nous venons de dire, quoique fort remarquable, n'approche pas de la singularité du fameux lac de Zirchnitz. On nomme ainsi un lac assez grand, situé près la petite ville de ce nom, dans le duché de Carniole. Il a environ trois lieues de France de longueur, & une & demie de largeur, sous une forme assez irrégulière.

La singularité de ce lac consiste en ce qu'il est plein d'eau pendant presque toute l'année ; mais vers la fin de Juin, ou dans les premiers jours de Juillet, l'eau s'écoule par 18 especes de puits ou conduits souterrains ; ensorte que ce qui avoit été le séjour des poissons & des oiseaux aquatiques, qui y sont très-nombreux, devient celle des bestiaux, qui viennent y paître une herbe abondante. Les choses restent ainsi pendant trois à quatre mois, suivant la constitution de l'année ; & ce temps expiré, l'eau revient par les trous qui l'avoient absorbée, & avec une violence si considérable, qu'elle jaillit jusqu'à la hauteur

d'une pique, de maniere qu'en moins de vingt-quatre heures le lac est revenu dans son premier état.

On doit cependant remarquer qu'il y a quelques irrégularités dans le temps & la durée de cette évacuation. Il est quelquefois arrivé que le lac s'est rempli & vuide deux ou trois fois dans l'année. Une fois il n'éprouva de toute l'année aucune évacuation ; mais il n'est jamais arrivé qu'il ait resté vuide plus de quatre mois. Ces irrégularités n'empêchent pas que le phénomène mérite de tenir une place parmi les singularités les plus extraordinaires de la nature. On peut voir sur ce sujet l'ouvrage d'un sçavant de ce pays, (M. Weichard Valvafor,) intitulé *Gloria ducatus Carniolæ*, &c. 1688, in-4°. Cet auteur entre dans des détails qui lui concilient toute croyance, & d'ailleurs c'est un fait connu & rapporté par divers voyageurs instruits.

M. Valvafor déduit avec beaucoup de probabilité les phénomènes de ce lac, de cavités souterraines qui communiquent avec lui par les ouvertures dont nous avons parlé, & qui sont pleines d'une eau alimentée par les pluies. Lorsque ces pluies ont cessé pendant long-temps, & qu'elles sont évacuées jusqu'à un certain point, elles donnent lieu à un jeu de syphons qui vuide tout le lac. Mais il faut voir les détails de cette explication dans l'ouvrage cité, ou bien dans les *Actes de Leipfick*, année 1688.

PROBLÈME LXVII.

Du Porte-voix & du Cornet acoustique ; leur explication : Le jeu de la Tête enchantée.

TOUT comme on aide la vue par les lunettes d'approche & par les microscopes, de même on a imaginé d'aider l'ouïe par des instruments analogues. L'un, appelé le *porte-voix*, sert à se faire entendre de fort loin ; & l'autre, appelé *cornet acoustique*, à grossir pour l'oreille les plus petits sons.

Le chevalier Morland est, parmi les modernes, celui qui s'est le plus occupé à perfectionner ce moyen d'augmenter les sons. Il publia en 168.. un traité intitulé, *de Tubâ Stentorophonicâ*, nom qui fait allusion à la voix de Stentor, si célèbre parmi les Grecs par sa force extraordinaire. Ce que nous allons dire ici est en partie extrait de cet ouvrage curieux.

Les anciens connurent le porte-voix, car on dit qu'Alexandre avoit un cornet avec lequel il donnoit des ordres à son armée, quelque nombreuse qu'elle fût. Kircher, d'après quelques passages d'un manuscrit du Vatican, fixe le diametre du pavillon à 7 pieds & demi. Quelle étoit sa longueur ? il n'en dit rien ; il ajoute seulement qu'il se faisoit entendre à 500 stades, ou 5 de nos lieues. Il y a sans doute de l'exagération. Un instrument avec lequel on pourroit se faire entendre de Versailles à Paris, seroit un instrument fort curieux.

Quoi qu'il en soit, le porte-voix, autrement trompette parlante, ou *stentorophonique*, n'est autre chose qu'un long tuyau, qui d'un côté n'a que la largeur nécessaire pour y appliquer la bou-

che, & qui va de-là en s'évasant jusqu'à l'autre extrémité en forme de pavillon. L'ouverture du petit bout doit être égale à celle de la bouche d'un homme, & un peu aplatie, pour mieux se conformer à la figure de cet organe; deux petites appendices latérales servent à embrasser les joues.

Pl. 6, On voit tout cela dans la *fig. 33*, qui n'a pas besoin d'autre explication.

Le chevalier Morland dit avoir fait faire de ces trompettes parlantes de plusieurs grandeurs; savoir, une longue de 4 pieds & demi, par laquelle on se faisoit entendre à 500 pas géométriques; une autre, de 16 pieds 8 pouces, se faisoit entendre à 1800 pas; une troisième enfin, de 24 pieds, qui portoit le son à plus de 2500 pas.

Nous ne dirons pas comme M. Ozanam, pour expliquer cet effet, que les tuyaux servent généralement à renforcer l'activité des causes naturelles; que plus ils sont longs, plus cette énergie est augmentée; &c. car ce n'est pas là parler en physicien; c'est prendre l'effet pour la cause. Il faut raisonner avec plus de précision.

L'air est un fluide élastique, & tout son qui y est produit se répand circulairement & sphériquement à l'entour du lieu où il est produit. Si donc l'on parle à l'extrémité d'un long tuyau, tout le mouvement qui seroit communiqué à une sphere d'air, par exemple de 4 pieds de rayon, est communiqué à un cylindre ou plutôt un cône d'air, dont la base est le pavillon. Si ce cône est, par exemple, la 100^e partie de la sphere entiere de même rayon, c'est à peu près comme si l'on avoit parlé 100 fois aussi fort dans un air libre: on doit donc entendre à une distance 100 fois aussi grande.

Le cornet acoustique, instrument si utile pour les sourds, est à peu près l'inverse du porte-voix. Il rassemble dans le conduit auditif toute la quantité de son contenue dans son pavillon, ou il augmente le son qui est produit à son extrémité, dans un rapport qui est à peu près le même que celui de cette extrémité au pavillon. Si, par exemple, le pavillon a 6 pouces de diametre, & l'ouverture qu'on applique à l'oreille 6 lignes, ce qui donne en surface le rapport de 1 à 144, le son sera augmenté 144 fois, ou à peu près; car je ne crois pas que ce rapport suive précisément l'inverse des étendues. Il faut convenir que sur cela l'acoustique n'est pas encore aussi avancée que l'optique.

REMARQUE.

L'EXPÉRIENCE a appris, & c'est un fait, quelle qu'en soit la raison, que le son renfermé dans un tube se propage à une distance incomparablement plus grande que dans l'air libre. Le P. Kircher rapporte quelque part, que les ouvriers qui travaillent dans les souterrains des aqueducs de Rome, s'entendent à la distance de plusieurs milles.

Si l'on parle, même fort bas, à l'extrémité d'un tuyau de quelques pouces de diametre, celui qui aura l'oreille à l'autre extrémité, entendra distinctement ce qu'on aura dit, quel que soit le nombre de circonvolutions de ce tuyau.

Cette observation est le principe d'une machine qui surprend beaucoup les gens médiocrement instruits. On place une figure en buste sur une table; mais de l'une de ses oreilles, ou de chacune, on conduit à travers l'épaisseur de la table & un de

ses pieds, un tuyau qui perce le plancher, & va aboutir dans l'appartement inférieur ou latéral. Un autre tuyau part de la bouche, & va aboutir par un chemin semblable dans le même appartement. On dit à quelqu'un de faire à cette figure une question en lui parlant bas à l'oreille ; la personne qui est de concert avec celle qui montre la machine, ayant son oreille appliquée à l'extrémité du même tuyau, entend fort bien ce qu'on a dit : elle fait alors à l'embouchure de l'autre tuyau, une réponse qu'entend à son tour l'auteur de la question. Enfin, si par quelque moyen mécanique on a donné en même temps un mouvement aux lèvres de la machine, les ignorants sont extrêmement surpris, & tentés de croire à la magie. Il n'y en a pourtant aucune, ainsi qu'on le voit.

PROBLÈME LXVIII.

Dans le jeu du Ricochet, quelle est la cause qui fait remonter la pierre au dessus de la surface de l'eau, après y avoir plongé ?

RIEN n'est plus connu & plus commun que le jeu appelé *Ricochet*, puisqu'il est peu de jeunes gens qui, se trouvant sur le bord d'une eau un peu étendue, ne s'amuse à ce petit jeu. Mais la cause de ce rebondissement de la pierre, après avoir touché la surface de l'eau, n'en a pas moins quelque chose qui ne se présente pas d'abord à l'esprit ; & même, le dirons-nous ? il y a des physiciens qui s'y sont mépris, en attribuant cet effet à l'élasticité de l'eau. Comme l'eau n'a aucune élasticité, il est évident que leur explication est vicieuse.

Ce rebondissement tient néanmoins à une cause qui approche assez de l'élasticité. C'est l'effort que font les colonnes d'eau, enfoncées par le choc, pour se relever & reprendre leur place, par une suite de l'équilibre qui doit régner entr'elles & les voisines. Mais entrons dans une analyse un peu plus approfondie de ce qui se passe en cette occasion.

Lorsque la pierre, qui doit être plate, est lancée obliquement à la surface de l'eau, & dans le sens de son tranchant, il est évident qu'elle est portée de deux mouvements qui se composent, l'un horizontal qui est le plus vite, & l'autre vertical qui l'est beaucoup moins. La pierre, arrivée à la surface de l'eau, la choque par l'effet de ce dernier seulement, & elle enfonce un peu la colonne d'eau qu'elle rencontre; ce qui produit une résistance qui affoiblit ce mouvement vertical, mais sans le détruire encore: elle continue à plonger en enfonçant d'autres colonnes; d'où il résulte de nouvelles résistances qui anéantissent enfin ce mouvement en ce qu'il a de vertical. La pierre est alors parvenue à la plus grande profondeur qu'elle puisse atteindre, & elle a dû décrire nécessairement une petite courbe, dont la convexité est opposée au fond de l'eau, comme on voit dans la *fig. 34*: mais dans le même temps Pl. 6,
fig. 34- son mouvement, en ce qu'il a d'horizontal, n'a rien ou presque rien perdu. D'un autre côté, la colonne enfoncée par le choc de la pierre, réagit contr'elle, forcée par les colonnes voisines; d'où il résulte un mouvement vertical, qui est imprimé à la pierre, & qui se combine avec le mouvement horizontal qui lui reste. Il doit donc en résulter un mouvement oblique tendant en haut;

c'est celui qui fait rebondir la pierre de dessus l'eau, en lui faisant décrire une petite parabole fort aplatie, à la fin de laquelle elle frappe encore l'eau fort obliquement; ce qui produit un second bond, puis un troisieme, un quatrieme, &c. qui vont toujours en diminuant d'étendue & de hauteur, jusqu'à ce que le mouvement soit tout-à-fait anéanti.

PROBLÈME LXIX.

Le mécanisme du Cerf-volant : Diverses questions & recherches sur ce jeu.

TOUT le monde connoît l'amusement du cerf-volant, petite machine fort ingénieuse, & dans laquelle éclate un mécanisme très-adroit. Cependant on s'étonnera peut-être de ce qu'un objet de cette nature a pu faire le sujet d'un mémoire académique; car on en lit un sur le cerf-volant parmi ceux de l'Académie de Berlin, année 1756. Mais cette surprise cessera, quand on sçaura que M. Euler le fils étoit déjà profond géometre à un âge où la plupart des jeunes gens ne voient dans un cerf-volant qu'un objet d'amusement; ainsi il étoit difficile qu'il ne fût pour lui un sujet de méditation. Il présente en effet plusieurs questions curieuses, & même, pour la plupart, impossibles à traiter sans une analyse profonde. On peut donc regarder, si l'on veut, ce Mémoire, comme les *juvenilia* d'un grand géometre. Nous ne le suivrons pas dans ses calculs profonds; nous nous bornerons à traiter la matiere d'une maniere moins exacte, & plus facile à entendre.

Le cerf-volant est, comme l'on sçait, une surface plane, & légère autant qu'il est possible, ABCD,

ABCD, taillée en rhombe irrégulier, c'est-à-dire formée de deux triangles BAC, BDC, dans lesquels l'angle A du premier est beaucoup plus grand que l'angle D du second. Du côté A est la tête, & D est la queue, à laquelle on attache ordinairement un long fil garni de flocons de papier : on en met aussi de beaucoup plus courts aux angles B & C ; ce qui fait que la petite machine, étant élevée, présente de loin le spectacle d'un oiseau monstrueux qui se balance dans les airs à l'aide de ses ailes & de sa queue. Pl. 6,
fig. 35.

A un point de l'axe AD, & vers le point E, est attachée une ficelle de quelques centaines de pieds de longueur, & qui s'enroule sur un bâton, pour la lâcher ou la retirer suivant le besoin. Mais cette corde a besoin d'être attachée au cerf-volant d'une certaine manière ; car il faut, 1^o que d'un point de la corde, voisin de son attache, partent deux autres petites cordes allant aux points B & C, pour empêcher la machine de tourner sur l'axe AD. 2^o Du même point de la corde doit partir une autre petite corde allant à un point voisin de la tête A, en sorte que l'angle formé par la corde avec l'axe AB soit aigu du côté de A, & invariable : on en fait même passer une quatrième de ce point de la corde à un point voisin de D.

Les choses ainsi préparées, quand on veut mettre le cerf-volant au vent, on fait tenir la corde à quelqu'un, & à quelques toises de distance ; on expose la surface inférieure au vent, en lâchant le cerf-volant en l'air. Celui qui tient la corde se met aussi-tôt à marcher avec rapidité contre le vent, afin d'augmenter l'action de l'air sur cette surface. Si l'on éprouve une résistance considérable, on lâche un peu & successi-

vement la corde, & le cerf-volant s'éleve : il suffit de sçavoir bien gouverner, en lâchant ou retirant la corde à propos ; la lâchant lorsque, par l'effort qu'on éprouve, on juge que le cerf-volant peut s'élever encore ; la retirant quand on le sent mollir. Un cerf-volant bien fait, peut, dans un lieu & un temps favorables, s'élever à 3 ou 400 pieds & même davantage.

Pour analyser ce jeu, & reconnoître ce qui s'y passe, imaginons que AD représente l'axe du cerf-volant, auquel est attachée la corde EC, retenue en C par la personne qui le manœuvre. L'angle AEC doit être aigu. Que VE soit la direction du vent, dont nous supposons tous les filets réunis en un seul, agissant sur le centre de gravité de la surface du cerf-volant, & que nous supposerons, pour simplifier, ne pas différer de celui du corps même, ou en être fort près.

Pl. 6, fig. 36.

Que FE représente la force avec laquelle le vent auquel le cerf-volant est exposé, choque perpendiculairement sa surface ; qu'on tire EG perpendiculaire à cette surface, & qu'on mène FG perpendiculaire à EG ; qu'on fasse enfin EL troisieme proportionnelle à EF & EG, & qu'on mène LM parallele à GF ; alors EL représentera la force avec laquelle le vent choque la surface inférieure du cerf-volant dans le sens perpendiculaire, & LM fera l'effort que ce choc exercera dans le sens ML ou AED.

Nous remarquerons d'abord que, par ce dernier, le cerf-volant tendroit à être précipité en bas ; mais l'angle AEC étant aigu, il en résulte un effort dans le sens EA, qui contre-balance le premier : sans cela le cerf-volant ne pourroit se

soutenir ; & telle est la raison pour laquelle cet angle doit nécessairement être aigu.

Prenons maintenant EH égale à EL ; & menant EI perpendiculaire à l'horizon , & HI perpendiculaire à EH , nous aurons deux nouvelles forces , dont l'une IH agira dans le sens ED , & tendra à précipiter le cerf-volant : mais elle est anéantie , ainsi que la première ML , par la puissance en C , qui tire selon l'angle oblique AEC. L'autre EI , sera celle qui tendra à faire monter le cerf-volant dans le sens vertical.

Ainsi , si la force EI est plus grande que le poids du cerf-volant , il sera élevé en l'air ; & si l'on suppose que l'extrémité de la ficelle soit fixe en C , il tournera autour de ce point C en s'élevant ; mais en tournant ainsi , il arrivera nécessairement que le vent choquera avec plus d'obliquité la surface AB ; en sorte qu'il y aura enfin équilibre. Le cerf-volant ne s'élèvera donc pas davantage , à moins qu'on ne lâche la ficelle ; car alors il s'élèvera parallèlement à lui-même ; & comme en montant il rencontrera un air plus libre & un vent plus fort , il tournera encore un peu à l'entour de l'angle C , ou l'angle C deviendra plus grand & plus approchant du droit.

Tel est le mécanisme par lequel s'élève le cerf-volant. Il est aisé de voir qu'on peut , connoissant la vitesse du vent , la surface & le poids du cerf-volant , ainsi que la grandeur constante de l'angle AEC , déterminer la hauteur à laquelle il s'élèvera.

Une question qui se présente naturellement ici , est , *Quelle grandeur doit avoir l'angle AEF , pour que la petite machine s'élève avec plus de facilité ?* Nous n'en donnerons pas l'analyse ; nous nous

bornerons à dire qu'en supposant le vent horizontal, il faut que cet angle soit de $54^{\circ} 44'$, c'est-à-dire le même que celui que doit faire le gouvernail d'un vaisseau avec la quille, pour le faire tourner avec le plus de facilité, dans la supposition où les filets d'eau qui le choquent auroient une direction parallèle à la quille.

Nous remarquerons ici qu'il n'y a pas une nécessité absolue que l'angle AEC soit invariable, & déterminé à être tel par une petite ficelle attachée d'un point de CE à un point voisin de la tête; mais il faut alors que le point d'attache E de cette ficelle au cerf-volant, ne soit pas le même que le centre de gravité de la surface du cerf-volant, & que ce centre de gravité soit le plus loin qu'il se pourra vers le centre de la queue D. C'est pour cette raison que l'on ajoute à ce point D un filet garni de flocons de papier, qui retire ce centre de gravité vers le point D. Sûrement ceux qui s'amusement du cerf-volant n'y ont pas été conduits *à priori*: l'origine de cette appendice a été l'envie de donner à la petite machine l'air d'un oiseau à longue queue, se balançant dans les airs. Mais le hasard les a fort heureusement servis; car M. Euler a trouvé, par un calcul dont il n'est pas possible de donner ici même l'idée, que cette petite queue contribue beaucoup à faire élever le cerf-volant.

Au reste ce petit jeu, tout frivole qu'il est, présente encore quelques autres considérations mécaniques qui exigent beaucoup d'adresse & un calcul fort compliqué; mais on nous permettra de nous borner à renvoyer au Mémoire de M. Euler le fils, cité plus haut.

REMARQUE.

ON peut, en observant toutefois les regles ci-dessus, donner à cette machine plusieurs figures différentes, comme celle d'un aigle, d'un vautour, &c. Je me souviens d'avoir vu un cerf-volant représentant un homme. Il étoit fait de toile taillée & peinte pour cet effet, & attachée sur un châssis léger, construit de maniere à soutenir tous les contours de la figure. Elle étoit droite, & paroissoit vêtue d'une espece de gilet. Ses bras disposés en anses de chaque côté de son corps, & sa tête ornée d'un bonnet terminé angulairement, favorisoient l'ascension de la machine, qui, étant à terre, avoit environ 12 pieds de haut; mais, pour en faciliter le transport, on pouvoit la plier en deux par le moyen de charnières adaptées au châssis. Celui qui guidoit cette espece de cerf-volant, parvint à l'élever, quoique dans un temps assez calme, à près de 500 pieds; & une fois élevé, il le soutenoit en l'air, en ne donnant qu'un léger mouvement au cordeau. La figure avoit alors un balancement semblable à celui d'un homme patinant sur la glace. L'illusion que causoit ce petit spectacle, qui ne semble d'abord fait que pour récréer des écoliers, ne laissoit pas d'attirer & amuser un grand nombre de curieux.

PROBLÈME LXX.

De la Baguette divinatoire; ce qu'on en doit penser.

NOUS ne parlons ici de la baguette divinatoire, que parceque cette illusion ou ce charlatanisme physique a fait trop de bruit pendant un temps,

pour ne pas exciter la curiosité du lecteur, & qu'il s'attend sans doute à trouver dans un ouvrage tel que celui-ci, au moins quelques mots sur cette matière. Sans ce motif, de pareils délires nous paroissent trop méprisables & trop au dessous de la philosophie de ce siècle, pour que nous leur eussions donné ici la moindre place.

La baguette divinatoire n'est autre chose qu'une fourche de bois de coudrier, dont les deux branches doivent avoir 15 ou 18 pouces de longueur, & faire entr'elles un angle de 30 à 40 degrés. On en prend les deux branches dans les mains & d'une certaine manière, en plaçant le tronc ou le milieu en l'air. On prétend que quelques personnes sont douées d'une telle propriété, que, tenant ainsi cette baguette entre les mains, elle tend, par un mouvement violent, à abaisser son tronc en bas, lorsqu'on est à proximité d'une source, de métaux précieux renfermés dans le sein de la terre, d'un argent volé, &c. Le dirons-nous sans une sorte de confusion pour l'esprit humain ? on a été jusqu'à dire qu'elle tournoit sur les traces de gens criminels, voleurs ou assassins. On vit, dit-on, en 1691, le fameux Jacques Aymar suivre de cette manière, depuis Lyon jusqu'à la foire de Beaucaire, deux hommes qui en avoient assassiné un autre dans la première de ces villes, tracer leur marche & leur séjour d'auberge en auberge, les trouver enfin à Beaucaire, où ils furent arrêtés, & firent l'aveu de leur crime. La célébrité de cet homme fit qu'on voulut le voir à Paris ; mais il y parut moins merveilleux que le long de la côte du Rhône ; & après quelques épreuves de son art singulier qui réussirent mal, il fut renvoyé baffoué comme il le méritoit. Il n'y a même pas

d'apparence que la justice des pays méridionaux du royaume l'ait davantage employé à suivre les criminels fugitifs ; car on ne trouve plus un seul mot concernant cet homme dans l'histoire de ce temps : on dit même que , malgré sa célébrité , il mourut dans la misère. Il y a apparence qu'il avoit été témoin du crime commis par les deux scélérats ; que , voulant se faire un grand nom dans l'art de faire tourner la baguette , il les avoit suivis jusqu'à Beaucaire , où il avoit sçu leur projet d'y rester pendant la foire ; qu'il étoit retourné fort vite à Lyon pour annoncer son secret , & les avoit suivis ainsi à la piste. Il faut du reste regarder comme des contes ce qu'on ajoutoit , sçavoir , qu'il reconnoissoit les verres où ils avoient bu , les couteaux qui leur avoient servi , &c.

Comment des têtes organisées pour être raisonnables , ont-elles pu penser qu'une action qui n'est que moralement mauvaise , ait pu imprimer quelque qualité physique aux auteurs de cette action ? que l'assassin d'un homme , ou un argent volé , fasse plutôt tourner la baguette que celui qui a tué un mouton , ou que de l'argent simplement déplacé ? Il faut être imbécille pour adopter de pareilles rêveries.

Aussi quelques physiciens , encore bien crédules , ont-ils borné la propriété de la baguette divinatoire à tourner à la proximité des trésors , c'est-à-dire des masses considérables d'or ou d'argent , des fontaines ou des amas d'eaux , &c. Tout comme , disent-ils , l'aimant agit sur le fer par des particules invisibles , de même ces corps peuvent , par une émanation particulière , agir sur le bois de la baguette , ou les bras de celui qui s'en sert , &c. On peut voir ce beau raisonnement

& vingt autres dans le livre de la *Baguette divinatoire*, par l'abbé de Vallemont, homme qui n'étoit pas sans connoissances, mais crédule, & prêt à adopter tout ce qui avoit quelque chose de merveilleux.

Le P. Kircher, autre homme célèbre, mais guere moins entiché de l'amour du merveilleux, & souvent dupe ou crédule, a aussi tâché de concilier avec la saine physique les merveilles prétendues de la baguette divinatoire : il a fait pour cela quelques expériences. Par exemple, il formoit une baguette ou verge droite, dont une moitié étoit de sel gemme & l'autre de bois ; il la mettoit en équilibre, & l'exposant à la vapeur d'une dissolution de sel marin échauffé, il remarquoit que sa moitié saline s'inclinoit ; d'où il concluoit qu'une pareille baguette, portée au dessus d'une mine de sel, pourroit l'indiquer en perdant l'équilibre. Ce raisonnement étoit pitoyable, car la mine de sel n'exhale pas des vapeurs comme une eau échauffée ; mais en le supposant, c'est de l'eau pure qui forme ces vapeurs, & Kircher eût éprouvé la même chose en exposant sa baguette mi-partie à la vapeur d'une eau pure. Mais ce seroit du temps perdu que de discuter ces sottises, qui ne sont plus que la vaine pâture de quelques esprits crédules, & induits en erreur par des fripons.

On doit mettre au même rang les prétendues merveilles du nommé Parangue, qu'on vanta beaucoup, il y a six ou sept ans, dans les provinces méridionales du royaume. Il étoit, dit-on, doué de la propriété merveilleuse de voir dans les entrailles de la terre les eaux courantes, même à une très-grande profondeur ; il

en traçoit le cours ; il disoit à peu près à quelle profondeur elles étoient. Les nouvelles venues de ce pays annonçoient chaque jour un nouveau fait qui attestoient cette prodigieuse faculté ; on fit même des livres où l'on tâchoit d'expliquer comment il étoit possible que ses yeux vissent l'eau dans les entrailles de la terre : car, pour rendre cette faculté encore plus merveilleuse, on vouloit qu'il vît réellement, & dans toute l'étendue du terme, les objets souterrains. Mais ce petit charlatan n'eut pas le même honneur que Jacques Aymar, sçavoir, d'être appelé à Paris ; on le laissa exécuter ses merveilles dans la province qui l'avoit vu naître, où il ne fut pas même long-temps un grand prophete, non plus que dans les provinces voisines. Montelimart est la ville où il a sur-tout fait ses plus grands miracles ; mais il en a, dit-on, coûté quelque argent à ses magistrats municipaux, pour avoir, sur la parole du petit Parangue, fait creuser assez profondément pour trouver une source. Les partisans du petit charlatan ont dit qu'on s'étoit découragé trop tôt, & que tôt ou tard on auroit trouvé de l'eau. Nous le croyons aussi : la prophétie, entendue de cette maniere, ne peut manquer de se vérifier.

J'ai oui dire qu'on voit aujourd'hui, à peu près dans le même pays, un autre charlatan qui trouve les eaux cachées, d'une autre maniere. On le promene dans les lieux où l'on en soupçonne ; & lorsqu'il passe dessus, il ressent un accès violent de fièvre, qui ne cesse que quand il a dépassé la source. *Credat Judæus Apella.*

Les folies des hommes semblent ne faire que se répéter. On avoit vu à Lisbonne, vers 1738, une femme qui avoit bien une propriété plus

extraordinaire que celle de Parangue. Dès l'âge de 5 ans elle avoit vu un enfant dans le ventre de la cuisiniere de la maison, & l'avoit dit naïvement à sa mere. L'événement justifia, dit-on, la jeune personne, dont les talents allerent toujours en se perfectionnant. Arrivée à un certain âge, elle voyoit dans le corps humain comme s'il eût été transparent, & même elle indiquoit aux medecins les visceres attaqués de maladie. Une chose néanmoins remarquable, c'est qu'elle ne voyoit ainsi dans le corps humain que lorsqu'on étoit déshabillé. Mais quoique quelques habits légers lui interceptassent la vue de ce qui étoit au-delà, elle ne laissoit pas, dit-on, de voir à de grandes profondeurs sous terre. C'est ainsi que le petit Parangue, qui voyoit à travers les rochers, ne voyoit pas à travers une planche. Quant à la dame merveilleuse de Lisbonne, elle voyoit très-bien, & même lisoit à travers une planche d'un pouce d'épaisseur. Un jour, étant encore enfant, & se promenant, elle vit un mineur sous terre. On trouva qu'en effet il y en avoit un à 60 toises de profondeur. On imagine bien qu'elle voyoit l'eau & les sources souterraines, & l'on prétend qu'il y a un grand nombre de puits creusés à Lisbonne d'après ses indications. C'est à elle, dit-on, que l'on doit la découverte d'un obélisque caché depuis longtemps sous terre, & qu'on fit relever pour la décoration de cette ville.

On raconte qu'un religieux de la même ville reconnoissoit en tout temps la présence des eaux souterraines, en regardant le soleil à midi. Il voyoit, disoit-il, une colonne de vapeurs qui s'élevoient vers cet astre.

On lit toutes ces sottises dans un ouvrage intitulé

tulé *Mémoires instructifs pour un Voyageur*, Amst. 1738 ; & les admirateurs du petit charlatan de Montelimart n'ont pas manqué de les compiler, pour prouver que ce qu'on racontoit de ce dernier n'étoit pas impossible. Ils ne s'appercevoient pas qu'ils prouvoient une absurdité par une plus grande encore.

Mais comment attendre quelque raisonnement solide de bonnes-gens qui prennent comme un fait, que de la fontaine de Cintra en Portugal sort un rayon de lumiere dirigé perpendiculairement vers le soleil ; que l'on est guéri de la jaunisse quand on peut voir l'oiseau appelé *le Loriot* ; qu'un éléphant furieux est tout-à-coup calmé quand il voit un mouton, &c. &c. ? Ceux-là sont capables de croire qu'on peut voir sans lumiere ; & l'on pourroit dire qu'eux-mêmes, avec des yeux & de la lumiere, n'y voient guere, du moins des yeux de l'entendement.

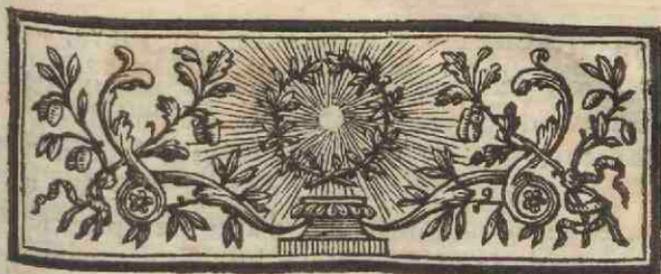
Nous bornerons ici ce que nous avons à dire sur la physique générale, & nous n'imiterons pas M. Ozanam ou son continuateur, en entassant comme eux une foule de questions ou d'objets puériles. Nous ne remplirons pas plusieurs pages de l'énumération des propriétés du bois de frêne ; sur-tout coupé au moment précis de l'équinoxe ; propriétés qui ne peuvent trouver de croyance qu'auprès de bonnes-femmes, ou d'hommes à ranger dans la même classe.

Nous ne dirons pareillement rien de la fameuse poudre de sympathie, quoiqu'un homme assez célèbre du siecle dernier, (le chevalier Digby,) mais amateur du merveilleux, & partisan de la philosophie spagirique, ait fait beaucoup d'efforts pour

lui donner crédit. Ces rêves se font dissipés à la naissance de la saine philosophie, de même que les vains fantômes de la nuit disparaissent à la lumière éclatante du soleil.

Cette même raison nous empêche aussi de rapporter, comme le continuateur d'Ozanam, toutes les sottises débitées & crues par le vulgaire sur la sympathie & l'antipathie de certains corps. Ce seroit, nous l'avouons, quelque chose d'amusant que le tableau de toutes les absurdités qu'on a crues sur ce sujet : il montreroit jusqu'où peut aller la sottise crédulité des hommes & leur penchant naturel à adopter sans examen ce qu'on leur dit, malgré les raisons évidentes de doute. Peut-être nous amuserons-nous quelque jour de cette histoire ; mais nous avons en ce moment quelque chose de plus intéressant à faire.





RÉCRÉATIONS
MATHÉMATIQUES
ET
PHYSIQUES.

DOUZIEME PARTIE.

De l'Aimant, & de ses divers Phénomènes.

DE tous les phénomènes que nous offre la nature, le magnétisme ou les propriétés de l'aimant, & l'électricité, peuvent être avec raison regardés comme les plus extraordinaires. Ce sont aussi ceux sur lesquels les physiciens sont le plus en défaut; car, il faut en faire l'aveu, malgré toutes les tentatives d'explications présentées par les plus sçavants physiciens, on ne connoît encore sur ces deux phénomènes guere plus que des faits. On est parvenu à ramener quelques-uns de ces phénomènes à certaines hypothèses; mais quand on examine ces hypothèses mêmes,

d'un œil désintéressé & sans se faire illusion, on est forcé de convenir de leur peu de solidité, & de reconnoître qu'elles sont sujettes à des difficultés qu'on ne sçauroit lever, tant qu'on se fera une regle de ne raisonner que d'après les propriétés connues de la matiere & des loix du mouvement. Peut-être nos descendants seront-ils plus heureux, & aidés du temps & des expériences accumulées, verront-ils plus clair sur ces matieres; peut-être aussi sera-ce à jamais une énigme impénétrable pour l'esprit humain.

Dans cette partie de notre ouvrage, nous nous bornerons à parler de l'aimant, de ses propriétés, & des jeux physiques qu'on peut opérer par son moyen. L'électricité nous fournira la matiere de la partie suivante.

SECTION PREMIERE.

De la nature de l'Aimant.

L'AIMANT est une pierre métallique, ordinairement grisâtre ou noirâtre, compacte & fort pesante, qu'on trouve assez communément dans les mines de fer. Elle n'affecte aucune forme particulière, & n'a rien extérieurement qui la distingue des productions les plus viles des entrailles de la terre. Mais sa propriété d'attirer le fer ou de le repousser, de se diriger au nord lorsqu'elle a toute liberté de se mouvoir, lui donne un rang distingué parmi les objets les plus singuliers de la nature.

Cette pierre n'est, à proprement parler, qu'une mine de fer, mais du nombre de celles qu'on

appelle *pauvres*, parcequ'elles ne contiennent qu'une fort petite quantité de ce métal. Les métallurgistes modernes sont en effet venus à bout d'en tirer du fer. Mais, outre que sa fusion est très-difficile, il y est en si petite quantité, qu'il ne dédommageroit pas d'une fort petite partie des frais de l'exploitation.

Pourquoi donc toutes les mines de fer ne sont-elles pas des aimants? Voilà une question à laquelle je ne crois pas qu'on ait jamais répondu. Cela vient sans doute d'une combinaison particulière du fer avec les parties hétérogenes auxquelles il est allié. Peut-être y entre-t-il quelque principe qui n'entre point dans les autres mines de ce métal; mais nous convenons que ce n'est rien dire. Il n'est pas, au surplus, impossible que la chimie découvre quelque jour en quoi consiste cette combinaison; & peut-être notre ignorance profonde sur les causes physiques de l'action de l'aimant, ne vient-elle que de ce que les chimistes se sont jusqu'à présent peu occupés de cette production de la nature.

L'aimant étoit autrefois assez rare. Le nom de *magnes* qu'il portoit, tant chez les Grecs que chez les Latins, paroît lui venir de la Magnésie, province de la Macédoine, où il se trouvoit en plus grande quantité, ou qui fournit les premiers aimants connus; mais l'on a depuis trouvé des aimants dans presque toutes les régions de la terre, & principalement dans les mines de fer. L'isle d'Elbe, si renommée par les mines de ce métal qu'on y exploite de toute antiquité, est en possession de fournir les plus gros & les meilleurs aimants.

SECTION II.

Des propriétés principales de l'Aimant.

LES anciens ne connurent dans l'aimant que sa propriété attractive à l'égard du fer; mais les modernes en ont découvert plusieurs autres, sçavoir, sa communication, sa direction, sa déclinaison, son inclinaison, à quoi nous ajouterons aujourd'hui sa variation annuelle & journaliere.

§. I.

De l'attraction de l'Aimant avec le fer, ou des Aimants entr'eux.

PREMIERE EXPÉRIENCE,

Qui prouve l'attraction de l'Aimant à l'égard du fer.

Tout le monde connoît la propriété attractive de l'aimant à l'égard du fer. Présentez de la limaille de ce métal à une pierre d'aimant, & même à quelque éloignement, vous verrez cette limaille s'élaner sur la pierre & s'y attacher. Il en sera de même d'un morceau quelconque de fer, pourvu qu'il soit peu pesant, comme une aiguille: vous le verrez également s'approcher de l'aimant, aussi-tôt qu'il en sera à une certaine proximité plus ou moins grande, suivant la force de la pierre.

Cette expérience se fait encore de cette manière. Suspendez en équilibre à un fil de soie, ou mieux encore sur un pivot qui laisse toute liberté au mouvement, une longue aiguille de fer; présentez.

présentez-lui un aimant à la distance de plusieurs pouces, même de quelques pieds, si c'est un bon aimant : vous verrez un des bouts de cette aiguille se tourner du côté de l'aimant, jusqu'à ce qu'il en soit le plus près, & s'arrêter dans cette situation ; en sorte que si l'aimant change de position, l'aiguille le suivra continuellement. Si l'aiguille de fer nageoit sur l'eau, ce qui est aisé à faire, en la posant sur un petit support de liege, non-seulement elle tournera un de ses bouts vers l'aimant, mais elle s'en approchera jusqu'à ce qu'elle le touche.

Toutes ces mêmes choses arriveront, y eût-il entre deux une lame de cuivre, de verre, une planche de bois, tels corps enfin qu'on voudra, autre néanmoins que du fer ; ce qui prouve que la vertu magnétique n'est point interceptée par tous ces corps, à l'exception de ce dernier.

Si donc la vertu magnétique est produite par des corpuscules agités ou mis en mouvement d'une manière quelconque, il faut que ces corpuscules soient d'une ténuité extrême, & du moins bien supérieure à celle des autres émanations connues, comme les odeurs, puisqu'ils traversent sans obstacle tous les métaux, & même le verre. Que s'ils ne produisent pas leur effet au travers du fer, c'est que probablement ils y trouvent une si grande facilité à s'y mouvoir, qu'ils ne passent pas au-delà, & c'est ainsi qu'ils se trouvent interceptés.

II^e EXPÉRIENCE.

Reconnoître les pôles de l'Aimant.

Plongez un aimant dans de la limaille de fer, vous l'en retirerez chargé de cette limaille ; mais

vous remarquerez qu'il y a deux endroits, à peu près diamétralement opposés, où elle est beaucoup plus ferrée, & où les petits fragments oblongs de la limaille se tiendront debout, pour ainsi dire, tandis que dans les autres parties ils seront couchés.

Cette expérience sert à reconnoître les pôles de l'aimant. En effet toute pierre d'aimant a deux pôles ou deux points opposés, qui ont, comme on le verra bientôt, des propriétés différentes & particulières. On donne à l'un de ces points le nom de pôle *boréal*, & à l'autre celui de *méridional*, parceque si l'aimant est librement suspendu, le premier se tournera de lui-même vers le nord, & conséquemment l'autre regardera le sud. Ces deux points doivent être remarqués dans une pierre d'aimant avec laquelle on se propose de faire des expériences.

III^e EXPÉRIENCE.

Propriétés des pôles de l'Aimant l'un à l'égard de l'autre.

Ayez une pierre d'aimant dont vous aurez marqué les deux pôles, & que vous ferez nager sur l'eau, en la posant sur un morceau de liege de la grandeur convenable; présentez au pôle boréal de cette pierre le pôle boréal d'une autre: la première sera repoussée au lieu d'être attirée; mais elle sera attirée, si à son pôle boréal on présente le pôle austral de l'autre.

De même, si au pôle austral de la première on présente le pôle austral de la seconde, la première fuira; mais elle s'approchera, si à ce pôle austral on présente le pôle boréal de la seconde.

Ainsi les pôles de même dénomination se repoussent, & ceux de différent nom s'attirent.

IV^e EXPÉRIENCE.*Production de nouveaux pôles dans l'Aimant.*

Coupez une pierre d'aimant perpendiculairement à l'axe passant par ses deux pôles A & B; Pl. 6, il se formera par la section deux nouveaux pôles, fig. 37. tels que F & E; en sorte que si A étoit le pôle austral de la pierre entière, E sera un pôle boréal, & F un pôle austral. Ainsi, par cette bisection, le côté boréal de la pierre acquerra un pôle austral, & le côté austral un pôle boréal.

REMARQUES.

I.

UNE pierre d'aimant, quelque bonne qu'elle soit, à moins qu'elle ne soit très-grosse, soutient à peine quelques livres de fer; & en général le poids qu'une pierre d'aimant peut porter, est toujours fort au dessous de son poids propre. Mais l'on est parvenu à lui faire produire un effet beaucoup plus considérable, au moyen de ce que l'on appelle *l'armure*. Nous allons décrire la manière dont on arme un aimant.

Il faut d'abord donner à son aimant une figure à peu près régulière, & l'équarrir sur les côtés où sont les deux pôles; en sorte que ces deux côtés forment deux plans parallèles. Formez ensuite d'un fer doux, (car l'acier n'est pas aussi bon,) deux pièces comme vous voyez dans la fig. 38, Fig. 38. dont la branche montante & aplatie ait la même hauteur & la même largeur que les faces de l'ai-

mant où se trouvent ses pôles. Ce n'est, au reste, que par beaucoup d'essais qu'on peut trouver l'épaisseur la plus convenable de cette branche, ainsi que la saillie du pied & son épaisseur. Ces deux pièces doivent embrasser l'aimant par les deux faces où sont ses pôles, les pieds passant au dessous, comme pour le supporter; & ensuite on assujettira le tout dans cette situation, par des bandes transversales de cuivre qui entoureront l'aimant, & ferreront les branches montantes de fer contre les faces des pôles.

On doit enfin avoir une pièce de fer doux, de Pl. 6, la forme qu'on voit dans la *fig. 39*, un peu plus *fig. 39.* long que n'est la distance des deux bandes de fer appliquées au pôles de l'aimant, & dont l'épaisseur excède un peu les faces plates de dessous les pieds de l'armure. Quant à la hauteur, il faut essayer la plus convenable. Cette pièce sera percée, vers son milieu, d'un trou auquel sera attaché un crochet, pour y suspendre le poids que doit supporter l'aimant. On voit dans la *fig. 40*, une pierre *Fig. 40.* armée; & elle suffira, sans autre explication, pour en concevoir tout le mécanisme & l'arrangement.

Une pierre étant ainsi armée, soutient un poids incomparablement plus grand que non armée. Ainsi une pierre de 2 à 3 onces soutiendra par ce moyen 50 à 60 onces de fer, c'est-à-dire vingt à trente fois son poids.

Lemery dit avoir vu un aimant de la grosseur d'une pomme médiocre, qui portoit 22 livres. On en a vu une qui pesoit environ 11 onces, & qui portoit jusqu'à 28 livres. On en vouloit 5000 livres. M. de la Condamine, de l'Académie royale des Sciences, en possédoit une qui lui avoit été donnée par M. de Maupertuis: elle est, je

crois, celle qui porte le plus grand poids connu. Je ne me souviens plus de ses dimensions & de son poids, qui n'étoient pas bien considérables; mais je crois me rappeler lui avoir ouï dire qu'elle portoit soixante livres.

II.

On a examiné s'il y a d'autres corps que le fer qui soient attirés par l'aimant; mais il ne paroît pas qu'il y en ait aucun autre. On lit cependant dans M. Muschenbroeck, qu'on a trouvé que l'aimant agissoit sur une pierre qu'il appelle *lough-neagh*. Nous ne sçavons ce que c'est que cette pierre. C'est probablement quelque mine de fer où ce métal est peu minéralisé.

Il rapporte dans son *Cours de Physique expérimentale*, chap. vij, les essais qu'il a faits sur beaucoup de matieres différentes, pour s'assurer si elles étoient attirables par l'aimant. Il a trouvé que, sans aucune préparation, cette pierre attire la totalité ou beaucoup de parties dans diverses sortes de sables & terres dont il fait l'énumération; qu'il y en a plusieurs autres qui ne présentent des particules attirables en tout ou en partie à l'aimant, qu'après avoir éprouvé l'action du feu, en les faisant rougir & brûler avec du savon, du charbon ou de la graisse: après quoi, dit-il, elles sont attirables à l'aimant avec presque autant de force que la limaille de fer: telles sont, ajoute-t-il, les terres dont on fait les briques, & qui deviennent rouges après avoir été brûlées; différens bols & sables colorés. Il y en a d'autres qui, brûlées de cette maniere, ne présentent que peu de parties foiblement attirables à l'aimant: il en fait aussi

une assez longue énumération que nous épargnerons au lecteur.

On ne fera point surpris de cela, si l'on rapproche ces deux faits; le premier, que l'aimant n'attire le fer que quand il est dans son état métallique, & qu'il n'a aucune action sur ce métal lorsque, par le grillage, on l'a réduit en chaux ou en ochre; le second, que le fer est universellement répandu dans la nature, & qu'il est presque dans tous les corps, plus ou moins éloigné de son état métallique, ou, comme on le verra dans la suite, plus ou moins privé de son phlogistique. Les corps où il est dans son état métallique, sont en tout ou en partie attirables à l'aimant sans préparation; mais dans les autres, le fer n'est attirable qu'après avoir été brûlé avec des matières grasses, qui lui rendent son phlogistique & son état métallique. Telle est uniquement la cause du phénomène dont M. Muschenbroek paroît embarrassé. Il ne l'eût été en aucune manière, si la chimie lui avoit été aussi familière que les autres parties de la physique.

Un navigateur Anglois a rapporté avoir observé que du suif tombé sur la glace qui couvre une boussole, troubloit l'aiguille aimantée, & que le laiton produisoit le même effet. Si cette observation est exacte, il faut en conclure qu'il y avoit par hasard quelques particules ferrugineuses dans ce suif & dans ce laiton; car je crois qu'on peut regarder comme certain que le fer seul, dans son état métallique, est susceptible d'agir sur l'aimant, & d'être attiré par lui.

V^e EXPÉRIENCE.

La direction du courant magnétique.

Mettez sur un carton un aimant nu, & jetez

autour de la limaille de fer ; frappez alors doucement sur le carton : vous verrez toute cette limaille s'arranger en lignes courbes qui environneront l'aimant , & qui , se rapprochant comme les méridiens d'une mappemonde , concourront à ses deux pôles.

Cette expérience favorise l'opinion de ceux qui pensent que les phénomènes magnétiques dépendent d'un fluide qui sort par un des pôles de la pierre , & entre par l'autre , après avoir circulé à l'entour d'elle.

VI^e EXPÉRIENCE,

Qui prouve l'action mutuelle des Aimants & du Fer.

Mettez deux aimants , ou un aimant & un morceau de fer sur deux petits bateaux de liege , que vous ferez nager dans un vase plein d'eau. Après avoir dirigé le pôle septentrional de l'un vis-à-vis l'austral de l'autre , (si ce sont deux aimants ,) abandonnez les deux petits bateaux à eux-mêmes : vous les verrez s'élaner l'un vers l'autre , le plus foible faisant le plus de chemin. Il en sera de même si c'est un simple morceau de fer présenté au pôle septentrional de l'aimant. Ainsi cette attraction est réciproque , & l'on peut dire que le fer attire autant l'aimant que l'aimant attire le fer. Au reste cela doit être nécessairement , puisqu'il n'y a point d'action sans réaction , & que cette dernière est toujours égale à la première.

REMARQUE.

M. Muschenbroek a cherché à reconnoître en quel rapport décroissoit l'action de l'aimant rela-

tivement aux distances, & il a cru voir que sa force d'attraction diminue dans une raison quadruplée, ou comme les quarrés-quarrés des distances. Ainsi, si à une ligne de distance une particule de fer est attirée avec une force comme 1 à 2 lignes cette force sera 16 fois, à 3 lignes 81 fois, à 4 lignes 256 fois moindre. Peut-être même cette action diminue-t-elle encore plus rapidement; car, dans un vaisseau de guerre qui est chargé d'une multitude de gros canons de fer, on ne s'apperçoit pas qu'ils agissent sensiblement sur la bouffole. Je crois cependant qu'il seroit prudent de les éloigner le plus qu'il est possible.

§. II.

De la communication de la propriété magnétique.

Le magnétisme, ou la propriété d'attirer le fer, de se diriger vers un certain endroit du ciel, n'est pas tellement propre à l'aimant, qu'elle ne se puisse communiquer; mais on n'a encore trouvé que le fer ou l'acier qui en soit susceptible. On ne connoissoit, il y a un demi-siècle, que l'attouchement même ou la continuité de la présence d'un aimant qui pût produire cet effet; mais depuis quelque temps on a trouvé le moyen de rendre un morceau de fer magnétique sans aimant, & même ces aimants artificiels sont susceptibles d'une force qu'ont rarement des aimants naturels. On va détailler ces différents moyens dans les expériences suivantes.

VII^e EXPÉRIENCE.*Maniere d'aimerter.*

Ayez un aimant armé ou non armé; passez un

des pieds de l'armure, ou un des pôles, sur une lame de fer trempé, comme une lame de couteau, mais en allant toujours du même sens, du milieu, par exemple, vers la pointe : après un certain nombre de pareilles frictions, la lame de fer se trouvera aimantée, & attirera comme l'aimant lui-même le fer qui se trouvera dans sa sphere d'activité.

La même chose arrivera, si on laisse pendant long-temps attaché à un aimant un petit morceau d'acier allongé : ce morceau acquerra, par son séjour dans cette situation, la propriété magnétique ; il aura des pôles comme l'aimant : en sorte que le pôle boréal sera au bout qui étoit contigu au pôle austral de la pierre ; & au contraire, s'il touchoit le pôle boréal par un bout, ce bout deviendra pôle austral.

VIII^e EXPÉRIENCE.

Maniere de faire avec des barreaux d'acier un Aimant artificiel.

Nous allons enseigner ici le moyen de faire avec des lames d'acier un aimant artificiel beaucoup plus fort qu'un aimant naturel. Pour cet effet, prenez une douzaine de lames d'acier trempées, de 6 pouces environ de longueur, de 6 lignes de largeur & 2 d'épaisseur. On aura eu soin, avant de les tremper, de faire à l'une de leurs extrémités une marque avec un poinçon ou autrement. Disposez six de ces lames en une seule ligne droite, en observant qu'elles soient en contact, & que les bouts marqués soient dirigés vers le nord ; vous prendrez ensuite un aimant armé, dont vous poserez les deux pôles sur une de ces

lames , le pôle nord du côté du bout marqué , & le pôle sud du côté du bout non marqué ; vous coulerez après cela la pierre sur toute la ligne , en commençant par le bout non marqué de la première , & vous réitérerez cette friction trois ou quatre fois.

Cela fait , vous ôterez les deux lames du milieu , & vous les substituerez aux deux des extrémités , que vous placerez au milieu ; après quoi vous ferez glisser dans le même sens la pierre sur les quatre du milieu seulement , car il est superflu d'y comprendre celles des extrémités ; enfin vous renverferez toute la ligne , c'est-à-dire que vous mettrez dessus la face qui étoit dessous , & vous l'aimanterez de la même manière , en ayant soin aussi de transposer les lames des extrémités à la place de celles du milieu.

Vous aurez par ce moyen six lames aimantées , dont vous ferez deux faisceaux , chacun de trois. Dans chacun de ces faisceaux , les extrémités nord doivent être du même côté ; mais , en adossant l'un des faisceaux à l'autre , vous aurez soin de faire que les extrémités nord des lames de l'un s'appuient sur les extrémités sud des autres. Ces deux faisceaux doivent se toucher par leur partie supérieure , & être séparés de l'autre côté ; ce qui se fait au moyen d'un petit morceau de bois mis entre deux.

Après cela , disposez les six lames auxquelles on n'a point touché , de la même façon que les six précédentes , & aimantez-les de la même manière , au moyen du double faisceau des premières ; c'est-à-dire en faisant passer les deux extrémités nord & sud de ce double faisceau sur la nouvelle ligne de lames : vous aurez ces six lames

aimantées beaucoup plus fortement que les premières. Vous referez donc une ligne des six premières, que vous aimanerez de la même façon avec le double faisceau fait des secondes; & ensuite, au moyen des premières, vous aimanerez de nouveau les secondes, suivant la même méthode: vous aurez enfin, par ce moyen, des lames d'acier qui porteront jusqu'à 16 fois leur poids, & même plus.

Ce procédé est de M. Michell, de la Société royale de Londres. M. Canton, célèbre observateur des phénomènes de l'aimant, en a aussi enseigné un pour le même objet. M. Duhamel, de l'Académie des Sciences, a pareillement donné le sien. Mais on peut voir tout cela dans le petit traité sur les aimants artificiels, traduit en François, & imprimé en 1755. Nous ne pouvons pas en dire davantage; il nous suffit d'observer que, par ces procédés, le plus foible commencement de magnétisme suffit pour se procurer les barres magnétiques les plus puissantes. Il n'est pas même nécessaire d'avoir un aimant; car nous allons enseigner dans l'expérience suivante, divers moyens de communiquer le magnétisme sans aimant.

IX^e EXPÉRIENCE.

Produire dans une barre de fer la vertu magnétique sans aimant.

C'est sans doute une sorte de paradoxe que de proposer d'aimanter sans aimant. On y est cependant parvenu au moyen de quelques considérations théoriques sur la nature de l'aimant, & sur la manière dont le fluide magnétique agit sur le fer. Ainsi l'on n'a pas besoin d'un aimant pour produire un commencement de magnétisme,

qu'ensuite on augmente à un degré très-considérable par le procédé ci-dessus.

MM. Canton, Michell & Anthéaume, sont les auteurs de divers moyens employés pour aimer sans aimant. Suivant M. Canton, prenez un fourgon, c'est-à-dire une de ces barres de fer terminées en pointe, qui servent en Angleterre à attiser le feu; mettez-la verticalement entre vos genoux la pointe en bas, & attachez avec de la soie contre la partie supérieure & suivant sa longueur, une petite lame d'acier trempé mou; ensuite, tenant cet appareil de la main gauche avec le fil de soie, prenez de la main droite la pincette presque verticalement, & avec le bout inférieur de cette pincette frottez une douzaine de fois de bas en haut cette petite barre: vous lui donnerez par ce moyen une force magnétique propre à lui faire soutenir une petite clef.

M. Michell s'y prend d'une autre manière. Il faut mettre, dit-il, une petite lame d'acier en ligne directe, entre deux barres de fer, dans la direction du méridien magnétique, & de manière qu'elles soient un peu inclinées du côté du nord; on prendra ensuite une troisième barre, qu'on tiendra presque verticalement, en sorte néanmoins que l'extrémité supérieure soit un peu inclinée vers le midi; on glissera l'extrémité inférieure de cette barre le long des trois barres situées en ligne directe, avec l'attention d'aller du nord au sud: il en résultera un commencement de vertu magnétique dans la lame d'acier.

Voici la méthode de M. Anthéaume. On commencera par fixer invariablement une planche dans la direction du courant magnétique, c'est-à-dire, pour Paris, inclinée d'un angle de 70 degrés en-

viron à l'horizon, & dont la projection horizontale en fasse un avec le méridien d'environ 20 degrés au moment actuel; on placera ensuite de fil sur cette planche deux barres de fer quarrées, de 4 à 5 pieds de longueur, ou même davantage, & de 15 lignes de gros: elles feront limées quarrément par leurs extrémités qui se regardent. Chacune de ces extrémités doit être garnie d'un petit quarré de tôle de deux lignes d'épaisseur, & débordant la face supérieure de la barre de la hauteur d'une ligne, limé sur ce côté quarrément, pour former au dessus de la barre une espece de ressaut ou de talon. Les trois autres côtés de ce quarré de tôle doivent effleurer les faces correspondantes de la barre, & être taillés en biseau ou chanfrein. Enfin l'on mettra une languette de bois entre ces deux armures des extrémités de ces deux barres.

Cela étant ainsi disposé, on glissera sur les deux talons ci-dessus décrits, la lame d'acier qu'on veut aimanter, en la faisant couler lentement d'un de ses bouts à l'autre, comme l'on aimante une barre de fer sur les deux talons de son armure: elle prendra un magnétisme assez puissant. M. Anthéaume dit même avoir été surpris de voir que par ce moyen il aimantait, non de petites barres d'acier, comme MM. Canton & Michell, mais des barres d'un pied de longueur & de plusieurs lignes d'épaisseur.

Le même physicien dit avoir observé que les aciers de *carne* ou à la *rose*, & l'acier d'Angleterre, sont les meilleurs pour cet objet; que le premier acier réussit mieux trempé dur à l'ordinaire, & que l'acier d'Angleterre a besoin d'être trempé en paquet; enfin, que si l'on se contente

de l'acier trempé & recuit, toute trempe est in-différente.

R E M A R Q U E.

IL n'est pas même besoin du frottement d'un fer contre un autre pour produire la vertu magnétique. On a observé qu'une barre de fer tenue pendant long-temps dans la direction du méridien magnétique, ou dans une situation qui en approche beaucoup, contracte le magnétisme. Un grand orage ayant fort endommagé le clocher de Notre-Dame de Chartres en 1690, on en retira des barres de fer qui se trouverent aimantées. Mais ce qu'il y eut de plus remarquable encore, c'est que les morceaux de ces barres qui étoient presque détruits par la rouille, étoient d'excellents aimants. L'abbé de Vallemont en donna dans le temps l'histoire, qui fit la matière d'un petit traité imprimé en 1692.

Gilbert, médecin & physicien Anglois, qui donna en 1640 un ouvrage sur l'aimant, avoit déjà observé que de petites barres de fer servant à retenir des vitrages, & qui avoient resté pendant longues années dans la même position du sud au nord, étoient devenues magnétiques. Il raconte, liv. iij, chap. 13, que le vent ayant courbé une barre de fer qui portoit un ornement sur l'église de S. Augustin de Rimini, lorsque, après 10 ans, les religieux qui desservent cette église voulurent la faire redresser, on fut fort surpris de lui trouver toutes les propriétés d'un bon aimant. M. Muschenbroeck rapporte la même chose de ferrements tirés de la tour de Delft. On lit enfin dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1731, qu'il y avoit à Marseille une cloche tout-

nante sur un essieu de fer posé dans le sens du levant au couchant, & portant par ses bouts sur de la pierre ; que de la rouille de ces bouts, mêlée avec la poussière de la pierre usée, & avec l'huile dont on l'oignoit pour faciliter le mouvement, il s'étoit formé une masse dure & pesante, qui, en étant détachée, se trouva avoir toutes les propriétés de l'aimant. On croit que cette cloche étoit là depuis plus de 400 ans.

Gilbert remarque encore qu'une barre de fer qu'on a fait rougir dans la forge pendant qu'elle étoit dirigée du midi au nord, & qu'on bat ensuite sur l'enclume dans la même position, acquiert la vertu magnétique ; & que si la première fois cette vertu n'est guère sensible, elle le devient davantage réitérant l'opération. Mais on doit observer qu'il faut pour cela que ce morceau de fer ait 100 ou 150 fois en longueur son diamètre. Il en est de même d'une barre de fer qui, après avoir été échauffée, se refroidit dans la direction du méridien.

Mais voici une conjecture de ce physicien qui ne s'est pas vérifiée. Il a dit que si l'on donne à un aimant une forme sphérique, & que ses deux pôles soient aux extrémités d'un diamètre, enfin que cet aimant sphérique soit bien équilibré & suspendu sur ses pôles, il tournera sur son axe en vingt-quatre heures ; donc, ajoutoit-il, la Terre n'étant qu'un grand aimant, elle doit avoir un pareil mouvement. C'eût été là une preuve assez puissante du mouvement de la Terre, au moins autour de son axe. Mais M. Petit, physicien industriel du dernier siècle, ayant pris la peine de faire l'expérience alléguée par Gilbert, le petit globe d'aimant resta parfaitement immobile. Cela

n'empêche pas que le mouvement de la Terre ne soit certain, & même qu'on ne puisse la considérer comme un gros aimant, quoique le P. Grandamy ait conclu du défaut de l'expérience alléguée par Gilbert, que la Terre étoit immobile.

§. III.

De la direction de l'Aimant, de sa déclinaison & de sa variation.

X^e EXPÉRIENCE.

Reconnoître la direction de l'Aimant.

Ayant reconnu les pôles d'un aimant, posez-le sur un petit bateau de liege, que vous mettrez sur l'eau; vous le verrez se placer de lui-même constamment dans une direction.

Il en sera de même d'une aiguille aimantée, que vous ferez nager sur l'eau par un semblable moyen, ou que vous aurez mise en équilibre sur un pivot délié, en sorte qu'elle ait toute liberté de se mouvoir dans un sens ou dans un autre; vous la verrez constamment affecter la même direction.

Il n'est même pas absolument nécessaire qu'une aiguille soit aimantée pour se diriger du côté du nord. Lorsqu'elle est extrêmement légère & qu'elle a toute liberté de se mouvoir, elle affecte d'elle-même cette direction.

En effet, prenez une aiguille à coudre fort menue; posez-la sur la surface d'une eau tranquille, où elle surnagera: au bout de quelques heures, vous la trouverez dans la direction que l'aiguille aimantée prend tout-à-coup.

La direction ou la ligne suivant laquelle s'ar-
range

range ainfi d'elle-même une aiguille, soit aimantée, soit non aimantée, s'appelle le *méridien magnétique*, qu'il faut bien distinguer du méridien terrestre; car on verra bientôt qu'ordinairement ils font un angle l'un avec l'autre. Les physiciens s'accordent presque unanimement à penser que cette propriété de l'aimant est l'effet d'un courant d'un fluide particulier qui environne la Terre, & qui pénétrant l'aiguille aimantée dans sa longueur, ou d'un pôle à l'autre, la range dans sa direction propre.

Ce qu'il y a de bien singulier, c'est que ce méridien magnétique non-seulement est, dans presque tous les lieux de la terre, différent du méridien terrestre, & déclinant tantôt à l'est, tantôt à l'ouest, mais encore que cette déclinaison varie annuellement, comme le prouvent les expériences suivantes.

XI^e & XII^e EXPÉRIENCES.

Le changement de déclinaison de l'aimant.

Sur une ligne méridienne tracée avec soin, & dans un lieu éloigné de tout morceau de fer, placez une aiguille aimantée sur son pivot; observez sa direction, & vous trouverez communément qu'elle fait un angle avec le méridien. Il étoit, par exemple, en 1770 à Paris, de 19 degrés 55 minutes à l'ouest.

Si, quelques années après, vous réitérez cette observation, vous trouverez que cet angle n'est plus le même, mais qu'il a augmenté ou diminué. A Paris, par exemple, cet angle, ou la déclinaison de l'aiguille aimantée, étoit en 1750 de 17° 15' à l'ouest; en 1760 elle a été observée de 18°

45' ; en 1770, de 19° 55', ou même 20 degrés & quelques minutes.

REMARQUE.

DANS la plus grande partie de notre continent, ainsi que dans toute l'Amérique septentrionale, à l'exception de la partie la plus voisine du golfe du Mexique, la déclinaison se fait actuellement à l'ouest, & elle va continuellement en croissant. Dans toute l'Amérique méridionale, dans tout le golfe du Mexique, ainsi que la partie de la mer Pacifique entre les tropiques, & du côté du sud, elle se fait à l'est, & elle va continuellement en diminuant.

Le célèbre M. Halley ayant pris la peine de rassembler une prodigieuse multitude d'observations de navigateurs, donna en 1700 une carte extrêmement curieuse, sur laquelle il a lié par des lignes les lieux de la terre où la déclinaison de l'aiguille aimantée est la même. On y voit, par exemple, que la ligne sur laquelle en 1700 l'aiguille aimantée n'avoit point de déclinaison, partageoit à peu près également la partie du sud de l'Océan Atlantique, & venoit couper l'équateur vers le premier degré de longitude, ou son intersection avec le premier méridien ; de-là elle alloit gagner en ligne courbe la nouvelle Angleterre, & traversant le nouveau Mexique & la Californie elle couroit au nord de la mer Pacifique. Probablement elle gagnoit l'Asie, & passoit par le nord de la Tartarie ; d'où descendant à travers la Chine & les Moluques, elle traversoit la nouvelle Hollande. Au sud & à l'ouest de cette ligne, la déclinaison étoit à l'est ; au nord & à l'est, elle étoit à l'ouest.

D'autres observations faites environ cinquante ans après, ont appris que cette ligne est aujourd'hui déplacée, & qu'elle a eu en quelque sorte un mouvement vers le sud-ouest, & en changeant un peu de forme. Suivant ces observations rassemblées par MM. Mountaine & Dodson, de la Société royale de Londres, elle traversoit en 1744 à peu près le milieu de l'Océan Atlantique, coupoit l'équateur vers le douzième degré de longitude à l'ouest du premier méridien; de là elle passoit vers le milieu de la Floride, & côtoyant à peu près la Louisiane, elle traversoit le vieux Mexique, d'où elle gagnoit la pointe de la Californie, ensuite elle se jetoit au nord de la mer Pacifique, & coupoit le premier méridien vers le 44^e degré de latitude nord, d'où elle redescendoit vers le sud & traversoit le Japon, la plus grande des Philippines, les royaumes de Pégu & d'Arracan, venoit faire une pointe à l'est vers l'isle de Ceylan; enfin, revenant traverser les Moluques, alloit par une ligne courbe vers le pôle austral, en laissant à l'ouest la nouvelle Hollande. Telle étoit la position de cette ligne en 1744; d'où l'on peut à peu près déterminer sa position actuelle.

On trouvoit de même sur la carte de M. Halley, la ligne qui joignoit tous les points où la déclinaison étoit de 5° à l'est ou à l'ouest; ceux où elle étoit de 10, de 15° &c. On remarque aujourd'hui qu'elles ont eu toutes un mouvement à peu près semblable à celui de la ligne sans déclinaison.

L'objet de M. Halley, dans un travail aussi pénible, n'étoit pas de pure curiosité: il avoit dessein de faire servir ces cartes à la détermination

des longitudes en mer. En effet, si l'on avoit une carte bien sûre de ces lignes de déclinaison, il est visible qu'en observant la déclinaison réelle de la boussole & la latitude, on auroit la détermination du point précis occupé au moment de l'observation sur la surface de la terre. Car, supposons qu'on eût observé dans l'Océan Atlantique la déclinaison de $70^{\circ} \frac{1}{2}$ à l'ouest, & la latitude nord de 32° ; il est évident que le lieu du vaisseau seroit le point où se coupent le parallèle nord de 32° , & la ligne de déclinaison de $70^{\circ} \frac{1}{2}$. Il ne resteroit qu'à perfectionner les moyens de trouver sur mer avec beaucoup d'exactitude la déclinaison, ce qui ne seroit pas impossible.

Il est fâcheux qu'on n'ait pas des observations bien anciennes de la déclinaison de l'aiguille aimantée. Cela vient probablement de ce que cette déclinaison n'a guère été bien constatée & reconvenue des physiciens que vers la fin du seizième siècle. On voit au surplus par ces observations, qu'anciennement à Paris, à Londres, & dans la plus grande partie de l'Allemagne, la déclinaison étoit orientale; car elle fut trouvée à Paris en 1580, de $11^{\circ} 30'$ à l'est. Depuis ce temps elle a diminué jusqu'en 1666, qu'elle fut nulle: elle a ensuite passé du côté de l'ouest, en augmentant continuellement dans ce sens; car elle fut observée en 1670, de $1^{\circ} 30'$; en 1680, de $2^{\circ} 40'$; en 1701, de $8^{\circ} 25'$; on l'observoit en 1770, de 20° moins quelques minutes. Elle devoit, à en juger par sa marche ordinaire, être aujourd'hui de $20^{\circ} \frac{1}{2}$ ou plus; mais, au grand étonnement des physiciens, son progrès s'est arrêté là; & la déclinaison de l'aiguille à l'ouest paroît même en ce moment commencer à diminuer. Elle n'a été ces

dernieres années, que d'environ $19^{\circ} 30'$ à $40'$ minutes, enforte que très-probablement l'aiguille va rétrograder, repasser par le méridien, ce qui arrivera dans environ cent dix ans, pour décliner ensuite du côté de l'est, comme en 1580.

J'ai toujours été dans la persuasion que ce seroit là sa marche; mais j'avoue que voyant sa déclinaison augmenter chaque année assez régulièrement de 8 à 9 minutes, je ne croyois pas que sa station & son retour vers l'est fût aussi prochain: car les géometres sçavent que, lorsqu'une grandeur approche de son *maximum* ou de son *minimum*, ses accroissemens ou ses diminutions deviennent de plus en plus insensibles, pour être zéro à ces points. Mais ici la marche de la nature n'est pas celle de la géométrie, quoique ordinairement elles soient à cet égard fort d'accord.

Mais quelle est la cause de la déclinaison de l'aimant? Voici quelques conjectures sur ce sujet.

MM. de la Hire, pere & fils, ont fait une expérience curieuse, & qui peut servir à jeter de la lumière sur la cause de ce phénomène. Ils avoient un fort gros aimant, qu'ils arrondirent en globe autant qu'il leur fut possible; ils en chercherent les pôles, qui se trouverent exactement aux extrémités d'un diametre, & ils tracerent son équateur & douze de ses méridiens; ensuite ils appliquerent sur ce globe d'aimant, qui avoit environ un pied de diametre, & qui pesoit près de cent livres, une aiguille aimantée: ils observerent qu'il y avoit des endroits où elle déclinait vers l'ouest, & d'autres où elle n'avoit aucune déclinaison, & qui formoient une ou deux lignes continues

sur sa surface, comme M. Halley l'avoit déterminé sur la surface terrestre, quoique d'une forme absolument différente.

Il est plus que probable, dit l'historien de l'Académie, (voyez ann. 1705,) que la cause des déclinaisons observées sur ce globe d'aimant, étoit uniquement l'inégalité de sa contexture & de la force magnétique de ses différentes parties. On peut aussi conjecturer que la Terre étant un grand aimant, ou du moins un globe renfermant dans son sein de grandes masses magnétiques, c'est leur inégale distribution qui cause sur sa surface la variété de la direction de l'aiguille aimantée. Mais il y a cette différence, que dans le sein de la Terre il se fait sans cesse de nouvelles générations, au lieu que la masse de l'aimant de MM. de la Hire n'étoit sujette à rien de semblable. De-là vient aussi que sur la surface de la Terre la direction de l'aimant est variable, au lieu que sur la surface de cet aimant elle ne pouvoit qu'être constante.

Il faut cependant convenir que, dans cette explication, il est difficile de rendre raison pourquoi, depuis deux siècles au moins, l'on voit la ligne sans déclinaison, se mouvoir constamment de l'est à l'ouest. Des effets provenant de causes aussi variables que des destructions & générations nouvelles dans le sein de la Terre, devroient éprouver de plus grandes irrégularités, & la marche de l'aiguille aimantée devroit être tantôt du côté de l'est, tantôt de celui de l'ouest.

M. Halley avoit proposé une hypothèse physique pour rendre raison de la variété des déclinaisons de l'aimant. Il supposoit pour cet effet deux pôles magnétiques fixes, & deux mobiles dans

certaines positions. Mais M. Albert Euler l'a simplifiée dans un mémoire fort curieux, qu'on lit parmi ceux de l'Académie de Berlin, (ann. 1757.) Il suppose seulement deux pôles magnétiques, l'un à $14^{\circ} 53'$ du pôle boréal de la Terre, & l'autre à $29^{\circ} 23'$ du pôle austral. Le méridien dans lequel se trouve le premier, passe par le 258^{e} degré de longitude; & celui du second, par le 303^{e} . Il prend ensuite pour principe, que l'aiguille aimantée se range toujours dans le plan qui passe par les deux pôles magnétiques & le lieu de l'observation, & il détermine par le calcul l'inclinaison de ce plan au méridien dans les divers lieux de la Terre. Or il trouve qu'au moyen de ces suppositions, le calcul lui donne assez exactement la quantité de la déclinaison observée dans ces dernières années, & les contours des lignes de déclinaison telles que MM. Mountaine & Dodson les ont trouvées pour 1744, au moins dans l'Océan Atlantique; car M. Albert Euler est obligé d'arguer de faux le contour que donnent ces membres de la Société royale à la ligne sans déclinaison, dans le nord de la mer Pacifique, & il dit à ce sujet des choses fort vraisemblables.

Il est au reste aisé de concevoir qu'en faisant varier ces pôles, les lignes de déclinaison varieront aussi, & que, suivant qu'elles se rapprocheront ou s'éloigneront, elles pourront changer de forme ainsi qu'on l'observe.

M. Canton, membre de la Société royale de Londres, a découvert, il y a quelques années, un nouveau mouvement de l'aiguille aimantée. Il est fondé sur l'expérience suivante.

XII^e EXPÉRIENCE.*La variation diurne de l'Aimant.*

Ayez une aiguille aimantée fort grande, comme de 12 ou 15 pouces de longueur, très-bien suspendue. Elle doit être environnée d'un cercle ayant pour centre le point de suspension, & divisé en degrés, & demis ou quarts de degré, du moins dans la partie de sa circonférence que regarde la pointe de l'aiguille. Le tout doit être couvert de manière à n'éprouver aucune impression de l'air.

Si vous observez cette aiguille à diverses heures de la journée, vous remarquerez qu'elle n'est presque jamais en repos. Selon M. Canton, la déclinaison sera la plus grande le matin, moyenne vers le midi, & moindre le soir. Il en donne même une raison assez probable, sçavoir celle-ci.

C'est un fait prouvé par l'expérience, qu'un aimant échauffé perd un peu de sa force. Or les parties orientales de la Terre ayant midi lorsque le soleil se leve pour nous, c'est le moment, ou à peu près, auquel elles sont le plus échauffées. L'aiguille aimantée, dont la direction est probablement l'effet composé des attractions de toutes les parties magnétiques de la Terre, sera donc au lever du soleil un peu moins sollicité vers l'est, que si le soleil n'étoit pas de ce côté; conséquemment elle cédera à l'action des parties de l'ouest, & tournera un peu plus de ce côté-là. M. Canton rend même cette explication sensible par le moyen de deux aimants, dont il échauffe l'un ou l'autre alternativement.

Quoi qu'il en soit de cette explication, le phé-

nomene est aujourd'hui reconnu ; & les observateurs météorologistes ne manquent pas d'observer en différents temps la déclinaison de l'aiguille aimantée, qui varie quelquefois du matin au soir de 20' & plus. Voyez le Traité de Météorologie du P. Cotte.

§. IV.

De l'inclinaison de l'Aiguille aimantée.

XIII^e EXPÉRIENCE.

Observer l'inclinaison de l'Aimant.

Si l'on a une aiguille de boussole non encore aimantée, & parfaitement en équilibre sur son pivot, ensorte qu'elle se tienne parallèlement à l'horizon, lorsqu'on l'aura touchée de l'aimant, elle perdra cet équilibre, & plongera sa pointe nord au dessous de l'horizon.

Cette expérience est connue de tous ceux qui font des boussoles ; car, après avoir aimanté l'aiguille, ils sont obligés de limer la partie la plus pesante, jusqu'à ce qu'elle soit en équilibre & de niveau avec l'autre. On pourroit produire le même effet, en chargeant l'autre bout d'un petit contre-poids ; & même il seroit avantageux que ce contre-poids fût mobile, car l'inclinaison étant variable, il faut, pour faire équilibre à l'effort que fait l'aiguille pour s'incliner, des forces différentes. Aussi est-on obligé de charger légèrement d'un petit morceau de cire plus ou moins gros, un des bouts de l'aiguille, suivant les différents parages qu'on occupe, afin qu'elle soit parfaitement horizontale.

XIV^e EXPÉRIENCE.

Observer l'inclinaison de l'Aiguille aimantée.

Il faut avoir une aiguille aimantée, faite d'un fil d'acier bien droit, & se terminant en pointe à ses extrémités. Son milieu doit être aplati, & formé en cercle d'une ligne & demie ou deux de diamètre, ayant son centre bien parfaitement dans l'alignement des deux pointes de l'aiguille. Ce cercle portera perpendiculairement à son plan un fil d'acier très-menu, qui lui servira de pivot, en sorte qu'étant placé bien horizontalement dans les deux trous de deux platines de cuivre placées verticalement, elle soit tout-à-fait indifférente à toute position, & reste en équilibre dans quelque situation qu'on la mette. Ces deux platines seront attachées aux deux bords d'une bande de cuivre courbée circulairement, & d'un diamètre tant soit peu plus grand que la longueur de l'aiguille, dont les pivots seront au centre. Il doit y avoir extérieurement un anneau pour suspendre ce cercle de cuivre, & mettre un de ses diamètres dans le sens vertical. L'intérieur sera divisé en degrés & quarts de degrés, s'il est possible, mais en sorte que la division commençant par zéro aux extrémités du diamètre horizontal, finisse par 90 degrés aux extrémités du diamètre vertical. On s'assurera de la position de ce diamètre, au moyen d'un fil à plomb qui pendra de son extrémité supérieure, & qui devra passer par l'extrémité inférieure, pour qu'il soit dans sa vraie position.

Il faudra aussi se munir d'un pied de bois en forme de parallélépipède oblong, dans la partie supérieure duquel il y aura une échancrure circu-

laire, propre à loger l'instrument dans le sens de la longueur. Enfin on doit avoir un petit coin propre à glisser plus ou moins sous ce pied, jusqu'à ce que le plan de l'instrument, ou celui que parcourt l'aiguille dans son mouvement, soit exactement vertical.

L'aiguille étant enfin aimantée, on appliquera aux deux côtés de l'instrument, dans des rainures faites pour cela, deux glaces circulaires, pour préserver l'aiguille & ses pivots du contact extérieur de l'air & de l'humidité, qui est contraire au magnétisme.

Par la description de cet instrument, il est aisé de sentir qu'il faut d'abord le mettre, soit en le suspendant, soit en le plaçant sur son support, dans une situation verticale; ce qu'on fera aisément au moyen du fil à plomb.

Il faut de plus, que le plan de l'instrument, ou celui que parcourt l'aiguille, soit dans le plan du méridien magnétique. Pour cet effet, on couchera l'instrument à plat sur une table horizontale; l'aiguille étant arrêtée, indiquera le méridien magnétique, & l'on tirera sur la table une ligne dans cette direction, sur laquelle on alignera le long côté du support auquel le plan de l'instrument doit être aussi parallèle, quand il sera dans l'échancrure qui doit le recevoir. Au moyen du petit coin & de l'à-plomb, on achevera de le mettre dans la position convenable. L'aiguille, après des balancements assez longs, s'arrêtera enfin, & indiquera par sa pointe le nombre de degrés dont elle est éloignée de l'horizontale, ce qui donnera l'inclinaison.

On trouve par ce moyen, à Paris, que l'inclinaison est actuellement de 72 degrés.

REMARQUES.

I.

QUOIQ'IL ne paroisse pas y avoir beaucoup de difficulté à exécuter un pareil instrument, l'expérience apprend néanmoins qu'il est d'une exécution très-difficile, à moins d'une adresse particulière, dont M. Magny, artiste très-ingénieur en optique, &c. paroît jusqu'à présent seul en possession. En effet, à moins que l'instrument ne soit parfaitement exécuté, l'aiguille aimantée ne se remet point dans sa même position lorsqu'on l'a déplacée, ou lorsqu'on tourne l'instrument en sens contraire, c'est-à-dire de sorte que le plan qui regardoit l'orient regarde l'occident. Mais j'ai eu une bouffole d'inclinaison, sortant des mains de cet artiste, qui, pourvu qu'elle fût dans le méridien magnétique, à chaque fois qu'on faisoit l'observation dans un même lieu, & quelque face qu'on tournât à droite ou à gauche, monroit toujours parfaitement le même degré d'inclinaison. C'est-là néanmoins une condition très-nécessaire pour pouvoir faire quelque fonds sur des observations de cette espece; & sans cela on ne peut les regarder que comme des approximations dans lesquelles il peut facilement se glisser quelques degrés d'erreur.

II.

L'inclinaison de l'aiguille aimantée n'est pas moins variable que sa déclinaison. On observe qu'elle est différente dans les différents lieux de la terre; mais l'on se tromperoit beaucoup si l'on pensoit, comme quelques physiciens l'ont fait

dans le siècle passé, qu'elle eût quelque rapport avec la latitude. On observe, par exemple, à Paris, qu'elle est aujourd'hui de $72^{\circ} 25'$ au nord.

à Lima, environ 18° au sud.

à Quito, environ 15° id.

à Buénos-Ayres, environ $60^{\circ} \frac{1}{2}$ id.

à l'Isle-de-France, $52^{\circ} \frac{3}{4}$ au nord.

Cela suffit pour détruire toute idée qu'elle ait le moindre rapport avec la latitude.

L'observation de l'inclinaison n'étant réputée presque d'aucune utilité dans la navigation, on ne doit pas s'étonner qu'on en ait à peine quelques-unes. Elles sont d'ailleurs beaucoup plus difficiles à la mer que celles de la déclinaison, à cause du roulis. Le P. Feuillée en a fait néanmoins un assez grand nombre dans ses voyages d'Europe en Amérique; mais, selon toutes les apparences, on ne doit guere y compter qu'à quelques degrés près. Quoi qu'il en soit, il seroit à désirer que ces observations fussent plus multipliées; car, quoiqu'elles ne paroissent pas du premier coup d'œil bien utiles, elles peuvent le devenir dans la suite. Ne laissons pas d'accumuler des faits, quoique en apparence sans grande utilité. Souvent une lumière inespérée naît d'une observation réputée longtemps frivole & isolée.

III.

Nous remarquerons encore ici que les mouvements de l'aiguille aimantée éprouvent des variations fort singulieres à l'approche ou par l'effet des météores ignées. On a vu plus d'une fois le tonnerre désaimanter une aiguille, ou l'aimanter en sens contraire. Les aurores boréales paroissent aussi agir d'une maniere fort sensible sur l'aiguille

aimantée. Mais nous nous bornerons à renvoyer encore au *Traité de Météorologie* du P. Cotte.

SECTION III.

De quelques Moyens proposés pour ôter à l'Aiguille aimantée sa déclinaison, ou faire des Bouffoles sans déclinaison.

IL y auroit un si grand avantage à avoir des bouffoles qui montraissent sûrement le nord, que l'on ne doit point être étonné des efforts que l'on a faits pour imaginer des combinaisons qui détruissent la déclinaison de l'aiguille aimantée; mais malheureusement elles ont été jusqu'à présent infructueuses, & nous pensons qu'elles le seront toujours. Ces tentatives méritent néanmoins d'être connues, ne fût-ce que pour éviter à quelqu'un de nos lecteurs l'illusion que se sont faite ceux qui ont cru avoir résolu ce problème.

M. Muschenbroeck fait la description d'une de ces inventions. Elle consiste à combiner pour un lieu déterminé deux aiguilles de force égale, de telle manière qu'elles s'écartent l'une d'un côté, l'autre de l'autre, du méridien magnétique, de la quantité de la déclinaison. Ainsi l'une déclinera du double, & l'autre se trouvera précisément dans le méridien. Supposons, par exemple, que la déclinaison soit de 20 degrés à l'ouest, comme elle étoit à Paris en 1770. Si l'on fait porter sur une même chape deux aiguilles aimantées de force égale, qui fassent ensemble un angle de 40 degrés, il est évident que, ne pouvant ni

L'une ni l'autre se placer dans le méridien magnétique, elles s'en écarteront également: ainsi l'une déclinera de 20 degrés à l'ouest de ce méridien, ou à 40 degrés de celui de la terre; & conséquemment l'autre aiguille sera nécessairement dans le méridien, & n'aura aucune déclinaison.

On doit s'étonner qu'on ait pu penser qu'on auroit par-là une combinaison d'aiguilles aimantées, qui en fera tomber une sur le méridien terrestre. Il est aisé de voir que ces deux aiguilles, si elles sont égales en force, ne feront jamais que s'arranger de manière que le méridien magnétique partagera en deux également l'angle qu'elles comprendront. Ainsi, en supposant que le méridien magnétique, au lieu de décliner de 20 degrés du méridien terrestre, ne décline que de 10 degrés à l'ouest, l'une des aiguilles sera portée à 20 degrés de plus à l'ouest, & aura conséquemment 30 degrés de déclinaison: donc en même temps l'autre aiguille sera portée à 10 degrés du méridien du côté de l'est.

Le dernier traducteur de Plinè a donné un moyen à peu près semblable pour anéantir la déclinaison: il n'en diffère qu'en ce que l'une des aiguilles doit être plus grosse que l'autre. Mais M. Muschenbroeck avoit déjà proposé & analysé cette combinaison de deux aiguilles inégales, & elle lui avoit paru aussi peu faite pour réussir que la précédente. En effet, les mêmes raisons, ou des raisons semblables, s'y opposent; & il n'y a rien de si légèrement fondé, pour ne rien dire de plus, que la théorie physique qui semble y avoir conduit l'auteur dont nous parlons; car il paroît penser que ce qui fait qu'une aiguille aimantée décline, est une sorte de foiblesse qui ne lui per-

met pas d'atteindre le nord. C'est une idée qui non-seulement est sans fondement, mais même qui est incompatible avec les phénomènes & avec la théorie la plus probable des mouvements magnétiques; car l'aiguille aimantée qui, dans les premières cinquante années du siècle dernier, déclinait à l'est, s'étant ensuite rapprochée du nord, & l'ayant dépassé pour se diriger à l'ouest, il faudroit dire qu'elle étoit malade, qu'elle s'est guérie vers 1660, & qu'ensuite elle est redevenue malade en sens contraire. Ainsi l'on ne sauroit trop admirer la précipitation de quelques journalistes & de quelques auteurs *, qui se sont hâtés d'annoncer avec de grands éloges cette découverte prétendue, comme devant changer la face de la navigation. Malheureusement rien de plus imaginaire, & un peu plus de connoissances des phénomènes magnétiques, eût préservé les uns & les autres de cette erreur.

J'ai vu autrefois à Paris un pilote Génois, nommé M. Mandilo, qui prétendoit avoir trouvé une autre combinaison d'aiguilles aimantées, propre à corriger la déclinaison de la boussole. Il plaçoit l'une sur l'autre deux aiguilles égales en force, de manière que chacune d'elles eût la liberté de son mouvement; il les rapprochoit ensuite pour Paris, par exemple, de manière que leur écartement fût double de la déclinaison ob-

* *L'Année Littéraire*, le *Dictionnaire d'Industrie*. Ce dernier ouvrage, qui adopte pleinement l'idée de la maladie de l'aiguille aimantée, trouve encore dans cette découverte imaginaire celle des longitudes. La découverte en question seroit réelle, que celle des longitudes ne s'en suivroit pas.

servée. Car, dans cette position, elles divergent l'une de l'autre par l'effet de la répulsion de leurs pôles ou pointes de même dénomination; & elles divergent d'autant plus, qu'elles sont plus rapprochées l'une de l'autre. Par ce moyen donc, une des deux aiguilles est, comme dans le procédé ci-dessus, rapportée sur le méridien. Or le sieur Mandilo prétendoit que cela devoit arriver également par-tout; ce qui est visiblement faux: car l'écartement de deux aiguilles étant l'effet de la répulsion de deux pôles de même nom, cette répulsion, & conséquemment l'écartement, seront les mêmes, quel que soit l'angle du méridien magnétique avec le méridien terrestre. Pour que cela fût autrement, il faudroit supposer que cette répulsion diminuât en même temps que la déclinaison, ce qui ne peut pas être. C'est ce que j'objectai d'abord au sieur Mandilo, mais en vain. Un homme qui croit avoir trouvé le moyen de corriger la déclinaison de l'aiguille aimantée, ou avoir découvert la solution du problème des longitudes, n'est guere moins opiniâtre dans son sentiment, que celui qui croit avoir trouvé la quadrature du cercle.

C'est aussi le cas de parler ici d'une idée de M. de la Hire sur ce sujet. Elle étoit fondée sur ce qu'il croyoit avoir trouvé que les pôles d'un aimant naturel avoient changé de place, comme les pôles magnétiques de la terre l'avoient fait dans le même temps. D'après cela, il avoit imaginé d'aimanter des anneaux d'acier, présumant que leurs pôles changeroient de même. Or il est aisé de sentir que, dans ce cas, la ligne marquée primitivement nord & sud sur l'anneau, resteroit immobile, & marqueroit toujours le vrai nord.

Mais le principe s'est trouvé faux ; & quand il eût été vrai , la conséquence que M. de la Hire en tiroit n'étoit pas nécessaire.

SECTION V.

De quelques Tours de subtilité qu'on exécute au moyen de l'Aimant.

ON a imaginé depuis quelques années d'appliquer les propriétés de l'aimant à divers jeux & tours de subtilité , qui ont fort embarrassé les premiers qui en ont été les témoins. On ne pouvoit en effet employer de moyen plus caché , & néanmoins plus propre à agir , que le magnétisme , puisqu'il n'est arrêté par aucun corps connu dans la nature , si l'on en excepte le fer. C'est le célèbre M. Comus qui a le premier eu cette idée. Il a singulièrement varié les différents tours de subtilité qu'on exécute par ce moyen ; aussi tout Paris s'est-il porté avec empressement dans les lieux où il les exécutoit. Les ignorants l'admiroient , en le réputant presque pour forcier ; les sçavants cherchoient à pénétrer son artifice ; & il faut convenir qu'il étoit impénétrable , tant qu'on n'a pas soupçonné le magnétisme d'en être le principal ressort.

Nous nous bornerons néanmoins à donner une idée du mécanisme de quelques-uns de ces tours ; car nous sçavons que leur auteur se propose de les développer dans un ouvrage à part , ainsi que nombre d'autres de son invention , tenant soit à la physique , soit à des combinaisons très-ingé-

nieuses. Cet ouvrage sera intéressant, personne n'ayant jamais réuni à une adresse qui approche du prestige, autant de connoissances dans la physique.

§. I.

Construction de la Lunette magique.

On se sert fréquemment dans ces tours de subtilité, d'une prétendue lunette magique, au moyen de laquelle on apperçoit, dit-on, au travers des corps opaques. C'est un discours que l'on tient pour dérouter les spectateurs. Cette prétendue lunette magique n'est autre chose qu'une forme de lunette, au fond de laquelle, c'est-à-dire du côté de l'objectif, est une aiguille aimantée, qui prend sa direction lorsque la lunette est posée sur le côté qui figure cet objectif.

Pour former cette lunette, il faut faire tourner un tuyau d'ivoire, ayant l'apparence d'un tuyau de lunette fort évasé du côté de l'objectif; mais il faut que cette ivoire soit tournée assez mince pour qu'elle laisse introduire la lumière nécessaire pour voir au dedans. Le côté de l'oculaire est garni d'un verre qui sert à voir plus distinctement au dedans de la lunette. Le côté de l'objectif porte aussi un verre, mais ce n'est que l'apparence d'un objectif. Sa surface postérieure est opaque, & sert de base ou de fond à une boussole ou une aiguille aimantée tournant sur une pointe implantée à son centre. Cette aiguille prend la position horizontale, quand la lunette est posée sur le côté de l'objectif, & se dirige ou vers le nord, ou vers le fer aimanté qui est aux environs. Il est nécessaire d'avoir une lunette véritable & tout-à-fait semblable extérieurement, afin de pouvoir mon-

trer cette dernière à la place de la première ; ce que l'on fait, en substituant adroitement l'une à l'autre.

Lors donc qu'on voudra se servir de la lunette prétendue magique, on la placera, l'objectif en bas, sur ce que l'on voudra examiner. Si au dessous il y a un aimant ou un fer aimanté, l'aiguille se tournera de ce côté.

§. II.

Etant donnés plusieurs chiffres, qu'une personne rangera les uns à côté des autres dans une boîte, reconnoître à travers le couvercle le nombre formé par ces chiffres.

Si vous voulez employer les dix chiffres, prenez dix petits carrés d'un pouce & demi de côté ; creusez sur la face supérieure de chacun une rainure, mais dans diverses situations ; la première, par exemple, destinée au nombre 1, ira directement de bas en haut ; la seconde déviendra à droite, d'un angle égal à la dixième de la circonférence ; la troisième, de deux dixièmes ; &c. ce qui donne dix positions différentes. On introduira ensuite dans ces rainures de petites barres d'acier bien aimantées, en ayant l'attention de tourner leur pôle nord de la manière convenable. On couvrira ces rainures & la face du carré avec de fort papier, afin qu'on ne soupçonne point l'existence de ces barreaux. Il faut enfin avoir une boîte assez étroite pour ne tenir en largeur qu'une des tablettes, & assez longue pour pouvoir les y ranger toutes.

On propose ensuite à une personne de prendre pendant qu'on s'éloigne, plusieurs de ces tablettes, & de les ranger comme elle jugera à propos dans

la boîte décrite ci-dessus, pour en faire un nombre quelconque. Cette même personne fermera la boîte, & vous devinerez ainsi le nombre formé.

Mettez votre prétendue lunette sur la place de la première tablette, c'est-à-dire à gauche; si le chiffre qui est au dessous est l'unité, l'aiguille tournera de manière que la pointe ou le pôle nord regardera au devant de vous. Si ce chiffre étoit 4, elle tourneroit à la quatrième division du cercle divisé en 10 également; & ainsi des autres. Il sera donc fort facile de deviner par-là quel est le chiffre de chaque place, conséquemment de nommer ce chiffre même.

Nous en avons dit assez sur cet artifice. On devinera de même un mot qu'on aura écrit en secret avec des caractères donnés; Panagramme qu'on aura formé d'un mot proposé, comme de *Roma*, qui donne *amor, mora, orna, maro, &c*; une question qu'on aura choisie parmi plusieurs, & qu'on aura mise dans la boîte: on pourra même, avec un peu d'adresse, faire trouver la réponse dans une autre boîte. Cetour enfin pourra être varié de bien des manières, plus agréables les unes que les autres, mais toutes dépendantes du même principe.

La boîte aux métaux, par exemple, n'est encore qu'une pareille variation du même tour. On a dans une boîte six plaques de différents métaux: on propose à quelqu'un d'en prendre une, de la placer dans une autre boîte, & de la fermer; ce qui n'empêchera pas qu'on ne la devine. Rien de plus facile. Ces plaques sont de telle forme, qu'elles ne peuvent avoir qu'une seule situation dans la petite boîte. Chacune d'elles, hors celle de fer, renferme dans son épaisseur un barreau

magnétique, placé dans des situations connues. Au moyen de la lunette prétendue magique, on reconnoît ces situations; conséquemment on ne peut ignorer la nature du métal. On ne met point de barreau dans la plaque de fer, parceque cela seroit inutile; mais on peut aimanter un côté de cette plaque; ou, si on ne l'aimante point, la direction indéterminée de l'aiguille annoncera que c'est le fer.

§. III.

La Mouche sçavante, ou la Syrene.

Ce tour-ci est un peu plus compliqué que le précédent, & même il est fondé moitié sur la physique, moitié sur une petite supercherie. On a sur une table un vase encastré dans son épaisseur, & garni d'un large rebord, sur lequel sont inscrits des nombres, ou les heures du jour, ou des réponses à certaines questions. On propose à quelqu'un d'indiquer un nombre, ou de nommer une heure du jour, ou de la demander, ou de choisir une des questions inscrites sur des cartes qu'on lui présente. Une mouche, une syrene, ou un cygne mis à l'eau, doit désigner les chiffres de ce nombre dans leur ordre, répondre enfin à la nature de la question qu'on lui aura faite.

Tout cela s'exécute au moyen d'un barreau fortement aimanté, qui est porté par un cercle de cuivre, dans l'épaisseur du rebord du bassin. Il est évident que si l'on sçait donner à ce barreau le mouvement nécessaire pour indiquer les lettres ou les nombres nécessaires pour la réponse, la mouche ou la syrene qui nage sur un petit bateau qui contient un autre barreau aimanté, s'y

dirigera, & paroîtra répondre à la question. Voilà tout le physique du tour; voici la petite supercherie.

L'épaisseur de la table, qui est de quelques pouces, est creuse, & dans ce creux est contenu un mécanisme qui est mis en mouvement par un cordon qui passe le long des pieds de la table, traverse le plancher, & aboutit à une chambre voisine, séparée seulement de celle où se fait le tour par une cloison très-légère. Le bout de ce cordon aboutit à un tableau où sont marquées les divisions du bassin, & le tout est tellement combiné, (ce qui n'est pas une chose difficile,) que lorsque le bout de ce cordon est amené vis-à-vis un chiffre, par exemple 4, le barreau aimanté est sous le 4 inscrit sur le rebord du vase.

Lors donc qu'on demande à la syrene de marquer l'heure qu'il est, celui qui est derrière la cloison & qui entend la question, n'a autre chose à faire que de tirer le cordon, & d'en amener le bout, sur le tableau qu'il a devant lui, vis-à-vis l'heure qui court. Le barreau aimanté va se placer dessous, & aussi-tôt la syrene docile se met en mouvement, & va marquer cette heure.

Si l'on a choisi une question, celui qui fait le tour, sous prétexte d'interroger la syrene, la lui répète. Son adjoint l'entend, & fait mouvoir le barreau aimanté sur la réponse.

Il ne seroit pas difficile d'établir entre l'un & l'autre une correspondance cachée, & telle que, sans parler, la syrene parût deviner elle-même la question, & y répondre.

Les livres principaux qui traitent de l'aimant sont, le traité de *Magnete* de Gilbert, philosophe Anglois, imprimé en 1633 : on y trouve des

traces de cet esprit d'observation qui a fait faire à la physique tant de progrès ; l'*Ars magnetica* du P. Kircher : c'est une espece d'encyclopédie de tout ce qui s'étoit dit jusqu'à lui sur cette matiere , augmentée de beaucoup d'idées de l'auteur , dont la plupart tiennent de son caractère d'esprit dans lequel l'imagination dominoit ; la *Magnetologia* du P. Léothaud , in-4°, 1668 : c'est un ouvrage de peu d'importance. L'ouvrage du P. Scarella , intitulé *de Magnete* , en 4 volumes in-4° , imprimé à Brescia en 1759 , peut tenir lieu de tous les précédents , & renferme d'une maniere claire & bien développée tout ce qu'il y a d'utile & de solide dans ce qui a été dit ou écrit sur l'aimant jusqu'à cette époque ; à quoi l'auteur , physicien fort éclairé , a ajouté ses vues particulieres. Le petit *Traité sur les Aimants artificiels* , traduit de l'anglois en 1752 , & augmenté d'une préface historique du traducteur , mettra le lecteur au fait de cette partie de la théorie de l'aimant. On peut , à son défaut , lire le *Mémoire sur les Aimants artificiels* , par M. Anthéaume , qui a remporté le prix de l'Académie de Pétersbourg en 1758 , & qui a été imprimé à Paris en 1760. On lit enfin dans les Mémoires présentés à l'Académie par des sçavans étrangers , plusieurs morceaux de M. Dutour , qui méritent d'être connus & médités par ceux qui s'attachent à cultiver & amplifier cette théorie.





RÉCRÉATIONS
MATHÉMATIQUES
ET
PHYSIQUES.

TREIZIÈME PARTIE.

DE L'ÉLECTRICITÉ.

L'ÉLECTRICITÉ est une source presque
inépuisable de phénomènes surprenants &
singuliers, qui frapperoient la curiosité de ceux
mêmes qui donnent le moins d'attention à ob-
server la nature. Quoi de plus extraordinaire &
de moins facile à concilier avec les loix connues
de la physique, que de voir un simple frottement
exciter dans certains corps la faculté d'attirer &
repousser les corps légers qui sont à proximité;
cette faculté se communiquer par le contact à
d'autres corps jusqu'à des distances très-grandes;
le feu jaillir d'un corps qui est dans cet état; &

mille autres phénomènes plus inattendus les uns que les autres, dont l'énumération seroit trop longue ! Nous nous bornerons à la fameuse expérience de Leyde, où l'on voit une file de personnes se tenant par la main, ou se communiquant seulement par une barre de métal, recevoir tout-à-coup d'un agent invisible une commotion interne, qui pourroit même être assez violente pour tuer ceux qui l'éprouveroient.

On conviendra qu'il n'en est pas encore de l'électricité comme du magnétisme. Ce dernier a servi, par l'invention de l'aiguille aimantée, à assurer la navigation, à découvrir un nouveau monde, source de nouvelles richesses, de nouveaux besoins & de nouveaux maux pour l'ancien. Mais l'électricité n'a encore rien produit de si brillant pour le genre humain & pour les arts ; si nous en exceptons l'analogie aujourd'hui démontrée entre le feu électrique & celui du tonnerre, analogie d'où a résulté un préservatif assez probable des effets de ce terrible météore : car, quant aux guérisons opérées par l'électricité, il faut convenir qu'elles sont pour la plupart mal constatées ou très-rares.

Gardons-nous néanmoins de traiter les recherches sur cet objet de pures inutilités, car quand on considérera les phénomènes que présente l'électricité, on ne pourra s'empêcher de reconnaître qu'elle est un des agents les plus généraux & les plus puissants de la nature. Peut-on disconvenir que l'identité du feu électrique avec celui de la foudre ne soit déjà une belle & grande découverte ? Que dire d'une foule d'autres analogies ébauchées entre l'électricité, le magnétisme, le fluide nerveux, le principe de la végétation, &c.

Elles promettent une grande moisson à ceux qui continueront de cultiver ce champ fertile.

§. I.

Ce que c'est que l'Électricité; Distinction entre les corps électriques par frottement ou par communication.

L'électricité est une propriété que certains corps acquièrent par le frottement, sçavoir, d'attirer ou repousser des corps légers qui se trouvent dans leur voisinage. Frottez, par exemple, un bâton de cire d'Espagne avec la main, ou mieux encore sur du drap, & passez-le à quelques lignes de petits morceaux de papier ou de paille; vous les verrez se jeter sur le bâton, & s'y tenir comme collés, jusqu'à ce que la vertu acquise par ce frottement se soit dissipée. Les anciens avoient remarqué que l'ambre jaune ainsi frotté, attiroit les corps légers: de-là le nom d'*électricité*, car ils nommoient cette matiere *electrum*. Mais c'est-là que se borna leur observation.

Les modernes ont observé qu'une foule d'autres corps ont la même propriété. Tels sont l'ambre gris, & en général toutes les résines qui peuvent supporter un certain frottement sans s'amollir; le soufre, la cire, le jayet, le verre, le diamant, le crystal, la plupart des pierres précieuses, la soie, la laine, le poil des animaux, le bois bien desséché.

A l'égard des corps qui ne peuvent acquérir l'électricité par le frottement, on a observé qu'ils peuvent l'acquérir par communication, c'est-à-dire par le contact, ou par une très-grande proximité avec ceux de la première espece, & qu'ils

peuvent la transmettre à d'autres corps de même nature & par le même moyen. Ces corps non-électrisables par le frottement, sont les métaux, & l'eau soit fluide, soit glacée * ; les corps terreux, les animaux. Mais nous remarquerons qu'à proprement parler, les métaux & le fluide aqueux sont les seules substances vraiment conductrices de l'électricité, & que les autres ne le sont qu'autant qu'elles participent de la nature métallique, ou qu'elles contiennent plus ou moins d'humidité. L'électricité semble même encore préférer les corps métalliques pour se transmettre d'un corps à un autre. Si donc vous placez un des corps de cette dernière espèce, comme une barre de métal, une de bois humide, dans la proximité ou en contact avec un corps de la première classe électrisé par le frottement, avec les précautions qu'on indiquera plus loin, il deviendra lui-même électrique ; ce que vous reconnoîtrez aisément par le mouvement qu'il imprimera aux corps légers qui se trouveront dans le voisinage.

Ainsi donc tous les corps sont susceptibles d'être électriques, mais de deux manières différentes : les uns le sont en quelque sorte par eux-mêmes ; on excite dans eux cette vertu par le simple frottement ; on les nomme par cette raison *électriques* ; les autres ne le sont que par communication ; on les nomme communément *électriques par commu-*

* On a remarqué depuis, que le verre échauffé jusqu'à être rouge, & même plutôt, & la flamme, étoient des conducteurs de l'électricité. Au contraire, l'eau qui, dans son état de fluidité, est un conducteur de l'électricité, cesse de l'être lorsqu'elle est fortement gelée.

nication, ou non-électriques: il vaudroit mieux les appeler *conducteurs de l'électricité*; & c'est ainsi que nous le ferons le plus souvent.

Il est à propos d'observer que ceux de la première classe ne sont point susceptibles de recevoir l'électricité par communication, ou ne la reçoivent ainsi que difficilement. De-là vient que, dans les expériences qu'on va décrire, on place les corps qu'on veut électriser par communication, ou sur des gâteaux de résine, ou sur des cordons de soie; car autrement, l'électricité produite dans eux se dissiperoit tout-à-coup par le contact des corps électrisables par communication, auxquels ils toucheroient.

§. II.

Description de la Machine électrique ou à électriser, ainsi que des Instruments accessoires pour les expériences de l'Electricité.

Lorsqu'on commença à cultiver la théorie de l'électricité, on se servoit uniquement pour l'exciter, d'un tube de verre de 3 pouces environ de diametre, & de 25 à 30 pouces de longueur. On le frottoit dans sa longueur & dans le même sens avec la main nue, pourvu qu'elle fût bien sèche, ou enveloppée d'un morceau de flanelle ou de drap; on présentoit ensuite ce tube à un corps qu'on vouloit électriser. C'est ainsi que les Gray, les Dufay, ont fait leurs premières expériences électriques.

On a ensuite substitué à ce moyen celui d'un globe suspendu avec de la poix entre deux mandrins de bois qui lui servoient d'axe, & qu'on faisoit tourner rapidement avec une manivelle ou

une roue ; on appliquoit la main seche à ce globe ; ou on le faisoit frotter par un coussinet : cela y excitoit l'électricité , qu'on recueilloit , pour ainsi dire , au moyen d'une frange métallique qui pendoit sur le globe , ou autrement.

A ces machines a succédé celle que nous allons décrire , qui est beaucoup plus simple ; aussi a-t-elle comme banni des cabinets des physiciens la machine précédente.

Pl. 7, fig. 40. La nouvelle machine électrique est composée d'un bâtis formé d'un pied A , sur lequel sont élevés & assemblés deux montants B & C , affermis par le haut au moyen d'une piece circulaire D. Ces deux montants doivent être plus ou moins hauts , suivant que le plateau circulaire de verre sera d'un plus ou moins grand diametre ; car il faut que le bord n'approche pas trop près ni du haut de cet assemblage , ni du bas.

C'est cette piece circulaire de verre E qui est la piece essentielle de la machine. Elle est percée dans son centre d'un trou assez grand pour y passer & assurer solidement un axe d'acier qui porte sur les deux montants , & cet axe du côté C est prolongé en dehors , & terminé quarrément pour y emmancher une manivelle qui sert à faire tourner cette glace.

Les deux montants portent enfin dans le haut & dans le bas deux coussinets de cuir remplis de crin , en sorte que la piece circulaire de glace , en tournant , soit frottée par ces coussinets , à quelques pouces de son bord.

Enfin , sur la partie allongée de l'empatement , est établi le conducteur , sur un pied de verre en forme de colonne. Ce conducteur est une piece cylindrique de cuivre , terminée d'un côté par

une boule G du même métal, & formé de l'autre côté en un arc à peu près demi-circulaire, portant à chaque extrémité deux especes de demi-globes H & I, qui présentent à la glace leur base circulaire. Cette base circulaire est garnie de quatre pointes d'acier, aiguës & de même longueur. Le pied de ce conducteur peut avancer & reculer sur l'empatement qui le supporte, de maniere à approcher ou éloigner à volonté les pointes ci-dessus décrites de la surface de la glace de verre; car ce sont ces pointes, comme on le verra, qui attirent & pompent, pour ainsi dire, le fluide électrique excité ou mis en mouvement par le frottement des petits coussins sur la glace circulaire.

Lors donc qu'on voudra produire l'électricité, on placera la machine sur une table solide, & on l'assurera par des vis. On fixera le conducteur en sorte que ses pointes approchent de très-près la glace circulaire, & on la mettra en mouvement, en faisant tourner la manivelle. Le conducteur donnera presque sur le champ des marques d'électricité, soit en produisant des étincelles à l'approche du doigt, soit en attirant & éloignant les corps légers qu'on en approchera.

REMARQUES.

IL y a quelques autres instruments qui sont nécessaires pour les expériences électriques. Nous parlerons néanmoins uniquement ici de ceux dont l'usage est le plus général, nous réservant de décrire les autres à mesure que nous exposerons les diverses expériences où ils sont nécessaires.

I. On doit être pourvu de quelques marche-

pieds enduits de résine, quarrés ou circulaires. On leur donne 15 à 18 pouces de côté ou de diametre, & pour plus de sûreté de l'effet, on peut les faire porter sur quatre corps de bouteilles de gros verre. Ils servent à isoler les corps ou les personnes qu'on veut électriser.

II. Comme il y a quelquefois du danger à tirer l'électricité avec le doigt, il faut être muni d'un
 Pl. 7, instrument appelé l'*excitateur*. C'est un arc de
 fig. 41. cercle métallique, emmanché à son milieu à un manche de verre ou de cire d'Espagne; mais le premier est préférable & plus solide. En touchant avec l'une des boules de cet instrument le corps le plus fortement électrisé, on peut en tirer sans danger une étincelle, parceque le manche de verre intercepte le passage de l'électricité, de l'*excitateur* à la personne qui le tient.

III. On doit aussi avoir une chaîne de métal, ou de plusieurs fils de fer liés les uns aux autres. Elle sert à transmettre l'électricité loin du premier conducteur HGI; ce qui se fait en faisant porter cette chaîne par des cordons de soie attachés au plancher, ou tendus entre deux traverses.

IV. Il est à propos d'être muni d'un long tube de métal, ou de carton doré, & de plusieurs pouces (3 ou 4) de diametre. Ce tube se communiquant au premier conducteur par une chaîne, forme un second conducteur qui se charge de beaucoup d'électricité, & sert à quantité d'expériences. Plus ce tube est long & gros, plus l'électricité dont il se charge est considérable. Il est essentiel qu'il n'ait aucune pointe ni éminence aiguës, par les raisons qu'on verra plus loin.

V. On ne peut se passer de quelques especes de

de soucoupes de verre, pour isoler les corps dont on veut conserver l'électricité.

VI. Il faut aussi être pourvu de quelques pieces de métal, les unes pointues, les autres terminées par une éminence sphérique; les unes emmanchées à des manches de verre, les autres portées par des manches de matiere transmettant l'électricité, comme on a dit plus haut.

VII. Les coussins ont besoin d'être de temps à autre saupoudrés d'un amalgame servant à y entretenir le frottement. Celui qui paroît le mieux réussir, est l'amalgame d'étain & de mercure, tel que celui qu'on met derriere les glaces, avec une moitié de craie ou blanc d'Espagne; le tout mélangé & réduit en une poussiere impalpable.

Telles sont les principales parties de l'appareil nécessaire pour les expériences électriques les plus communes. Nous allons passer à ces expériences, en allant du plus simple au plus composé.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

L'Étincelle électrique.

Tout étant disposé comme on l'a expliqué plus haut, & l'air de la chambre étant sec, mettez la machine en mouvement pendant quelques minutes. Que quelqu'un présente alors un doigt au conducteur: lorsqu'il en sera distant d'une ligne ou deux, ou davantage, suivant la force de l'électricité, il sortira à-la-fois du conducteur & du doigt une double étincelle, accompagnée de bruit, & qui causera même quelque douleur. Lorsque cette personne, que nous supposons sur le plancher, touchera le conducteur, il ne donnera plus de marque d'électricité, parcequ'elle se com-

306 RÉCRÉAT. MATHÉMAT. ET PHYS.
muniquera par elle à toute la masse des corps
non-électriques à laquelle elle touche.

II^e EXPÉRIENCE.

Communication de l'électricité à diverses personnes.

Faites monter la personne en question sur un
gâteau de résine, ce qui l'isolera du plancher, &
mettez la machine en mouvement: non-seulement
le conducteur, mais cette personne, seront élec-
trisés; ensorte que tous ceux qui ne seront pas
dans le même état, & qui viendront à toucher
l'un ou l'autre, en tireront l'étincelle électrique.

Vingt personnes & bien davantage, pourront
ainsi être électrisées, pourvu qu'elles soient toutes
isolées.

III^e EXPÉRIENCE.

L'Attraction & la Répulsion.

Présentez à une personne électrisée ou au con-
ducteur, des feuilles de métal battu, des brins de
paille, de papier, & autres corps légers non-
électriques; vous les verrez, quand ils seront à la
distance convenable, s'élancer sur le corps élec-
trisé: mais ils ne l'auront pas plutôt touché, qu'ils
en seront repoussés. Si alors on les reçoit sur un
corps non-électrique, ils ne l'auront pas plutôt
touché, qu'ils reviendront vers le corps électrisé,
& en seront de nouveau repoussés, &c.

IV^e EXPÉRIENCE.

*Quelques Jeux électriques fondés sur la propriété
précédente. Le Poisson d'or, la Danse
électrique, la Pluie lumineuse.*

Cette propriété des corps électriques, sçavoir,

de se repousser lorsqu'ils sont dans cet état, & de s'attirer quand l'un d'eux l'est seulement, a donné naissance à quelques petits jeux assez agréables, que nous allons expliquer ici avec l'étendue que peut mériter leur importance.

I. Coupez dans une feuille d'or battu qui ait quelque fermeté, un rhombe dont les deux angles opposés soient fort obtus, tandis que les deux autres seront fort aigus. Présentez cette feuille de métal au conducteur, en sorte qu'un des angles aigus s'éleve le premier, & aussi-tôt placez au dessous un plateau métallique; vous la verrez se placer & rester presque immobile entre le conducteur & ce plateau.

Si ces feuilles de métal sont taillées en petites figures humaines, surmontées d'un angle aigu, en forme de bonnet pointu, qu'on les couche sur le plateau, qu'on les présente enfin ainsi au dessous du conducteur, ou d'un autre plateau communiquant au conducteur, on les verra se relever, se tenir droites, sauter vers le conducteur, s'abaisser, en tournant en rond plus ou moins rapidement, ce qui figurera une espece de danse; & si l'expérience se fait dans l'obscurité, vous verrez des aigrettes lumineuses s'élancer alternativement des pieds & de la tête; ce qui formera un petit spectacle très-agréable.

II. Maintenant taillez cette feuille de métal en figure fort allongée d'un côté, tandis que de l'autre elle sera beaucoup moins aiguë. Dans cette partie vous lui donnerez, si vous voulez, l'apparence de la tête d'un poisson. Prenez-la par l'angle le plus aigu, en la présentant au conducteur par le plus obtus, à la distance d'un pied, si l'électricité est forte; elle s'échappera de vos doigts,

& volera d'un mouvement ondoyant vers le conducteur, au dessous duquel elle se placera à un demi ou un quart de pouce de distance, en lui tournant l'angle obtus : quelquefois elle s'en approchera jusqu'au contact, & sera aussi-tôt repoussée ; ce qui figurera le jeu d'un petit poisson qui viendrait becqueter ou mordre le conducteur. De-là ce petit jeu a été appelé le *Poisson d'or*.

III. La pluie lumineuse se fera de cette manière. Suspendez au conducteur un plateau circulaire de 5 ou 6 pouces de diametre ; ayez ensuite un plateau métallique en forme de soucoupe, dont vous environnerez le bord d'un cylindre de verre de 5 à 6 pouces de hauteur ; couvrez ce plateau de recoupes de feuilles de métal bien fines & légères, & placez-le sous le plateau suspendu au conducteur. Lorsque ce dernier sera fortement électrisé, vous verrez toutes ces petites feuilles de métal s'élever du plateau inférieur contre le supérieur, y étinceler, être repoussées contre celui d'en bas, y étinceler encore, ou étinceler entr'elles lorsqu'une d'elles, étant électrisée, en rencontrera une qui ne l'étoit pas ; ce qui remplira le cylindre de verre de beaucoup de lumière, & donnera l'apparence d'une pluie de feu.

Ve EXPÉRIENCE.

Répulsion entre des corps également électrisés.

Suspendez à l'extrémité du conducteur deux fils de matiere non-électrique, comme de lin, de chanvre, de coton, &c : ils pendront perpendiculairement & se toucheront, si leurs extrémités supérieures se touchent, Faites tourner le globe,

& produisez l'électricité dans le conducteur & ces fils : vous les verrez aussi-tôt se repousser l'un l'autre, & former entr'eux un angle d'autant plus ouvert, que l'électricité sera plus forte. Lorsque l'électricité diminuera, ils se rapprocheront l'un de l'autre.

Cette expérience démontre un fait important dans la théorie électrique, c'est que deux corps électrisés semblablement, se repoussent l'un l'autre. Plusieurs phénomènes & jeux électriques tirent de-là leur explication.

VI^e EXPÉRIENCE.*Construction d'un Electrometre.*

L'expérience ci-dessus fournit un moyen de juger de la force de l'électricité ; & l'on peut regarder les deux fils dont on a parlé, comme une sorte d'électrometre. Néanmoins, comme deux fils semblables peuvent être sujets à bien des mouvements indépendants de l'électricité, les électriciens ont adopté presque généralement le petit instrument suivant, qui n'est guere moins simple.

Deux petites boules de 2 lignes de diametre, & de liege ou de moëlle de sureau, portées aux deux extrémités d'un fil conducteur de l'électricité, forment toute cette machine. On passe ce fil sur le conducteur, en sorte que les petites boules pendent à la même hauteur. Aussi-tôt qu'on produit l'électricité dans le conducteur, & conséquemment dans les petites boules, elles s'écartent l'une de l'autre ; & la grandeur de l'angle que forment les fils, fait juger de l'intensité de l'électricité. Nous disons juger de cette intensité, car on ne peut pas, ni par ce moyen, ni par

aucun autre que je connoisse, déterminer une électricité double, triple, quadruple d'une autre, mais au moins est-on fondé à conclure qu'un degré d'électricité est plus grand ou moindre qu'un autre, ou que deux degrés d'électricité sont égaux, suivant que l'écartement des deux boules est plus grand ou moindre, ou le même; ce qu'il suffit ordinairement de connoître.

VII^e EXPÉRIENCE.

Allumer de l'esprit de vin avec l'étincelle électrique.

Une personne étant électrisée, qu'une autre portée sur le plancher s'approche d'elle, ayant dans sa main une cuillère remplie d'esprit de vin bien déstegmé & un peu échauffé; que la personne électrisée présente le doigt à cet esprit de vin, ou mieux encore une pointe de fer émoussée comme un poinçon, ou la pointe d'une épée: il sortira de la liqueur une étincelle électrique qui y mettra le feu.

Si la piqûre douloureuse, causée par l'étincelle électrique, pouvoit encore laisser quelque doute qu'elle fût un vrai feu, cette expérience-ci en convaincroit.

VIII^e EXPÉRIENCE.

Propriétés des Pointes.

Au lieu d'un conducteur tel que nous l'avons décrit plus haut, servez-vous d'une barre de métal anguleuse, ou terminée par une ou plusieurs pointes aiguës; mettez le globe en mouvement, & approchez le doigt d'un angle ou d'une pointe,

sans néanmoins le faire assez pour en tirer l'étincelle électrique, vous ressentirez comme un souffle qui s'en exhale, & même avec un petit bruissement.

Mais si vous faites l'expérience dans l'obscurité, vous jouirez d'un joli spectacle; car, lorsque l'électricité sera vigoureuse, vous verrez sortir de ces angles des gerbes lumineuses, qui s'augmenteront considérablement quand vous leur présenterez le doigt.

Vous reconnoîtrez en même temps, que la cause de ce souffle léger & accompagné de bruit, n'est autre chose que l'éruption du fluide électrique, quel qu'il soit, qui sort du corps électrisé, & qui se précipite vers votre doigt; d'où il suit que c'est un corps, puisqu'il réagit contre un autre corps.

On doit remarquer que lorsque le corps électrisé est anguleux, il perd beaucoup plutôt l'électricité qui lui a été communiquée. Ces angles & ces pointes semblent être autant de décharges spontanées de la matière électrique: ainsi l'on doit les éviter dans les corps qu'on veut électriser, & dans lesquels on veut maintenir le plus longtemps possible l'électricité.

IX^e EXPÉRIENCE.

Différence des pointes & des corps émoussés.

Électrifiez dans l'obscurité un conducteur ordinaire, ou un autre corps quelconque non-anguleux; & lorsqu'il sera fortement électrisé, présentez-lui un corps émoussé, comme le doigt ou un poinçon obtus & arrondi. Il faudra qu'il en soit assez voisin pour tirer l'étincelle électrique.

Mais si vous lui présentez une pointe fort aiguë, vous verrez, avant qu'elle soit à beaucoup près si voisine, s'y former à la pointe une étoile lumineuse en forme de gerbe fort courte; & si le corps électrisé ne reçoit pas à chaque instant un supplément d'électricité, il en sera bien vite privé.

Si cette pointe est portée par un gâteau de résine, elle deviendra elle-même électrisée, mais l'électricité du conducteur ne s'anéantira pas entièrement.

Il paroît par cette expérience, que si dans la précédente les gerbes lumineuses sont formées par une matière qui s'écoule du corps électrisé, ici c'est le contraire; elles sont formées par une matière qui afflue & qui se précipite vers la pointe présentée au corps électrisé. Que peut-on dire en effet, lorsqu'on voit un corps non-électrisé le devenir par cette voie, sinon que la matière, le feu ou le fluide électrique, se porte du corps électrisé dans l'autre, d'autant qu'il est constant que le premier perd par-là tout ou partie de son électricité, selon les circonstances, c'est-à-dire, suivant que l'autre est sur le plancher, ou isolé?

Quoi qu'il en soit, voilà une singulière & remarquable propriété des pointes. On verra plus loin l'usage extraordinaire que M. Francklin en a fait.

X^e EXPÉRIENCE.

Manière de reconnoître si un corps est dans l'état d'électricité.

Lorsque deux corps sont également électrisés, & qu'on les approche l'un de l'autre jusqu'au con-

fact, il ne se manifeste entr'eux aucun signe d'électricité par l'étincelle ou l'émanation électrique : c'est ce dont il est aisé de se convaincre ; car, qu'une personne électrisée par l'attouchement du conducteur, donne la main à une autre électrisée de la même manière, il n'y aura point d'étincelle.

Ces deux personnes pourroient néanmoins reconnoître qu'elles sont électrisées, à un signe que voici : elles n'auront qu'à prendre chacune à la main un fil de matière non électrique, ou une boule de liège suspendue à un pareil fil ; si ces deux boules ou ces deux fils se repoussent, elles en devront conclure qu'elles sont dans un état électrique.

XI^e EXPÉRIENCE.

Distinction des deux Electricités.

Ayez une machine électrique montée comme elles l'étoient anciennement, c'est-à-dire avec un globe de verre ; ayez-en une seconde où ce globe, au lieu d'être de verre, soit de soufre ; que chacune électrise un conducteur par un de ses bouts : on verra avec étonnement que si les deux machines vont également vite, on ne tirera point ou presque point d'étincelles du conducteur.

Il n'en seroit certainement pas de même si l'on électrisoit le conducteur avec deux globes de verre à-la-fois, ou avec deux globes de soufre ; les étincelles seroient beaucoup plus vives que si l'on n'eût mis en mouvement qu'un seul globe.

REMARQUE.

CETTE expérience, que M. Francklin dit avoir

faite à la sollicitation de M. Kinnerley, son ami ; me paroît mettre hors de doute la différence de l'électricité communiquée par le verre, d'avec celle communiquée par le soufre, & par conséquent la distinction des électricités vitrée & sulphureuse ou résineuse ; distinction déjà avancée par M. Dufay.

En effet, M. Dufay avoit déjà observé que, tandis que deux corps électrisés par le verre ou le soufre se repoussent mutuellement, cependant lorsque l'un étoit électrisé par une de ces matières, & l'autre par l'autre, au lieu de se repousser ils s'attiroient. Je ne sçais quelle plus forte preuve on peut desirer de deux états bien différens.

Qu'on joigne à cela l'expérience ci-dessus de M. Francklin, comment pourra-t-on éluder la conséquence qu'il en tire avec M. Dufay ? Car il est évident & connu que deux corps électrisés également, & tous deux par le globe de verre, peuvent se toucher sans étincelle, sans diminution de vertu électrique dans tous les deux. Puis donc que ces mêmes corps électrisés, l'un par le verre, l'autre par le soufre, détruisent mutuellement leur électricité, il faut que l'une soit d'une nature opposée à l'autre, & tout-à-fait différente.

Je sçais que d'habiles physiciens, malgré ces raisons, persistent à rejeter cette distinction ; mais je crois que le préjugé agit en eux, ou que, séduits par des idées particulières, ils refusent d'ouvrir les yeux à la lumière. Je suis porté à penser que si M. l'abbé Nollet n'avoit pas eu déjà son système sur l'électricité, il eût adopté la distinction des deux électricités contraires.

Quoi qu'il en soit, c'est ici le lieu de donner une idée du système de M. Francklin sur l'élec-

tricité. Suivant ce physicien célèbre, tous les corps dans leur état naturel, renferment dans leur substance ou sur leur surface une certaine quantité d'un fluide qui est le fluide électrique. L'air, qui étant bien sec n'est point un conducteur d'électricité, empêche sa dissipation. Mais le frottement de certains corps, du verre, par exemple, rassemble sur la surface de ce verre une plus grande quantité de fluide, en sorte que si ce verre est en contact ou très-voisin avec un corps électrique par communication, une masse de fer, par exemple, ce fluide accumulé sur la surface du verre, tend à passer, pour conserver l'équilibre, dans la masse de fer. Ainsi cette masse acquiert par-là une plus grande quantité de fluide électrique : il est alors électrisé *positivement*. Mais si le corps électrique, au lieu d'acquérir par le frottement une plus grande quantité de fluide électrique, en perd au contraire, ce qui arrive au soufre, le corps en contact avec celui-ci perdra une partie de son fluide électrique propre & naturel : il sera alors électrisé *négativement*. L'un aura plus de fluide électrique que dans l'état naturel, & celui de tous les corps qui communiquent à la terre ; l'autre en aura moins. Voilà l'électricité *positive* & l'électricité *négative*.

Il faut convenir qu'on ne voit pas trop clairement comment le frottement accumule sur la surface du corps frotté une plus grande quantité de fluide électrique. On ne sçait pas même si l'effet du frottement est de l'accumuler sur le verre, ou d'en diminuer la quantité ; s'il la diminue sur le soufre & les résines, ou s'il l'augmente. Ainsi l'on ne sçait pas quelle est l'électricité *positive*, quelle est la *négative* ; mais on sçait, à n'en pouvoir

guere douter, que leurs effets sont contraires, & cela suffit. Plusieurs raisons néanmoins rendent probable que l'électricité produite par le frottement du verre est la *positive*, ou par accumulation.

Malgré cette incertitude, la théorie ou l'hypothèse de M. Francklin a pour elle un grand avantage sur celle de M. l'abbé Nollet. Ce dernier conçoit une matière répandue dans tous les corps, & même dans l'air, qu'il nomme, ainsi que tous les autres philosophes électriciens, le *fluide électrique*. Cela lui est commun avec M. Francklin; mais il veut que l'effet du frottement soit de faire tantôt jaillir ce fluide des pores du corps frotté, tantôt de l'y attirer. Ainsi l'électricité ou le fluide électrique est tantôt *effluent*, tantôt *affluent*; & c'est au moyen de cette effluence ou affluence, que ce physicien explique tous les phénomènes de l'électricité. Mais un grand défaut de ce système, c'est que tout y est, pour ainsi dire, arbitraire. Ce qu'on n'explique pas par le fluide affluent, on ne peut manquer de l'expliquer par l'effluent. Ce sont les diverses matières de Descartes, ou la matière subtile qui se prête à tout. Au contraire, les effets sont beaucoup plus liés aux causes, si l'on veut hypothétiques, de M. Francklin. Pourquoi part-il une étincelle à l'approche d'un corps électrisé positivement ou négativement, avec un autre qui est dans l'état naturel? La réponse est aisée. Le fluide électrique accumulé d'un côté, & bandé, pour ainsi dire, en forme d'atmosphère sur la surface d'un corps, se remet en équilibre dès qu'il est en contact avec une autre atmosphère électrique moins condensée: ce fluide se répartit également entre les deux

corps ; ce qui ne peut se faire sans un écoulement infiniment rapide qui produit la lumière. Mais ce qui charme sur-tout dans l'hypothèse de M. Franklin, & qui est presque la pierre de touche de la vérité, c'est qu'il n'y a guere d'expérience dont la simple description ne suffise à celui qui a bien conçu cette hypothèse, pour en deviner sur le champ le résultat. J'ai eu ce plaisir presque autant de fois que j'ai lu des livres traitant de l'électricité & des descriptions d'expériences électriques. Il n'en est pas de même du système de M. l'abbé Nollet : on ne prévoit rien de ce qui doit arriver ; & si l'on explique tout, c'est que aucun effet n'est lié nécessairement avec sa cause. Si le phénomène eût été tout opposé, on l'eût également expliqué : on y emploieroit l'effluence au lieu de l'affluence : l'un est le remede ou le supplément de l'autre.

Nous ne dissimulerons cependant point qu'il n'y ait quelques faits difficiles à concilier avec le mouvement du fluide électrique, qui est une suite nécessaire du système de M. Francklin.

Pourquoi, par exemple, en approchant le doigt d'un corps électrisé, soit positivement, soit négativement, voit-on également une double étincelle partir de chacun des deux corps ? Il sembleroit qu'elle devrait partir seulement de celui qui est doué de l'électricité positive.

Pourquoi, dans une certaine expérience où l'on perce une main de papier par l'étincelle électrique, voit-on la bavure du trou tournée en sens contraire de ce qu'elle devrait être si le fluide accumulé sur la surface du corps électrisé positivement, étoit le seul qui se portât sur le corps électrisé négativement ? Nous ne parlons pas de

plusieurs autres qui ont été remarqués par les partisans de M. l'abbé Nollet. Il y a matière à suspendre encore son jugement sur le mécanisme de ce phénomène.

XII^e EXPÉRIENCE.

La Bouteille électrique, & la Commotion.

Il n'est peut-être point, dans la physique, de phénomène plus étonnant que celui que nous allons décrire. Ayez une bouteille de verre blanc, fort mince & à long col, comme une caraffe, & remplissez-la jusqu'aux deux tiers environ d'eau, ou de limaille métallique, ou de grenaille de plomb. Après l'avoir fermée d'un bouchon de liege, introduisez à travers ce bouchon un fil de fer qui plonge dans l'eau ou dans la limaille, & qui par l'autre bout débordé le bouchon de quelques pouces, & soit terminé en pointe émouffée ou en crochet.

Cette bouteille étant ainsi préparée, prenez-la par le ventre, & présentez-en le fil de fer au conducteur de la machine à électriser, pendant qu'elle agit; la bouteille sera ce qu'on appelle *chargée*. Alors, & pendant que le fil de fer est en contact avec le conducteur, tentez de toucher le conducteur de l'autre main ou le fil de fer: vous ressentirez à travers le corps un coup violent, qui paroîtra affecter plus particulièrement tantôt la poitrine, tantôt les épaules, le bras ou le poignet.

On ressentira le même effet si, s'étant retiré avec la bouteille tenue par le ventre d'une main, on touche avec l'autre le fil de fer.

Il y a plus, on peut former une chaîne de tant

de personnes qu'on voudra, se tenant toutes par la main, & sans être isolées. La première personne touche le ventre de la bouteille ou la tient par-là, pendant que le fil de fer est en contact avec le conducteur; la dernière touche le conducteur: à l'instant tous ceux qui forment la chaîne sont frappés du coup interne décrit plus haut. Lorsque la bouteille est grosse & fort chargée, le coup est quelquefois si violent, qu'on en perd pour un moment la respiration. Le fameux Muschenbroek, à qui M. Cuneus fit part de ce phénomène que le hasard lui avoit présenté, avoit apparemment été frappé avec bien de la violence, puisqu'en l'annonçant aux physiciens François, il protestoit qu'il ne s'exposeroit pas à un pareil coup une seconde fois, pour le royaume de France. Il est probable qu'il s'est dans la suite un peu plus aguerri. Comme cette expérience singulière s'est faite à Leyde pour la première fois, on lui donne assez communément le nom d'*Expérience de Leyde*; & à la bouteille ainsi préparée, le nom de la *Bouteille de Leyde*.

Les physiciens François ont fait une fois une chaîne de 900 toises de longueur, au moyen de cent à deux cents personnes qui se communiquoient par des fils de fer. Toutes ressentirent au même instant la commotion. Une autre fois on tenta de transmettre la commotion le long d'un fil de fer de deux mille toises de longueur; & l'expérience réussit, quoique le fil traînât sur l'herbe humide, & la terre nouvellement labourée. Enfin ils comprirent dans la chaîne l'eau du grand bassin des Thuilleries, qui a près d'un arpent de surface; & la commotion se transmet très-bien à travers. Si les Anglois ont exécuté cette expé-

rience encore plus en grand, il est évident que les François les y ont comme menés par la main.

REMARQUES.

I. Comme il résulte des inconvénients du poids de l'eau ou de la grenaille qu'on mettoit d'abord dans la bouteille, on a imaginé de garnir l'intérieur d'un simple enduit métallique. Cela se peut faire en plusieurs manières. La plus simple est de couler dans la bouteille de l'eau fortement gommée, & d'en humecter la partie qu'on veut couvrir de cet enduit. On ôte l'excédent de cette eau gommée, & on verse dans la bouteille de la limaille de cuivre bien fine : elle s'attache à l'eau gommée, & forme un enduit intérieur qui doit être touché par le fil de fer, pour que la bouteille se charge.

On augmente aussi l'effet de la bouteille de Leyde, en recouvrant la plus grande partie du dehors d'une feuille de métal, comme d'étain.

II. On peut charger la bouteille d'une autre manière que celle décrite ci-dessus, sçavoir par l'extérieur. Pour cet effet, on la tient suspendue par le crochet ou le fil de fer qui va à l'intérieur, & l'on met l'extérieur en contact avec le conducteur électrisé. Alors, si celui qui la tient suspendue d'une main par le crochet, s'avise d'en toucher l'extérieur avec l'autre main, il recevra la commotion ; & l'on pourra également former une chaîne de plusieurs personnes, dont la dernière ou la plus éloignée de celle qui tient le fil de fer, en touchant l'extérieur, produira le même phénomène dans toute la chaîne.

III. M. Francklin observe une chose fort singulière, qui arrive en faisant l'expérience de Leyde ;

Leyde ; c'est que , si l'on veut charger l'intérieur de la bouteille , il faut que l'extérieur communique à quelque corps qui soit conducteur de l'électricité ; car si la bouteille étoit mise sur un gâteau de résine , ou sur un plateau de verre , le fil de fer qui va toucher l'eau ou la garniture de métal qui la revêt en dedans , sera en vain électrisé par le conducteur de la machine ; cette bouteille ne se chargera point. Faut-il , pour qu'elle se charge , qu'à proportion qu'on accumule l'électricité d'un côté , elle diminue de l'autre ? C'est ce que M. Francklin en conclut , & qu'il semble qu'on doive en effet en conclure. Mais comment le fluide électrique est-il chassé d'un côté , pendant que l'autre s'en charge davantage ? C'est ce qui me paroît être une grande difficulté.

IV. Le verre paroît être imperméable à l'électricité , du moins quand il est froid , ou qu'il n'a que le degré de chaleur de la température de l'air. M. Francklin a essayé une fois d'user à la meule le ventre d'une bouteille chargée , & qui étoit de l'épaisseur ordinaire. Il alla jusqu'aux $\frac{1}{6}$ de l'épaisseur , sans qu'elle se déchargeât ; ce qui seroit arrivé si le fluide intérieur eût eu communication avec l'extérieur. Il seroit à souhaiter que ce physicien eût continué à diminuer cette épaisseur , jusqu'à ce que la décharge se fût faite.

Mais lorsque le verre est dilaté & amolli par une chaleur qui le rend prêt à fondre , alors non-seulement il devient conducteur de l'électricité , mais encore la bouteille chargée se décharge spontanément.

V. Si l'on suspend au conducteur une chaîne , & qu'on la fasse entrer dans la bouteille qu'on tient d'une main par l'extérieur , la bouteille est

chargée également ; mais si on baisse la bouteille de manière qu'elle ne soutienne plus aucune portion de la chaîne, alors elle ne donne plus aucun signe d'électricité.

On doit conclure de-là, que l'électricité dont l'intérieur de la bouteille est chargée, doit avoir pour support une matière non-électrique ou conductrice de l'électricité. On travailleroit en vain à charger une bouteille qui seroit vuide, ou dont l'intérieur ne seroit pas au moins tapissé d'un enduit métallique.

VI. Si l'on charge l'intérieur de la bouteille en le faisant communiquer par le crochet au conducteur électrisé positivement, alors l'extérieur sera électrisé négativement ; car cet extérieur attirera la petite boule de liege suspendue à ce conducteur, tandis que le crochet de la bouteille la repousse. Or il est connu qu'un corps électrisé en repousse un autre électrisé comme lui : il n'attire que le corps non-électrisé, ou électrisé en sens contraire. Puisque donc l'extérieur de la bouteille, électrisée par le crochet, attire la petite boule de liege, dont l'électricité est de la même nature que celle du conducteur ou de l'intérieur de la bouteille, il faut que l'électricité extérieure soit de nature entièrement différente.

VII. Si l'on a deux bouteilles égales & chargées également & de la même manière, qu'ensuite vous les approchiez l'une de l'autre, crochet à crochet, ou ventre contre ventre, elles ne se déchargeront point ; mais si vous approchez le crochet de l'une du ventre de l'autre, aussi-tôt la décharge se fera.

Si l'une des deux bouteilles étoit chargée au globe de soufre, & l'autre au globe de verre,

alors approchant le crochet de l'une au crochet de l'autre, ou le ventre de l'une au ventre de l'autre, elles se déchargeroient.

VIII. Si plusieurs personnes, au lieu de se tenir par les mains, se contentent de présenter les unes aux autres le bout du doigt à la distance d'une ou de deux lignes, au moment que la dernière touche le conducteur, on apperçoit entre tous les doigts une étincelle électrique, & chacune ressent la commotion.

IX. Si, au lieu de se tenir par la main, les personnes qui forment la chaîne communiquent les unes aux autres en tenant des tubes de verre pleins d'eau, & bouchés par un bouchon au travers duquel passe un fil de fer qui plonge dans le fluide, & qui est en contact avec chaque personne; au moment où la dernière personne touchera le conducteur ou le fil de fer qui plonge dans la bouteille, on appercevra un trait de lumière dans l'eau de chacun des tubes, qui en fera toute éclairée.

X. Si, la chaîne étant faite, une ou deux personnes, ou davantage, en forment une nouvelle tenant d'un côté à une des personnes de la première chaîne, & de l'autre côté à une autre personne de la même chaîne, celles de la dernière ne ressentiront rien; le fluide électrique paroît se porter d'un bout à l'autre de la première chaîne par le plus court chemin.

XII^e EXPÉRIENCE.

Autre maniere de donner la commotion, ſçavoir, par le carreau de verre électrique. Percer une main de papier avec l'étincelle électrique.

L'effet fingulier que nous avons obſervé dans l'expérience précédente, tient-il à la figure de la bouteille de Leyde, ou ſimplement à la nature du verre ? Voilà une queſtion qui ſe préſente naturellement. Cette expérience-ci va la réſoudre, & prouver que c'eſt à la nature du verre qu'il tient uniquement.

En effet, prenez un carreau de verre d'une dimension quelconque ; couvrez ſes deux ſurfaces d'une lame d'étain, en laiſſant de chaque côté & tout à l'entour une bande du verre à découvert ; placez la glace horizontalement ſur un ſupport non électrique ; faites enſuite tomber la chaîne du conducteur ſur la ſurface, & mettez la machine en mouvement : la glace ſe trouvera chargée comme la bouteille de Leyde ; c'eſt-à-dire que ſi, appuyant un côté de l'excitateur à la ſurface ſupérieure, vous portez l'autre contre la garniture inférieure, vous en tirerez une forte & puiffante étincelle. Il y auroit du danger, ſi la glace étoit grande, à toucher l'une des ſurfaces avec une main, & l'autre avec l'autre.

Voulez-vous percer une main de papier avec l'étincelle électrique, en voici le moyen. Couchez ſur une table un fil de fer, & ſur ce fil placez le carreau de verre, enſorte que le bout de ce fil touche la garniture inférieure. Sur la garniture ſupérieure, placez une main de papier ; enfin électriſez cette ſurface du carreau au moyen de la chaîne du conducteur, que vous ferez tomber

sur la garniture de cette surface. Quand vous croirez l'électricité très-forte, faites toucher l'un des bouts de l'excitateur au fil de fer ci-dessus, & appliquez l'autre bout sur le papier. Il en sortira une très-forte étincelle, qui fera presque autant de bruit qu'un coup de pistolet; & la main de papier sera percée d'outre en outre.

En faisant l'expérience avec une glace d'environ 35 pouces en tout sens, on pourra percer jusqu'à 150 feuilles de papier, & même davantage.

Ce moyen de faire l'expérience de Leyde a l'avantage d'en augmenter beaucoup l'effet; car on ne peut guere avoir de bouteille dont la surface ait plus de 2 ou 3 pieds quarrés. Mais une glace de 36 pouces en tout sens en a 9, & l'effet est augmenté par-là à peu près dans la même proportion.

On sent aisément qu'en faisant pareille expérience, il faut bien se garder de se trouver dans le cercle entre la surface supérieure & inférieure, car on courroit risque d'être tué.

XIII^e EXPÉRIENCE.

Moyen d'augmenter comme indéfiniment la force de l'électricité: Batterie électrique.

Une petite bouteille chargée d'électricité ne produit pas un grand effet; mais cet effet augmente à mesure que la bouteille elle-même augmente de volume. Il seroit néanmoins incommode, & peut-être impossible, d'avoir des bouteilles qui excédassent une certaine grandeur; c'est pourquoi à une bouteille on en substitue plusieurs, dont l'effet réuni seroit très-dangereux, si l'on ne prenoit pas de grandes précautions.

On prend à cet effet, au lieu de bouteilles à long col, plusieurs de ces grands bocaux cylindriques, beaucoup plus hauts que larges. Il ne faut pas néanmoins qu'ils soient d'un diamètre fort grand, parceque des cylindres de petit diamètre ont, à proportion de leur solidité, une plus grande surface, & que ce que l'on cherche ici à augmenter, c'est la surface. On les revêt intérieurement d'une garniture d'une feuille d'étain collée, qui en recouvre le fond & les côtés jusqu'à deux pouces de leur bord. On en fait autant extérieurement. Après cela on range tous ces vases les uns à côté des autres, dans une boîte recouverte intérieurement d'une feuille d'étain & de poudre de cuivre. Cette feuille d'étain communique avec un anneau de fil de fer qui passe extérieurement, & c'est à cet anneau qu'on attache la chaîne par le moyen de laquelle on veut établir la communication d'un corps avec l'extérieur de la batterie.

Pour établir une communication avec l'intérieur des jarres, on enfonce dans chacune, à travers un bouchon de liege, un fil de fer tordu par en bas, qui appuie au fond de la jarre, & qui est formé en anneau dans sa partie supérieure. Tous ces anneaux d'un rang sont enfilés par une même barre, terminée des deux côtés en boulon. Ainsi l'on a autant de barres pareilles que l'on a de rangs de jarres. Enfin, pour établir la communication entre toutes ces barres, on fait reposer sur elles la chaîne du conducteur, & l'on a l'avantage de ne charger, si l'on veut, qu'un rang ou deux, en ne faisant porter la chaîne que sur une barre ou deux.

Pl. 7, Telle est la construction d'une batterie électrique.
fig. 42. que. On voit ici sa figure, en la supposant com-

posée seulement de neuf jarres, qui, à 3 pouces de diametre, 15 pouces de haut, & 12 pouces de garniture en hauteur, donnent 6 pieds $\frac{3}{4}$ de surface en entier. Une batterie semblable de soixante-quatre jarres, donneroit 48 pieds quarrés, & ne formeroit néanmoins qu'une boîte de deux pieds quelques pouces en tout sens, sur 15 à 18 pouces de hauteur. L'effet en seroit, je crois, prodigieux.

Voici maintenant la maniere de se servir de cet appareil. Pour charger les jarres, faites reposer la chaîne qui vient du conducteur de la machine sur les barres transversales; & faites tourner le globe ou le plateau de verre pendant quelque temps, vos jarres seront électrisées ou chargées. L'expérience vous apprendra combien de tours du globe ou du plateau sont nécessaires pour cet effet; car elles se déchargent d'elles-mêmes, avec explosion, quand elles sont trop chargées. Lorsqu'elles sont dans l'état convenable, si vous voulez les décharger, vous n'avez qu'à prendre la chaîne qui communique à l'extérieur, avec un manche de verre ou de cire d'Espagne, & en porter le bout en contact avec le conducteur: il se fera une forte étincelle, & les jarres seront déchargées.

Si quelqu'un, tenant le bout de cette chaîne, s'avisoit de toucher avec le doigt, ou le conducteur de la machine, ou l'une des barres qui touchent à l'intérieur des jarres, il pourroit être tué roide, par l'effet de la terrible commotion qu'il ressentiroit. En effet, si une bouteille de 5 à 6 pouces de diametre, fortement chargée, donne par sa décharge une commotion violente dans les bras & la poitrine, on peut juger de l'effet que produiroit la décharge de 12, 15, 20, 30

ou 50 pieds quarrés, déchargés de la même manière. Le physicien doit donc être très-attentif sur lui & sur les spectateurs, de crainte de faire une funeste expérience.

Tous les physiciens qui font des expériences en grand sur l'électricité, ont aujourd'hui un appareil semblable, plus ou moins considérable. C'est par ce moyen qu'on fond les métaux, qu'on les réduit même en chaux; qu'on aimante une aiguille, ou qu'on en change les pôles; qu'on tue des animaux; qu'on imite les effets du tonnerre, &c. &c. ainsi qu'on va le voir.

XIV^e EXPÉRIENCE.

Tuer un animal au moyen de l'électricité.

Attachez au pied de l'animal la chaîne qui communique à l'extérieur de la batterie; ensuite, avec l'excitateur isolé, établissez la communication du front ou du crâne de l'animal, avec une des verges qui communiquent à l'intérieur: l'animal, fût-il un mouton, peut-être un bœuf, tombera foudroyé.

REMARQUE.

On a observé que les animaux tués de cette manière étoient sur le champ bons à manger; car le coup qui les tue, est fort analogue à celui du tonnerre; & c'est un fait connu, que les animaux tués par la foudre, passent très-rapidement à l'état de putréfaction. On pourroit donc employer cette foudre artificielle à tuer les animaux que nous destinons à être mangés sur le champ: ils feront ce qu'on appelle *mortifiés* dans la minute. Mais comme l'opération est dangereuse, M. Francklin prévient, en plaisantant, le physicien

de se précautionner, de crainte que voulant mortifier sa poularde, il ne mortifie sa propre chair.

XV^e. EXPÉRIENCE.*Production du magnétisme par l'électricité.*

Ayez une aiguille d'acier de quelques pouces de longueur, comme une aiguille de bouffole. Placez-la entre deux lames de verre, de sorte que ses deux bouts A & B débordent un peu. Faites ensuite communiquer un de ses bouts A avec le conducteur de la machine électrique, ou quelqu'une des traverses de fer de la batterie électrique; chargez ensuite fortement cette batterie, & déchargez-la à travers l'aiguille, en ramenant (avec l'excitateur isolé) le bout de la chaîne qui communique avec le dehors des jarres, contre le bout B de l'aiguille. Tout le feu électrique passera à travers l'aiguille, entrant par le bout A, & sortant par le bout B, & l'aiguille sera aimantée de manière que le bout A se tournera au nord.

Si une aiguille est aimantée, & que le bout A se tourne au nord; en faisant l'opération contraire, c'est-à-dire en faisant passer le feu électrique de B en A, l'aiguille sera désaimantée; & en réitérant une seconde fois cette même opération, elle se trouvera aimantée en sens contraire, c'est-à-dire en sorte que ce sera le bout B qui se tournera au nord.

On sent au reste que cela dépendra de la quantité du fluide électrique. Si elle est moindre dans la seconde opération que dans la première, il pourra rester quelque peu de magnétisme; si elle est beaucoup plus considérable, les pôles pourront être changés du premier coup.

XVI^e EXPÉRIENCE.

Fondre les métaux au moyen de l'Électricité.

Cette expérience est une des plus curieuses de celles qu'on fait sur l'électricité. Prenez un fil de fer d'une demi-ligne de diamètre, & suspendez-y un poids d'environ 6 livres; faites-le ensuite parcourir dans sa longueur par le feu électrique, au moyen d'une batterie de 16 ou 25 jarres: ce fil s'allongera tout-à-coup, souvent même se rompra. Or cela n'a pu arriver qu'autant qu'il aura été amolli ou liquéfié dans une partie au moins de son étendue.

Autre manière. Prenez une feuille d'or des plus minces; coupez-en une lame d'une ligne de largeur & de deux pouces de longueur, que vous placerez entre deux lames de verre bien serrées l'une contre l'autre; faites ensuite que cette lame fasse partie du cercle électrique d'une forte batterie, comme de 50 à 60 jarres: la feuille d'or passera par l'état de fusion; & ce qui le prouve, c'est que plusieurs de ses parties seront incorporées dans le verre même.

Mais si vous mettez entre les verres & la lame de petits bouts de carte, & que vous ferriez fortement les lames, l'étincelle électrique, tirée de cette manière, au travers & dans la longueur de la lame d'or, la réduira en grande partie dans cette espèce de chaux pourpre, qu'on connoît dans la chimie sous le nom de *précipité de Cassius*, parceque ce chimiste trouva le premier ou simplifia cette préparation. Les deux cartes seront teintes en cette couleur, que l'on pourra rehaus-

fer en réitérant l'opération avec de nouvelles lames d'or.

Une lame d'argent, traitée de la même manière, donne une poudre d'un beau jaune.

Une de cuivre, donne une poudre verte.

Celle d'étain, donne une poudre blanche qui ressemble à la chaux d'étain entièrement déphlogistiquée.

La platine, traitée de cette manière, & après des fulminations réitérées, se réduit en une poudre noirâtre, qui, appliquée sur la porcelaine, produit une couleur olive foncée.

On s'est assuré, au reste, par diverses épreuves chimiques, que ces chaux sont précisément les mêmes que celles qu'on produit par d'autres procédés plus longs.

Ces expériences sont dues à M. Comus, dont l'industrie & l'adresse sont si célèbres, & qui réunit aux talents les plus extraordinaires en ce genre, des connoissances profondes dans les diverses parties de la physique. On en peut voir le détail plus circonstancié & vraiment intéressant, dans le *Journal de Physique* de M. l'abbé Rozier, année 1773.

XVII^e EXPÉRIENCE.

Qui prouve l'identité de la foudre avec l'étincelle électrique.

Sur un endroit élevé & isolé, comme le sommet d'une tour, placez une barre de fer verticale, terminée en pointe fort aiguë. Plus cette pointe s'élèvera dans l'atmosphère, mieux l'expérience réussira. Il faut d'ailleurs que cette barre ne touche à rien, & qu'elle soit supportée par une base

quelconque, qui l'isole de tout corps conducteur de l'électricité.

Cela fait, attendez un jour d'orage ; & lorsque le nuage tonnant passera au dessus de la barre, ou à peu près, touchez cette barre, non avec le doigt, mais avec une barre de métal attachée à un manche de verre : vous ne manquerez pas d'en tirer des étincelles, quelquefois même extrêmement grosses & bruyantes. Il y auroit du danger à en approcher de trop près, car quelquefois la barre est si chargée d'électricité, que les étincelles partent à plusieurs pieds de distance, & font le bruit d'un coup de pistolet. M. Richman, professeur de mathématiques à Pétersbourg, & membre de l'académie de cette ville, a été, comme tout le monde sçait, la victime d'une pareille expérience ; car, s'étant approché, dans un moment de distraction, trop près de sa machine, il fut tué, & l'on remarqua sur son corps tout ce qu'on observe sur ceux des personnes tuées par le tonnerre.

Cela a engagé quelques physiciens qui cultivent l'électricité, à disposer leur machine de manière qu'elle ne puisse jamais se trop charger d'électricité. Pour cet effet, il faut disposer à quelque distance de la barre une pointe de métal fort aiguë, & communiquant au plancher ou à la masse des corps non-électriques. Cette pointe, quand l'électricité sera médiocre, ne tirera point l'électricité ; mais lorsqu'elle sera très-forte, elle l'aspirera, pour ainsi dire, & la déchargera insensiblement, en sorte qu'il ne s'y en accumulera jamais qu'une quantité médiocre & incapable de nuire. Plus la pointe sera proche de la barre, plus elle absorbera d'électricité.

On connoîtra, par son moyen, dans l'obscurité, si le nuage est électrisé positivement ou négativement; car, dans le premier cas, on appercevra à cette pointe une simple étoile lumineuse ou gerbe fort courte; dans le second cas, au contraire, on verra une grande & belle gerbe lumineuse.

On a coutume aussi de disposer à proximité de la barre, une boule de métal suspendue par un fil de soie, & plus loin un timbre communiquant au corps du bâtiment. Son usage est d'avertir l'observateur que la barre est électrique; car, au moment où elle est chargée d'électricité, elle attire la balle qui n'en a point, l'électrifie, & la repousse contre le timbre, dont le son annonce que le nuage électrique a produit son effet. Cela a aussi l'avantage d'indiquer le degré de l'électricité; car, si elle est fort vive, la vivacité du carillon lui est proportionnée, & l'observateur est averti de prendre garde à lui.

On peut, sans tour & sans terrasse, se procurer le moyen de faire cette expérience dans sa chambre. Il n'y a qu'à faire passer dans sa cheminée une barre de fer, isolée au moyen de cordons de soie qui l'assujettiront de toutes parts. Cette barre doit élever sa pointe de quelques pieds au dessus de l'ouverture de la cheminée; 12 ou 15 pieds, même moins, suffisent. Alors, toutes les fois qu'il passera au dessus quelque nuage électrisé, votre barre donnera des signes d'électricité, lorsque vous la toucherez avec précaution, ou au moyen du petit carillon électrique; si vous en avez disposé un à sa proximité.

Au lieu de cet appareil, le pere Cotte, de l'Oratoire, observateur assidu de tous les phéno-

menes météorologiques , dispose en travers & entre deux lieux élevés , une chaîne de fer dont les chaînons sont hérissés de pointes aiguës. Les deux bouts de la chaîne sont supportés par des cordons de soie gaudronnés. Du milieu de la chaîne , en part une autre de la forme & grosseur ordinaires pour les expériences de l'électricité , qu'on fait entrer dans l'appartement , soit par la cheminée , soit par la fenêtre , au moyen de cordons de soie qui la supportent. A son bout doit être attachée une boule de métal , qui fournit des étincelles beaucoup plus considérables que ne feroit la chaîne elle-même. La multitude de pointes dont la chaîne extérieure est hérissée , fournit une quantité de matiere électrique telle , qu'il faut user de circonspection avant de toucher cette boule.

REMARQUE.

CETTE expérience curieuse , & tout-à-fait intéressante pour la physique , a été proposée & indiquée par le célèbre M. Francklin , dans des lettres à M. Collinson , de la S. R. de Londres ; mais elle a été faite pour la première fois à Marly , par les soins de M. Dalibart & du curé de ce lieu , (M. Raulet ,) le 10 Mai 1752. Elle fut vue ensuite par le Roi & toute la Cour. Depuis ce temps elle a été répétée par tous les physiciens ; & rien n'est aujourd'hui plus connu & plus commun que cet appareil électrique , qui met sous les yeux l'identité du feu électrique & de celui du tonnerre. Mais c'est à l'Amérique , & en particulier à M. Francklin , que nous en avons l'obligation primitive.

De cette découverte découle l'explication de

plusieurs phénomènes sur lesquels on n'avoit fait encore que balbutier sans aucun succès. Tels sont ces feux qu'on apperçoit souvent, en temps d'orage, sur des croix de clochers, à l'extrémité des mâts & des vergues des vaisseaux, que les anciens appeloient des noms de *Castor & Pollux*, & que les modernes connoissent sous le nom de *feu S. Elme*. Ce n'est autre chose que le feu électrique des nuages, attiré par les pointes de ces croix, ou des ferremens de ces mâts. César raconte que son armée étant rangée en bataille, & un grand orage étant survenu, on vit des flammes sortir des pointes des piques de ses soldats. Ce phénomène n'aura plus rien de merveilleux pour celui qui connoitra ceux de l'électricité. Ces feux étoient le feu électrique qui s'échappoit par ces pointes, les nuages étant probablement électrisés en moins, comme M. Francklin dit que cela arrive le plus souvent.

XVIII^e EXPÉRIENCE,

Qui prouve la même vérité d'une autre manière ; ou le Cerf-volant électrique.

Il est difficile, pour ne pas dire impraticable, d'élever extrêmement haut une verge de fer. Cela a donné lieu d'imaginer un autre artifice pour aller ravir, en quelque sorte, aux nuages leur feu électrique ou leur tonnerre. C'est le cerf-volant, petite machine jusqu'alors plus employée par les jeunes-gens & les écoliers, que par les physiciens ; mais l'usage qu'en ont fait quelques-uns de ces derniers, l'a en quelque sorte ennobli.

Il faut avoir un cerf-volant recouvert de taffetas, & un peu grand, comme de 5 à 6 pieds de

longueur au moins; car plus il est grand, plus il s'éleve, à cause que le poids de la ficelle est moindre relativement à la force avec laquelle le vent tend à l'enlever. On lui adaptera à la tête une verge de fer déliée, qui d'un côté s'étendra le long de l'axe inférieur du cerf-volant, jusqu'au point d'attache de la corde, & de l'autre, sera terminée en pointe fort fine, qui s'élèvera au dessus du cerf-volant, de maniere que lorsqu'il sera à sa plus grande hauteur, elle soit à peu près verticale, & le déborde d'environ un pied. La ficelle doit être faite d'une ficelle ordinaire, mais autour de laquelle on aura entortillé un fil trait de cuivre très-flexible, à peu près comme on garnit les cordes les plus basses de quelques instrumens, mais beaucoup moins serré. Cela se fait parceque le chanvre est un conducteur d'électricité assez médiocre, à moins qu'il ne soit mouillé.

On attachera à l'extrémité de cette corde un cordon de soie de quelques pieds, pour isoler le cerf-volant quand il sera parvenu à sa plus grande hauteur, & près de ce cordon on joindra à la corde du cerf-volant un petit tube de fer-blanc, d'un pied environ de longueur sur un pouce de diamètre, pour y exciter les étincelles.

Les choses ainsi préparées, on mettra au vent le cerf-volant, lorsqu'on verra approcher un temps orageux, & on le laissera s'élever à sa plus grande hauteur: on attachera le cordon de soie à quelque obstacle immobile, & en sorte que la pluie ne puisse point mouiller ce cordon: on ne tardera pas d'observer, le plus souvent, des marques d'électricité très-fortes, quelquefois même telles, qu'il y auroit du danger à toucher la corde ou le tube sans de grandes & sérieuses précautions.

Pour

Pour cet effet, on emmanchera au bout d'un tube de verre, ou d'un cylindre de cire d'Espagne, d'un pied au moins de longueur, un morceau de fer long de quelques pouces, duquel pendra jusqu'à terre une chaînette de métal. Sans cette précaution, on ne tireroit que des étincelles foibles, parceque ce morceau de fer étant lui-même isolé, feroit, au premier attouchement, électrisé comme la corde même du cerf-volant.

M. de Romas, qui est le premier en Europe qui ait employé ce moyen de tirer l'électricité des nuages, s'étant servi d'un cerf-volant qui avoit 7 pieds & demi de longueur, sur 3 de largeur dans son plus grand diametre, & l'ayant élevé jusqu'à 550 pieds de hauteur perpendiculaire, il en résulta des effets très-extraordinaires. En effet, en résulta des effets très-extraordinaires. En effet, en ayant d'abord touché imprudemment avec le doigt le tuyau de fer-blanc, il reçut une commotion violente; & heureusement pour lui l'électricité n'étoit pas alors à beaucoup près parvenue à son plus haut degré; car quelque temps après, l'orage s'étant renforcé, il ressentit, à plus de 3 pieds de la corde, une impression semblable à celle d'une toile d'araignée: il toucha alors le tube de fer-blanc avec l'excitateur, & il tira une étincelle de plus d'un pouce de longueur, sur 3 lignes de diametre. L'électricité augmentant même ensuite de force, il en tira, à la distance de plus d'un pied, qui avoient jusqu'à 3 pouces de longueur sur 3 lignes de diametre, & dont le craquement se faisoit entendre de 200 pas.

Mais ce qu'il y eut de plus remarquable dans cette expérience, est ceci. Pendant que l'électricité étoit à peu près à son plus haut degré, trois pailles, dont l'une d'un pied de longueur, se

dresserent par l'effet de l'attraction du tube de fer-blanc, & pendant quelque temps se balancerent entre lui & la terre, tournant en rond, jusqu'à ce que l'une s'éleva enfin jusqu'au tube, & occasionna une explosion en trois craquements, qui se fit entendre jusqu'au centre de la ville de Nérac : (l'expérience se faisoit dans un faux-bourg.) L'étincelle qui accompagna cette explosion, fut vue de quelques spectateurs comme un fuseau de feu de 8 pouces de longueur, sur 4 à 5 lignes de diametre. La paille enfin qui avoit occasionné cette étincelle, suivit la corde du cerivolant, tantôt s'en éloignant, tantôt s'en rapprochant, & excitant des craquements très-forts lorsqu'elle s'en approchoit. Quelques spectateurs la suivirent des yeux jusqu'à plus de 50 toises.

On peut voir de plus grands détails sur cette expérience non moins intéressante que curieuse, dans les *Mémoires des Sçavants étrangers*, publiés par l'Académie royale des Sciences, Tome II. Elle fut suivie de beaucoup d'autres du même physicien, qui prouvent que, dans un temps même qui n'a rien d'orageux, un pareil cerivolant s'électrise quelquefois au point de faire étinceler sa corde, & de donner de violentes commotions à tous ceux qui la touchent sans précautions.

Nous avons dit plus haut, que M. de Romas est le premier en Europe qui ait fait cette curieuse expérience. On trouve en effet que M. Francklin l'avoit faite quelques mois auparavant en Pensylvanie; car il en informoit M. Collinson, son correspondant à Londres, en Octobre 1752. Mais on n'a connu qu'assez long-temps après en France cette invention, & M. de Romas l'avoit

même annoncée énigmatiquement à l'Académie des Sciences, dès le milieu de 1752. Ainsi, en décernant le premier mérite de l'invention à M. Francklin, on ne peut refuser à M. de Romas de reconnoître qu'il concourut à cet égard avec le célèbre physicien de Philadelphie.

XIX^e EXPÉRIENCE.*La Maison endommagée par le Tonnerre.*

Le docteur Lind est l'auteur de cette expérience, qui sert à démontrer quelle différence il y a de recevoir l'explosion de la foudre par une éminence émouffée, ou de la recevoir par une pointe aiguë, aboutissant à un conducteur non-interrompu. Elle met dans tout son jour l'avantage des pointes terminées par de bons conducteurs, pour préserver les édifices de la foudre.

AB est le modele d'une petite maison, dont Pl. 8, C est le sommet du pignon; AD un mur dans fig. 43. lequel est percé le trou quarré GFHE. Ce trou est destiné à recevoir une planche quarrée, garnie diagonalement d'une barre de fer qui, suivant la position de la planche, peut aller de F en E, comme dans la figure, ou de G en H. LG est une barre de fer terminée par une boule L, qui va aboutir au point G. De H en I il y a une autre barre semblable, dont le bout I se termine en une chaîne de longueur convenable pour l'objet qu'on dira.

Cela fait, on place la planche comme on voit dans la figure, c'est-à-dire enforte que la barre de fer qui y est enchâssée aille de F en G, & qu'il y ait une interruption de G en N. On passe la chaîne à l'entour du corps du bocal, comme
Y ij

ceux de la batterie électrique. On charge ce bocal autant qu'il peut l'être. Enfin l'on attache à un des côtés de l'excitateur garni d'un manche de verre, la chaîne du conducteur; & l'on touche avec l'autre côté de l'excitateur terminé en boule, la boule L qui surmonte la barre GC, & le pignon de la petite maison. Le cercle électrique se fait, une forte explosion est produite, & la planche FGHE est jetée hors de sa place avec fracas, à cause du saut que la matière électrique a à faire de G en H, pour regagner le conducteur interrompu en cet endroit.

Mais au lieu de la barre terminée par une boule L, placez-y une barre finissant en pointe aiguë; placez aussi la planchette FGHE de manière que la petite barre de fer EF aille de G en H; faites enfin la même chose que dessus: l'électricité passera en silence le long de la barre LGHI, sans rien déplacer.

Voilà l'image de ce qui se passe quand la foudre frappe un édifice. L'éminence du bâtiment reçoit le coup de tonnerre avec explosion; la foudre suit le premier conducteur métallique qu'elle rencontre sans l'endommager, quand il est de grosseur suffisante; mais ce conducteur est-il interrompu quelque part, elle fait là une explosion, & fait sauter en morceaux, mur, boiserie, &c. jusqu'à ce qu'elle ait trouvé quelque nouveau conducteur. A chaque interruption, nouvelle explosion, & malheur à ceux qui se trouvent à proximité; car, comme le corps d'un homme est un assez bon conducteur de l'électricité, à cause des fluides dont il abonde, elle le prend faute de mieux, & le tue inmanquablement.

Mais rien de cela n'arrive, si la barre élevée au dessus de la maison est terminée par une pointe aiguë, & que le conducteur ne soit point interrompu. Il pourra y avoir quelque explosion légère à la pointe de la barre, mais de-là le fluide électrique, ou celui de la foudre, suivra le conducteur jusqu'à son extrémité, qu'on enfouit dans la terre à une profondeur suffisante pour atteindre l'humidité.

M. Sigaud de la Fond, professeur de physique expérimentale, à rendu cette expérience plus sensible encore, par la disposition qu'il a donnée à sa petite maison. Elle est telle, que l'explosion électrique en fait sauter le toit & écarter les murs.

XX^e EXPÉRIENCE.

Le Vaisseau frappé ou préservé de la Foudre.

Cette expérience n'est, à quelques égards, qu'une variation de la précédente. Quoi qu'il en soit, la voici, parcequ'elle n'est pas moins amusante, & moins propre à prouver l'utilité des pointes & des conducteurs métalliques non-interruptus, pour détourner le feu de la foudre.

Sur une espece de bateau représentant la carène d'un vaisseau, élevez vers le milieu un tube de 8 pouces environ de hauteur & d'un demi-pouce de diametre, qui représentera le grand mât. Ce tube qui sera plein d'eau, sera bouché aux deux extrémités par deux tampons de liege, à travers lesquels passeront deux fils de fer qui s'avanceront dans l'intérieur du tube, à un demi-pouce de distance l'un de l'autre. Le fil de fer inférieur plongera dans l'eau sur laquelle nagera le bateau; le

supérieur doit être terminé hors du tube par un arrondissement.

Maintenant si l'on établit une communication de la surface extérieure de la batterie électrique avec le fil de fer inférieur, & qu'on approche du fil de fer supérieur le bout de la chaîne qui communique à la surface intérieure de la batterie, quand même on n'en emploieroit qu'une petite partie, l'explosion du feu électrique, en sautant dans l'intérieur du tube d'une pointe à l'autre, sera telle, qu'elle fera sauter le tube en morceaux, & le petit vaisseau sera percé & coulera à fond. Voilà à peu près comment le grand mât d'un vaisseau est quelquefois brisé en pièces, & le vaisseau en danger de se perdre.

Mais si au lieu de ce double fil de fer on fait passer à travers les deux bouchons & l'eau qui remplit le tube, un fil de métal, & qu'on établit de même la communication avec la batterie électrique, on pourra décharger à travers ce fil jusqu'à 64 jarres, sans faire éclater le tube de verre. Quelquefois néanmoins le feu électrique, ou de ce petit tonnerre artificiel, sera tel, que le fil de fer en sera détruit.

Cette expérience a été imaginée par M. Edouard Nairne, & pourroit facilement être adaptée à représenter d'une manière plus conforme à la réalité, la disposition d'un vaisseau frappé de la foudre; mais nous avons préféré de la décrire telle qu'elle est exposée dans les *Transactions Philosophiques* de l'année 1773. Elle ne laisse pas de faire voir combien l'interruption des conducteurs métalliques est dangereuse, & combien le plus petit conducteur, bien continué, peut dériver de feu électrique.

REMARQUE GÉNÉRALE,

Sur l'analogie du feu de la foudre & la matière électrique ; Moyen de garantir les édifices du tonnerre.

LES expériences précédentes mettent dans un jour suffisant l'identité de la foudre & de l'électricité. Cependant, pour la prouver encore plus complètement, nous allons rapporter quelques-uns des phénomènes qu'on observe le plus communément dans la marche du feu de la foudre, lorsqu'elle frappe une maison ou un autre objet quelconque.

Le premier de ces phénomènes, celui qui a le plus constamment lieu, c'est que la foudre suit les corps métalliques qu'elle rencontre dans son chemin. Au défaut de corps métalliques, elle fait explosion, ou elle s'attache aux corps humides, ou aux animaux qui sont presque entièrement composés de fluides. Ainsi voit-on, lorsque la foudre tombe sur un clocher, que du coq ou de la croix qui le couronne, & qui reçoit le premier coup, elle suit les ferrements qui vont de-là jusqu'au bord du toit ou dans l'intérieur de la maçonnerie : c'est-là qu'elle fait explosion ; car, ne rencontrant que de la pierre ou du bois, qui sont de mauvais conducteurs, elle ne peut commodément continuer son chemin : elle se jette donc sur les hommes qui se trouvent souvent dans le clocher, par une suite de la mauvaise habitude de sonner les cloches dans cette occasion. Quelquefois, se jetant sur la cloche, elle en suit la corde jusqu'à son extrémité ; mais si en ce moment la corde est tenue par un homme, il est

rare qu'il n'en soit pas tué ; car , étant un meilleur conducteur que le chanvre , la foudre semble lui donner une funeste préférence.

Il est arrivé très-fréquemment que le tonnerre a fondu les plombs des croisées : c'est qu'il a trouvé ces plombs à proximité , & les a suivis de préférence à d'autres corps moins bons conducteurs.

On explique encore par-là pourquoi il est arrivé quelquefois qu'un homme portant une épée à son côté , & ayant été frappé du tonnerre , il n'a reçu aucun mal , & l'on a trouvé la pointe de son épée fondue dans le fourreau : c'est que le feu électrique a de préférence choisi son passage dans la lame de l'épée , entrant par la garde & sortant par le bout ; & comme ce bout est terminé en pointe plus aiguë , il s'est trouvé plus resserré , & l'a fondu. On imite cet effet , en forçant une forte quantité de matière électrique à passer par un filet de métal.

Lorsque le tonnerre tombe sur un arbre , s'il y a des animaux au pied , il est rare qu'ils n'en soient pas tués , sur-tout si l'arbre est d'une matière huileuse ou résineuse. Cela vient de ce que le bois est un mauvais conducteur : la foudre l'abandonne , si elle en rencontre à sa proximité un meilleur , comme sont les animaux , par la raison que nous en avons donnée ci-dessus. De-là vient que le noyer est réputé particulièrement dangereux : son suc huileux le rend plus mauvais conducteur de l'électricité qu'un autre.

Mais c'est sur-tout lorsque le tonnerre tombe sur une maison , qu'éclate principalement sa prédilection à suivre les corps métalliques. Presque toutes les relations des effets du tonnerre , con-

viennent à nous représenter la foudre s'attachant de préférence à suivre des fils de renvois des sonnettes ; les bordures métalliques des corniches, des glaces, des tableaux ; faisant explosion à chaque fois que ce chemin, commode pour elle, se trouve interrompu. On l'a vue suivre de cette manière plusieurs appartements, plusieurs étages. Ce chemin enfin est si bien tracé par toutes les observations, que l'on ne peut douter que si ces conducteurs métalliques ne lui eussent manqué, ou qu'ils eussent été suffisants, elle n'eût produit aucun désordre.

Parmi les observations de ce genre, une des plus détaillées & des plus remarquables, est celle des effets du tonnerre qui tomba à Naples sur l'hôtel occupé par le lord Tilney, le 20 Mars 1773.

Nous en devons la relation à M. le chevalier Hamilton, qui fut témoin de l'événement ; car il étoit dans l'appartement même qui fut parcouru par la foudre, avec M. de Saussure, professeur d'histoire naturelle à Geneve ; & ils visiterent fort peu après, avec beaucoup de soin, tout l'hôtel, pour examiner les traces du météore. En voici les circonstances.

L'appartement du lord Tilney, composé de neuf pièces de plein pied, étoit, ainsi que ceux des maisons distinguées de ce pays-là, fort décoré. Une ample corniche régnoit dans toutes les pièces ; & cette corniche étoit dorée à la mode du pays, c'est-à-dire avec une feuille d'étain, recouverte d'un vernis jaune imitant l'or. De cette corniche partoient un grand nombre de plates-bandes, servant d'encadrement aux tapisseries, & dorées de la même manière, ainsi que les bordures des lambris d'appui, des tableaux, des

glaces, des chambranles de portes, &c. L'appartement au dessus n'étoit guere moins décoré. Cet hôtel est un de ceux de Naples où regne la plus grande profusion en ce genre. Ajoutons à cela, que toutes les pieces de cet appartement communiquoient entr'elles par des fils de fer de sonnettes, très-multipliées pour la commodité.

Le lord Tilney avoit ce jour assemblée chez lui, & M. Hamilton dit qu'il y avoit dans l'hôtel environ 500 personnes, tant maîtres que domestiques. On entendit tout-à-coup un grand coup de tonnerre, & sur le champ l'appartement où tout le monde étoit rassemblé, parut en feu à ceux qui s'y trouvoient. Chacun se crut frappé de la foudre; & l'on peut s'imaginer aisément la terreur & la confusion qui s'emparerent des esprits. Personne néanmoins ne fut tué ni blessé; & sans doute on le dut à cette prodigieuse quantité de conducteurs métalliques, qui fournirent à la foudre un écoulement.

En effet, M. le chevalier Hamilton & M. de Sauffure, ayant visité fort peu après & le lendemain les deux appartements, remarquerent la dorure de la plus grande partie de cette immense corniche fort endommagée, noircie dans un grand nombre d'endroits, sur-tout aux angles & aux passages des fils de sonnettes; le vernis doré avoit été détaché dans beaucoup d'endroits, & jeté à bas sous la forme d'une poussiere; en quelques endroits les fils des sonnettes étoient brûlés. Dans une piece où deux tableaux l'un au dessus de l'autre étoient placés entre la corniche & la porte, le feu de la foudre avoit sauté de la corniche sur la bordure du tableau immédiatement inférieur; de là à celle de celui qui étoit au dessous, & de

celle-ci au chambranle de cette porte ; & ces passages étoient marqués sur le mur , blanchi à la mode du pays , par des impressions de fumée. Dans une autre pièce , le feu du tonnerre avoit pareillement passé de la corniche à la bordure d'un tableau qui la touchoit , & de-là à la bordure intérieure d'un chambranle , en faisant explosion entre deux ; il avoit enfin descendu le long de ce chambranle , & avoit fait sauter un morceau du petit socle auquel viennent se terminer les moulures. Les dorures des meubles qui touchoient les lambris , avoient enfin été endommagées & noircies. Les mêmes choses à peu près s'étoient passées dans l'appartement supérieur.

On voit par cette description , l'espece d'affectation avec laquelle le feu du tonnerre suivit toutes ces matieres métalliques ; & l'on ne peut douter que ce ne soit cette grande profusion en dorures , ainsi qu'en fils de fer de sonnettes , qui ait empêché qu'un si terrible accident n'ait coûté la vie à une grande partie des assistants.

L'espece de prédilection que le feu électrique ou du tonnerre montre pour les conducteurs métalliques , a engagé M. Francklin à proposer, dès 1752, à Philadelphie , un moyen de préserver les bâtimens de ce météore terrible. Il consiste à placer sur le haut des maisons une barre de fer terminée en pointe , & prolongée en en-bas par une ou plusieurs barres de fer jointes ensemble. Cette barre doit enfin s'enfoncer en terre , à une profondeur assez grande pour rencontrer l'humidité , qui , étant un bon conducteur , absorbe l'électricité , en la rendant à la masse totale du globe. Quant à la grosseur de cette barre , M. Francklin pense que 3 ou 4 lignes de diamètre sont suffisantes.

Mais qui empêche de lui en donner 6, & même un pouce? Une barre de fer de 6 lignes ou un pouce de côté, & de 50 ou 60 pieds de longueur, n'est pas un objet bien coûteux.

Il y avoit déjà en 1755 un grand nombre de maisons ainsi garnies dans les colonies angloises de l'Amérique septentrionale, sur-tout dans la Pensylvanie, le Maryland, la Virginie, où le tonnerre est extrêmement fréquent, & frappe fort souvent les édifices. On ne disconvient point que plusieurs édifices garnis de pointes n'aient été frappés de la foudre; mais on a toujours observé en Amérique, 1^o que ces maisons l'étoient moins que les autres, & 2^o que quand elles l'étoient, la foudre, au lieu d'y faire les ravages qu'elle cause dans les autres, ne faisoit que s'écouler par le conducteur, & faire quelque impression légère aux environs. Le plus souvent la pointe s'est trouvée fondue dans ces cas-là.

L'objet de ces barres pointues n'est pas en effet, comme on l'a cru d'abord en Europe, de dépouiller un nuage immense de son électricité, mais de fournir un conducteur ou un écoulement à cette électricité, lorsque, par un accident qu'on ne peut pas toujours éviter, un nuage fortement électrisé est porté contre un édifice.

Cet expédient a néanmoins trouvé, sur-tout en France, de grands contradicteurs. Un des principaux, a toujours été le célèbre abbé Nollet, rival de M. Francklin dans la théorie de l'électricité. Mais, il faut en convenir, rien de plus foible que les armes avec lesquelles le physicien François combat le philosophe Américain. Ce sont de pures assertions destituées de preuves, ou plutôt contraires à ce qui résulte de diverses ex-

périences. Suivant lui, ces pointes de fer sont plus propres à attirer le tonnerre qu'à en préserver; & ce n'est pas, dit-il, un projet raisonnable pour un physicien, que d'épuiser une nuée orageuse du feu électrique qu'elle contient. Il suffit, pour répondre à ces assertions, de connoître les effets du tonnerre. Ils démontrent avec la plus grande évidence, que si les lieux où il est tombé eussent été garnis de pointes communiquant à de bons conducteurs, tout se fût passé sans la moindre explosion.

Il est faux d'ailleurs, qu'une pointe attire le tonnerre ou la nuée orageuse; car, au contraire, une pointe présentée à un flocon de coton suspendu au conducteur de la machine électrique, le repousse sur le champ. Vaut-il donc mieux attendre qu'une nuée orageuse, chargée d'électricité, & portée par le vent contre un bâtiment, fasse explosion avec lui, & y verse tout-à-coup un déluge de fluide électrique, que de le dériver par degrés, à mesure que ce nuage approche, en sorte que, lorsqu'il en est à proximité, il en soit totalement privé? Quant à l'impossibilité de dépouiller un nuage de tout son feu électrique, on ne l'entend ni ne le prétend pas; on veut seulement fournir au fluide électrique versé par le nuage orageux, un débouché facile. Or, quand on considère que presque toutes les fois que la foudre est tombée quelque part, elle a suivi, sans presque faire de dommage, des conducteurs aussi étroits qu'un fil de fer de sonnette ou de renvois d'horloge, des dorures, &c; qu'elle n'a fait explosion que quand ce chemin a été interrompu, on ne peut presque douter qu'une barre d'un demi-pouce ou d'un pouce de diamètre, ne donnât

passage à tout le fluide électrique que pourroit donner la foudre la mieux conditionnée.

Les pointes de fer, considérées comme conservatrices des bâtimens contre la foudre, ont aussi éprouvé des contradictions en Angleterre, de la part du fameux électricien M. Wilson. Voici à quelle occasion. Les moyens de M. Francklin, pour prévenir les effets de la foudre, ayant excité l'attention du gouvernement en 1772, la Société royale de Londres fut consultée sur les moyens de garantir les nouveaux magasins à poudre de Purfleet. Elle nomma MM. Cavendish, Watfon, Francklin, Wilson & Robertson. Quatre de ces cinq commissaires furent d'avis de garnir le bâtiment de bons conducteurs terminés par des pointes aiguës. M. Wilson fut seul d'avis de les terminer par des pointes émoussées, & il refusa de signer l'avis des quatre autres. Il est aisé de voir que le motif de M. Wilson fut la crainte que les pointes n'attirassent de trop loin le fluide électrique. M. Francklin tenta en vain de lui faire changer de sentiment, par un écrit exprès, qui contient d'ingénieuses & nouvelles expériences; mais il n'y réussit pas. Au reste, les magasins de Purfleet furent garnis, suivant l'avis de M. Francklin & des trois autres commissaires. J'ai ouï dire que M. Wilson a écrit depuis peu contre, mais j'ignore ses nouvelles observations.

X X I^e EXPÉRIENCE.

De quelques Jeux fondés sur l'attraction & la répulsion électriques: L'Araignée électrique, &c.

Figurez un petit morceau de liege ou de moëlle de sureau en corps d'araignée, & attachez-y six

ou huit fils de coton ou de lin, de quelques lignes de longueur; suspendez ensuite cette petite figure par un fil de soie à un crochet; placez enfin, d'un côté & de l'autre de cette araignée feinte, & à la même hauteur, le bouton d'une bouteille de Leyde chargée positivement, & celui d'une autre bouteille chargée négativement, ou simplement un bouton semblable non-électrisé, & communiquant à la masse générale des corps non-électriques: vous verrez cette figure d'abord portée vers le bouton électrisé, ensuite en être repoussée; & comme les brins de fils eux-mêmes se repoussent aussi mutuellement, il semblera que l'araignée ouvre & étend ses jambes pour embrasser le second bouton. Elle ne l'aura pas plutôt touché, qu'elle le semblera fuir; car, dépouillée de son électricité, elle sera attirée par le premier, dont elle sera ensuite repoussée; & ce petit manège durera tant qu'il y aura un peu d'électricité dans la bouteille.

Un simple conducteur électrisé, tiendra lieu, si l'on veut, de la bouteille électrisée; & au lieu du bouton non-électrisé, on pourra présenter le doigt: il semblera que l'araignée, après avoir touché le conducteur, vient se jeter sur le doigt pour le saisir & l'embrasser de ses jambes.

XXII^e EXPÉRIENCE.

La Roue & le Tournebroche électriques.

Faites une roue formée de huit ou dix rayons de verre, implantés dans un moyeu commun, qui aient 6 ou 8 pouces de longueur, & qui portent chacun à leur extrémité une balle de plomb.

Cette espèce de roue doit être bien équilibrée sur un essieu vertical & délié, tournant dans une crapaudine de verre, en sorte que l'effort le plus léger puisse la mettre en mouvement. Le bâtis sur lequel elle porte, doit enfin être susceptible d'être isolé.

Ayez ensuite deux bouteilles chargées, l'une positivement, l'autre négativement; & ayant isolé la roue ci-dessus, placez ces deux bouteilles des deux côtés de la roue, en sorte que les balles puissent passer à un quart de pouce du bouton de chaque bouteille.

On conçoit maintenant que si cette petite machine est bien équilibrée, lorsqu'une des balles sera à proximité d'un des boutons, par exemple celui qui répond à la bouteille chargée positivement, il en sera attiré, & la machine tendra à tourner; la balle, en passant fort près de ce bouton, sera électrisée positivement, & par conséquent elle en sera aussi-tôt repoussée.

Même chose arrivera du côté de la bouteille dont l'intérieur sera chargé négativement: la balle non-électrisée en sera attirée, & en passant tout près, elle s'électrisera négativement; conséquemment elle en sera repoussée aussi-tôt après l'avoir dépassée.

Pareille chose enfin arrivant à chacune des autres balles, il en résultera un mouvement circulaire qui s'accélérera de plus en plus, & qui continuera tant que les deux bouteilles seront en état d'électricité. Mais il est facile de les y entretenir, en faisant toucher au bouton de l'une celui d'une autre bouteille fortement chargée, & au bouton de l'autre le ventre de la même bouteille: cela les chargera

chargera chacune, l'une positivement, l'autre négativement.

Lorsque l'électricité est bien forte, & que cette machine est bien construite & équilibrée, elle prend un mouvement capable de faire circuler un poids de quelques livres, enfilé à son essieu vertical.

Les électriciens de Philadelphie s'en sont servis en forme de tournebroche, dans une partie dont l'objet étoit d'égayer un peu la philosophie. Persuadés apparemment qu'il faut que la Raison se fauve quelquefois dans les bras de la Folie, ils se rassemblèrent sur les bords de la Skuyllkill, riviere qui baigne Philadelphie. Là ils tuerent un dindon par la commotion électrique; ils l'embrocherent au tournebroche électrique, & le firent rôtir à un feu allumé avec l'étincelle électrique; enfin ils burent à la santé des philosophes tant Européens qu'Américains qui cultivoient l'électricité, non au bruit de la mousquéterie, mais à celui des batteries électriques, déchargées à chaque santé. Voilà ce que M. Francklin, le premier des philosophes électriciens, appelle le *repas électrique*.

XXIII^e EXPÉRIENCE.

Le Carillon & le Claveffin électriques.

Suspendez au conducteur de l'électricité, trois timbres à distances égales, d'environ un pouce, mais en sorte que les deux latéraux le soient par un cordon ou fil de matiere qui transmet l'électricité, & que celui du milieu le soit par un cordon de soie ou autre matiere électrique. Ce timbre du milieu doit en même temps communiquer au pavé par une petite chaîne ou fil métallique.

A distances égales entre ces trois timbres, soient encore suspendus par des filets de soie, deux petits globes de métal, de manière qu'en s'écartant à droite ou à gauche, ils puissent choquer les timbres.

Electrifiez présentement le conducteur ; vous verrez aussitôt ces petits battans se mettre en mouvement, & choquer alternativement les timbres ; ce qui formera un petit carillon dont la cause seroit difficile à deviner, si l'on cachoit la machine électrique.

Il est facile d'appercevoir la cause de ce jeu continu ; car, par la construction de cette petite machine, les deux timbres latéraux sont électrisés aussitôt que le globe électrique est mis en mouvement. Les petites boules pendantes entr'eux & celui du milieu, seront donc attirées par ces timbres, qu'elles n'auront pas plutôt touchés, qu'elles en seront repoussées, étant électrisées comme eux : alors elles seront portées contre le timbre du milieu, qui, communiquant au pavé, les privera sur le champ de leur électricité. Elles devront donc retomber vers les timbres électrisés, qui les attireront de nouveau ; & ce jeu se perpétuera tant qu'on continuera à faire agir la machine électrique.

R E M A R Q U E.

D'APRÈS ce principe, on a imaginé ce qu'on appelle un *claveffin électrique*. Voici une idée de cette petite machine ingénieuse, dont l'invention est due au P. de la Borde, jésuite, qui en donna la description en 1759, dans un petit ouvrage particulier.

Qu'on conçoive une barre de fer portée sur

des cordons de soie, & garnie de deux rangs de timbres, qui deux à deux sont propres à rendre le même son; car il en faut deux pour chaque ton. L'un de ces timbres est suspendu à la barre par un fil d'archal, en sorte que quand elle est électrisée, ce timbre l'est aussi. L'autre n'est suspendu que par un cordon de soie. Entre chaque paire de timbres pend une petite boule d'acier, suspendue de cette première barre par un filet de soie.

Le timbre suspendu de la barre d'en haut par le cordon de soie, porte un fil d'archal qui descend, & est arrêté par un autre cordon de soie. Son extrémité inférieure porte un petit levier, qui, dans sa position ordinaire, repose sur une autre barre isolée, & communiquant, ainsi que la première, au conducteur de la machine.

Enfin, au dessous de cette seconde barre est un clavier tellement disposé, que quand on enfonce une de ses touches, elle fait lever par son autre extrémité le petit levier correspondant; ce qui interrompt la communication du timbre avec le conducteur électrisé, & en établit une avec la masse générale des corps terrestres.

D'après cette description, on concevra que, si l'on enfonce une touche pendant que la machine électrique est en mouvement, un des timbres étant désélectrisé, la balle d'acier se portera sur le champ vers l'autre, en sera électrisée, repoussée contre le premier qui absorbe son électricité; ainsi elle reviendra contre l'autre. Ce mouvement s'exécute en effet avec beaucoup de vitesse, & il en résulte un son ondulé, & ressemblant au tremblement de l'orgue. Le levier retombe-t-il, les deux timbres se trouvent également

électrisés , & dans un instant la balle d'acier s'arrête.

Le P. de la Borde ayant exécuté cette mécanique , étoit venu à bout de jouer avec assez de propreté des airs simples ; mais tout cela valoit-il bien la peine d'en faire l'objet d'un ouvrage à part , puisque ni la musique , ni la théorie de l'électricité , n'en recevoient aucun avancement ?

XXIV^e EXPÉRIENCE.

Les Chevaux électriques se poursuivants ; ou le Manège électrique.

Préparez avec deux petites lames ou deux petits fils de fer , une espece de croix , avec une chape de cuivre à son centre , comme seroient deux aiguilles de bouffole qui se couperoient à angles droits sur une chape commune. Les bouts de ces quatre branches doivent être terminés en pointe , & repliés par leurs extrémités un peu moins qu'à angles droits , de la grandeur d'un pouce , plus ou moins , suivant la grandeur de la machine. Sur ces bouts de fer recourbés , placez un petit plateau de carton fort léger , sur lequel vous ajouterez des figures de chevaux , de maniere qu'ils tournent la croupe du côté de la pointe. Enfin que le tout soit disposé sur une pointe d'acier élevée perpendiculairement , enforte que cette croix avec sa charge se tienne horizontalement , & ait un mouvement de rotation extrêmement facile.

Cela fait , ayant isolé la machine & son plateau , faites communiquer ce dernier ou la pointe d'acier avec le conducteur électrisé ; bientôt vous

verrez ces quatre branches de fer prendre comme d'elles-mêmes un mouvement de rotation en sens contraire de celui où leurs extrémités sont recourbées, enforte que les quatre chevaux sembleront se poursuivre dans un manege circulaire; & ce jeu durera tant que durera l'électricité, & même au-delà, à cause du mouvement acquis.

Si l'expérience se fait dans l'obscurité, & sans cette petite cavalerie, c'est-à-dire seulement avec les quatre pointes, vous en verrez sortir des aigrettes de lumière ou de feu électrique; ce qui formera un spectacle fort agréable, car il en résultera comme un ruban circulaire de feu, que l'on pourra rendre plus large en donnant des longueurs inégales aux branches de cette croix.

On pourroit établir ainsi plusieurs rangs de fils en croix, qui iroient en diminuant, & par ce moyen on formeroit une pyramide lumineuse.

La cause de ce mouvement, en apparence spontanée, est aisée à appercevoir. C'est le choc de l'effluence électrique qui se fait par les pointes, & qui rencontrant l'air, en éprouve une réaction qui la repousse en arriere.

R E M A R Q U E.

ON a prétendu tirer de cette expérience une difficulté assez forte contre l'hypothese de M. Francklin; car, soit qu'on électrise positivement ou négativement cette petite machine, le mouvement s'en fait dans le même sens; ce qui a même fort étonné des Franckliniens décidés. Quant à nous, cette objection ne nous frappe guere; car il nous semble qu'on peut dire que, dans le cas de l'électricité négative, le fluide électrique qui se précipite dans les pointes, ne peut

s'y engouffrer sans leur imprimer une impulsion qui agit précisément dans le même sens que la répulsion qu'éprouve le fluide électrique en forçant, lorsque les pointes sont électrisées positivement.

XXV^e EXPÉRIENCE.

Faire paroître tout-à-coup une écriture en caractères de feu, par le moyen de l'électricité.

Ce jeu électrique est fondé sur cette observation connue de tout le monde, sçavoir, que si l'on a plusieurs filets métalliques, disposés ensemble de manière que leurs bouts, sans se toucher, soient très-voisins, comme à une ligne ou une demi-ligne, lorsqu'on électrise le premier, pendant que le dernier communique à la masse des corps non-électriques, il se fait des étincelles continues entre les bouts de ces fils métalliques.

Pareille chose arrive, si le dernier de ces fils est terminé en pointe; car, perdant par-là son électricité, il faut qu'il en afflue sans cesse de nouvelle, & cela ne se peut faire que par une étincelle dans chacun des petits intervalles qui séparent les bouts des fils.

Cela étant entendu, l'on sent que l'on produiroit une file d'étincelles formant un dessin quelconque, (à quelques limitations près qu'on verra,) en rangeant des fils de fer le long des linéaments de ce dessin. Alors, en touchant le dernier des fils avec le doigt, ou, ce qui sera encore mieux, avec la garniture extérieure de la bouteille de Leyde, il se formeroit tout-à-la-fois, dans les intervalles de ces fils, des étincelles représentant le contour du dessin.

Mais comme ceci auroit des difficultés, on l'exécutera plus facilement ainsi. Il faut prendre une de ces feuilles d'étain battues & n'ayant que l'épaisseur d'un papier; on la découpera en petits quarrés d'une ligne ou une demi-ligne de côté, ou en forme de rhombe un peu alongé; on dessinera ensuite sur un papier les lettres qu'on veut exprimer; & ayant mis une lame de glace, d'une ligne environ d'épaisseur, sur ce dessin, on collera sur cette glace les petits quarrés ou rhombes décrits ci-dessus, selon les contours du dessin, en faisant ensorte que les angles regardent les angles, & soient éloignés les uns des autres d'environ une demi-ligne, comme l'on voit dans le dessin de la lettre S, *fig. 44*; on lie ensuite l'extrémité d'une Pl. 8, lettre avec le commencement de la suivante, par fig. 44. une petite lame circonflexe du même métal, terminée de côté & d'autre en pointe, comme on le voit dans la même figure; enfin une petite lame semblable au commencement de la première lettre & une autre du bout de la dernière va au bord de la même glace & au-delà.

Présentement, supposons que la première de ces petites lames communique au conducteur électrisé, & que l'on vienne toucher la seconde, ou au contraire, chaque angle des petits quarrés portera le feu électrique par une étincelle à son voisin; & si l'expérience se fait dans l'obscurité, on appercevra ces deux lettres dessinées par une suite d'étincelles de feu.

Si la dernière lame communique à une masse de corps non-électriques, & que l'électricité soit forte, il se fera entre chaque quarré une explosion qui rendra permanente cette écriture lumineuse.

REMARQUE.

MAIS il faut observer que toutes les lettres de l'alphabet ne peuvent pas se représenter d'une maniere aussi simple que les deux que nous venons de donner en exemple. Ainsi l'O ne se représenteroit point par ce moyen ; le fluide électrique, au lieu de faire le tour, sauteroit du premier au dernier quarré. De même l'A resteroit tronqué de sa partie supérieure, le fluide électrique passant par la traverse. Il faut donc un artifice particulier pour obvier à cet inconvénient, qui se rencontre dans un grand nombre d'autres lettres, comme l'E, l'F, l'H, &c.

Cet artifice consiste à écrire une moitié de la lettre sur un côté du verre, & l'autre moitié sur l'autre, & à les faire communiquer ensemble par une petite bande métallique, qui, en passant du dessus au dessous du verre, porte le feu électrique du dernier quarré de la premiere moitié de l'O, par exemple, au premier quarré de la seconde moitié de la même lettre ; ensuite on joint, par une semblable bande, le dernier quarré de cette seconde moitié, avec le premier quarré de la lettre suivante. En examinant attentivement la *fig. 45*, on reconnoitra facilement ce mécanisme. Les lettres ou parties de lettres représentées sur le côté de dessus du verre, sont ombrées fortement, & celles de dessous légèrement. La propagation du feu électrique étant comme instantanée, il ne s'ensuivra de ces renvois aucun inconvénient pour l'effet.

Il est aisé de voir combien un pareil artifice auroit pu, dans des temps d'ignorance, contribuer à jeter la terreur dans les esprits. Si une foule

d'hommes rassemblés dans un lieu obscur, après un grand coup de tonnerre, voyoient écrit contre les murailles un ordre, une décision prétendue de la divinité, de quoi ne seroient-ils pas capables ! à quel point de fanatisme ne les conduiroit-on pas ! De quelle terreur ne seroit pas frappé un homme qui, s'éveillant en sursaut, verroit écrit contre sa glace, *Tu mourras aujourd'hui !*

XXVI^e EXPÉRIENCE.*Feu d'Artifice électrique.*

Voici un nouveau genre de spectacle, dont nous n'osons cependant absolument garantir la réussite ; mais nous sommes fort portés à penser que notre idée est susceptible d'exécution.

Un spectacle d'artifice est ordinairement composé d'une décoration immobile, consistante en un édifice analogue au sujet, & diverses pieces de feu, mobiles ou immobiles, telles que fusées, gerbes, cascades, soleils fixes ou tournants, étoiles, pyramides ou colonnes, soit fixes, soit mobiles. Or il n'y a aucune de ces pieces d'artifice qui ne puisse être, à ce que nous croyons, représentée par des feux purement électriques.

Prenons d'abord pour exemple une décoration d'architecture. On la représente en illumination par des files de lampions qui en tracent les principaux membres : ne peut-on pas, au lieu de ces lampions, leur substituer des files de points rendus lumineux par l'électricité ? L'expérience précédente en fournit le moyen ; car, puisque l'on peut rendre apparentes des lettres dont les contours sont bien plus composés, par une suite de

pareils points, à plus forte raison pourra-t-on rendre apparentes des lignes pour la plupart droites & parallèles, ou perpendiculaires entr'elles, en y employant les précautions indiquées dans l'exposé de cette expérience. Mais voici un autre moyen.

Sur une planche de bois résineux, fort sec & bien plané, tracez le dessin de votre décoration, & marquez par des points les endroits où vous placeriez des lampions, si vous exécutiez cette décoration en illumination; placez à chacun de ces points un fil de fer d'une ou deux lignes de hauteur, & terminé en dehors par une pointe déliée & fort aiguë; faites enfin communiquer tous ces fils par un fil de fer continu qui les embrasse. Si vous excitez une électricité puissante, il n'y a nul lieu de douter que chacune de ces pointes ne donne dans l'obscurité une petite gerbe lumineuse; ce qui tracera le dessin de votre décoration architecturale: car on sçait qu'une barre de fer fortement électrisée, jette dans les ténèbres, de tous ses angles, de fortes gerbes de lumière, quelquefois de plusieurs pouces de longueur.

Pour représenter une gerbe de feu, rien de plus facile; un groupe de fils de fer terminés en pointes, donnera un assemblage de petites gerbes qui en formeront une considérable.

Si l'on veut représenter un soleil fixe, dix ou douze pointes, disposées en forme de rayons, à l'extrémité d'un fil de fer terminé en bouton, donneront un soleil fixe; & si ces douze pointes sont disposées de la manière convenable, elles pourront, par leur émanation électrique, former une étoile: il n'y aura qu'à les disposer comme l'on

fait des fusées dans l'artifice ordinaire pour représenter la même chose.

Rangez maintenant plusieurs fils de fer terminés en pointe, & communiquants à une tige commune en forme de demi-cercle, & dans une direction inclinée à l'horizon; ils formeront une cascade, par les gerbes électriques qui sortiront de ces pointes.

Voulez-vous avoir l'image d'un soleil tournant, il faudra pour cela former une croix semblable à celle de l'expérience 24^e; mais, au lieu de la faire tourner sur un axe vertical, il faudra la mettre parfaitement en équilibre sur un axe horizontal: les gerbes lumineuses qui sortiront des pointes recourbées, formeront ou un ruban circulaire de feu, si le mouvement est rapide, ou quelque chose d'assez ressemblant à un soleil.

Enfin, ce qui pourra donner à ce petit spectacle un air de réalité, c'est qu'il est possible de l'accompagner d'un bruit de batterie électrique, qui donnera l'idée des marrons & fauciflons dont la décharge accompagne d'ordinaire les autres pièces d'artifice, sinon continuellement, du moins d'intervalle en intervalle. Cela se pourroit faire par le moyen de petites batteries électriques qu'on déchargeroit successivement & par partie.

Tout ceci, nous le répétons, n'est encore qu'une idée qui a besoin d'être soumise à l'expérience; mais je crois qu'un artiste ingénieux pourroit en tirer parti. On sent, au reste, aisément qu'il faudroit une électricité vigoureuse. Mais ce qu'une machine électrique ne pourroit pas faire, deux, trois, quatre, le feroient probablement.

XXVII^e EXPÉRIENCE.

Sur l'Électricité de la Soie.

Voici d'autres expériences bien singulieres, dont l'auteur est M. Symmer, qui les publia en 1759, dans les *Transactions Philosophiques* de cette année.

1. Dans un temps extrêmement froid & sec, par un beau vent de nord ou de nord-est, prenez, après les avoir bien chauffés, deux bas de soie neufs, l'un blanc, l'autre noir, sur la même jambe: l'action seule de les mettre les électrisera. Tirez-les ensuite l'un dans l'autre, en les faisant glisser tous les deux à-la-fois sur la jambe; vous les trouverez alors électrisés au point d'adhérer mutuellement, avec une force plus ou moins grande. Il est arrivé à M. Symmer de les voir soutenir ainsi un poids égal à soixante fois au moins le poids de l'un d'eux.

2. Retirez-les l'un de dedans l'autre, en tirant l'un par le talon, l'autre par l'ouverture, ils resteront électrisés, & l'on verra avec étonnement chacun d'eux se renfler de maniere à représenter le volume de la jambe.

3. Maintenant présentez un de ces bas à l'autre à quelque distance; vous les verrez se précipiter l'un sur l'autre, s'aplatir, & adhérer ensemble avec une force de plusieurs onces.

4. Mais si vous faites cette expérience sur deux paires de bas combinés de la même maniere, blanc contre noir, & que vous présentiez le bas blanc au bas blanc, le noir au noir, ils se repousseront mutuellement. Présentez ensuite le noir au blanc, ils s'attireront & se joindront, ou tendent

dront à se joindre , comme dans la 3^e expérience.

5. On peut charger la bouteille de Leyde avec ces bas.

Il paroît résulter de-là , que la soie frottée contre la soie , peut s'électriser ; mais il faut pour cela que l'une des deux ait une préparation que l'autre n'a pas ; car deux bas blancs ou deux bas noirs l'un sur l'autre , ne s'électrifient nullement. Ce n'est pas , au reste , le noir en tant que noir , opposé au blanc comme blanc , qui produit cet effet. M. l'abbé Nollet a fait voir que cette préparation , étoit l'engallage qui précède la teinture en noir ; car deux rubans blancs , dont l'un des deux seulement est engallé , étant frottés convenablement l'un sur l'autre , produisent les mêmes phénomènes d'adhérence , d'attraction , de répulsion. Il n'y a nul doute que ce ne fût la même chose pour les bas.

Les partisans de la doctrine de M. Francklin sur l'électricité , n'auront pas de peine à expliquer les autres phénomènes qu'on a exposés. Chacun des bas est électrisé d'une manière différente , l'un positivement , l'autre négativement ; il paroît que c'est le blanc qui l'est positivement ou à la manière du verre. L'enflure remarquée dans chacun des bas isolés , n'est donc que l'effet de la répulsion entre des corps semblablement électrisés ; car toutes les parties du même bas ont reçu la même électricité. Par la même raison , deux bas de la même couleur se repoussent nécessairement.

Mais si l'on présente un bas noir au bas blanc , comme leurs électricités sont différentes , les deux corps s'attirent ; phénomène connu , & sinon gé-

néral, du moins presque inmanquable entre deux corps électrisés, l'un positivement, l'autre négativement, ou l'un à la manière du verre, l'autre à celle du soufre.

Un phénomène fort remarquable ici, c'est que deux corps électrisés, l'un positivement, l'autre négativement, selon le langage des Franckliniens, puissent s'appliquer l'un contre l'autre, sans que leurs électricités s'anéantissent. M. Symmer le remarque avec étonnement; & cela l'engage à s'écarter de la doctrine francklinienne, en en donnant des raisons qui, comme le remarque M. l'abbé Nollet, le rapprochent beaucoup de l'explication de ce dernier.

Au reste, on a depuis remarqué, que deux surfaces de corps électriques, électrisées l'une positivement, l'autre négativement, s'appliquent très-bien l'une à l'autre sans détruire leurs électricités. C'est-là le principe de l'électrophore, nouvel instrument électrique, imaginé ces dernières années. Il y a plus, c'est que ces deux surfaces appliquées de cette manière, retiennent beaucoup plus longtemps leurs électricités; mais elles ne se manifestent que quand elles sont séparées. L'électricité est une mine qui plus on la creuse, plus elle présente des choses inexplicables. Comment expliquer cela selon la théorie de M. Francklin? Je n'en sçais rien; & quoique penchant vers elle, je ne l'entreprends pas.

XXVIII^e EXPÉRIENCE,

Qui prouve que l'Électricité accélère le cours des fluides.

Ayez un tuyau, ou capillaire, ou terminé par

une ouverture assez étroite pour que l'eau, coulant par cette ouverture, ne puisse le faire que goutte à goutte. Electrifiez cette eau; vous la verrez aussi-tôt couler par un jet continu.

R E M A R Q U E

Sur les conséquences de cette Expérience, & sur les guérisons opérées ou prétendues opérées par l'Électricité.

C'est probablement cette expérience qui a donné lieu d'appliquer l'électricité à la médecine; car il étoit assez naturel de raisonner ainsi: puisque l'électricité accélère le cours des fluides, il est vraisemblable qu'elle accélérera celui du sang & du fluide nerveux dans les animaux. Or il y a certaines maladies qui paroissent n'être qu'une suite de l'engorgement du fluide nerveux, telle que la paralysie, & diverses maladies qui tiennent à cette cause, comme la surdité, la cécité, &c: conséquemment l'électricité, en accélérant soit le cours du sang, soit celui du fluide nerveux, pourra forcer cet engorgement; ce qui opérera la guérison de la maladie.

On a donc commencé à électriser des malades attaqués de paralysie; & il faut convenir, attendu les témoignages de personnes exemptes de toute suspicion, comme M. Jallabert de Geneve, & autres, que ce n'a pas été sans quelque succès. Il est certain que ce célèbre professeur & citoyen de Geneve a, sinon guéri radicalement, du moins extrêmement soulagé, entr'autres paralytiques, le nommé Noguez. Cet homme qui ne pouvoit lever le bras, fut, après trois mois d'électrification, en état de lever un marteau.

Cette annonce, publiée dans les journaux, fit, comme on le pense bien, un grand bruit; & l'on vit dans l'Europe une foule d'électriciens entreprendre la guérison des paralytiques, des sourds, des aveugles, &c. On a un recueil en trois volumes, donné par M. Sauvages, non de ces guérisons, car il y en a eu peu qui puissent porter ce nom, mais des progrès de l'électrification. Il y en a eu néanmoins quelques-unes d'assez bien constatées; telle est en particulier celle d'un jeune homme de Colchester, à qui M. Wilson rendit la vue qu'il avoit perdue à la suite d'une fièvre violente. A l'égard de la plus grande partie des autres, le traitement a été inutile & sans effet.

On ne peut cependant disconvenir que, dans les commencements de l'électrification, les malades n'éprouvent ordinairement quelque amélioration. Les paralytiques ressentent dans la partie paralyisée, de la chaleur, des picotements, qui semblent annoncer un retour de sentiment; les aveugles voient quelquefois des étincelles de lumière. Mais, en général, tout se borne là; & ces commencements, qui semblent annoncer le plus grand succès, n'ont pas de suite.

Quelques philosophes Italiens ont bien prétendu quelque chose de plus merveilleux. On annonça vers 1750, à Padoue, que l'électricité exaltoit & atténuoit les odeurs, au point qu'elles passeroient à travers le verre; que des drogues purgatives, soigneusement & hermétiquement closes dans un vase, purgeoient celui à qui on le faisoit tenir dans la main pendant qu'on électrisoit le vase. C'eût été assurément une belle découverte pour la médecine; mais malheureusement cette prétendue découverte, annoncée avec assez d'emphase

phase à toute l'Europe, s'est évanouie aux yeux éclairés de M. l'abbé Nollet, qui fit, en partie pour cet objet, le voyage de l'Italie. Il trouva qu'il y avoit au moins de la précipitation & du mal-entendu dans toutes ces brillantes annonces qu'on ne put réaliser devant lui. Ayant lui-même réitéré l'expérience plusieurs fois dans son cabinet, il n'a jamais trouvé que l'odeur la plus pénétrante passât à travers les pores d'un verre véritablement clos, soit électrisé, soit non électrisé, non plus que les émanations purgatives de la casse, & de la rhubarbe.

M. le Roy, un des philosophes François qui ont cultivé avec le plus de soin cette branche de la physique, a été conduit à essayer les effets de l'électricité sur quelques sujets, dont le premier étoit attaqué d'une hémiplégie depuis trois ans; le second, d'une goutte-sereine; & les autres, de surdité. De fréquentes commotions, données à travers les parties paralysées du premier, semblèrent d'abord ranimer le sentiment: le malade sua beaucoup, ce que tous les remedes administrés par son medecin n'avoient pu lui procurer. Après quatre ou cinq mois d'électrification, le sentiment & le mouvement revinrent aux doigts paralysés, & le malade put saisir un verre, le porter à sa bouche, élever même un poids de 40 à 50 livres; mais cette guérison ébauchée fut tout ce qu'il put obtenir; & après quatre autres mois continus d'électrification, le malade n'étant pas mieux, il prit le parti de cesser un traitement inutile.

L'aveugle ne donna pas à M. le Roy plus de satisfaction, quoique, pour désobstruer le nerf optique, il eût imaginé une armure au moyen de laquelle il lui donnoit au travers de la tête des

commotions ménagées. Il appercevoit une flamme au moment de l'explosion électrique à travers sa tête. Une autre fois il aperçut des fantômes d'objets. Mais après quelques mois de traitement, il se dégoûta comme le premier d'un remède inutile.

Enfin les malades attaqués de surdité, ne furent pas plus heureux. M. le Roy dirigeoit le fluide électrique d'une oreille à l'autre. Chaque commotion se faisoit ressentir dans la tête par un bruit apparent, que l'un d'eux comparoit à tous les pétards de la Grève. Mais les nerfs auditifs ne furent pas désengorgés, ni la surdité dissipée. On voit l'histoire de ces traitements dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1755.

J'ai lu quelque part, dans les *Transactions Philosophiques*, qu'on avoit guéri une fièvre intermittente par l'électricité. Cela ne seroit pas impossible, attendu que l'électricité, accélérant le mouvement des fluides, paroît être tonique.

On a vu à Paris, il y a quelques années, un chanoine de Perpignan, M. l'abbé Sans, annoncer beaucoup de guérisons opérées dans son pays par l'électricité. Il les a publiées dans un ouvrage exprès, revêtues de toutes sortes de certificats. Mais je l'ai vu opérer inutilement sur M. de la Condamine, attaqué d'une insensibilité parfaite dans la moitié du corps, & d'une surdité profonde. Il est vrai que cette double infirmité étoit déjà enracinée depuis long-temps, & il y auroit de l'injustice à exiger des succès, en opérant sur des maladies de cette nature; mais je n'ai pas oui dire que cet électricien ait eu d'autres succès marqués à Paris.

Pour nous résumer, il nous paroît que l'on a

d'abord conçu trop d'espérance de l'électricité appliquée aux maladies ci-dessus, mais que cependant elle n'est pas absolument sans effet; & que, dans des maladies récentes, il ne seroit pas mal de tenter son application. Les rhumatismes sont celles qui, suivant M. le Roy, ont été les moins rebelles à ce remède; & c'est peut-être en rétablissant la transpiration qu'il a agi. Il a procuré des sueurs copieuses à la plupart des malades; enfin l'on ne peut douter qu'il n'occasionne dans le corps humain un orgasme universel, qui pourroit, dans quelques circonstances, être critique & avantageux.

XXIX^e EXPÉRIENCE.*De l'Électricité naturelle & animale.*

Prenez dans un temps très-froid un chat, passez-lui la main sur le dos à rebrousse-poil & à différentes reprises: vous en tirerez souvent des étincelles très-vives & qui pétilleront.

Il n'y a nul doute que si l'animal étoit sur un support électrique ou isolé, on ne pût communiquer cette électricité à un conducteur, comme celle qu'on excite par le frottement d'un globe ou d'un plateau de verre.

REMARQUE.

CE n'est pas seulement l'animal dont on vient de parler qui présente par le frottement les phénomènes électriques: les hommes même, dans certaines circonstances, jettent aussi des étincelles qui sont absolument de la même nature. Il n'est personne à qui cela ne soit arrivé quelquefois. C'est dans les hivers très-froids, & après

s'être bien chauffé, qu'on éprouve ce phénomène. Si alors on tente de quitter sa chemise dans l'obscurité, il en sortira souvent des étincelles plus ou moins vives, & accompagnées d'un bruissement sensible. Il y a des personnes qui, par un tempérament particulier, sont plus sujettes à ce symptôme que d'autres. Ce sont probablement les personnes très-velues; car le poil étant d'une nature approchante de celle de la soie, est électrique par frottement; & c'est, selon les apparences, le frottement des linges secs & échauffés contre le poil sec & échauffé lui-même, qui produit cette électricité & les étincelles qui l'accompagnent.

On classoit autrefois ces feux parmi les feux phosphoriques; mais depuis les découvertes nouvelles sur l'électricité, il n'y a nul doute que ce ne soit un pur phénomène électrique.

Il nous auroit été facile de grossir beaucoup davantage cette partie des *Récréations Physiques*, en y faisant entrer un grand nombre d'autres expériences curieuses, surprenantes, & inexplicables dans toute théorie de l'électricité; mais nous sommes obligés de nous contenir dans des limites étroites; c'est pourquoi nous allons nous borner à faire connoître ici les principaux livres où l'on peut s'instruire à fond de cette matière. De ce genre sont l'*Essai sur l'Electricité*, de M. l'abbé Nollet, & sur-tout son livre intitulé, *Recherches sur les Causes particulieres des Phénomenes électriques, & sur les Effets nuisibles ou avantageux qu'on peut en attendre*; Paris 1754, in-12, nouv. édit.; ouvrages auxquels on peut joindre ses *Lettres sur l'Electricité*, 3 vol. in-12. En effet, quoique la théorie Francklinienne paroisse avoir en général

beaucoup plus de partisans que celle de M. l'abbé Nollet, on ne peut refuser à ce physicien d'avoir cultivé avec le plus grand succès le champ de l'électricité. Ajoutez à cela divers mémoires du même auteur, dans lesquels il discute la théorie de M. Francklin, imprimés dans les *Mémoires de l'Académie*, ann. 1755 & 1760, &c.; les *Recherches sur les Mouvements de la Matière électrique*, par M. Dutour, in-12, 1760; vous aurez ce qu'il y a de meilleur parmi les écrits qui défendent ou amplifient la théorie du physicien François.

La théorie Francklinienne a été pour la première fois exposée en France, dans le livre intitulé, *Expériences & Observations sur l'Électricité, faites à Philadelphie en Amérique*, par M. Benjamin Francklin, ouvrage traduit de l'anglois, Paris 1756, 2 vol. On a depuis vu paroître une édition des œuvres de M. Francklin, en 2 vol. in-4°, dans le premier desquels se trouvent toutes ces expériences, & une multitude d'autres choses intéressantes sur l'électricité. Ce sont les livres dans lesquels on peut le plus facilement s'instruire de cette théorie. On doit y ajouter divers mémoires de M. le Roy, un des principaux partisans de M. Francklin, qui sont insérés dans les *Mémoires de l'Académie*, ann. 1754, &c. Un ouvrage encore très-intéressant à cet égard, c'est le livre du P. Beccaria, intitulé, *dell' Electricismo naturale & artificiale*, qui parut en 1759 à Turin, in-4°. Il contient des expériences très-pressantes pour la théorie Francklinienne, & un grand nombre d'observations neuves sur l'électricité des nuages. N'oublions pas de dire ici, que le P. Beccaria est un des physiciens qui ont le plus heureusement cultivé l'électricité, & qu'il a découvert

une foule de phénomènes nouveaux & très-extraordinaires. Il y a enfin dans les *Transactions Philosophiques* des dernières années, un grand nombre de mémoires curieux sur divers phénomènes de l'électricité, qui font l'ouvrage de MM. Nairne, le docteur Lind, Wilson, Walson, &c. mais il seroit trop long de les indiquer.

On publia en 1752 une *Histoire de l'Électricité*, en 3 petits vol. in-12; ouvrage rempli de mauvaises plaisanteries, & de sarcasmes du plus mauvais ton: il rassemble d'ailleurs assez bien tout ce qui avoit été fait ou dit avant cette époque. Mais, depuis ce temps, M. Priestley, un des meilleurs physiciens de l'Angleterre, a donné une nouvelle *Histoire de l'Électricité*, qui est beaucoup meilleure & plus instructive. Elle a paru traduite en françois sous ce titre en 1771, Paris, 3 vol. in-12.





RÉCRÉATIONS
MATHÉMATIQUES
ET
PHYSIQUES.

QUATORZIEME PARTIE.

C H I M I E.

IL ne faut qu'être initié dans la chimie, pour concevoir de cette science une idée bien différente de celle qu'en a le vulgaire. Pour le commun des hommes, la chimie n'est que l'art chimérique de la transmutation des métaux, ou tout au plus celui de produire quelques phénomènes extraordinaires, plus curieux qu'utiles; mais aux yeux du physicien qui la connoît, c'est de toutes les parties de la physique la plus étendue & la plus intéressante. Nous le disons même hardiment, nous ne sçavons si l'on peut légitimement donner le nom de grand physicien à celui qui n'est point

éclairé du flambeau de la chimie ; du moins est-il certain que si l'on peut sans elle rendre compte de certains phénomènes de la nature , comme les mouvements des corps célestes , les effets de la pesanteur de l'air , &c. il y en a un nombre incomparablement plus grand , dont la chimie seule peut donner l'explication. La chimie en effet n'est pas moins étendue que la nature même ; les animaux , les végétaux , les minéraux , sont de son ressort ; c'est elle qui les analyse , combine leurs principes , examine les phénomènes qui en résultent , & pénètre par-là plus intimement dans leur nature. De-là découlent une multitude d'usages utiles , & tels , qu'on peut dire qu'une foule d'arts ne sont autre chose qu'une application continue de la chimie : tels sont l'art de la verrerie , de la teinture , de la métallurgie , &c. Le dirai-je enfin ? les arts les plus communs & les plus nécessaires à l'homme , ne sont souvent que des procédés chimiques ; tel est , par exemple , celui du lavandier , dont à la vérité ne se doute guère celui qui le pratique , mais qui n'en est pas moins une opération dont la chimie seule peut rendre raison. Cette raison est la propriété qu'ont les alkalis fixes de rendre les matières grasses solubles dans l'eau , en formant avec elles un savon. Celui qui sçait que l'une des premières opérations de cet art est de faire tremper les linges dans une forte lessive de cendres de bois neuf , qui contiennent l'alkali fixe , concevront la justesse de ce que nous avons avancé. Nous en donnerons dans cette partie de notre ouvrage d'autres exemples remarquables.

La chimie est aussi de toutes les parties de la physique celle qui offre les phénomènes les plus étranges & les plus curieux. Qui ne sera étonné

de voir de la limaille de fer plongée dans un fluide froid comme elle, y exciter tout-à-coup une ébullition violente, & des vapeurs susceptibles d'inflammation? Peut-on voir ensuite, sans admirer les opérations de la nature, ce métal si solide détruit en quelque sorte par ce fluide, & uni avec lui au point de le suivre à travers les filtres les plus étroits? Qui ne s'émerveillera en voyant une autre liqueur limpide, dissoudre tout-à-coup cette union, & faire tomber le fer au fond du vase en poussière impalpable? Il seroit superflu & excessivement prolix de faire ici une énumération de ces phénomènes, puisque nous allons en faire connoître plus au long les principaux & les plus remarquables. Mais, avant tout, il est nécessaire de donner une idée des principales substances qui sont les agents de ces opérations.

ARTICLE PREMIER

Des Sels.

ON appelle *sels*, ou *matieres salines*, toutes celles qui plongées dans l'eau, ou exposées à un air humide, se résolvent d'elles-mêmes en liqueurs. On en a un exemple dans le sel marin, si connu de tout le monde, le nitre ou salpêtre, l'alun, le vitriol, le tartre, le sel ammoniac, &c. Qu'on les plonge dans l'eau, on sçait qu'ils y disparoîtront en se mêlant intimement à toute la liqueur. Voilà ce qu'on appelle une *solution* ou *dissolution*.

Les sels exigent, suivant leur nature, une quan-

tité plus ou moins grande d'eau, pour se dissoudre entièrement. Le sel marin exige deux fois son poids d'eau pour se dissoudre entièrement ; l'alun, douze fois son poids ; la sélénite, six à sept cents fois, &c.

Il y a des sels acides, des alkalis, des neutres. Nous allons les décrire, & faire connoître leurs propriétés principales.

§. I. Des Acides.

Nous ne dirons pas, avec l'auteur du *Dictionnaire de Physique portatif**, & à la suite de quelques anciens chimistes, qu'un acide est formé de particules longues, aiguës & tranchantes, car rien n'est moins fondé ; & avec une pareille définition, on ne distingueroit pas dans une boutique d'apothicaire un acide d'un alkali ou d'un sel neutre. Voici quelque chose de plus précis.

Un acide est un sel ordinairement sous la forme liquide, dont la propriété tactile au goût, est de faire sur la langue une impression d'aigreur & de fraîcheur. Cette désignation est suffisante, car il n'est personne qui n'ait une idée distincte de la faveur aigre. Cependant, s'il y avoit sur

* Suivant cet auteur, le fer est un composé de vitriol, de soufre & de terre : la fermentation est un mouvement occasionné par l'introduction des acides dans les alkalis : lorsque les alkalis se coagulent, ils forment des cristaux : le soufre est un mixte inflammable, composé de feu, d'huile, d'eau & de terre : le cuivre est un composé de soufre & de vitriol : &c, &c, &c. Il y a là, pour un chimiste, de quoi tire à gorge déployée.

cela quelque incertitude, voici un autre signe qui fera reconnoître l'acide.

Prenez du sirop de violette, ou du papier teint en bleu, & versez dessus un sel acide; il changera la couleur violette ou bleue en rouge. Toutes les fois donc qu'une liqueur versée sur le sirop de violette ou sur le papier bleu, changera sa couleur en rouge, on pourra assurer qu'elle est acide, ou que l'acide y prédomine.

Il y a dans la nature trois acides minéraux, un acide végétal, & même un acide animal. Les acides minéraux sont, l'acide vitriolique, vulgairement l'esprit de vitriol, l'acide marin, & l'acide nitreux. Le premier est fourni par le vitriol, le second par le sel marin, & le troisième par le nitre. On les appelle *minéraux*, parcequ'ils sont tirés du genre minéral. Ils ont des propriétés très-distinctes & très-remarquables.

L'acide végétal est fourni par les fruits acides, ou par les vins tournés à l'aigre: tels sont le vinaigre, le suc de citron, & de la plupart des fruits avant qu'ils soient parvenus à leur maturité, l'acide du tartre, &c. Ils ont tous à peu près les mêmes propriétés.

L'acide animal est donné par quelques corps animaux: tels sont, entr'autres, les fourmis; il y a une espèce de chenille que M. de Geer a remarqué éjaculer un trait de liqueur qui a tous les caractères de l'acide. Le lait tourné à l'aigre est, à certains égards, un acide animal.

De l'Acide vitriolique.

Cet acide, le plus puissant de tous, est fourni; comme on l'a dit plus haut, par le vitriol, soit vert, soit bleu, ou par l'alun; car le vitriol n'est

qu'un sel formé par la combinaison ou l'union d'un acide avec le fer ou le cuivre. L'un n'est pareillement que la combinaison d'un acide avec une terre argileuse ; & l'expérience a appris que ces trois acides sont absolument de la même nature.

Il nous suffira de dire ici, que l'on extrait ces acides par la force du feu. On renferme ces matières avec certaines précautions dans une cornue ; l'on pousse le feu, qui oblige par sa violence l'acide qui est susceptible d'être réduit en vapeurs, à abandonner la base à laquelle il est uni, & à passer sous la forme de liqueur dans le récipient.

Une autre manière plus simple de se procurer de l'acide vitriolique, est la combustion du soufre ; car le soufre n'est autre chose que le résultat de la combinaison de l'acide vitriolique avec ce que les chimistes appellent le *phlogistique**, ou le *principe inflammable*. Si donc on fait brûler du soufre lentement sous une cloche de verre, les vapeurs qui s'en élèveront, & qui ne sont que de l'acide vitriolique, s'attacheront aux parois intérieures de la cloche, & la liqueur qui en distillera ensuite sera du vrai acide vitriolique, à la vérité encore altéré par un mélange de phlogistique, mais qui s'en détache peu à peu & de lui-même, en sorte que l'on a enfin de l'acide vitriolique pur.

Lorsque l'acide vitriolique est bien déflégré, ou privé de l'eau qu'il aspire, pour ainsi dire, avidement, il pèse beaucoup plus que l'eau. Le rapport de leurs poids est de plus de 2 à 1.

* On verra plus bas, page 388, ce que c'est que le phlogistique.

L'acide vitriolique est le plus puissant de tous : lorsqu'il se trouve en concurrence avec les autres acides , il les dépossède , pour ainsi dire , en s'emparant de la base à laquelle ils étoient unis. Quelques expériences que nous donnerons , mettront sous les yeux ce jeu chimique , qui est fort curieux , & qui est la cause de mille effets singuliers dans la nature.

De l'Acide nitreux.

Le nitre ou salpêtre , matiere connue de tout le monde , donne l'acide nitreux. En effet , le salpêtre est le résultat de l'union d'un acide d'une nature particuliere , avec une autre matiere connue des chimistes sous le nom d'*alkali fixe*. On les sépare l'un de l'autre par des procédés qu'il n'est pas de notre objet de décrire ici. On a une liqueur à laquelle on donne le nom d'*acide nitreux*. Il est moins pesant , & , en général , moins actif que l'acide vitriolique. Sa couleur est ordinairement un jaune foncé ; & quand il est bien concentré , il jette sans cesse des vapeurs rougeâtres , qui semblent circuler dans le vase où il est contenu. Son poids est alors à celui de l'eau , comme 3 à 2.

On donne aussi à l'acide nitreux dans un état médiocre de concentration , le nom d'*eau-forte*. C'est le dissolvant propre de l'argent & du cuivre.

De l'Acide marin.

Le sel marin , ce sel si communément employé & si connu de tout le monde , est la substance qui donne l'acide marin ; car ce sel n'est formé que par la combinaison d'un acide particulier avec

une substance appelée par les chimistes *l'alkali fixe minéral*. On les sépare l'un de l'autre, comme on fait à l'égard du vitriol, du salpêtre, par des procédés particuliers, & la liqueur qui en résulte est de l'acide marin.

L'acide marin a des caractères & des propriétés qui le rendent très-distinct des deux autres. Dans son plus grand état de concentration, il n'est qu'un peu plus pesant que l'eau, & dans le rapport de 19 à 17. Sa couleur est un jaune citrin, & son odeur approche de celle du safran.

De l'Acide végétal.

Cet acide est celui que fournissent les matières végétales tournées à l'aigre, ou celles qui ne sont pas parvenues à leur maturité. Du vinaigre, du verjus, du jus de citron, ne sont autre chose que de l'acide végétal étendu dans beaucoup d'eau. Dans cet état, il n'a qu'une force médiocre. Mais on peut, par diverses voies, le priver de la plus grande partie de cette eau superflue; & alors il a une force qui ne cède pas beaucoup à celle des acides minéraux.

Un moyen simple de concentrer ainsi l'acide végétal, est d'exposer du vinaigre à toute la rigueur du froid pendant l'hiver. Il se gélera en partie: vous ôterez les glaçons; le restant sera un vinaigre beaucoup plus fort. En répétant cela plusieurs fois, vous aurez un vinaigre d'autant plus concentré, que le froid aura été plus rigoureux. On pourroit ensuite y employer les froids artificiels, qu'on peut pousser bien plus loin que les froids les plus grands qu'on ait éprouvés dans nos climats.

REMARQUE GÉNÉRALE.

DE très-habiles chimistes sont dans la persuasion qu'il n'y a dans la nature qu'un seul *acide*, sçavoir le *vitriolique*, qui, par les diverses altérations qu'il éprouve dans les plantes & les animaux, par la putréfaction & par d'autres causes, donne les autres acides nitreux, marin & végétal: cela paroît même certain à l'égard de l'acide nitreux, & est probable à l'égard des autres.

Il y a des chimistes d'un grand nom qui reconnoissent un quatrième acide minéral; ils le nomment *phosphorique*, parceque c'est le fameux phosphore d'urine qui l'a d'abord fourni, quoiqu'il existe, suivant eux, dans divers corps minéraux. Cet acide est beaucoup plus dense & plus puissant que le vitriolique. Il paroît difficile de se refuser aux preuves de ces chimistes. Cependant, pour ne pas trop embrouiller la matière, nous nous en tiendrons à la doctrine généralement reçue à cet égard.

§. II. *Des Alkalis.*

De même qu'il y a des acides minéraux & végétaux, il y a aussi deux alkalis, l'un minéral, & l'autre végétal. Il y a encore un alkali fixe & un alkali volatil. Mais commençons par faire connoître ce qui caractérise un sel alkali.

Une saveur âcre & brûlante est ordinairement le signe auquel un alkali se fait connoître. Un autre signe auquel on le connoît encore, est la couleur verte dans laquelle il change celle du sirop violet, ou la teinture bleue de l'héliotrope. Ainsi, toutes les fois qu'une liqueur versée sur le sirop violet, ou le papier teint en bleu par l'héliotrope,

trope, le colorera en vert, on pourra prononcer qu'elle est alkaline, ou que l'alkali y est dominant.

De l'Alkali fixe.

Il y a, nous l'avons dit plus haut, un alkali fixe & un alkali volatil.

L'alkali fixe est ainsi nommé, parceque, quoique exposé à un feu assez fort, il ne se dissipe point: il fond alors à la maniere des métaux, & rougit comme eux. Il facilite la fusion des pierres, des terres, des sables, & est par cette raison d'un usage immense dans les verreries & dans divers arts.

L'alkali fixe minéral est fourni par le sel marin; car, lorsqu'on a privé ce sel de l'acide qui entre dans sa composition, le reste est l'alkali fixe minéral: mais il seroit embarrassant & dispendieux de le tirer de là. La maniere la plus commune est de faire brûler certaines plantes qui croissent ou sont jetées sur les bords de la mer: tels sont le kali, qui a donné le nom à cette espece de sel; & diverses sortes de plantes marines, le varec ou gouemon, les *fucus*, &c. Les cendres de ces plantes contiennent en abondance cette espece d'alkali fixe, qu'on peut en retirer pur en les lessivant, & faisant évaporer la lessive. C'est ce qu'on connoît dans le commerce sous le nom de *soude*.

L'alkali fixe végétal est tiré communément par la combustion de la plupart des autres plantes & bois, tel que le bois ordinaire à brûler. On en fait beaucoup par cette voie dans diverses forêts, où l'on brûle pour cet effet d'immenses quantités de bois dans des fosses; & l'on en retire les cendres, qui contiennent beaucoup de cet alkali fixe

fixe, & qui sont connues dans le commerce sous le nom de *potasses* *. On peut les lessiver, & ensuite tirer de la lessive, par l'évaporation, un alkali beaucoup plus actif.

Une autre maniere de se procurer un alkali fixe végétal & fort épuré, est de prendre la lie du vin, & le tartre qui se dépose contre les parois des tonneaux. On en fait des paquets ou masses de la grosseur du poing, & on les fait brûler jusqu'à ce qu'ils aient pris une couleur blanche. On a par ce moyen du sel alkali fixe végétal assez pur. On le connoît dans le commerce, sous le nom de *sel de tartre* ou *alkali du tartre*. Il est absolument le même que celui de potasse.

Les deux alkalis fixes, le minéral & le végétal, different principalement entr'eux par une propriété particuliere. L'alkali fixe végétal attire si fortement l'humidité de l'air, que, pour le conserver solide, il faut le mettre dans des vases scrupuleusement bouchés. Si on le laisse exposé à l'air, il se résoud de lui-même en liqueur, & dans cet état on l'appelle *huile de tartre par défaiillance*; dénomination au reste fort impropre, car ce n'est point une huile.

L'alkali fixe minéral, au contraire, loin d'attirer l'humidité, perd la sienne, & tombe en efflorescence, c'est-à-dire en poussiere: c'est pourquoi il est beaucoup plus commode à conserver que l'autre.

De l'Alkali volatil.

Cet alkali est le produit de la combustion de la plupart des matieres animales, ou seulement de

* Du mot anglois *pot-ashes*, cendres en pot.

la putréfaction des matieres animales ou végétales. L'odeur des corps putréfiés ne vient que de l'alkali qui s'en dégage pendant cette opération, par laquelle la nature les réduit en quelque sorte à leurs premiers principes, pour servir à de nouvelles compositions. Celle qui fait si fortement à l'approche des latrines, n'est qu'un alkali volatil très-exalté. Il est appelé *volatil*, parcequ'une chaleur, même moindre que celle de l'eau bouillante, suffit pour le dissiper en vapeurs qui se décelent toujours par leur odeur pénétrante. Le sel ammoniac n'est autre chose que le résultat de la combinaison du sel marin avec l'alkali volatil.

§. III. Des Sels neutres.

Toutes les fois qu'un sel n'est ni acide, ni alkali, qu'il ne rougit ni ne verdit le sirop violat ou le papier bleu *, on l'appelle *neutre*. La raison de cette dénomination est sensible. Tels sont le sel marin, le nitre, les différents vitriols que donne la nature, & une multitude d'autres sels, tant naturels qu'artificiels.

Un sel neutre est ordinairement formé d'un acide combiné avec une base alcaline, ou terreuse, ou métallique. Nous allons en donner des exemples, en parcourant les principales combinaisons des trois acides minéraux avec les diverses bases ci-dessus.

Ainsi L'ACIDE VITRIOLIQUE, combiné avec le zinc, forme le vitriol blanc.

Avec le cuivre, le vitriol bleu.

* Cette regle est sujette à quelques exceptions. On peut cependant la suivre, avec l'assurance de n'en être égaré que fort rarement.

Avec le fer , le vitriol vert.

Avec une terre argileuse , l'alun.

Avec une terre calcaire , la sélénite.

Avec l'alkali volatil , le vitriol ammoniacal.

Avec l'alkali fixe minéral , le sel de Glauber , d'Epsom , ou de Seydlitz.

Avec l'alkali fixe végétal , le tartre vitriolé.

Avec le phlogistique , le soufre commun.

L'ACIDE NITREUX , combiné avec l'alkali fixe végétal , forme le nitre.

Avec l'alkali fixe minéral , le nitre quadrangulaire ou cubique.

Avec l'alkali volatil , un sel ammoniacal nitreux.

Avec l'argent , un sel particulier , fusible à une chaleur médiocre , connu sous le nom de *Pierre infernale* , à cause de sa causticité.

L'ACIDE MARIN , combiné avec l'alkali fixe minéral , forme le sel marin commun.

Avec l'alkali fixe végétal , le sel fébrifuge de Silvius.

Avec l'alkali volatil , le sel ammoniac.

Avec le mercure , lorsqu'il y a excès d'acide , le sublimé corrosif.

Lorsque l'acide marin est parfaitement saturé de mercure , il forme un sel mercuriel doux , ou sublimé doux.

L'ACIDE VÉGÉTAL , en particulier celui du tartre , avec l'alkali fixe végétal , forme le tartre.

Avec l'alkali fixe minéral , le sel appelé de *Seignette* , végétal , ou *polycreste*.

L'acide du vinaigre , qui ne diffère de celui du tartre qu'en quelques circonstances , avec l'alkali

végétal, forme le sel appelé *terre foliée du tartre*.

Avec le cuivre, il forme le verdet, sel fort connu dans le commerce, & poison violent.

Avec le plomb, il forme le sel appelé *sucré de Saturne*, employé dans les arts, & également poison.

Avec le mercure, le sel mercuriel, encore in-nominé, d'un grand usage dans les maladies vé-nériennes. C'est celui de M. Keyser.

Nous nous sommes bornés ici à donner une idée des compositions les plus connues des diffé-rents acides avec diverses substances. Nous au-rions pu en augmenter considérablement le nom-bre, car il n'est pas d'acide qui ne puisse se combi-ner avec presque tous les alkalis, les terres calcaires, & presque tous les métaux; mais ces combi-naisons n'ont guere été encore examinées par les chimistes, & plusieurs même ne l'ont été en au-cune maniere; ce qui fournit un champ bien vaste à de nouvelles recherches.

ARTICLE II.

Du Phlogistique.

LE phlogistique joue un si grand rôle dans la chimie, qu'on ne peut aussi se dispenser d'en donner une idée avant d'aller plus loin.

De tout temps on a reconnu dans les corps sus-ceptibles d'inflammation, un principe particulier, en vertu duquel ils peuvent servir d'aliment au feu. Un charbon, par exemple, de bois ou de terre, étant une fois enflammé, continue de brû-

ler, diminue, & enfin se réduit en cendres. Au contraire, un morceau d'argile rougira au milieu du feu; mais, laissé à lui-même, il ne jettera aucune flamme, le feu dont il étoit pénétré se dissipera, & le morceau d'argile restera tel qu'il étoit. Il y avoit donc dans le charbon un principe d'inflammabilité combiné avec la partie terreuse du charbon, & qui a servi d'aliment à la flamme ou au feu, qui a enfin été détruit ou exhalé par l'application du feu; principe qui n'existe point dans l'argile, dans la pierre, dans le verre, & une multitude d'autres corps. C'est-là ce que les chimistes modernes ont appelé le *phlogistique*. Les corps gras, huileux, le contiennent éminemment; car, le feu y étant appliqué, ils sont consumés presque dans leur totalité, & ne laissent que très-peu de charbon.

Les métaux, tant qu'ils sont sous la forme métallique, contiennent du phlogistique; car, réduisez par une combustion continuée, du plomb, par exemple, en chaux; ce ne sera plus qu'une matière terreuse, qui, par la fusion, sera semblable au verre, & inaltérable comme lui. Mais à ce verre ou à cette chaux en fusion, ajoutez des matières grasses ou de la poussière de charbon; vous verrez aussi-tôt ce verre redevenir métal, & se séparer des autres matières vitrifiées avec lesquelles il étoit confondu. C'est-là, pour l'observer en passant, le principe de la métallurgie; car le minerai préparé par le grillage, ou fortant de la mine, n'est ordinairement qu'en état de chaux; mais en le stratifiant dans le fourneau avec le charbon, on lui présente le phlogistique, qui, se combinant avec lui, le rétablit sous la forme de métal; & c'est par-là qu'il se dégage.

des autres terres vitrifiées, qui ne sont pas susceptibles de se combiner avec le phlogistique: il va au fond, & ces autres matières surnagent.

On ne peut pas avoir le phlogistique seul, ce qui donne lieu de croire que c'est un être simple; mais on l'ôte à un corps, on le lui rend, en le faisant passer d'un corps à un autre.

Le corps le plus simple résultant de la combinaison du phlogistique, est le soufre, qu'on démontre n'être que la combinaison de l'acide vitriolique avec ce principe: on le démontre, dis-je, par l'analyse & la recomposition; car le soufre brûlé produit de l'acide vitriolique encore faiblement combiné avec quelque peu de phlogistique; & au moyen de l'acide vitriolique & du phlogistique du charbon, on refait du soufre tout-à-fait semblable au soufre naturel.

Ce principe aujourd'hui appelé *phlogistique*, étoit connu, mais imparfaitement, des anciens chimistes, sous le nom de *soufre*; mais le soufre n'étant pas un corps simple, ou du moins n'étant pas aussi simple que le phlogistique, il ne sauroit être un principe: d'ailleurs il n'y a pas plus de soufre dans un morceau de bois ou dans un charbon, que de nitre dans l'air. C'est la ressource des physiciens de collège, qui, ne sachant ni ce que c'est que le soufre, ni ce que c'est que le nitre, croient avoir tout expliqué quand ils ont, à tout hasard, mis en jeu des nitres & des sulfures.

Les chimistes qui cherchent au hasard la pierre philosophale, ont aussi la tête & les discours fort embrouillés de tous ces sulfures. Quand on rencontre aujourd'hui de ces hommes, on peut dire à coup sûr, c'est un ignorant en chimie, ou un adepte, c'est-à-dire un visionnaire.

ARTICLE III.

Des Affinités.

NOUS ne pouvons pareillement nous dispenser de dire ici quelque chose de ce qu'on appelle *affinités*; car elles sont la clef de l'explication d'une foule de compositions & de décompositions chimiques.

On appelle *affinité*, la force avec laquelle deux substances tendent à s'unir & se maintiennent dans leur union. Ainsi, par exemple, de l'acide vitriolique versé sur une terre calcaire, s'en empare, se combine avec elle molécule à molécule, & forme un mixte qui n'est ni terre, ni acide pur; mais, à cette dissolution, ajoutez de l'alkali fixe, soit végétal, soit minéral, la terre calcaire sera chassée de sa place, l'acide vitriolique s'emparera de l'alkali fixe, en abandonnant la première, & formera un nouveau sel.

Il y a donc une tendance à se réunir entre les molécules de la pierre calcaire & celles de l'acide vitriolique, & conséquemment une force qui maintient cette union; car ce fluide, quoique mixte, passe à travers les filtres: d'où il résulte que ce n'est pas une simple division & interposition des parties de la pierre entre celles du fluide dissolvant, comme le pensoient & le pensent encore les physiciens qui n'ont aucune teinture de chimie. Ils se demandent en effet, pourquoi les parties du fer dissous par un acide, se soutiennent dans la liqueur, malgré leur excès de pesanteur spécifique? Cela est inexplicable dans leur physique.

Mais si chaque partie du fer est unie à chaque partie du fluide dissolvant, cela ne fait plus de difficulté; & en admettant ce principe, en admettant aussi une inégalité de force dans cette tendance, suivant la différente nature des substances, tous les phénomènes chimiques s'expliquent si facilement, qu'on ne peut se refuser à admettre cette force dans les particules des corps.

On a d'ailleurs des preuves positives de la force avec laquelle adhérent des surfaces polies, même indépendamment de tout fluide environnant. Rien donc de plus naturel que de concevoir une pareille force entre les particules insensibles des corps; il suffit de leur concevoir de petites facettes de différentes formes & grandeurs, par lesquelles elles adhéreront avec une force qui pourra suivre des lois fort compliquées, puisqu'elle pourra dépendre de l'étendue de la facette, de la densité de la particule & de sa forme; car tout cela peut la faire varier de bien des manières.

Ces affinités ou tendances sont en effet très-inégaux; & pour en donner un exemple, la force par laquelle la terre calcaire se combine avec l'acide vitriolique, est moindre que celle par laquelle se combine avec lui un alkali quelconque. C'est-là la raison pour laquelle cet alkali se substitue à la place de la terre calcaire. En général, tous les acides ont plus d'affinité avec les alkalis qu'avec les terres calcaires, avec celles-ci qu'avec les métaux, avec certains métaux qu'avec d'autres; ce qui fournit des moyens faciles de décomposer certains mixtes. Nous en donnerons des exemples aussi instructifs que curieux.

ARTICLE IV.

Des Dissolutions & Précipitations.

LA dissolution est une opération par laquelle un fluide se combine avec les molécules d'un solide ou d'un autre fluide, en sorte que chaque particule de l'un contracte adhérence avec chaque particule de l'autre. Cette union ou adhérence est produite par l'affinité de ces particules entr'elles; car s'il n'y a pas affinité plus ou moins grande, il ne sçauroit y avoir dissolution.

La dissolution ne consiste pas dans une simple atténuation des corps dissous, & une interposition de ses molécules entre celles du fluide. Quand il n'y a qu'une pareille interposition, la séparation ne tarde pas de se faire.

La précipitation se fait, lorsque les molécules du corps dissous, étant abandonnées par le dissolvant, tombent au fond de la liqueur. Cela se fait quelquefois par la simple diminution de la force de ce dissolvant, procurée en l'étendant de beaucoup d'eau; mais le plus souvent cela se fait en présentant au dissolvant un corps avec lequel il ait plus d'affinité qu'avec le corps déjà dissous. Par exemple, si, de l'acide nitreux tenant en dissolution une terre calcaire, on met dans la dissolution un alkali fixe, l'acide saisira l'alkali, à cause de sa plus grande affinité, & abandonnera la terre, qui tombera au fond du vase.

D'autres fois la précipitation se fait, parce que l'on a présenté à la dissolution un corps qui, en se combinant avec le corps dissous, forme un

nouveau mixte insoluble dans le dissolvant : alors il se précipite au fond ; on en a un exemple dans l'opération suivante. Si l'on fait dissoudre une terre calcaire dans l'acide nitreux ou marin, & qu'on y verse de l'acide vitriolique, ce dernier s'empare de la terre, & forme avec elle un sel connu sous le nom de sélénite. Mais comme la sélénite n'est pas soluble dans les premiers acides, ni même dans l'eau, à moins qu'elle ne soit en très-grande quantité, elle se précipite au fond. Pareille chose se passe lorsque, dans une solution de mercure par l'acide nitreux, on verse de l'acide vitriolique : la poussière précipitée au fond, est ce qu'on nomme le *précipité blanc*.

ARTICLE V.

De l'Effervescence & de la Fermentation ; leur différence.

RIEN de plus commun, parmi ceux qui n'ont qu'une foible teinture de chimie, que de confondre ces deux choses, qui sont néanmoins essentiellement différentes ; & il faut convenir que, jusqu'à ces derniers temps, les chimistes François confondoient ces termes, quoiqu'ils ne confondissent pas les opérations qu'elles désignent.

L'effervescence est le mouvement joint à la chaleur qui accompagne fréquemment une dissolution. Lorsque, par exemple, on jette quelque peu d'acide nitreux sur de la limaille de cuivre, ou de l'acide vitriolique sur celle de fer, lorsqu'on met une goutte des mêmes acides sur une terre

calcaire, il se fait tout de suite une violente ébullition, jusqu'à ce que la combinaison étant faite, le tout se rasseoit, & la liqueur devient transparente. Voilà l'effervescence. Ainsi on dit que les acides font d'ordinaire effervescence avec les alkalis, les métaux, les terres calcaires.

Mais la fermentation est toute autre chose: c'est le mouvement intestin & spontanée qui se produit dans certaines liqueurs extraites du genre végétal, & qui, de douces ou insipides, les rend spiritueuses ou vineuses. Le moût, par exemple, ou le jus des raisins pressés ou foulés, n'est pas du vin; il n'y a pas une seule goutte d'esprit, mais il y en a les principes. Cette liqueur exposée à une chaleur modérée, se trouble d'elle-même, s'agite intérieurement, bouillonne; & lorsque ce bouillonnement est appaisé, c'est une liqueur toute nouvelle, spiritueuse, enivrante, &c. Il en est de même de la biere, qui provient de la fermentation du malt, ou de la forte décoction de l'orge préparé d'une certaine maniere. C'est-là, comme l'on voit, une opération bien différente de l'effervescence décrite ci-dessus. Aussi, quand un homme parlant chimie confond ces mots, les oreilles d'un chimiste instruit en sont aussi cruellement choquées, que le seroient celles d'un physicien qui entendroit employer l'horreur du vuide à expliquer un phénomène.



ARTICLE VI.

De la Cristallifation.

ON appelle ainsi cet arrangement particulier que la plupart des sels & même beaucoup d'autres corps affectent de prendre, lorsqu'ayant été dissous dans un liquide, & leurs parties ayant été assez rapprochées les unes des autres par l'évaporation de ce liquide, elles se mettent en groupes. Comme le cristal de roche est le premier des corps dans lequel on ait observé cet arrangement régulier, il a donné son nom à celui que les observations ultérieures des chimistes & des naturalistes ont fait reconnoître dans quantité d'autres corps, & en particulier les sels.

Qu'on fasse en effet dissoudre dans de l'eau, du sel marin; qu'on fasse évaporer la solution jusqu'à un certain point, & qu'on la laisse reposer dans un lieu tranquille & frais, les particules salines étant rapprochées les unes des autres, & se précipitant ensemble au fond du vase, ou s'attachant aux parois du vaisseau, formeront des masses dans lesquelles on ne pourra méconnoître la figure cubique, comme dans le cristal de roche on reconnoît des prismes à six pans terminés en pyramides, & implantés les uns dans les autres. Si, en faisant évaporer le fluide, on provoque la cristallifation à la surface, elle se fait en forme de trémies, qui ne sont formées que de petits cubes amoncelés dans un certain ordre les uns sur les autres, ainsi que l'a fait voir M. Rouelle, qui a fort ingénieusement expliqué ce phénomène.

Si c'étoit du salpêtre tenu en dissolution, les cristaux qu'ils formeroit seroient absolument ressemblants à ceux du cristal de roche, c'est-à-dire formés de prismes exagones, terminés par des pyramides aussi exagones.

Chaque sel enfin affecte sa forme particuliere.

L'alun se cristallise précisément en octaèdres, c'est-à-dire forme une double pyramide quadrangulaire, adossée à une base commune & quarrée.

Le vitriol de fer, ou le vitriol vert, forme des cristaux en cubes obliquangles, ou dont les six faces sont des rhombes à côtés égaux.

Les cristaux du vitriol bleu sont des dodécaèdres comprimés, dont la forme est difficile à être exprimée ici sans un long discours.

Le verdet, ou sel provenant du vinaigre combiné avec le cuivre, forme des cristaux qui sont en parallépipèdes obliquangles.

Le sucre cristallisé, ou candi, forme des prismes quadrangulaires, recoupés obliquement par un plan incliné.

Mais, comme nous l'avons dit plus haut, ce ne sont pas seulement les sels qui, se formant en masses, affectent ces figures régulières, une multitude d'autres corps jouissent de la même propriété; la plupart des mines, des pyrites, sont reconnoissables à leur forme particuliere; le plomb minéralisé affecte, par exemple, beaucoup la forme cubique rectangle ou obliquangle. Il n'est pas jusqu'aux pierres qui n'aient, dans ce cas, leur régularité. Les cristaux de gypse ou de plâtre sont faits en fer de lance; aussi le gypse est-il proprement un sel. Le spath calcaire, connu sous le nom de *cristal d'Islande*, est toujours un parallépipède obliquangle, & incliné dans le sens de

sa diagonale, & dans des angles déterminés. Les métaux enfin, lorsque, se refroidissant lentement, leurs particules ont la liberté de s'arranger, pour ainsi dire, à leur gré; les métaux, dis-je, prennent une forme régulière, remarquée depuis longtemps dans l'antimoine, mais que depuis on a observée dans le fer, le cuivre, le zinc, &c.

Comme ce phénomène est un des plus curieux de la physique, il y auroit matière à un assez long article; mais, contents de donner ici une sorte d'avant-goût de ces phénomènes intéressants, nous nous bornons à renvoyer à l'*Essai de Cristallographie*, de M. Romé Delisle, qui parut en 1772, in-8°.

Nous allons maintenant donner une suite d'expériences chimiques, qui seront en partie une application des principes ci-dessus, ou qui présenteront des phénomènes curieux.

ARTICLE VII.

Diverses Expériences chimiques.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

Comment un corps de nature combustible, peut être sans cesse pénétré de feu sans se consumer?

IL faut renfermer dans une boîte de fer un charbon qui en remplisse toute la capacité, & fonder le couvercle de la boîte. Si vous la jetez ensuite dans le feu, elle y rougira; vous pourrez même l'y laisser plusieurs heures, plusieurs jours; lorsqu'après l'avoir laissé refroidir vous l'ouvrirez, vous trouverez le charbon dans son entier, quoi-

qu'on ne puisse douter qu'il n'ait été pénétré de la matière du feu, tout comme le métal de la boîte dans laquelle il étoit renfermé.

Voici la cause de cet effet. Pour que le charbon & tout autre corps combustible se consume, il faut que le phlogistique ou la partie inflammable puisse s'exhaler; car on sent aisément que ce qui fait qu'un corps est inflammable, doit être de sa nature indestructible, & que le feu ne fait que la dissiper. Mais cette dissipation ne peut avoir lieu dans un vaisseau clos: ainsi le phlogistique reste toujours appliqué à la matière purement terrestre du charbon, par conséquent il doit toujours rester dans le même état.

C'est-là la cause pour laquelle des charbons couverts de cendres tardent beaucoup plus longtemps à se consumer, que s'ils restoient exposés à l'air libre; phénomène qui, quoique connu de tout le monde, seroit difficile à expliquer pour tout physicien qui ignorerait cette propriété du phlogistique, & l'expérience ci-dessus qui la constate.

II^e EXPÉRIENCE.

Transmutation apparente du fer en cuivre, ou en argent, & son explication.

Faites dissoudre du vitriol bleu dans de l'eau, en sorte que cette eau en soit à peu près saturée; plongez alors dans cette solution, de petites lames de fer, ou de la limaille grossière de ce métal: ces petites lames de fer, ou cette limaille, s'y dissoudront, & la liqueur déposera à leur place un limon ou une poussière qui se trouvera être du cuivre.

Si le morceau de fer est trop gros pour être entièrement dissous, il se colorera en cuivre; en sorte que s'il n'est atteint que superficiellement, il semblera qu'il ait été transmuté en ce dernier métal. C'est-là une expérience qu'on fait faire ordinairement à ceux qui vont voir les mines de cuivre; du moins l'ai-je vu faire à celle de Saint-Bel dans le Lyonnais: une clef, plongée pendant quelques minutes dans une eau qu'on recueilloit au bas de la mine, en étoit retirée colorée en cuivre.

Dans une dissolution de mercure par l'acide marin, plongez du fer, ou sur du fer étendez cette dissolution; le fer se colorera en argent. On a vu de hardis charlatans tirer parti de ce jeu chimique, aux dépens de la bourse de gens crédules & ignorants.

REMARQUE.

IL n'y a en effet ici de transmutation que pour ceux qui ignorent entièrement la chimie. Le fer n'est point changé en cuivre; mais le cuivre tenu en solution par la liqueur imprégnée d'acide vitriolique, est simplement déposé à la place du fer, dont l'acide se charge en même temps qu'il abandonne le cuivre. En effet, toutes les fois qu'on présente à un menstree tenant une substance quelconque en dissolution, une autre substance qu'il dissout avec plus de facilité, il abandonne cette première, & se charge de la seconde. Cela est si vrai, que la liqueur qui a déposé le cuivre étant évaporée, donne des cristaux de vitriol vert, que tout le monde sçait être formés de la combinaison de l'acide vitriolique avec le fer. C'est aussi ce que l'on pratique en grand dans cette mine: on met la
liqueur

liqueur en question, qui n'est qu'une solution assez forte de vitriol bleu, dans des tonneaux ou de grands réservoirs carrés; on y plonge de la vieille ferraille, qui au bout de quelque temps disparoît; & l'on trouve à sa place un limon qu'on porte à la fonderie, & dont on tire du cuivre. On fait évaporer jusqu'à un certain point la liqueur ainsi chargée de fer, & l'on y plonge des baguettes de bois, qui se couvrent de cristaux de vitriol vert, qui sont d'un débit courant dans le commerce.

Cette expérience se fera également, en dissolvant du cuivre dans de l'acide vitriolique, & en étendant ensuite un peu, si l'on veut, cette solution. C'est une nouvelle preuve que la liqueur ne fait que déposer le cuivre dont elle étoit chargée.

III^e EXPÉRIENCE,

Où l'on précipite successivement diverses substances, par l'addition d'une autre dans la solution.

On a vu dans l'expérience précédente, le cuivre précipité par le fer; nous allons présentement précipiter le fer lui-même. Pour cet effet, jetez dans la solution du fer, un morceau de zinc: à mesure qu'il s'y dissoudra, le fer tombera au fond du vase; & l'on reconnoîtra aisément que c'est du fer, car cette poussière sera attirable à l'aimant.

Voulez-vous présentement précipiter le zinc, vous n'avez qu'à jeter dans cette solution un morceau de pierre calcaire, de marbre blanc, par exemple, ou d'une autre pierre quelconque dont on peut faire de la chaux; l'acide vitriolique attaquera cette nouvelle matière, & laissera tomber au fond du vase une poussière qui sera du zinc.

Pour précipiter maintenant cette terre calcaire, vous n'avez qu'à verser dans la liqueur, de l'alkali volatil fluide, ou y jeter de cet alkali volatil sous la forme concrete ou solide; la terre sera abandonnée par l'acide, & sera déposée au fond du vase.

Vous précipiterez également, & même encore mieux, cette terre calcaire, en versant dans la liqueur de l'alkali fixe en solution, comme l'est ordinairement l'alkali fixe végétal, ou en y jetant de l'alkali fixe minéral.

REMARQUE.

C'EST par un effet semblable, que les eaux dures décomposent le savon au lieu de le dissoudre, & laissent tomber au fond une quantité plus ou moins grande de terre calcaire. Voici comment cela se fait.

Les eaux dures ne le sont ordinairement, que parcequ'elles tiennent en solution de la sélénite ou du gypse, qui n'est qu'une combinaison d'acide vitriolique avec une terre calcaire, soit que cette eau ait roulé à travers des bans de sélénite, soit que, contenant des sels vitrioliques, elle ait coulé sur des bans de terre calcaire, qu'elle aura dû attaquer.

D'un autre côté, le savon n'est qu'une combinaison assez forcée d'un alkali fixe avec l'huile ou une autre matiere grasse; combinaison qui n'est pas d'une grande tenacité.

Lors donc que l'on fait dissoudre du savon dans une eau séléniteuse, l'acide vitriolique de la sélénite ayant plus de tendance à s'unir avec l'alkali fixe du savon qu'avec la terre calcaire qui entre dans la composition de la sélénite, il

abandonne cette terre, se combine avec l'alkali fixe, en sorte que le savon est décomposé; & comme l'huile est immiscible avec l'eau, elle s'y disperse en petits flocons, tandis que la terre calcaire de la sélénite tombe au fond.

Voilà un nouvel exemple de l'usage de la chimie pour rendre raison de certains effets vulgaires, que tout physicien, qui n'est pas éclairé de son flambeau, ne sçauroit expliquer, au grand scandale des hommes ignorants, qui lui feroient volontiers la réprimande de la bonne-femme à l'astrologue tombé dans un puits.

IV^e EXPÉRIENCE.

Avec deux liqueurs, chacune transparente, produire une liqueur noirâtre & opaque: Maniere de faire de bonne Encre.

Ayez d'un côté une solution de vitriol ferrugineux ou vert, & de l'autre une infusion de noix de galle, ou de quelqu'autre matière végétale & astringente, comme les feuilles de chêne, bien tirée au clair & filtrée; mélangez une liqueur avec l'autre: vous verrez aussitôt le composé s'obscurcir, & devenir noir & opaque.

Si vous laissez néanmoins reposer la liqueur, la partie noire qui y étoit d'abord suspendue, tombera au fond & la laissera transparente.

REMARQUE.

CETTE expérience donne la raison de la formation de l'encre ordinaire; car l'encre que nous employons n'est autre chose qu'une solution de vitriol vert, mélangée avec l'infusion de noix de galle, & de la gomme. La cause de sa noirceur

n'est autre que l'effet de la propriété de la noix de galle, de précipiter en noir ou en bleu foncé le fer tenu en solution par l'eau imprégnée d'acide vitriolique. Mais comme ce fer ne tarderoit pas à tomber au fond, pour le prévenir, on y met de la gomme qui donne à l'eau une viscosité suffisante pour empêcher que ce fer, comme infiniment atténué, ne se précipite.

Le lecteur ne sera peut-être pas fâché de trouver ici la maniere de faire de très-bonne encre.

Prenez, de noix de galle une livre, de gomme arabique six onces, de couperose verte six onces, de l'eau commune ou de la biere quatre pintes; concassez la noix de galle, & faites-la infuser à une chaleur douce pendant 24 heures, & sans bouillir. Ajoutez la gomme concassée, & laissez-la dissoudre; enfin ajoutez le vitriol vert, il donnera aussi-tôt la couleur noire. Vous passerez le mélange au tamis, & vous aurez une encre dont vous pourrez vous servir aussi-tôt.

Ve EXPÉRIENCE.

Comment on peut produire des vapeurs inflammables & fulminantes.

Mettez dans une bouteille de médiocre capacité, & dont le col soit un peu large & pas trop long, trois onces d'huile ou d'esprit de vitriol, avec douze onces d'eau commune. Il faut faire un peu chauffer ce mélange; après quoi vous y jetterez à diverses reprises une once ou deux de limaille de fer: il se fera une ébullition violente, & il sortira du mélange des vapeurs blanches. Présentez une bougie à l'ouverture de la bouteille; ces

vapeurs prendront feu, & feront une fulmination violente; ce que vous pourrez réitérer même plusieurs fois, tant que la liqueur fournira de semblables vapeurs.

Il n'est pas bien difficile d'expliquer ce phénomène, quand on sçait que l'acide vitriolique, en s'unissant avec le fer, le prive d'une grande quantité de son phlogistique ou de son principe inflammable.

V I^e EXPÉRIENCE.

La Chandelle philosophique.

Ayez une vessie, dont l'orifice soit garni d'un tube de métal de quelques pouces de longueur, qui puisse s'adapter dans le col de la bouteille où vous ferez le mélange de l'expérience précédente. Après en avoir laissé sortir l'air expulsé par la vapeur ou le fluide élastique qui est produit par la dissolution, appliquez au col de cette bouteille l'orifice de la vessie, dont vous aurez auparavant exprimé l'air avec soin: elle se remplira du fluide élastique produit par la dissolution du fer. Lorsqu'elle sera pleine, retirez-la, & appliquez à l'orifice la flamme d'un flambeau; cette vapeur s'enflammera, & brûlera lentement; ensorte que si vous comprimez la vessie, vous aurez un beau jet de flamme d'un vert jaunâtre. Voilà ce que les chimistes ont appelé *la chandelle philosophique*, ou *des chimistes*.

V I I^e EXPÉRIENCE.

Comment on peut faire, par une composition chimique, un volcan artificiel.

On doit à M. Lémery cette curieuse expé-

rience, qui sert à rendre une raison assez sensible & assez vraisemblable des volcans.

Faites un mélange de parties égales de limaille de fer & de soufre pulvérisé ; réduisez-le en pâte avec de l'eau, & enfouissez une forte quantité de cette pâte, comme une cinquantaine de livres, à un pied environ sous terre : si le temps est chaud, vous verrez, après une dizaine d'heures environ, la terre se boursoffler, se crever, & sortir des flammes qui agrandiront les ouvertures, & répandront à l'entour une poudre jaune & noirâtre.

Il est probable que ce qui se passe ici en petit, se passe en grand dans les volcans ; car on sçait d'abord, que les volcans fournissent toujours du soufre en quantité ; on sçait de plus, que les matières qu'ils rejettent abondent en particules métalliques & probablement ferrugineuses, car il n'y a que le fer qui ait la propriété de faire effervescence avec le soufre lorsqu'on les mélange ensemble.

Or il est aisé de concevoir par ce que produit une petite quantité du mélange ci-dessus, de celui que produiroit une quantité de plusieurs milliers ou millions de livres d'un pareil mélange : on ne peut douter qu'il n'en résultât des phénomènes aussi redoutables que ceux des tremblements de terre, & des volcans qui les accompagnent ordinairement.

VIII^e EXPÉRIENCE.

Composition de l'Or fulminant.

Faites une eau régale, en mêlant à quatre parties d'esprit de nitre, une de sel ammoniac ; jetez-y des fragments d'or de coupelle : lorsque la solution sera faite, vous verserez dans la liqueur de la

solution d'alkali fixe, ou autrement de l'huile de tartre par défaillance: l'or se précipitera au fond en forme de poudre jaune, que vous retirerez en versant la liqueur. Il faudra ensuite verser sur cette poudre de l'eau chaude pour la laver, enfin la sécher: vous aurez de l'or fulminant.

Pour en faire l'expérience, vous en prendrez une très-petite quantité, que vous mettrez sur la pointe d'une lame de couteau. Cette lame étant mise sur la flamme d'une bougie, lorsqu'elle sera échauffée à un certain point, la poudre s'enflammera, & fera une explosion terrible, & incomparablement plus grande que celle d'une quantité semblable de poudre à canon.

Ce n'est pas seulement l'application du feu qui peut faire fulminer l'or ainsi préparé; le simple frottement produit cet effet. On a vu quelques particules d'or fulminant engagées entre le col d'un flacon & le bouchon, pendant qu'on le fermoit, faire explosion, briser le flacon en mille piéces, blesser & estropier celui qui le tenoit. Pareille chose arriveroit inmanquablement, si l'on s'avisoit de triturer cet or dans un mortier, ou d'entreprendre de le faire fondre, pour le réduire en masse métallique, sans des préparatifs convenables.

REMARQUE.

L'OR ne seroit pas fulminant, si l'eau régale étoit faite avec un mélange d'esprit de nitre & d'esprit de sel marin, ou d'esprit de nitre dans lequel on auroit mis du sel marin, (car ce sont autant de manières de faire de l'eau régale,) & si l'on précipitoit l'or avec l'alkali fixe; car il faut, pour que l'or devienne fulminant, qu'il entre ou dans

l'eau régale, ou dans le précipitant, de l'alkali volatil.

Si donc vous employiez pour dissoudre l'or, une eau régale faite avec l'esprit de nitre & celui de sel marin, il faudroit précipiter l'or avec l'alkali volatil; vous aurez encore de l'or fulminant.

Pour lui ôter sa propriété fulminante, il faut verser dessus, ou de l'acide vitriolique, ou de l'alkali fixe en dissolution: il se fait par-là avec ce qui constitue l'or fulminant une combinaison qui le lui enleve; & après l'avoir lavé, on le retrouve en poudre, qu'on peut réduire sans danger par les voies ordinaires.

IX^e EXPÉRIENCE.

Composition de la Poudre fulminante.

Il faut mélanger ensemble trois parties de nitre, deux d'alkali fixe bien desséché, & une de soufre; mettre ensuite ce mélange dans une cuillère de fer, qu'on exposera à un feu doux, capable néanmoins de fondre le soufre: lorsqu'il sera parvenu à un certain degré de chaleur, il détonnera avec un fracas épouvantable, & tel qu'un coup de canon.

Cela n'arriveroit pas, si cette poudre étoit exposée à un feu trop violent; il n'y auroit alors que les parties les plus exposées au feu, & en petite quantité, qui détonneroient tout-à-coup, ce qui diminueroit de beaucoup l'effet.

Si on la jetoit sur le feu, elle ne détonneroit pas non plus, & elle ne produiroit guere d'autre effet que le nitre pur, qui détonne bien, mais sans explosion.

X^e EXPÉRIENCE.

Liqueur qui se colore & se décolore alternativement, en permettant ou interceptant le contact de l'air extérieur avec elle.

Faites digérer, c'est-à-dire dissoudre lentement, au moyen d'une chaleur modérée, du cuivre dans une forte solution d'alkali volatil : à mesure que cette solution attaquera le cuivre, elle se colorera d'un beau bleu. Mettez la liqueur dans une petite bouteille qui en soit à peu près pleine, & bouchez-la exactement : la couleur s'affoiblira peu à peu, & enfin disparaîtra. Ouvrez la bouteille, elle se colorera de nouveau peu à peu, & ainsi alternativement, tant qu'on le voudra.

XI^e EXPÉRIENCE.

Prétendue production d'un nouveau Fer.

Prenez de l'argile, ou des cendres de végétaux ou d'animaux brûlés, promenez-y un barreau d'acier aimanté ; vous en tirerez souvent quelques parcelles de fer qui s'y attacheront. Vous vous assurerez par-là qu'il n'y a point de fer en nature dans cette terre ou dans ces cendres.

Mélangez ensuite cette terre ou ces cendres avec du charbon en poudre, ou faites-en une pâte avec de l'huile de lin, & mettez le tout dans un creuset, que vous tiendrez rouge pendant quelque temps, mais pas assez pour produire une vitrification : lorsque cette masse sera refroidie & remise en poussière, vous y promèneriez un barreau de fer aimanté ; il s'y attacherait encore un grand nombre de parcelles de fer.

REMARQUE.

ON a prétendu donner cette expérience comme une preuve qu'on pouvoit, avec de l'argile & de l'huile de lin, produire du fer. Un chimiste célèbre de l'Académie, a même été dans cette idée, & ne paroît pas l'avoir abandonnée, malgré la contradiction qu'il essuya de la part d'un de ses confreres. Mais je ne crois pas qu'il y ait plus aucun chimiste qui voie là une production du fer.

En effet, on auroit tort de penser, qu'après avoir retiré de l'argile le peu de fer qu'y trouve d'abord le barreau aimanté, il n'y en reste plus. L'aimant n'attire que le fer dans son état métallique, ou en approchant beaucoup; mais il ne laisse pas d'y en en rester qui est en l'état d'ocre, ou de fer plus ou moins dephlogistiqué: dans cet état, il n'est plus attirable à l'aimant, ainsi que le prouve l'expérience faite sur l'ocre formée artificiellement par la torrèfaction du fer, ou sur la rouille.

Il est d'ailleurs reconnu que le fer est de tous les métaux le plus universellement répandu sur la terre: c'est-lui qui est le principe de la couleur des argiles; & tant qu'une argile est colorée, elle contient du fer.

Que fait donc la torrèfaction de l'argile avec la poussière du charbon ou l'huile de lin, ou toute autre huile ou corps gras quelconque, qui contient éminemment le phlogistique? Rien autre chose que de présenter à cette ocre de fer, du phlogistique qui, en revivifiant quelques parcelles, les rend attirables à l'aimant. Voilà toute la merveille de cette opération.

Mais, dira-t-on, quelle apparence y a-t-il que des cendres de bois contiennent du fer? Nous

répondons à cela, que le fer étant répandu avec la plus grande abondance dans la nature, il n'est presque aucune terre qui n'en contienne; qu'il est susceptible d'une atténuation prodigieuse; & que dissous dans les liqueurs, il passe avec elles, en partie du moins, par les filtres: ainsi il a pu facilement s'élever avec la sève des plantes: il circule dans le corps humain avec le sang: enfin, c'est une vérité aujourd'hui reconnue par les chimistes, qu'il y a des molécules de fer dans presque tous les corps; & même on croit que c'est ce métal qui colore les plantes, avec le concours de la lumière; en sorte que, sans le fer ou sans la lumière, les plantes n'auroient aucune autre couleur que la blanche.

XII^e EXPÉRIENCE.

Avec deux liquides mélangés, former un corps solide, ou du moins ayant de la consistance.

Faites une solution d'alkali fixe très-concentré; faites-en une autre de nitre à base terreuse*, également très-concentrée; mêlez les deux solutions ensemble: il se fera une précipitation très-abondante d'une matière qui prendra une sorte de solidité.

Cela a paru à quelques chimistes assez merveilleux pour leur faire donner à cette opération le nom de *miracle chimique*, & c'est sous ce nom qu'on la connoît. Il n'y a pourtant ici rien de fort merveilleux, car voici ce qui se passe. Les deux solutions étant mélangées, l'acide nitreux abandonne la terre pour s'emparer de l'alkali fixe;

* Le nitre à base terreuse, est une combinaison de l'acide nitreux avec une terre calcaire.

cette terre se précipite, & forme le corps solide qui résulte de ce mélange.

Voici une autre opération qu'on pourroit à plus juste titre appeler *miracle chimique*. On en doit la remarque à M. de Laffonne, premier médecin de la Reine.

XIII^e EXPÉRIENCE.

Former une combinaison qui étant froide soit liquide, & au contraire, étant échauffée, devienne consistante en forme de gelée.

Prenez parties égales d'alkali fixe, soit végétal, soit minéral, & de chaux vive bien pulvérisée; mettez-les ensemble dans une quantité d'eau suffisante, que vous soumettez à une forte & prompte ébullition; filtrez ce qui en résultera: cette liqueur passera d'abord avec difficulté par le filtre, ensuite plus facilement. Conservez-la dans une bouteille bien close; faites-la de nouveau bouillir promptement, soit dans la bouteille, soit dans un autre vase: vous la verrez se troubler, & prendre tout de suite la consistance d'une colle très-épaisse. Laissez-la refroidir, elle reprendra sa transparence & sa liquidité, & cela à plusieurs reprises.

M. de Laffonne a fait beaucoup d'expériences pour démêler la cause d'un phénomène si singulier, & il en assigne une raison satisfaisante. Mais nous croyons devoir renvoyer aux *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1773.

XIV^e EXPÉRIENCE.

Faire paroître tout-à-coup un éclair dans une chambre, quand on y entrera avec un flambeau allumé.

Il faut faire dissoudre du camphre dans de l'esprit de vin; placez ensuite le vase dans une chambre petite & bien close, & faites évaporer l'esprit de vin par une forte & prompte ébullition: lorsque vous entrerez peu après dans cette chambre avec un flambeau, l'air s'enflammera, mais sans aucun danger, tant cette inflammation sera prompte & de peu de durée.

On obtiendrait probablement le même effet, en remplissant l'air d'une chambre d'une poussière épaisse de la semence d'un certain lycoperdon, qui est inflammable; car cette semence, qui est très-menue & comme une poussière, s'enflamme tout comme la poix-résine pulvérisée, dont on se sert pour les flambeaux des furies & pour faire des éclairs dans l'opéra; & l'on ferait peut-être bien de l'y substituer, parcequ'elle ne produit pas l'odeur grave & désagréable qui résulte de la poix-résine brûlée, & qui empoisonne les spectateurs.

XV^e EXPÉRIENCE.

Des Encres sympathiques, & de quelques Jeux qu'on exécute par leur moyen.

On appelle *encres sympathiques* ou de *sympathie*, certaines liqueurs qui, seules ou dans leur état naturel, sont sans couleur, mais qui, par l'addition d'une autre liqueur ou de quelque circonstance,

tance particuliere , prennent de la couleur , quelle qu'elle soit.

La chimie présente un grand nombre de liqueurs de cette espece , dont nous allons faire connoître les principales & les plus curieuses.

1. Ecrivez avec une solution de vitriol vert , dans laquelle néanmoins vous aurez ajouté un peu d'acide : cette solution étant absolument décolorée , on ne verra point l'écriture : lorsque vous la voudrez voir , plongez-la dans une eau où aura été infusée de la noix de galle , ou imbinez le papier avec une éponge plongée dans cette eau ; l'écriture paroîtra aussi-tôt. En effet , il est aisé , pour qui a compris la 4^e expérience , de voir qu'il se forme ici une encre sur le papier. Dans la formation de l'encre , on combine les deux ingrédients avant que de s'en servir pour écrire ; ici l'on ne les combine que l'écriture faite : voilà toute la différence.

2. Si vous voulez une encre qui se coloreroit en bleu , après avoir écrit avec la solution acide de vitriol vert , vous humecterez l'écriture avec la liqueur suivante.

Faites détonner avec un charbon ardent 4 onces de nitre avec 4 onces de tartre ; vous mettez ensuite cet alkali dans un creuset , avec 4 onces de sang de bœuf desséché , & vous couvrez le creuset d'un couvercle percé seulement d'un petit trou ; calcinez ce mélange à un feu modéré , jusqu'à ce qu'il ne sorte plus de fumée , après quoi vous ferez rougir le tout médiocrement ; la matiere qui en sortira , vous la plongerez encore toute rouge dans deux pintes d'eau , où elle se dissoudra en faisant bouillir cette eau ,

que vous réduirez environ à la moitié: vous aurez une eau avec laquelle, si vous humectez l'écriture tracée de la manière ci-dessus, elle prendra aussitôt une belle couleur bleue. Car, dans cette opération, il se forme, au lieu d'une encre noire, un bleu de Prusse.

3. Dissolvez du bismuth dans de l'acide nitreux, ce sera la liqueur avec laquelle vous écrirez.

Pour la faire paroître, vous vous servirez de la liqueur suivante. Faites bouillir une forte solution d'alkali fixe sur du soufre en poudre très-fine, jusqu'à ce qu'il en ait dissous autant qu'il se peut: il en résultera une liqueur qui exhalera, on l'avoue, une odeur fort désagréable. Exposez aux vapeurs qui en sortiront l'écriture ci-dessus, elle se colorera en noir.

4. Mais de toutes les encres sympathiques, la plus curieuse est celle qu'on fait au moyen du cobalt. C'est un phénomène fort remarquable, que celui de voir paroître & disparoître alternativement, & à son gré, des caractères ou des dessins tracés avec cette encre; & c'est une propriété qui lui est particulière, car les autres encres sympathiques sont à la vérité invisibles, tant qu'on ne leur applique pas l'ingrédient qui doit servir à les faire paroître; mais, ayant une fois paru, ils ne s'effacent plus. Celle qu'on fait avec le cobalt, paroît & disparoît presque tant qu'on veut.

Pour faire cette encre, il faut prendre du safre, que l'on trouve chez les droguistes; faites-le digérer dans l'eau régale, enforte qu'elle en tire ce qu'elle peut en dissoudre, c'est-à-dire la terre métallique du cobalt, qui colore le safre en bleu; vous étendrez ensuite cette dissolution, qui est très-

caustique, avec l'eau commune, & vous pourrez vous en servir comme d'encre pour écrire sur le papier. Les caractères seront invisibles, car cette solution est sans couleur sensible; mais si vous les exposez à une chaleur suffisante, ils paroîtront en vert. Lorsque vous les aurez laissé refroidir, ils disparoîtront de nouveau.

Il faut pourtant observer que si on chauffoit trop fort le papier, ils ne disparoïtroient plus.

REMARQUE.

ON exécute par le moyen de cette encre quelques jeux assez ingénieux & assez amusants; tels que ceux-ci.

1. *Faire un tableau qui représente alternativement l'hiver & l'été.*

Faites un paysage dont la terre, les troncs d'arbres, les branches, soient peintes avec les couleurs ordinaires, & appropriées au sujet; mais dessinez & lavez les herbes, les feuilles des arbres, avec la liqueur ci-dessus: vous aurez un tableau qui, à la température ordinaire de l'air, représentera une campagne privée de sa verdure: mais faites-le chauffer suffisamment, & point trop, vous le verrez se couvrir de plantes, de feuilles, en sorte qu'il représentera alors le printemps.

On a fait & l'on fait encore, je crois, à Paris, des écrans peints de cette manière. Ceux à qui on les donne, & qui ignorent l'artifice, sont bien étonnés de voir, peu après qu'ils s'en sont servis au devant du feu, le tableau qu'ils présentent absolument changé.

2. *L'Oracle*

2. *L'Oracle magique.*

On écrit sur plusieurs feuilles de papier, des questions avec de l'encre ordinaire; & au dessous on écrit les réponses avec la dernière encre sympathique. On doit avoir plusieurs feuilles portant la même question & des réponses différentes, afin que l'artifice soit moins aisé à soupçonner.

Ayez ensuite une boîte, que vous appellerez *l'autre de la Sibylle*, ou autrement, & qui dans son couvercle contiendra une plaque de fer très-chaude, en sorte que son intérieur puisse être échauffé jusqu'à un certain degré.

Après avoir fait choisir des questions, vous prendrez les feuilles choisies, & vous direz que vous allez les envoyer à la Sibylle ou à l'Oracle pour en avoir la réponse, & vous les placerez dans la boîte échauffée; enfin, après quelques minutes, vous les retirerez, & vous montrerez les réponses écrites. Il faut bien vite remettre à part ces feuilles; car si elles restoient entre les mains des témoins du tour, ils s'apercevraient que les réponses s'effacent peu à peu, à mesure que le papier se refroidit.

XVI^e EXPÉRIENCE.*Des Végétations métalliques.*

C'est un spectacle des plus curieux de la chimie, que de voir s'élever dans un vase une espèce d'arbrisseau, de le voir pousser des branches, quelquefois même des espèces de fruits. Cette image trompeuse de la végétation, a fait donner à cette opération le nom de *végétation chimique ou métallique*; & c'est probablement par un semblable

artifice qu'on en a imposé à quelques hommes de bonne foi, qui ont cru voir réaliser la palingénésie. Quoi qu'il en soit, voici les plus curieuses de ces especes de végétations, qui ne sont dans le fait qu'une sorte de cristallisation.

Arbre de Mars.

Dissolvez dans de l'esprit de nitre médiocrement concentré, de la limaille de fer, jusqu'à saturation. Ayez ensuite de la solution d'alkali fixe de tartre, communément appelée huile de tartre *per deliquium*; vous la verserez peu à peu dans la première solution: il se fera une forte effervescence, après laquelle le fer, au lieu de tomber au fond du vase, s'élèvera au contraire le long de ses parois, le tapissera en dedans, & formera une multitude de branchages amoncelés les uns sur les autres, qui débordera souvent, & se répandra sur les parois extérieures du vase, avec toute l'apparence d'une plante. Si, ce qui arrivera quelquefois, il se répand de la liqueur, il faut avoir soin de la recueillir & de la remettre dans le vase; elle formera de nouveaux branchages, qui contribueront à augmenter la masse de cette espece de végétation.

Pl. 8, On donne ici les représentations de deux de fig. 46. ces végétations, tirées d'un mémoire de M. Lémery, fils, & inséré parmi ceux de l'Académie, année 1706. On lit une explication assez vraie semblable de ce phénomène parmi ceux de 1707.

Arbre de Diane.

On appelle cette végétation *arbre de Diane*, parcequ'elle est formée au moyen de l'argent;

comme la précédente est nommée *arbre de Mars*, parceque c'est le fer qui la produit. Pour faire cette seconde, voici deux procédés, l'un de M. Lémery, l'autre de M. Homberg.

Faites dissoudre une once d'argent de coupelle dans une quantité suffisante d'esprit de nitre très-pur & d'une force médiocre; vous mettrez ensuite cette dissolution dans un bocal, & vous l'étendrez dans environ vingt onces d'eau distillée; vous y ajouterez enfin deux onces de mercure, & vous laisserez le tout en repos: dans l'espace de quarante jours il se formera sur le mercure une espece d'arbre qui, par ses branchages, imitera beaucoup une végétation naturelle.

Si l'on trouve ce procédé, du reste fort simple, un peu trop long, voici celui de M. Homberg, au moyen duquel la curiosité est aussi-tôt satisfaite.

Amalgamez ensemble (c'est-à-dire mêlez, au moyen de la trituration, dans un mortier de porphyre & avec un pilon de fer,) deux gros de mercure bien pur, & quatre d'argent fin réduit en limaille ou en feuilles; vous ferez dissoudre cette amalgame dans quatre onces d'esprit de nitre bien pur & médiocrement fort, & vous étendrez la solution dans environ une livre & demie d'eau distillée, que vous agiterez & conserverez dans un flacon bien bouché. Prenez une once de cette liqueur, que vous verserez dans un verre, & vous y jetterez gros comme un pois d'une amalgame de mercure & d'argent, semblable à la précédente, & molle comme du beurre: vous ne tarderez pas à voir s'élever de dessus cette boule d'amalgame, une multitude de petits filaments qui croîtront à

vue d'œil, jetteront des branches, & formeront des especes d'arbriffeaux.

M. Homberg enseigne, (*Mém. de l'Acad.*, ann. 1710,) une maniere de faire une pareille végétation, soit avec l'or, soit avec de l'argent, par la voie seche, c'est-à-dire sans solution, mais par la voie de la distillation.

Il y a encore une espece de végétation remarquée par M. de Morveau, & appelée par lui *barbe de Jupiter*, parceque l'étain y entre comme composant; mais je ne puis pas la décrire, n'étant pas à portée d'avoir ses *Essais chimiques*.

Végétation non métallique.

Faites détonner avec un charbon ardent 8 onces de salpêtre, que vous mettrez ensuite à la cave, pour qu'il en résulte une huile de tartre *per deliquium*; versez dessus peu à peu & jusqu'à saturation parfaite, de bon esprit de vitriol; faites évaporer toute l'humidité: vous aurez une matiere saline, blanche, compacte & très-âcre. Vous la mettrez dans une écuelle de grès, vous verserez dessus un demi-septier d'eau froide, & laisserez le tout exposé à l'air: au bout de quelques jours l'eau s'évaporerà, & il se formera de côtés & d'autres des branchages en forme d'aiguilles diversement entrelacées, & qui auront jusqu'à 15 lignes de longueur. Lorsque l'eau sera entièrement évaporée, si on en ajoute de nouvelle, la végétation continuera.

Il est aisé de voir que c'est ici une simple cristallisation d'un sel neutre, formé de l'acide vitriolique & de la base du nitre, c'est-à-dire d'un tartre vitriolé.

XVII^e EXPÉRIENCE.

Produire la chaleur & même la flamme par le moyen de deux liqueurs froides.

Prenez de l'huile de gaïac, que vous mettrez dans une petite terrine; ayez ensuite de l'esprit de nitre, assez concentré pour qu'une petite bouteille qui contiendrait une once d'eau, contienne, étant remplie de cet acide, une once & demie & quelque chose de plus. Cet acide doit être dans une bouteille emmanchée à un long bâton; on en versera les deux tiers environ sur l'huile contenue dans la terrine: il s'excitera un violent bouillonnement, qui ne tardera pas d'être suivi d'une très-grande flamme. Si la flamme ne survient pas après quelques secondes, vous n'avez qu'à verser le restant de l'acide nitreux sur l'endroit le plus noir de l'huile, l'inflammation ne manquera pas de succéder, & il restera une espèce de charbon spongieux & fort gros.

On enflamme de même l'huile de térébenthine, l'huile de sassafras, & toutes les autres huiles essentielles.

A l'égard des huiles grasses, comme celles d'olive, de noix, & autres tirées par expression, on y réussit au moyen d'un acide formé du mélange des acides vitriolique & nitreux bien concentrés, parties égales de chacun.

XVIII^e EXPÉRIENCE.

Fondre du fer dans un instant, & le faire couler en gouttes.

Il faut faire chauffer à blanc une barre de fer, & ensuite lui présenter une bille de soufre; le fer

se mettra tout de suite en fusion, & coulera en gouttes. Il sera à propos d'exposer au dessous une terrine pleine d'eau, dans laquelle les gouttes qui couleront s'éteindront aussi-tôt. On les trouvera réduites en une espece de fer de fonte.

On se sert de ce procédé pour faire la grenaille de fer pour la chasse; car ces grains de fer fondu tombant dans l'eau, s'y arrondissent assez bien.

Voici encore deux petites expériences que nous ne donnons ici, que parcequ'on a coutume de leur donner place dans les récréations physiques.

XIX^e EXPÉRIENCE.

Faire fondre du métal dans une coquille de noix.

Prenez une piece de monnoie très-mince, comme une piece de 18 deniers, & même plus mince encore; mettez-la, après l'avoir pliée en un rouleau, dans une demi-coquille de noix, où elle soit environnée d'une poudre composée de trois parties de salpêtre broyé fin & bien desséché, deux parties de fleur de soufre & une de rapure de quelque bois tendre; mettez ensuite le feu à cette poudre avec une allumette: la piece de métal fondra, sans que la coquille soit plus que superficiellement brûlée.

Cela vient sans doute de l'activité de ce feu, aidé de l'acide vitriolique contenu dans le soufre, & qui agit avec une telle promptitude, qu'il n'a pas le temps de brûler la coquille de noix.

XX^e EXPÉRIENCE.

Partager une piece de monnoie en deux dans son épaisseur.

Fichez dans une table trois épingles, sur lesquelles vous placerez la piece de monnoie ; mettez au dessus & au dessous un tas de fleurs de soufre, auxquelles vous mettez le feu : lorsqu'il sera éteint, vous trouverez sur la partie supérieure une superficie du métal qui sera détachée de la piece.

On a observé que sur une piece d'or, comme un louis, on enleveroit pour 12 sous d'or, en dépensant pour 30 à 40 sous de soufre ; ce qui suffit pour rendre cette expérience nullement dangereuse pour la sûreté publique. D'ailleurs la piece de monnoie perd en grande partie la netteté de son empreinte ; ainsi celui qui entreprendroit de rogner ainsi la monnoie, seroit la victime de sa mauvaise volonté.

Ce que nous venons de dire est bien propre à inspirer à nos lecteurs la curiosité de pénétrer plus profondément dans cette belle science. Nous allons donc indiquer à ceux qui auroient ce dessein, les livres où ils peuvent puiser le plus facilement cette connoissance. Nous mettons dans ce rang, & au nombre des ouvrages les mieux faits, les *Eléments de Chimie théorique & pratique* de M. Macquer, en 3 vol. in-12, dont le premier contient la théorie, & les deux autres la pratique, c'est-à-dire les expériences déduites & expliquées d'après les principes jetés dans le premier volume. On doit au même auteur un excellent *Dictionnaire de Chimie*, en 2 vol. in-8^o, dont il paroîtra bientôt

une nouvelle édition augmentée de plus d'un tiers. Cet ouvrage doit faire suite au précédent. On peut joindre à ces ouvrages le *Manuel de Chimie* de M. Baumé ; c'est un précis très-bien fait de toutes les opérations de cet art. Nous ajouterons, heureux & trois fois heureux ceux qui ont pu se procurer le précis des leçons de chimie de M. Rouelle ! Mais elles n'existent encore que manuscrites, entre les mains de quelques-uns de ceux qui ont suivi son cours.

On vient d'imprimer à Dijon un *Traité de Chimie*, dû principalement à M. de Morveau, magistrat qui, à l'étude des lois & à l'exercice éclairé des fonctions de son état, réunit des connoissances profondes dans la physique & la chimie. Cet ouvrage envisage la chimie sous un aspect particulier, & en présente un développement tout-à-fait neuf & satisfaisant.

On faisoit autrefois grand cas des *Eléments de Chimie* de Boerhaave ; mais aujourd'hui ils ne jouissent plus, comme livre de chimie, de la même estime : c'est néanmoins un excellent traité de physique, & une très-bonne introduction à la chimie moderne. La partie qui traite du feu, passe entr'autres pour un chef-d'œuvre.



DIGRESSION

*Sur la Pierre philosophale, l'Or potable,
& la Palingénésie.*

NOUS venons de nommer les deux plus célèbres chimères de l'esprit humain : nous disons les deux plus célèbres ; car, quoique la quadrature du cercle dans la géométrie, le mouvement perpétuel dans les mécaniques, aient aussi une grande célébrité par les efforts inutiles d'une foule de gens, cette célébrité le cede néanmoins à celle des deux premières questions ci-dessus, à peu près dans le même rapport que l'intérêt de trouver la quadrature du cercle ou le mouvement perpétuel, le cede à celui de trouver le moyen d'acquérir d'immenses richesses, ou de se rendre presque immortel : aussi y a-t-il eu dans tous les temps un grand nombre d'hommes qui, séduits par ces chimères, ont fait des recherches incroyables pour arriver à l'un ou l'autre de ces buts.

Tel est le caractère de l'esprit humain ;

*Quid non mortalia pectora cogunt,
Auri sacra fames, vitæque immensa cupido ?*

Nous allons donc ici traiter de ces problèmes chimiques, soit parcequ'ils présentent une matière toute de notre ressort, soit parceque ce que nous dirons servira peut-être de préservatif contre l'illusion dont tant de gens ont été les dupes.

§. I. De la Pierre philosophale.

La pierre philosophale, autrement dite l'œuvre par excellence, la *chrysope**, ou la transmutation des métaux vils & imparfaits, en or ou en argent, a, depuis un temps immémorial, été le but auquel ont tendu les efforts d'une foule de gens, soit versés dans la chimie, soit à peine initiés dans cette science. Le vulgaire même croit que c'est-là l'unique objet de la chimie; & il faut en convenir, c'est un peu la faute des premiers qui ont cultivé cette belle partie de la physique: il en est peu qui n'aient donné à plein collier dans le travers de chercher à faire de l'or.

Il n'y a plus aujourd'hui un aussi grand nombre de gens entêtés de la pierre philosophale; du moins parmi les chimistes éclairés, aucun ou presque aucun ne court après le moyen de faire de l'or: mais il y a encore beaucoup de gens qui, ayant à peine une idée des plus simples opérations de la chimie, s'épuisent en tentatives inutiles à régénérer ce métal précieux: on les voit, marchant au hasard, se croire toujours sur le point de réussir; manquant de tout, s'en consoler par l'agréable idée qu'à cette indigence va succéder la possession des trésors les plus immenses. Ils s'appellent *adeptes*, parcequ'ils prétendent avoir atteint le point le plus élevé de la philosophie, *quasi summam sapientiam adepti*; ils ne parlent qu'énigmatiquement & d'une manière inintelligible, parceque le monde ne mérite pas de posséder un pareil secret; pleins enfin d'un froid

* χρυσοποια, auri fabricatio.

orgueil, ils honorent d'un rire fardonique les chimistes raisonneurs, & qui cherchent à déduire les phénomènes de principes lumineux & établis. J'en ai vu un de cette espèce, écouter avec pitié une leçon de chimie du docteur Roux : il n'avoit pas de souliers ; mais il sembloit dire à part lui : A quoi s'amusent ces grands enfants ? C'étoit pourtant une des leçons les plus intéressantes d'un cours de chimie de ce sçavant homme ; elle rouloit sur le phlogistique.

On pourroit dire à ces chercheurs de la pierre philosophale : Avant que de nous faire de l'or, défaites-le, & recomposez-le ; car s'il est quelque moyen de reconnoître & démontrer la composition d'une substance, c'est celui de la décomposer & de la recomposer. C'est ainsi que les chimistes, décomposant & recomposant le soufre, démontrent qu'il est formé par l'union de l'acide vitriolique avec le phlogistique. On pourroit encore dire à ces mêmes alchimistes : Avant que de nous faire des métaux précieux, comme l'or & l'argent, faites-nous seulement du plomb* ? car, avant d'aller au plus difficile, la méthode exige qu'on exécute le plus aisé. Mais je ne connois aucune opération chimique qui résolve un seul de ces deux problèmes. L'or, aussi rebelle à la décomposition qu'à la composition, reste toujours le même, de quelque manière qu'on le traite ; il est seulement plus ou moins atténué, mais il n'est jamais dans un état de chaux, ou privé de son phlogistique. On en a tenu pendant plusieurs

* On a prétendu faire du fer ; mais il est aujourd'hui démontré qu'on n'a fait que rendre au fer sa forme métallique.

années en fusion, sans qu'il ait perdu la moindre partie de son poids. Mais entrons dans un raisonnement plus profond sur cette matiere.

En raisonnant sur la composition des métaux, il faut reconnoître nécessairement l'une de ces deux choses : Ou tous les métaux ont chacun leur terre propre, qui, alliée au phlogistique qui leur est commun, leur donne la forme métallique; ou il y a une terre commune, qui, alliée avec le phlogistique, dans des doses plus ou moins grandes, ou d'une maniere plus ou moins tenace, constitue les différents métaux.

La premiere de ces propositions paroît la plus probable. Jusqu'à présent, quelques opérations qu'on ait tentées, avec quelque constance qu'on ait tourmenté par le moyen du feu une matiere métallique, de la chaux de plomb, par exemple, jamais on n'en a fait de l'étain ou du cuivre. Quand cette chaux a reparu sous sa forme métallique, elle s'est trouvée du plomb. On n'a jamais tiré du plomb de matieres qui n'en contenoient pas déjà. On est fondé à en conclure, & la raison avoue cette conséquence, qu'il y a une terre uniquement propre à faire du plomb, & qui n'a besoin, pour en faire, que de l'addition du phlogistique. Si cela est, on ne peut donc faire d'autre plomb, d'autre or, d'autre argent, que celui qui étoit disséminé dans la terre. Toute la prétendue *chrysope* ou *argyrope* se réduira à rassembler, par quelque procédé, l'or ou l'argent qui y étoit déjà formé, & seulement déguisé par la perte de son phlogistique.

Si tous les métaux ont une terre commune, que quelque principe particulier, quelque combinaison inconnue, rende or, argent ou plomb, il faut

convenir que la génération de l'or ou de l'argent n'est pas absolument impossible. Mais il faut être bien insensé pour chercher cette combinaison au hasard, & pour la chercher sans s'être assuré d'abord qu'en effet tel est le principe de la formation des métaux. Il faudroit donc, avant de chercher la pierre philosophale, commencer par avérer si ce dernier principe est le véritable. Or cela exigeroit une prodigieuse suite d'expériences & de travaux chimiques; car il seroit nécessaire,

1^o De s'assurer si toutes les terres métalliques sont absolument les mêmes, lorsqu'elles sont entièrement privées de leur phlogistique. Mais ce n'est d'abord pas un problème facile que d'ôter tout le phlogistique à ces terres; on n'a pu encore venir à bout de le faire à l'égard de plusieurs; il en est même, sçavoir celles des métaux parfaits, qui en retiennent toujours la plus grande partie. On a tenu de l'or pendant plusieurs années en fusion, sans qu'un seul atôme se soit réduit en chaux.

Il y a même toute apparence que ces terres sont de différentes natures, car les verres métalliques ont tous des couleurs différentes. Or des couleurs différentes annoncent des contextures différentes, & conséquemment l'hétérogénéité.

Mais supposons qu'on fût venu à bout de priver absolument de son phlogistique une terre métallique, un nouveau problème non moins difficile, seroit de le lui rendre; car l'expérience a appris que plus une terre métallique a été déphlogistiquée, plus on a de peine à lui rendre la forme métallique. Il en est quelques-unes que tout l'art de la chimie n'a encore pu réduire en métal.

On voit par-là quelles difficultés s'opposent à ce que l'on sçache même ce qu'on doit penser

sur la nature des métaux , & sur ce qui les constitue tels. Comment donc faire de l'or ou de l'argent , puisqu'on ne sçait pas même comment on feroit du plomb ?

Mais écoutons les alchimistes , & voyons quelques-unes de leurs prétentions sur la formation des métaux.

Suivant eux , les métaux sont tous formés d'une terre qu'ils appellent *mercurielle* , mais plus ou moins mure , plus ou moins mêlée d'hétérogénéités ; de maniere qu'il ne s'agit que de les purger de cette hétérogénéité & de les murir , pour convertir les métaux imparfaits en métaux parfaits.

Voilà qui est fort beau. Mais qui a prouvé l'existence de cette terre mercurielle ? qui a prouvé que la différence des métaux consistoit dans ce plus ou moins de maturité ? en quoi consiste cette maturité ? par quels moyens peut-on la donner ? Aucune réponse solide. Les partisans de cette idée , séduits par des mots , n'ont aucune idée juste & précise de ce qu'ils disent.

Suivant d'autres alchimistes , le mercure contient en principe tous les métaux parfaits ; il en a l'éclat , à peu de chose près le poids , il est même plus pesant que l'argent. S'il est fluide & extrêmement volatil , c'est qu'il est allié à des impuretés qui le dégradent. Il ne s'agit donc que de fixer le mercure , en lui enlevant ces impuretés : alors vous aurez le mercure des philosophes , qui n'a besoin que d'un degré de cuisson pour être poussé au rouge ; il en résultera de l'or : poussé seulement au blanc , il fournira de l'argent : que dis-je ? cette matiere aura une telle activité sur les parties impures des autres métaux , qu'en en jetant une pincée dans un creuset rempli de plomb fondu ,

elle le transmuera en argent ou en or , suivant qu'elle aura été poussée ou au blanc ou au rouge. Il reste à sçavoir comment détruire les impuretés qui dégradent le vis-argent. Aristée , adepte célèbre , va nous l'apprendre le plus clairement du monde dans son *Code de Vérité*. Prenez , dit-il , le roi Gabertin , & la princesse Beya sa sœur , jeune fille , belle , blanche & très-délicate ; mariez-les ensemble : Gabertin mourra presque aussitôt. Mais ne vous effrayez pas ; mettez-le au tombeau : après quatre-vingts jours , Gabertin renaîtra de ses cendres ; & devenu plus beau & plus parfait qu'avant sa mort , il engendrera avec Beya un enfant roux , plus beau & plus parfait qu'eux-mêmes. Dira-t-on , après cela , que les alchimistes s'expliquent obscurément ? Quel est le vrai adepte , (car il y en a de vrais & de faux , & chacun ne doute point qu'il ne soit du nombre des premiers ,) quel est , disons-nous , le vrai adepte qui ne verra évidemment dans cette allégorie , tout le procédé de la fixation du mercure & de la poudre de projection ?

Ce langage & cette affectation d'allégories obscures , sont sans doute bien propres à faire passer ces prétendus adeptes pour d'insignes & méprisables charlatans , ou au moins pour des gens à qui le feu de leurs fourneaux a fort dérangé le cerveau. Mais les partisans de leurs recherches & de leurs folies alleguent des faits , & nous devons aussi les faire connoître.

On raconte que M. Helvétius , médecin , & professeur célèbre de médecine en Hollande , ayant déclamé un jour vivement , dans une de ses leçons , sur la vanité & l'absurdité de la prétention de faire de l'or , fut visité par un adepte ,

qui lui donna d'une certaine poudre, dont une pincée projetée dans un creuset plein de plomb fondu, le transformeroit en or; que le sçavant Hollandois l'exécuta, & tira en effet une bonne quantité d'or de son plomb. Il voulut voler chez son adepte; mais il lui avoit donné une fausse adresse, & avoit disparu; car les chimistes de cet ordre ne manquent jamais de disparaître ainsi, au moment où ils ont fait preuve de leur sçavoir profond.

Pareille chose arriva, dit-on, à l'empereur Ferdinand. Un adepte vint le trouver, & lui proposa de transformer du mercure en or. On fit, en la présence du prince, fondre du mercure dans un creuset; l'adepte exécuta les opérations qu'il lui plut, & le fond du creuset fournit un culot d'or. Mais dans l'intervalle où l'on vérifioit le métal, il disparut, au grand regret de l'empereur, qui envisageoit déjà d'immenses trésors dans l'acquisition de ce beau secret.

En ce moment (Septembre 1777,) on voit à la vente des effets délaissés par feu M. Geoffroy, trois clous qui sont, dit-on, une preuve de la possibilité de transmuier du moins en argent un métal commun, tel que le fer. Ils sont, à ce qu'on dit, l'ouvrage d'un sçavant adepte, qui voulut lui prouver la possibilité de la transmutation des métaux. Un de ces clous a été changé en argent, ayant été trempé dans une liqueur appropriée; l'autre, n'ayant été trempé que par la tête, est fer par la pointe, & argent du côté de la tête; le troisieme, ayant été trempé dans la liqueur par la pointe, a ce bout transmué en argent, & le surplus est resté fer.

Malgré ces autorités, nous ne croyons point à

la pierre philosophale. Il est très-vraisemblable qu'il y a eu de la fourberie dans toutes ces prétendues transmutations, si toutefois les histoires racontées ci-dessus ont quelque réalité. Enfin, nous croirons à la pierre philosophale, quand nous aurons vu quelque adepte faire devant nous les mêmes opérations; mais il nous permettra de fournir nous-même les creusets, les baguettes & les ingrédients: car il est plus que probable que, si l'on a fait de l'or de cette manière, c'est qu'il étoit dans les matières qu'on a employées, ou qu'on l'y a glissé par un tour de main adroit.

Quoi qu'il en soit, les alchimistes prétendent que toutes les fables de l'antiquité ne sont autre chose que le procédé du Grand-œuvre, expliqué symboliquement. La conquête de la Toison d'or, la guerre de Troye, les événements qui la suivirent, & toute la mythologie, ne sont que des emblèmes de la chrysopeée, sagement voilée par les anciens philosophes, qui n'ont pas voulu que leur secret, devenu commun, fût employé à multiplier excessivement les métaux précieux, qui dès-lors auroient perdu leur prix, & cessé d'être les médiateurs du commerce entre les hommes. On peut voir dans le curieux ouvrage de Dom Pernetty, intitulé, *les Fables Egyptiennes & Grecques*, en 3 vol. in-8^o, y compris le *Dictionnaire Mytho-hermétique*, jusqu'où la sagacité humaine peut s'étendre à trouver de semblables explications. Mais il n'est rien qu'on ne puisse expliquer d'une pareille manière. Aussi ai-je ouï parler d'un adepte qui demeure au fauxbourg Saint-Marceau, & qui, persuadé que toute l'Histoire Romaine n'est qu'une fiction, va en donner une explication chimique, qui servira de pendant aux *Fables Egyptiennes & Grecques*: j'ai

même ouï dire que l'histoire du combat des Horaces avec les Curiaces y est expliqué avec une apparence de vérité, capable de faire douter que ce fameux trait de l'Histoire Romaine ait jamais eu quelque réalité.

§. II. *De l'Or potable.*

S'il n'y a pas d'apparence qu'on fasse jamais de l'or, n'est-il pas possible de tirer parti de ce métal précieux pour prolonger la vie? L'or est un métal inaltérable, aussi difficile à défaire qu'à faire: il est le roi dans le monde métallique, comme le soleil, auquel on l'affimile, l'est dans le système de l'univers. La nature ne peut avoir manqué de cacher dans ce corps précieux les remèdes les plus utiles pour l'humanité; mais pour cela il faudroit le faire passer sous la forme d'un liquide dans le corps humain; il faut le rendre potable: travaillons donc à l'or potable. Une vie prolongée presque indéfiniment, vaut bien au moins autant que tous les trésors de l'univers.

Tel est en substance le raisonnement des alchimistes; & en conséquence ils ont soumis l'or à une multitude d'opérations, au moyen desquelles ils ont prétendu le rendre soluble comme un sel dans l'eau. Il en a en effet l'apparence, mais, à dire vrai, ce n'est que de l'or extrêmement atténué, & soutenu par-là dans un liquide: du reste, il n'est nullement combiné avec le fluide, & même peu à peu il se dépose au fond sous sa forme métallique.

Quoi qu'il en soit, voici un moyen de faire une espèce d'or potable: nous examinerons ensuite si, quand même ce seroit une vraie solution d'or,

les vertus d'une pareille liqueur seroient aussi merveilleuses & aussi salutaires pour le corps humain, qu'on le prétend.

Il faut d'abord dissoudre de l'or dans l'eau régale ; puis agiter cette solution avec quinze ou seize fois autant d'une huile essentielle quelconque, de romarin, par exemple ; ensuite séparer l'eau régale qui occupe le fond, d'avec l'huile essentielle ; enfin dissoudre cette huile essentielle dans quatre ou cinq fois son poids d'esprit de vin bien rectifié : on aura une liqueur jaunâtre, connue sous le nom de *l'or potable de mademoiselle Grimaldi*.

L'éther vitriolique & les liqueurs éthérées de diverses especes, jouissent de la même propriété que les huiles essentielles, sçavoir, de s'emparer de l'or dissous dans l'eau régale. Ainsi l'on peut faire une especie d'or potable avec de l'éther. Cet or pourra alors se prendre en gouttes sur du sucre, comme l'on fait quand on prend de l'éther ; car cette liqueur n'est pas miscible avec l'eau.

Les fameuses gouttes du général Lamotte, ne different guere de l'or potable de mademoiselle Grimaldi. On a remarqué qu'un gros d'or y étoit étendu dans 216 gros de liqueur spiritueuse ; & comme les bouteilles devoient être du poids de deux gros, & que le général Lamotte les vendoit 24 livres chacune, il résulte qu'avec un gros d'or il faisoit au moins 108 bouteilles, dont il retiroit au moins 2592 livres. Dans la réalité, il en faisoit 136, ce qui lui valoit 3264 livres.

On voit par-là que si les gouttes du général Lamotte n'étoient pas fort utiles pour la santé, elles étoient fort utiles pour sa bourse ; car un pa-

reil gain peut être qualifié de monstrueux. Que ne fait pas chez les hommes le charlatanisme, quand il a pour base l'ignorance & l'amour de la vie!

Mais examinons s'il y a quelque fondement dans les merveilleuses propriétés de l'or potable. Pour peu qu'on raisonne, on n'aura pas de peine à reconnoître que rien n'est plus légèrement fondé. Quelles preuves en effet les alchimistes ont-ils, que l'or est si salutaire au corps humain? Parce que ce métal est le plus fixe de tous, qu'il a la belle couleur jaune des rayons du soleil, qu'il est désigné en caracteres chimiques par le signe caractéristique de cet astre, est-ce une raison d'en conclure que, réduit sous une forme liquide & versé dans le sang, il le régénérera, & rendra la jeunesse ou la santé? Quelle tête accoutumée à tirer des conséquences légitimes d'un principe, en conclura pareille chose? Toutes les vertus de l'or potable ne sont fondées que sur des analogies inventées sans aucun fondement physique, par des imaginations exaltées, & des cerveaux brûlés par le feu des fourneaux. C'est tout ce qu'on peut dire de plus honnête; car il est probable qu'il y entre autant d'imposture, que de crédulité ou de défaut de raisonnement.

§. III. *De la Palingénésie.*

La palingénésie est une opération chimique, par le moyen de laquelle on ressuscite, dit-on, une plante, un animal, de ses cendres. Ce seroit-là sans doute un des beaux secrets de la physique & de la chimie. Si l'on en croit quelques auteurs, plusieurs sçavants du siècle dernier en ont été en possession; mais quoiqu'il n'y ait aucune compa-

raison à faire entre l'état actuel de la chimie & celui où elle étoit au milieu du siècle passé, quoique ce beau secret soit conigné dans divers livres, il n'en est pas moins perdu. Nous n'entreprendrons pas de le rendre au monde sçavant; nous nous bornerons à examiner les fondemens sur lesquels de bonnes-gens, comme l'abbé de Vallemont * & autres, ont pu croire qu'il ait jamais existé.

Si l'on en croit ce bon abbé, rien n'est plus simple & plus facile à expliquer que cela. En effet, dit-il d'après le P. Kircher, la vertu féminale de chaque mixte est renfermée dans ses sels, & ces sels, dès que la chaleur les met en mouvement, s'élevent dans la capacité du vase. Libres alors de s'arranger à leur gré, ils reprennent leur disposition primitive, ils s'alignent comme ils se seroient alignés par l'effet de la végétation, ou comme ils l'étoient avant que le feu eût tout bouleversé: ils forment enfin une plante ou un fantôme de plante tout ressemblant à la plante détruite.

Ce raisonnement est tout-à-fait digne de celui qui a pu penser qu'un homme qui vole la bourse d'autrui, peut exhiler des particules différentes de celles qu'exhiler l'homme qui emporte la sienne, & peut par-là faire tourner la baguette divinatoire sur les lieux où il a passé ou séjourné. Nous l'avons dit ailleurs, il faut être à peu près imbécille, pour croire que la simple moralité d'une action puisse produire des effets physiques. Nous croirions donc faire tort à nos lecteurs, que de

* Voyez les *Curiosités de la Végétation*, &c.

tâcher de leur faire sentir le foible ou le ridicule du raisonnement ci-dessus, soit de Kircher, soit de ce bon abbé. Discutons maintenant les faits qu'il rapporte.

Le chimiste Anglois Coxes raconte, qu'ayant tiré le sel essentiel de la fougere, l'ayant fait dissoudre, & ensuite ayant filtré cette solution, après cinq ou six semaines de repos, il remarqua sur le sel qui étoit tombé au fond, une végétation de petites fougères.

Ayant de même pris de la potasse du Nord, il la mêla avec partie égale de sel ammoniac; & quelque temps après il vit s'élever une forêt de pins & d'autres arbres qu'il ne connoissoit pas.

Enfin, & ceci est plus concluant, le célèbre M. Boyle, quoique fort peu favorable à la palingénésie, rapporte qu'ayant pris du vert-de-gris, qui est, comme l'on sçait, le résultat de la combinaison du cuivre avec l'acide du vinaigre, il le fit dissoudre dans de l'eau, qu'il fit ensuite geler cette eau au moyen d'un froid artificiel, & qu'il lui arriva enfin de voir sur la surface de cette glace, de petites figures qui représentoient excellemment (*eximie*) des vignes.

Malgré ces faits, & divers autres cités par l'abbé de Vallemont, d'après Daniel Major, Hanneman, & divers autres, si les partisans de la palingénésie n'en ont pas de plus concluants, il faut avouer qu'ils étoient leurs prétentions de foibles preuves. Il n'est aucun chimiste qui ne voie actuellement dans ces premiers faits une simple cristallisation branchue, comme l'on en produit au moyen de diverses compositions connues: les plus belles même de ces cristallisations, mal-à-propos appe-

lées végétations, sont produites par des combinaisons de corps tirés du regne minéral, ainsi qu'on l'a vu plus haut.

La dernière expérience rapportée par Boyle, pourroit embarrasser davantage : mais comme, parmi un grand nombre d'épreuves tentées par ce physicien sur quantité de sels essentiels de plantes, cette expérience est la seule qui ait réussi, on ne peut douter que ces figures ne soient un pur effet du hasard ; car combien d'autres physiciens ont tenté la même chose, & n'ont rien vu que ce que présente d'ordinaire la surface d'une eau gelée, qui forme des ramifications, quelquefois assez composées ?

Aussi les partisans de la palingénésie citent-ils des autorités plus puissantes. Le chevalier Digby rapporte, sur le témoignage de Quercetan, médecin de Henri IV, qu'un Polonois faisoit voir douze vaisseaux de verre scellés hermétiquement, qui contenoient chacun des sels différents de plantes ; qu'on n'y voyoit au fond qu'un monceau de cendres ; mais que, quand on les exposoit à une chaleur douce & modérée, on voyoit naître peu à peu la figure de la plante, d'une rose, par exemple, si le vaisseau contenoit les cendres d'une rose ; enfin, que le vaisseau se refroidissant, le tout disparoissoit peu-à-peu. Il ajoute que le pere Kircher lui avoit assuré avoir fait la même expérience, & lui avoit communiqué le secret, mais qu'il n'avoit cependant pu réussir. L'histoire de ce Polonois est aussi rapportée par divers autres auteurs, comme Bary dans sa *Physique*, Guy de la Brosse dans son livre de *la Nature des Plantes*.

Enfin le P. Kircher nous dit lui-même dans son *Ars Magnetica*, qu'il avoit une fiole à long

col, scellée hermétiquement, & dans laquelle étoient contenues les cendres d'une plante qu'il ressuscitoit quand il vouloit, au moyen de la chaleur; qu'il fit voir ce prodige à la reine Chistine, qui y prit un singulier plaisir; mais que la gelée le priva de cette curiosité précieuse, qu'il avoit oubliée un jour d'hiver sur sa fenêtre. Le P. Schott dit aussi avoir vu ce miracle chimique: c'étoit, selon lui, une rose qui renaissoit de ses cendres. Il ajoute qu'un prince ayant pressé Kircher de lui en faire une pareille, il aima mieux lui céder la fiemme que de recommencer.

En effet, il faudroit une patience extrême pour tenter & suivre le procédé enseigné par le P. Kircher, tant il est long & minutieux. Le P. Schott le rapporte tout au long dans son livre intitulé: *Jocoseria Naturæ & Artis*, & il l'appelle le *secret impérial*, parceque l'empereur Ferdinand l'acheta d'un chimiste, & le donna à Kircher. Cet empereur étoit bien heureux; car ce fut aussi à lui que s'adressa l'adepte qui avoit le secret de la pierre philosophale, & qui lui en donna la preuve, en transmuant, dit-on, devant lui trois livres de mercure en deux livres & demie d'or.

Nous croyons pourtant devoir nous borner à indiquer les endroits où les curieux pourront retrouver ce rare procédé; car, indépendamment de ce que la description en seroit un peu longue, rien au monde ne paroît moins fait pour réussir. Aussi Digby & une foule d'autres ont-ils échoué en suivant cette voie; & il est à croire que, curieux comme ils étoient de la palingénésie, ils n'ont rien oublié pour y parvenir.

Dobrezensky de Négrepont a donné aussi un

procédé pour la résurrection des plantes , qui ne paroît pas avoir été suivi avec plus de succès ; du moins le P. Schott raconte , que le P. Conrad , son confrere , ne réussit point , & il soupçonne que Dobzensky s'étoit réservé le tour de main , & n'avoit pas rapporté toutes les circonstances.

Que répondre donc à ces autorités ? Le voici. Nous pensons que le médecin Polonois étoit un charlatan. Nous enseignerons en effet plus loin une fausse palingénésie , qui , exécutée avec art & dans un lieu convenable , pourroit en imposer à des gens disposés par la crédulité à voir ce qu'on veut leur montrer. Dobzensky de Négrepont étoit un fessé imposteur : il ne faut , pour s'en convaincre , que lire la *Technica curiosa* , ou les *Jocoseria Naturæ & Artis* du P. Schott ; car il avoit l'impudence de prétendre qu'il pouvoit arracher l'œil à un animal , & le lui faire revenir en quelques heures , au moyen d'une liqueur que sans doute il débitoit pour les maux d'yeux. Il y a plus , c'est qu'il en faisoit l'épreuve sur un coq. On peut donc croire que celui qui mentoit aussi impudemment sur un fait , a également menti sur l'autre.

L'autorité du P. Schott ne sera certainement pas de grand poids auprès de celui qui connoîtra ses ouvrages ; c'est la crédulité personnifiée.

Quant au P. Kircher , nous avouons éprouver quelque embarras à éluder son témoignage : un Jésuite n'auroit certainement pas voulu mentir. Mais Kircher étoit un homme à imagination ardente ; passionné pour tout ce qui étoit singulier & extraordinaire ; extrêmement porté à croire au merveilleux. De quoi n'est pas capable un homme doué de ce caractère ? Il croit souvent voir quand

il ne voit rien ; il ne ment pas aux autres , parce qu'il se ment à lui-même le premier.

Quelques palingénéistes ont été bien plus loin ; ils ont prétendu qu'on pouvoit ressusciter un animal de ses cendres. Le P. Schott présente même , dans sa *Physica curiosa* , la figure d'un moineau ainsi ressuscité dans une bouteille. Gaffarel , dans ses *Curiosités inouïes* , ne manque pas d'y croire , & même il en tire une preuve probable de la possibilité de la résurrection universelle des corps. Tout cela n'empêche pas que ce ne soit une chimère plus ridicule encore que la première , & qu'il seroit même aujourd'hui ridicule de réfuter sérieusement.

Enfin quel homme raisonnable croira aujourd'hui , avec le P. Kircher , que les cendres d'une plante étant semées sur la terre , il en naîtra des plantes semblables , ce qu'il dit avoir éprouvé plusieurs fois ? Qui se persuadera que des écrevisses ayant été brûlées , & ensuite distillées , suivant un procédé du chevalier Digby , il se forme dans la liqueur de petites écrevisses , grosses comme des grains de millet , qu'il faut nourrir avec du sang de bœuf , & qu'on peut ensuite abandonner à elles-mêmes dans un ruisseau ? C'est-là cependant ce que ce chevalier Anglois raconte comme l'ayant éprouvé. Sans doute on ne peut le laver de la tache d'imposture , qu'en disant qu'il a été induit en erreur par quelque circonstance. D'ailleurs il est constant que le chevalier Dygby , avec beaucoup de zèle & de connoissances , avoit une propension singulière pour toutes les visions de la physique occulte & spagyrique. C'étoit même , je pense , un de ces foux connus sous le nom de *Rosécroix*.

Especie de Palingénésie illusoire.

Nous avons annoncé plus haut une sorte de tour de subtilité, au moyen duquel on pourroit persuader à des gens crédules la réalité de la palingénésie; nous allons acquitter notre promesse.

Ayez un bocal double, de grandeur médiocre, c'est-à-dire que ce vase soit formé de deux bocalx placés l'un dans l'autre, en sorte qu'il reste entre deux un intervalle d'une ligne seulement d'épaisseur. Ce vase doit être recouvert d'un couvercle opaque, & tellement disposé, qu'en le tournant dans un sens ou dans l'autre, cela rapproche ou éloigne le bocal intérieur du fond de l'extérieur. Dans le bocal intérieur, & sur une base représentant un monceau de cendres, soit placée une tige de rose artificielle. Enfin, dans l'intervalle entre les deux parois des bocalx, soit mise d'abord une certaine quantité de cendres, ou de quelque matiere solide leur ressemblant, & que le surplus soit rempli d'une matiere composée d'une partie de cire blanche, douze parties de saindoux, & une ou deux d'huile de lin bien claire. Cette cire composée, quand elle sera froide, voilera entièrement l'intérieur du bocal; mais lorsqu'on le mettra sur le feu avec précaution, elle se fondra, & l'on pourra, en remuant le couvercle sous prétexte de hâter l'opération, la faire couler dans le fond du bocal extérieur. On verra donc alors la rose dans l'intérieur. Les bonnes-gens, qu'on ne laissera pas trop approcher, crieront au miracle! Quand le charlatan voudra faire disparaître la rose, il retirera le bocal du feu, & par un nouveau tour de main, il fera refluer la cire

fondue & demi-transparente, dans l'épaisseur ménagée entre les deux bocaux : cette cire se figera de nouveau, & interceptera la vue de la rose. En affaissant tout ce petit spectacle des paroles convenables, il étourdira les spectateurs bénévoles, & ils se retireront dans la persuasion d'avoir vu exécuter devant eux la chose la plus curieuse de la physique & de la chimie réunies.



I^{ER} SUPPLÉMENT.

*Des PHOSPHORES, tant naturels
qu'artificiels*.*

UNE des matieres les plus intéressantes de la physique, est celle des phosphores; car c'est un spectacle assez étrange, & bien digne de la curiosité, que de voir des corps absolument froids jeter une lumiere plus ou moins vive; d'autres s'allumer d'eux-mêmes, sans l'application d'aucun feu. Quelle ame susceptible de quelque goût pour l'étude de la nature, peut se défendre d'être frappée d'étonnement à la vue de pareils phénomènes?

Ces phénomènes sont d'autant plus étranges, que jusqu'à présent la physique n'a fait que balbutier, lorsqu'on a tenté d'en donner l'explication. Nous en exceptons néanmoins les phosphores

* L'auteur du *Traité des Phosphores*, qui fait partie du IV^e Tome des anciennes *Récréations Mathématiques*, & que nous avons reconnu à quelques passages être le crédule & bavard abbé de Vallemont, a trouvé le moyen d'en faire un assez gros volume; mais ce n'est qu'à l'aide de répétitions perpétuelles, d'écarts de son sujet, de fables absurdes dont à peine il doute; de citations d'auteurs faites toutes au long, l'un n'eût-il fait que copier l'autre mot à mot. Si malheureusement il eût connu cent auteurs parlant des mouches luisantes, il eût fait de ce chapitre un volume in-folio. Je ne crois pas que jamais mortel doué de quelque goût ait pu soutenir la lecture d'un pareil fatras.

artificiels, sur lesquels on dit des choses fort probables, & fondées sur des causes chimiques bien démontrées. Mais à l'égard des phosphores naturels, il n'a encore été dit rien de satisfaisant. Leur explication tient sans doute à une connoissance plus profonde de la nature du feu & de la lumière.

Il y a des phosphores naturels, il y en a qui sont le produit de l'art, & sur-tout de la chimie; ce qui nous fournit une division naturelle de ce
Supplément. Nous allons commencer par les phosphores naturels.

SECTION PREMIERE.

Des Phosphores naturels.

§. I. *De la Mer lumineuse.*

QUOIQUE depuis bien des siècles les navigateurs aient dû s'appercevoir de ce phénomène, car il est commun à toutes les mers, & il n'est presque aucun climat qui ne le présente en certaines circonstances, il ne paroît cependant pas qu'on y ait fait grande attention jusqu'à ces derniers temps. La plupart des marins étoient dans la persuasion que cette lumière n'étoit qu'une réflexion de celle des étoiles, ou de celle du vaisseau même; d'autres, la regardant comme une vraie lumière, l'imputoient au choc des soufres & des sels; &, contents de cette explication vague, ils daignoient à peine faire attention au phénomène.

Ce phénomène étoit cependant bien digne d'être approfondi, & présente des circonstances tout-à-fait remarquables. Nous l'allons exposer tel que nous l'avons vu dans une traversée d'Europe à la côte de la Guyane, en 1764.

Je ne me rappelle pas que nous ayions vu la mer lumineuse avant notre arrivée entre les tropiques; mais à cette époque, & quelques semaines avant notre arrivée aux atterrages, je remarquai presque constamment que le fillage du vaisseau étoit parsemé d'une multitude d'étincelles lumineuses, & d'autant plus lumineuses que l'obscurité étoit plus parfaite; l'eau enfin qui choquoit le gouvernail en étoit toute brillante; & cette lumière s'étendoit, en diminuant insensiblement, sur tout le fillage. Je remarquai aussi que si quelque manœuvre trempoit dans l'eau, elle produisoit le même effet.

Mais ce fut près des atterrages que le spectacle se montra dans toute sa beauté. Il souffloit un petit frais, & toute la mer étoit couverte de petites lames, qui se brisoient après avoir roulé quelque temps. La brisure étoit éclatante de lumière; ensorte que toute la mer, tant que la vue pouvoit s'étendre, paroissoit couverte d'un feu qui s'allumoit & s'éteignoit alternativement. Ce feu avoit dans la haute mer, c'est-à-dire à 50 ou 60 lieues des côtes de l'Amérique, un ton rougeâtre. Je fais cette remarque, parceque je ne sçache pas que personne ait encore observé un phénomène que je vais décrire.

Lorsque nous fîmes dans les eaux vertes*, le

* L'eau de la mer, du moins de l'Océan Atlantique, loin des côtes, est d'un bleu foncé; mais aux atterrages,

spectacle changea. Le même petit frais continuoit ; mais la nuit que nous voguâmes , faisant petites voiles , entre le 3^e & le 4^e degré de latitude nord , le feu que j'ai décrit plus haut prit un ton tout-à-fait blanc , & semblable à la lumière de la lune , qui du reste n'étoit pas sur l'horizon. Le dessus des petites lames dont toute la surface de la mer étoit crispée , paroissoit comme un drap d'argent , au lieu que la nuit précédente il ressembloit à un drap d'or rougeâtre. Je ne puis exprimer combien ce spectacle m'amusa & m'intéressa.

La nuit suivante je le vis encore plus beau , mais plus effrayant par les circonstances où je me trouvois. Le vaisseau avoit mouillé assez loin de terre , en attendant , pour entrer au port de Cayenne , la nouvelle lune qui étoit prochaine. Je me mis sur le soir dans le canot , avec quelques autres passagers pressés de coucher à terre. A peine fûmes-nous à une lieue du vaisseau , que nous entrâmes dans un parage d'autant plus houleux , que la mer montoit aidée d'un vent de sud-est assez frais. Bientôt nous vîmes des lames épouvantables qui , en se déployant à notre arriere , venoient fondre sur nous. Mais quel spectacle , si

c'est-à-dire à 20 ou 25 lieues de la côte de la Guyane , cette eau change tout-à-coup de couleur , & est d'un beau vert. On reconnoît à cela qu'on est près de terre. Ce changement est probablement causé par les eaux vaseuses & jaunâtres de la riviere des Amazones ; car on sçait que le bleu & le jaune forment du vert. Mais une circonstance remarquable , c'est que ce changement est absolument tranché ; il ne se fait point par degrés , mais tout-à-coup , & dans un intervalle qui , jugé de dessus le pont , ne me parut pas avoir un pied de largeur.

nous

nous n'eussions pas été en danger ! Qu'on se figure un rouleau de drap d'argent d'un quart de lieue de largeur, développé avec rapidité, & tout éclatant de lumière : tel étoit l'effet de ces lames, dont heureusement deux ou trois seulement nous atteignirent avant que de briser. Cela fut fort heureux pour nous, car elles nous laisserent à moitié pleins d'eau ; & une de plus, en me rendant la proie des requins, m'eût certainement affranchi de la peine de refondre le bon M. Ozanam.

Il n'est presque point de mers où l'on n'observe quelquefois le phénomène de cette lumière ; mais il y a des parages où elle est beaucoup plus lumineuse que dans d'autres. En général, elle l'est plus dans les pays chauds & entre les tropiques qu'ailleurs : elle l'est singulièrement sur les côtes de la Guyane ; aux environs des isles du Cap-Verd ; près des isles Maldives & de la côte de Malabar, où, suivant l'observation de M. Godeheu de Riville, elle présente un spectacle fort ressemblant à celui que nous avons décrit.

Un phénomène si surprenant devoit exciter l'attention des physiciens ; mais, jusqu'à ces derniers temps, on s'étoit borné à des explications vagues : on mettoit en jeu des soufres, des nitres, dont il n'y a pas un atôme dans la mer ; & l'on croyoit avoir bien raisonné.

M. Vianelli, physicien Italien, est le premier, à ce qu'il nous paroît, qui ait cherché, à l'aide de l'observation, à démêler la cause de cette lumière ; & cela l'a conduit à une découverte fort étrange. Remarquant que l'eau de la mer brilloit beaucoup près de Chioggia, & que la lumière étoit concentrée dans de petits points brillants, il eut l'idée de les examiner au microscope ; & il

découvrit que ces points lumineux étoient de petits insectes ressemblants à des vers, ou plutôt à des chenilles composées de douze articulations ; qu'à la différence de nos vers luisants, ils brillent dans toute l'étendue de leur corps ; que quand ils sont dans un repos parfait leur lumière cesse, mais qu'elle reparoît quand ils s'agitent. Ceci explique pourquoi les coups de rame, le choc de l'eau contre le gouvernail, le brisement des vagues, font étinceler ces parties, sans que le surplus de l'eau soit rendu lumineux. Ces observations ont été confirmées par M. l'abbé Nollet, qui fit peu de temps après le voyage de l'Italie.

Il paroît cependant que l'insecte lumineux qui fait briller les eaux de la mer, n'est pas par-tout le même. M. Godeheu de Riville, observant ces points lumineux dans la mer de l'Inde, entre les Maldives & la côte de Malabar, a vu un insecte tout différent des vers à douze anneaux de M. Vianelli. Cet insecte ressemble assez à celui qu'on appelle *la puce d'eau* ; & il est renfermé entre deux coquilles transparentes, qui représentent assez bien la forme d'un rein entr'ouvert. Le siège de la liqueur lumineuse paroît être une espèce de grappe de petits grains ronds, qui, lorsqu'on presse l'insecte, rendent une liqueur lumineuse : elle se mêle alors à l'eau ; & comme elle est d'une nature huileuse, elle s'y rassemble en forme de petits globules éclatants, ou de petites gouttes rondes, sur la surface. Apparemment l'insecte n'est déterminé à lâcher cette liqueur phosphorique, que par le choc & l'agitation, ou dans certaines autres circonstances ; & voilà pourquoi la mer n'est lumineuse que quand elle est agitée, & dans certains temps beaucoup plus que dans d'autres. *Voyez*

les Mémoires des Sçavants étrangers, Tome III.

M. Rigault a vu dans les mers entre l'Europe & l'Amérique, un autre insecte qui n'est ni le ver de M. Vianelli, ni la puce d'eau de M. Godeheu, mais une espece de polype presque sphérique, à un bras seulement.

Enfin M. Leroy, médecin de Montpellier, n'a vu ni ver, ni puce d'eau, ni polype, mais seulement des globules d'une matiere phosphorique, sur lesquels il a fait diverses expériences pour reconnoître quelle circonstance leur rendoit leur lumiere, & quelle autre la leur faisoit perdre. Il en est conduit à conclure que, quoique MM. Vianelli, &c. aient légitimement attribué la lumiere de la mer à des insectes, ou à une liqueur qu'ils portent en eux & qu'ils répandent, cette cause n'est pas unique; mais qu'elle peut être due aussi à une matiere phosphorique qui se trouve dans l'eau de la mer, & qui s'y engendre par une combinaison particuliere de principes qui y sont répandus; que cette matiere ne luit pas toujours, mais devient lumineuse par diverses causes, comme le choc des particules d'eau les unes contre les autres, le contact de l'air, le mélange avec certaines liqueurs. Voyez les Mém. des Sçav. étrang. Tome III.

§. II. *De quelques Insectes lumineux.*

Si ces êtres que nous foulons souvent aux pieds, tiennent dans le regne animal une place bien petite, nous dirions même méprisable, la nature, qui semble tout compenser, a donné à plusieurs des propriétés bien extraordinaires, & que les plus gros animaux pourroient leur envier: telle est celle de la lumiere, dont plusieurs sont doués. Je ne connois en effet aucun gros animal qui en jouisse

pendant qu'il est vivant ; mais il y a plusieurs insectes qui jettent de la lumière , & il paroît que c'est à leur gré. A quoi leur sert cette lumière ? comment est-elle produite ? Voilà des problèmes que nous n'entreprendrons pas de résoudre ; nous nous bornerons à des faits.

1. *Du Ver luisant de notre pays.*

Il n'est personne qui ne connoisse ce petit insecte ; car il n'est personne qui , se promenant dans une belle nuit d'été à la campagne , n'ait été frappé de cette petite lumière qu'on apperçoit assez fréquemment au bas des buissons.

Le ver luisant , appelé *lampyris* par les Grecs , *cicendula* par les Latins , est un insecte qui n'a rien de remarquable à l'extérieur ; il ressemble assez à la cloporte , sinon qu'il est beaucoup plus petit & beaucoup moins large à proportion : ce n'est que par le dernier anneau où est situé l'anus , qu'il jette la lumière qui le distingue des autres animaux de cette classe. Cette lumière est d'un pâle verdâtre ; & l'animal la montre ou la cache à son gré. On soupçonne que c'est par cette lumière que ce ver , qui est , dit-on , toujours la femelle , attire son mâle , qui est ailé , & qui ne brille point. A la vérité , ceci est un peu conjectural ; & M. de Geer , célèbre naturaliste Suédois , conteste , d'après quelques observations , la réalité de cette conjecture.

Un insecte aussi singulier méritoit sans doute d'être chanté par les poètes ; aussi l'a-t-il été par le célèbre évêque d'Avranches , M. Huet , dans un poème intitulé *Lampyris* , qui est fort estimé de ceux qui aiment la poésie latine ; il commence ainsi :

*Quæ nova per cæcas splendescit stellula noctes
 Sepibus in nostris? an ab æthere lapsa sereno
 Astra cadunt, tacitis an captant frigora silvis?
 Si quando ardentis cæperunt tædia cœli,
 Non ità, sed duris frustra exercita matris
 Imperiis, sentes lustrat Lampyris opacos,
 Si fortè amissum possit reperire monile.*

Il feint dans la suite du poëme, que la nymphe Lampyris, ayant perdu son collier, est chassée par sa mere, & que, aidée d'une lanterne, elle le cherche dans les bois. Tout cela paroïssoit charmant dans le siècle passé; je ne sçais si celui-ci en jugera de même, ni lequel des deux aura tort.

2. *De la Mouche luisante des pays chauds.*

Tel est l'insecte lumineux de nos climats; mais les pays plus tempérés ont été davantage favorisés par la nature. Leurs vers luisants sont ailés: on les rencontre en Italie presque après avoir franchi les Alpes; & ils sont plus fréquents, à mesure qu'on approche des parties de l'Italie les plus méridionales. C'est un spectacle des plus curieux que celui qu'ils présentent dans une belle nuit d'été: on les voit en effet voltiger de tous côtés dans l'obscurité; on ne peut faire un pas dans une prairie, sans voir ces petits animaux partir de côté & d'autre, & tracer leur route par un fillon de lumière. Je n'ai pas joui de ce spectacle en Italie, mais je l'ai vu dans l'Amérique méridionale.

Il paroît au reste que l'insecte volant & luisant de l'Italie & de l'Amérique, est tout différent du

ver luisant même mâle de notre climat. J'avoue n'y avoir pas donné pendant mon séjour en Amérique une attention suffisante; j'étois occupé de soins bien plus embarrassants & plus intéressants: mais ce qu'il y a de certain, c'est que cet insecte ne brille que quand il vole. Apparemment la partie de son corps qui est brillante, est cachée par ses ailes ou ses fourreaux, pendant qu'elles sont appliquées sur son corps. Je n'ai trouvé nulle part une bonne description de cet insecte remarquable. Il tient beaucoup de la forme d'une mouche.

On sent aisément que ces insectes lumineux ont dû donner à quelques hommes l'espérance d'en former un phosphore perpétuel. On a fait bien des épreuves pour cet effet; mais quoique, l'animal étant coupé en deux, sa partie postérieure conserve encore quelque temps de la lumière, elle s'éteint peu à peu; & tous les efforts tentés jusqu'à présent pour la conserver, ont été inutiles. Il est vrai que quelques auteurs ont donné des recettes pour parvenir à cet objet; mais c'étoient ou des gens trompés ou des charlatans: il est constant que leurs prétendus procédés ne réussissent point.

3. *Du Cucuyo de l'Amérique.*

Voici encore une richesse en ce genre que possède l'Amérique; c'est le Cucuyo. Les Caraïbes ont donné ce nom à un assez gros Scarabée qu'on trouve dans les îles du golfe du Mexique, & dans le Mexique même: sa lumière réside dans ses yeux, & dans deux parties de son corps qui sont recouvertes par les fourreaux de ses ailes. On prétend que cinq ou six de ces Scarabées suffisent pour donner la lumière nécessaire pour se conduire dans l'obs-

curité la plus profonde ; que les naturels du pays les attachent ensemble vivants, & s'en font, par cette raison, des especes de colliers pour se guider à travers les bois ; & qu'ils les emploient enfin dans leurs cases pour s'éclairer dans leurs travaux nocturnes ; ce que j'ai peine à croire.

4. *Du Scarabée de la Guyane.*

Un hasard fort singulier a fait voir en France un insecte lumineux assez ressemblant au Cucuyo, & peut-être le même. On avoit apporté de Cayenne, en 1764 & les années suivantes, beaucoup de bois de marqueterie ; car cette colonie en abonde, & par des raisons que je crois mal entendues, cette richesse est à peu près perdue pour elle. Un ébéniste avoit acheté une bille de ce bois, & en attendant l'emploi, la conservoit chez lui. Sa femme entendit une nuit quelque bruit comme d'un animal qui bourdonne en voltigeant, & aperçut bientôt une vive lumière attachée à sa croisée. Après quelques moments de frayeur, elle y courut, & trouva un insecte du genre des Coleopteres, (ou insectes dont les ailes sont recouvertes par des fourreaux,) qui jetoit par la partie postérieure de son corps un si vif éclat, que toute la chambre en étoit éclairée. L'insecte fut ensuite donné à M. Fougeroux, qui en a consigné la description & l'histoire dans les Mémoires de l'Académie, année 1766.

Il y a grande apparence, ou, pour mieux dire, il est certain que l'animal étoit venu dans la bille de bois, en état de nymphe, où elle étoit cachée dans quelque trou : le temps de son développement étant arrivé, l'animal est sorti de sa retraite, & a paru sous la forme de Scarabée.

Si ce n'est pas le Cucuyo des îles de l'Amérique ou de la Nouvelle-Espagne, c'est un quatrième insecte qui jouit de la propriété de jeter de la lumière.

§. III. *De quelques autres Corps phosphoriques.*

Nous allons parcourir ici brièvement un grand nombre d'autres corps phosphoriques.

1. *Les Yeux de divers animaux.*

La nature a destiné plusieurs animaux à chercher leur pâture pendant la nuit ; tels sont , parmi les quadrupèdes , le tigre , le chat qui n'est qu'un tigre nain , le loup , le renard , &c ; & parmi les oiseaux , la chouette , le chat-huant , &c. Il leur falloit un flambeau pour les conduire ; elle le leur a donné dans leurs yeux , car ils sont éclatants de lumière ; & c'est sans doute au moyen de cette lumière qu'ils se conduisent dans l'obscurité. Comme ils ont la rétine extrêmement sensible , la lumière de leurs yeux éclaire les objets suffisamment pour eux : ajoutez à cela que la nature les a favorisés d'une très-grande ouverture de prunelle , ce qui multiplie la quantité de lumière qui aborde à leur rétine. Telle est probablement le mécanisme par lequel ces animaux voient pendant la nuit ; l'extrême sensibilité de leur rétine leur rend le jour incommodé , & même en aveugle quelques-uns.

Il est à remarquer que ces animaux paroissent être les maîtres de rendre leurs yeux lumineux. J'ai vu souvent sans lumière ceux d'un chat que j'avois , d'autres fois ils étoient comme un charbon ardent.

Le chien n'est pas entièrement dépourvu de cette propriété ; j'ai vu plusieurs fois étinceler les yeux de cet animal.

Enfin l'on prétend qu'il y a des hommes qui jouissent de cette propriété : on dit que Tibere y voyoit pendant la nuit ; & l'on raconte la même chose de quelques autres. Le plus singulier exemple de cette faculté , est celui d'un solitaire qui , au rapport de Moschus dans son *Pré spirituel* , n'avoit jamais eu besoin de lampe pour ses travaux & ses lectures nocturnes. *Quis credet hæc !* Je crois que ceux qui ajouteront foi au récit de cet agiographe , ne sont pas éloignés de mériter d'être mis dans un pré , *cum asinis & jumentis*.

2. *Le Diamant de Clayton.*

Ce diamant a eu une grande célébrité , & , s'il n'étoit pas un des plus beaux de son espece , cela étoit bien racheté par la propriété unique dont il jouissoit. Il suffisoit en effet de le frotter dans l'obscurité contre quelque étoffe seche , ou contre ses doigts , & il brilloit alors d'une lumiere foible & blanchâtre. Le célèbre Boyle a fait un assez grand nombre d'observations sur ce diamant , dont il rendit compte à la Société royale de Londres en 1668 , & il ne fait aucune difficulté de l'appeler une pierre précieuse unique en son espece , *gemma sui generis unica* ; car du moins alors on ne connoissoit aucune autre pierre qui fût douée de cette propriété : j'ai néanmoins oui dire que , depuis ce temps , on a trouvé d'autres diamants que le frottement rendoit brillants dans les ténèbres. Ce diamant singulier fut acquis par le roi d'Angleterre Charles II.

C'est ici le lieu de dire un mot de l'escarboucle , prétendue pierre brillante dans l'obscurité ; mais nous n'en parlons que pour dire que cette propriété de l'escarboucle est absolument fabuleuse :

l'escarboucle est un rubis, mais aucun rubis ni autre pierre précieuse ne luit dans l'obscurité; enfin ce n'est là qu'une fable populaire.

Remarquons encore ici que cette lumière n'est pas proprement phosphorique, mais du genre des lumières électriques. Le diamant est en effet susceptible de devenir électrique par le frottement; il en est de même de la lumière que rendent le sucre quand on le rape, & divers autres corps frottés.

3. *Le Bois pourri.*

Il n'est pas rare de trouver dans les forêts des morceaux de bois pourri qui jettent une lumière assez vive, & d'un blanc tirant sur le bleu; il est même arrivé plus d'une fois que ce phénomène a causé de grandes frayeurs.

Malheureusement tout bois pourri n'est pas phosphorique, & l'on ignore ce qui le rend tel.

Du reste, on doit ranger au nombre de fables puériles ce que raconte Joseph d'une plante lumineuse dans l'obscurité, appelée *Baaras*, qu'on ne peut arracher sans danger de mourir peu à près; mais on attache, dit-il, un chien à la plante déjà presque déracinée, & l'animal, en cherchant à rejoindre son maître, finit de l'arracher. Peut-on abuser ainsi de la crédulité de l'espèce humaine!

On doit sans doute mettre au même rang ce que Pline rapporte d'une autre plante, appelée *Nicty-gretum*, qui croît, dit-il, dans la Gédrosie, & qui, arrachée avec sa racine & séchée aux rayons de la lune pendant un mois, devient lumineuse de nuit. Cela n'est pas absolument impossible; mais cette plante seroit probablement connue de nos naturalistes, ainsi que l'*Aglao-phytis*, & la *Lunaire*,

à qui, sur les témoignages d'Elie, on attribue la même propriété. On peut, quand un fait est raconté par Elie, parier cent contre un que c'est une fable.

4. *Les Vers des Huitres.*

On doit à un M. de la Voye la remarque de ce phosphore naturel, dont il donna avis à M. Auzout en 1666.

Il s'engendre souvent dans les huitres de petits vers oblongs qui brillent dans l'obscurité. Suivant la description qu'il en fait, les uns sont gros comme un petit fer d'aiguillette, & longs de cinq à six lignes; les autres seulement comme une grosse épingle, & de trois lignes de longueur; les autres enfin beaucoup plus petits. Il en a aussi trouvé de trois especes; la première, avec des jambes au nombre de vingt-cinq environ de chaque côté. La seconde est de vers rouges, & semblables, à la grosseur près, à nos vers luisants de terre. Ceux de la troisième espece sont bigarrés, & ont la tête comme celle de la folle. Ils se résolvent facilement, & au moindre attouchement, en une matiere gluante qui conserve sa lumiere une vingtaine de secondes.

Telles sont les observations de M. de la Voye, avec lesquelles ne s'accordent pas entièrement celles de M. Auzout, qui ne vit jamais qu'une matiere gluante étendue en longueur. Mais il faut observer que le dernier physicien ne fit ses expériences, à ce qu'il paroît, que sur des huitres vieilles, au lieu que le premier les fit sur des huitres très-fraîches.

5. *Les Chairs corrompues.*

Les chairs corrompues sont aussi quelquefois su-

jettes à devenir lumineuses dans l'obscurité. Lémery rapporte qu'en 1696, on vit à Orléans une grande quantité de ces chairs lumineuses : les unes l'étoient en totalité, les autres seulement en quelques points qui présentoient l'apparence de petites étoiles. On craignit d'abord d'en manger ; mais l'expérience apprit qu'il n'y avoit aucun danger, & l'on reconnut qu'elle étoit tout aussi bonne que d'autre. On remarqua que, chez quelques bouchers, la viande étoit presque toute lumineuse, chez d'autres seulement en partie.

Fabrice d'Aquapendente raconte pareille chose d'un agneau acheté par trois jeunes gens de Rome. La moitié qu'ils n'avoient pas mangée ayant été réservée, & la nuit étant venue, ils apperçurent que plusieurs endroits de cette viande étoient lumineux : ils l'envoyerent à ce médecin, qui examina avec attention ce phénomène, & observa que la chair & la graisse brilloient d'une lumière argentine, & qu'un morceau de chevreau qui y avoit touché brilloit lui-même ; les doigts de ceux qui la touchoient devenoient aussi lumineux. Il observa aussi que les endroits lumineux étoient plus mollasses. Il n'y a nul doute que ce phénomène ne s'observât plus souvent, si l'on entroit fréquemment dans les boucheries & les garde-mangers, sans aucune lumière.

6. *Divers Poissons ou parties de Poissons.*

Mais ce sont sur-tout les poissons & diverses de leurs parties, qui présentent le plus fréquemment ce phénomène.

C'est ordinairement lorsque ces poissons ou leurs parties approchent de la putréfaction, qu'ils acquie-

rent la propriété phosphorique. *Leo Allatius* raconte dans une lettre à *Fortunius Licetus*, avoir éprouvé une sorte de frayeur occasionnée par des écrevisses d'eau douce, jetées dans un coin par un valet négligent. Il décrit fort au long toute cette petite aventure, mais nous en supprimerons le détail, pour abréger.

Les dails ou glands de mer, apparemment déjà très-avancés, sont fort sujets, suivant *Pline* & d'autres, à briller de cette manière: ceux qui habitent les bords de la mer sont à portée de l'éprouver.

Le fameux *Thomas Bartholin* a observé la même chose sur des polypes qu'il disséquoit, (c'est ainsi qu'il appelloit le poisson que nous connoissons sous le nom de *la seche*) puisqu'il dit qu'il contient une liqueur noire qu'on peut employer comme de l'encre. Cette lumière, dit-il, s'écouloit de dessous la peau, & étoit d'autant plus abondante, que l'animal approchoit davantage de la putréfaction.

Nous ne parlerons plus que de quelques expériences du docteur *Beale*, insérées dans les *Transactions philosophiques* de l'année 1666. On avoit fait bouillir des maquereaux frais dans de l'eau, avec du sel & des herbes: quelques jours après, le cuisinier remuant l'eau pour en tirer quelques-uns de ces poissons, remarqua qu'au premier mouvement, elle devint fort lumineuse, ainsi que les poissons qui brilloient fortement à travers cette eau, devenue transparente; quoique vue pendant le jour, elle parut opaque.

Les gouttes de cette eau étoient fort lumineuses; & par-tout où elles tomboient, elles laissoient une tache lumineuse & large comme un denier: ceux

qui s'en froterent les mains les avoient toutes resplendissantes.

Nous nous sommes bornés à rapporter des faits ; car c'est encore tout ce qu'on peut dire sur cet objet. On ne peut encore rien avancer de probable & de fondé sur la cause de cette lumiere. La matiere globuleuse de Descartes étoit assez commode pour expliquer ces phénomènes ; car il suffisoit de dire que la fermentation putride étant une espece de mouvement intestin, ce mouvement mettoit, selon les apparences, en action cette matiere globuleuse dans laquelle consiste la lumiere. Mais malheureusement cette matiere est reconnue aujourd'hui pour une chimere.

Addition du Censeur.

Il y a quelques inexactitudes dans ce qu'on a lu plus haut, concernant les insectes lumineux des paragraphes 1, 2, 3, 4, de cette Section. L'auteur paroît s'être trop confié à sa mémoire qui l'a induit en erreur, & il n'a pas connu tout ce qui a été écrit sur cette matiere. On y va suppléer.

1. Le mâle du ver luisant est un insecte ailé de la classe des coleopteres, ou insectes à fourreaux. Ces fourreaux sont mous & flexibles. Il n'est pas depourvu entièrement de la faculté lumineuse. M. Fougeroux nous apprend avoir pris plusieurs fois dans l'obscurité de ces mâles attirés par la lumiere de leur femelle, & il a observé qu'ils en jetoient eux-mêmes peu après l'accouplement.

2. La mouche luisante d'Italie, connue vulgairement sous le nom de *lucciola*, n'est rien moins qu'une mouche ; c'est encore un insecte à fourreaux, & très-approchant du mâle de notre ver luisant : ce sont les deux derniers anneaux de son corps qui sont lumineux. On pourroit d'abord être tenté de croire que c'est cet insecte

même à qui la chaleur du climat donne la faculté de briller, que celui de notre pays a même en certaines circonstances. Mais il y a des différences qui ne permettent pas de les confondre ; & ce qui paroît exclure absolument cette identité, c'est que dans les lieux où l'on trouve la *lucciola*, on ne trouve point le ver luisant ordinaire, quoique ce dernier existe aussi en Italie.

A l'égard de l'insecte lumineux des pays chauds de l'Amérique, je n'en connois, pas plus que l'auteur, de description exacte.

3. Ce que l'on a lu plus haut sur l'insecte lumineux de Cayenne, n'est pas entièrement exact ; & l'histoire de sa découverte a besoin d'être réformée. Ce fut au mois de Septembre 1766, que deux femmes du fauxbourg Saint-Antoine, virent cet insecte sur la brune, comme un trait de lumière traversant les airs, & allant se reposer sur une croix. Elles crurent d'abord que c'étoit une de ces étoiles tombantes, si communes dans les nuits d'été. Mais la lumière continuant, elles allèrent avertir ceux qui habitoient la maison contre laquelle l'animal étoit venu se reposer. On le prit, & il fut donné à M. Fougereux pour l'examiner. Ce n'est que par conjectures qu'on dit que l'animal étoit venu de Cayenne. Mais sa comparaison avec les insectes de ce pays-là, le fait reconnoître pour habitant de ce climat ou d'un climat voisin. C'est un coleoptere, connu sous le nom de *maréchal*, & de la classe de ceux qui étant mis sur le dos, s'élancent en l'air comme un ressort qui se débande ; ce qui leur a fait donner le nom d'*elater*. Cet insecte a un pouce & demi de longueur, & sa lumière résida dans deux protubérances alongées qu'il porte sur la partie postérieure & latérale du corselet. Il en jette aussi dans certaines positions par la séparation du corps avec le corselet, & probablement par celles des anneaux du corps les uns avec les autres. Cette lumière est d'une belle couleur verte, & assez vive pour que l'insecte, mis dans un cornet de papier, serve d'un fanal pour lire les caractères les plus fins à quelques pouces de distance. Cet insecte existe aussi à la Jamaïque, M. Brown l'a décrit sous le nom d'*elater major fuscus phosphoricus*. Il y en a effectivement, soit à la Jamaïque, soit à Saint-Do-

mingue, une autre espèce plus petite, & aussi phosphorique.

4. Ce que l'auteur dit du cucuyo de l'Amérique, sçavoir, qu'il jette la lumière par les yeux & deux parties au dessous des fourreaux, ne paroît pas exact. Il pourroit bien se faire que les voyageurs non naturalistes qui en ont parlé, eussent mal vu.

5. Il y a quelques autres insectes lumineux, dont l'auteur n'a point parlé. Le *porte-lanterne* ou *acudia*, que M. de Réaumur range dans la classe des pro-cigales, ou une classe fort approchante de celle de la cigale; le *vielleur* scarabée de Surinam; nous n'en connoissons, ainsi que l'auteur, aucune description assez bien faite pour déterminer en quoi ils diffèrent du cucuyo, & les uns des autres. Telle est encore la *cigale porte-lanterne* de la Chine, dont M. Linnæus a donné une description dans les *Actes de Stockholm*; mais l'animal étant mort, ce sçavant naturaliste n'a pu nous instruire par quelle partie l'animal est lumineux: il soupçonne que c'est par sa trompe, ce qui ne me paroît pas probable. Il y a enfin aussi à Madagascar un insecte à peu près semblable, connu sous le nom de *herocherche*, qui luit pendant la nuit; Mais sa description m'est inconnue.

6. Le diamant de Clayton a été réputé pendant longtemps l'unique qui brillât dans l'obscurité. Mais M. Dufay a trouvé, par un grand nombre d'expériences sur quantité de diamants, que plusieurs d'entr'eux participoient de cette propriété, sans néanmoins avoir pu découvrir ce qui la donnoit aux uns, & pourquoi les autres ne l'avoient pas. M. Beccari, physicien célèbre de Boulogne, a fait dans le même temps des expériences semblables, qui confirment la découverte de M. Dufay. Ce physicien a aussi découvert que la classe des corps phosphoriques est beaucoup plus considérable qu'on ne le pense vulgairement; & il résulte de ses expériences, que les corps phosphoriques qui ont frappé l'attention des physiciens, ne l'ont fait que parceque cette faculté se soutient pendant plus long-temps; mais qu'un très-grand nombre de corps paroissent lumineux à un œil plongé dans une obscurité profonde, lorsqu'ils sont transportés fort promptement de la lumière dans l'ombre.

7. Les glands de mer sont éminemment doués de la propriété phosphorique, non pas quand ils approchent de la putréfaction, comme on l'a dit plus haut, mais quand ils sont vivants & frais, au point d'être bons à manger. Les observations de MM. Beccari, Monti & Calcati de Boulogne, sur ces poissons marins, sont fort anciennes; elles confirment parfaitement, & étendent beaucoup ce que Pline le naturaliste avoit dit sur ce sujet. Voyez aussi un Mémoire de M. de Réaumur sur le même objet, *Mém. de l'Acad.* année 1723.

SECTION II.

Des Phosphores artificiels.

CE que la nature produit en quelques circonstances, l'art, aidé de l'observation, est parvenu à l'imiter dans les phosphores artificiels; mais avant d'exposer ces opérations curieuses, il faut faire une distinction que les chimistes & les physiciens modernes ont introduite, & qui est nécessaire.

On a continué d'appeler du nom de *phosphore*, ces corps qui jettent de la lumière sans chaleur sensible; mais lorsqu'un corps non-seulement jette de la lumière, mais s'enflamme de lui-même étant exposé à l'air, on lui donne le nom de *pyrophore*. Aussi on dit le pyrophore d'Homberg, pour désigner cette composition d'alun & de matière animale ou végétale, qui, exposée à l'air, prend feu. Le phosphore d'Angleterre est à-la-fois phosphore & pyrophore; car, exposé à l'air en masse, il brûle & se consume comme le soufre, dont il est une espèce singulière: mais, extrêmement atténué, & mélangé avec une liqueur, il ne fait que la rendre lumineuse sans chaleur.

§. I. *Expérience phosphorique, ou brûler de la poudre à canon sans explosion.*

Prenez une tuile, que vous ferez chauffer assez fortement, & portez-la dans un lieu obscur. Pendant qu'elle se refroidira, vous y jetterez dessus, de temps à autre, des grains de poudre, qui d'abord s'enflammeront. Laissez-la davantage se refroidir, jusqu'à ce que la poudre ne détonne plus. Alors vous la couvrirez de poudre. Cette poudre, parvenue au degré de chaleur de la tuile, jettera dans les ténèbres une lumière foible ou une flamme légère, qui consumera tout le soufre, sans néanmoins faire détonner le nitre.

On voit par-là que le soufre commun est susceptible de deux combustions; l'une douce & tranquille, qui ne sçauroit même allumer le charbon, car autrement le nitre détonneroit; l'autre violente, qui brûle & allume les corps combustibles contigus.

§. II. *De la Pierre de Boulogne.*

On donne à ce phosphore le nom de *la pierre de Boulogne*, parceque les premiers phosphores de cette espece se faisoient avec une pierre qui se trouvoit seulement au pied du mont Paterno, près de cette ville. Un cordonnier, nommé *Vincenzo Casciarolo*, fut le premier qui s'aperçut de la propriété qu'avoient ces pierres de luire dans l'obscurité après avoir été calcinées. Il travailloit au Grand-Ouvre; & il crut, à l'aspect du brillant de ces pierres, qu'elles contenoient ou des métaux, ou un principe propre à remplir son

objet : il les fit rougir dans un creuset. Le hasard lui en ayant ensuite fait porter une dans un lieu obscur, son éclat le frappa, & il publia sa découverte. C'est ainsi que le phosphore de Boulogne a été découvert. Voici comment le font les chimistes modernes.

On prend une de ces pierres ; & après l'avoir dépouillée de toutes ses parties hétérogenes, on la lime avec une grosse lime tout à l'entour, pour avoir une certaine quantité de poussière. On trempe ensuite la pierre dans de la glaire d'œuf, & on la roule dans cette poudre, en sorte qu'elle en soit toute saupoudrée jusqu'à une certaine épaisseur. La pierre étant sèche, on la place dans un fourneau rempli de charbons, de manière qu'elle en soit recouverte & environnée. On met le feu à ce charbon ; & quand le tout est consumé, la pierre est calcinée au point désiré. On peut la transporter dans un lieu obscur, & on la voit éclater d'un brillant singulier, qui va pourtant en s'affoiblissant peu à peu, & qui cesse après quelques minutes. Mais cet éclat renaît en exposant de nouveau la pierre à la lumière du jour pendant quelque temps. On conserve ces pierres dans un lieu sec, enveloppées de coton également bien sec. Elles perdent néanmoins peu à peu leur faculté de s'imprégner de la lumière, mais on la leur rend en les faisant calciner de nouveau.

La pierre de Boulogne est, par les observations qu'ont faites les naturalistes, une de ces pierres qu'ils connoissent sous le nom de *spath fusible*. Il entre dans leur composition de l'acide vitriolique. Cela a donné lieu à M. Margraf, célèbre chimiste, l'idée d'essayer si tous les autres spaths fusibles n'étoient pas doués de la même propriété. Il

a trouvé que , traités de la maniere convenable , ils devenoient tous lumineux. Voici de quelle maniere on les prépare & les calcine , suivant sa méthode.

Après les avoir bien nettoyés des parties hétérogenes , on les fait rougir dans un creuset , ensuite on les réduit en poussiere très-fine dans un mortier de verre ou de porphyre. On fait après cela , avec de la gomme adragant ou du blanc d'œuf , & cette poudre , de petits gâteaux d'une ligne d'épaisseur au plus , & de la grandeur qu'on veut. Enfin on les calcine de la maniere suivante , après les avoir fait dessécher à une assez forte chaleur.

Il faut avoir un fourneau de réverbere ordinaire , qu'on remplit de charbon jusqu'aux trois quarts de sa hauteur ; on pose à plat les gâteaux ci-dessus , & on les recouvre de charbons. On allume le fourneau ; & quand tous les charbons sont consumés & refroidis , on trouve les gâteaux calcinés : on les prend , & on les nettoie de cendres au moyen du vent d'un soufflet ; on les renferme comme on a dit plus haut ; & quand on veut faire l'expérience , on les expose quelque temps à la lumiere , après quoi on les transporte dans un lieu obscur : ils y paroissent brillants comme des charbons ardents , si on a tenu pendant quelques minutes les yeux fermés.

Quelle est la cause d'un phénomène aussi singulier ? Voici ce qu'ont dit de plus probable d'habiles chimistes.

Quand on considere que l'on ne fait de phosphore semblable qu'en brûlant , au moyen du charbon , des pierres qui contiennent de l'acide

vitriolique *, on est conduit à penser qu'il se forme dans cette opération une espece de soufre extrêmement combustible, & dans lequel l'action seule du jour ou de la lumiere est capable de produire cette combustion lente & presque sans chaleur, dont nous avons vu que le soufre commun lui-même est susceptible. Cette combustion ne se manifeste que par la lumiere foible qu'elle répand de même. Elle cesse par l'absence de la cause qui l'a produite, & la pierre cesse d'être lumineuse.

Parmi plusieurs raisons qui confirment cette explication, il en est une entr'autres qui est d'un grand poids : c'est que si, après que la pierre a cessé de luire, & sans l'exposer de nouveau à l'action du jour, on se contente de la placer dans l'obscurité sur une plaque de fer échauffée, sans l'être assez pour jeter aucune lumiere, elle devient aussi-tôt lumineuse. On peut encore ajouter à cette raison, celle de l'odeur qu'exhale la pierre de Boulogne après sa calcination ; car cette odeur est précisément celle du soufre. Mais, sur tout ceci, nous invitons à consulter le *Dictionnaire de Chimie* de M. Macquer, à l'article *Phosphores pierreux* ; on y trouvera des développemens de cette explication, que nous ne pouvons donner ici.

§. III. Du Phosphore de Baldwin ou Baudouin.

Ce phosphore, ainsi que le suivant, a beaucoup d'affinité avec celui de la pierre de Boulogne ; car, tout comme ce dernier est certainement

* M. Margraf du moins le prétend, quoique M. Dufay ait dit avoir fait le phosphore de Boulogne avec des pierres purement calcaires.

une combinaison de l'acide vitriolique avec le phlogistique, de même celui de Baldwin est une combinaison de l'acide nitreux avec ce même principe. En voici le procédé.

Prenez de la craie blanche très pure, que vous dissoudrez dans de bon esprit de nitre; après quoi vous filtrerez la solution, & vous ferez évaporer l'humidité jusqu'à ce que le résidu soit bien sec; il faudra mettre ensuite ce résidu dans un bon creuset, de la capacité convenable & médiocrement creux; vous le placerez dans un fourneau de réverbère pendant une heure; enfin vous mettrez cette matière ainsi calcinée dans une bouteille garnie d'un bouchon de verre: vous aurez le phosphore de Baldwin.

Sa propriété est de reluire dans l'obscurité, comme celui de Boulogne, quand il a été exposé dans sa bouteille ouverte à la lumière du jour. Mais comme il a le défaut d'aspirer l'humidité, il ne tarde pas de perdre sa propriété.

§. IV. *Phosphore de M. Homberg.*

Prenez une partie de sel ammoniac en poudre, & deux parties de chaux vive éteinte à l'air; mêlez-les exactement, remplissez-en un creuset, & mettez-le à un petit feu de fonte. Sitôt que le creuset commencera à rougir, votre mélange commencera à se fondre; mais comme il s'éleve & se gonfle dans le creuset, vous le remuerez avec une baguette de fer, de peur qu'il ne se répande. Aussitôt que cette matière sera fondue, versez-la dans un bassin de cuivre: après qu'elle sera refroidie, elle paroîtra grise & comme vitrifiée. Si l'on frappe dessus avec quelque chose de dur, comme

avec du fer, du cuivre, ou autre chose semblable, on la verra un moment en feu dans toute l'étendue où le coup aura porté. Mais comme cette matière est fort cassante, on n'en sçauroit réitérer souvent l'expérience. Pour y remédier, M. Homberg s'est avisé de tremper dans le creuset où cette matière étoit en fonte, de petites barres de fer & de cuivre, lesquelles s'en sont couvertes comme d'un émail. Sur ces barres émaillées on peut frapper, & faire cette expérience commodément & plusieurs fois, avant que la matière s'en sépare.

Il faut remarquer que l'émail phosphorique qui s'attache sur ces barres, s'humecte facilement à l'air; c'est pourquoi il faut les tenir dans un lieu sec & chaud; par ce moyen, elles conserveront pendant assez long-temps leur propriété.

§. V. *Phosphore en poudre, ou de M. Canton.*

Voici encore un phosphore fort analogue à celui de la pierre de Boulogne & à celui de Baldwin.

Il faut prendre des coquilles d'huîtres ordinaires, & les bien faire calciner, en les tenant dans un feu ordinaire pendant une demi-heure: on achevera ensuite de les pulvériser, & l'on en prendra la poudre la plus fine, que l'on mêlera avec un tiers de son poids de fine fleur de soufre: on placera ce mélange dans un creuset, qu'on remplira jusqu'au bord, & qu'on tiendra pendant une bonne demi-heure au moins au milieu des charbons ardents, en sorte qu'il soit bien rouge: on le laissera ensuite refroidir; & la matière contenue dans le creuset, étant pulvérisée encore s'il

en est besoin, fera un phosphore qu'il suffira d'exposer pendant quelques minutes à la lumière du jour, pour rendre une lumière assez vive dans l'obscurité.

Ceux qui auront conçu la nature du phosphore de Boulogne, n'auront pas de peine à voir que celui de M. Canton n'est proprement que la même chose; car la pierre de Boulogne, les spaths fusibles auxquels on a reconnu la propriété phosphorique, ne sont que des combinaisons de l'acide vitriolique avec des terres calcaires. Le mélange du soufre avec la craie, dans le procédé de M. Canton, fournit cet acide vitriolique & le phlogistique, sans lesquels des matières calcaires ne peuvent devenir phosphoriques.

M. Dufay, de l'Académie royale des Sciences, étoit déjà parvenu à faire des phosphores avec des pierres calcaires combinées avec le phlogistique.

§. VI. *Du Pyrophore d'Homberg.*

Voici encore une invention chimique due au hasard. On avoit assuré au célèbre Homberg qu'on pouvoit tirer des excréments humains une huile blanche & nullement fétide, qui avoit la propriété de fixer le mercure. Il travailla sur cette matière, & il en tira en effet une huile blanche & sans odeur. Elle ne fixa pas le mercure. Mais ayant exposé à l'air le résidu de sa distillation, il fut fort surpris de lui voir prendre feu. Telle est l'origine de son pyrophore.

On a au reste reconnu depuis, qu'il n'étoit pas nécessaire de travailler sur des matières aussi sales que celles dont Homberg tira son pyrophore pour la première fois. Voici le procédé vulgaire de cette opération: il est fort simple.

Mélez ensemble dans une poêle de fer mise sur le feu, & avec une spatule aussi de fer, trois parties d'alun & une de sucre, en sorte que la matière soit parfaitement desséchée, & réduite en une masse noirâtre & charbonneuse: s'il y a des grumeaux un peu gros, vous les concasserez. Mettez ensuite cette matière dans un matras à col étroit & long d'une huitaine de ponce; placez ce matras dans un petit creuset capable d'en contenir le ventre, environné de tous côtés d'un demi-pouce de sable; vous plongerez après cela ce creuset au milieu des charbons, en sorte qu'ils puissent le faire bien rougir ainsi que le matras; vous l'échaufferez par degrés, & enfin très-fortement, en sorte qu'il soit rouge, & qu'on voie sortir par le col du matras une flamme vraiment sulfureuse. On doit soutenir cet état du feu pendant environ un quart d'heure, ensuite laisser éteindre le feu peu à peu; & lorsque le col du matras ne sera plus rouge, on le bouchera avec un bouchon de liège, sans quoi le pyrophore s'enflammeroit.

Quand le tout est bien refroidi, on verse promptement le pyrophore dans une ou plusieurs fioles susceptibles d'être bien fermées, & on les clôt bien promptement. Quelquefois il s'enflamme en passant du matras dans la bouteille; mais cela n'importe pas, car il s'éteint aussitôt qu'elle est bouchée.

Pour faire l'expérience du pyrophore, il faut en mettre sur le papier environ un demi-gros. Peu après il s'enflamme, devient rouge comme les charbons ardents, & met le feu aux corps combustibles qu'il touche. On accélère l'inflammation du pyrophore en le mettant sur du papier un

peu humide, ou en envoyant dessus son haleine.

Il paroît, & on ne peut désormais presque plus en douter, que cet effet est produit de la manière suivante. Dans l'opération du pyrophore, il se fait une combinaison de l'acide vitriolique avec le phlogistique des matières animales ou végétales brûlées; mais comme l'opération est en quelque sorte interrompue, il se trouve une certaine quantité d'acide vitriolique prodigieusement concentré & à nu, c'est-à-dire non combiné avec le phlogistique. Or, l'on sçait que l'acide vitriolique très-concentré absorbe l'humidité de l'air avec une telle avidité, qu'il s'échauffe violemment; & ici cette chaleur est apparemment telle, qu'elle enflamme le soufre formé, & par lui les matières fuligineuses & charbonneuses qui entrent dans la composition du pyrophore. On peut voir dans un Mémoire de M. Lejay de Suvigny, inséré dans le Tome III des *Mémoires des Sçavants Etrangers*, le développement & les preuves de cette explication, poussés jusqu'à la démonstration. M. de Suvigny y démontre aussi qu'on peut à l'alun substituer toute autre matière, pourvu qu'elle contienne de l'acide vitriolique: l'alun est seulement ce qui réussit le mieux.

§. VII. *Du Phosphore ou Pyrophore de Kunckel, autrement appelé d'Angleterre.*

Voici la composition la plus curieuse de la chimie moderne. Qui croiroit que de l'urine putréfiée, on tirât un corps lumineux? que dis-je! un corps susceptible de s'enflammer, & d'enflammer très-vivement, par son contact, les autres corps combustibles? Telle est néanmoins l'origine,

en quelque sorte abjecte, du phosphore; tant il est vrai que pour le physicien rien n'est abject dans la nature, & que les objets les plus dégoûtants contiennent quelquefois des principes capables des effets les plus rares & les plus singuliers!

La découverte du phosphore d'urine est, comme beaucoup d'autres, l'effet du hasard. Un bourgeois de Hambourg, homme entêté de la pierre philosophale, travailloit sur l'urine. Il n'étoit pas le premier ni le seul qui eût pensé que c'étoit dans les excréments humains qu'il falloit chercher la matiere propre à fixer le mercure. A force de faire des essais sur cette matiere, il trouva le phosphore. Cette découverte fit grand bruit dans le monde chimique. Mais Brandt n'étoit pas homme à donner son secret pour rien. Kunckel, habile chimiste, s'associa avec un certain Krafft pour tirer de lui ce secret. Mais Krafft trompa Kunckel, acheta de Brandt le secret de faire le phosphore, &, voulant en faire un commerce lucratif, refusa de le communiquer à Kunckel. Celui-ci irrité de la fraude de Krafft, & sçachant d'ailleurs qu'il avoit beaucoup travaillé sur l'urine humaine, se mit à la recherche du secret, & enfin le trouva. Aussi la gloire lui en est restée, car on nomme communément ce phosphore, le *Phosphore de Kunckel* *.

D'un autre côté, Krafft ayant passé en Angleterre, & ayant montré son phosphore au roi & à la reine d'Angleterre, le célèbre Boyle, dont la

* M. Leibnitz prétend que ce que l'on raconte ainsi ordinairement de Brandt, n'est nullement fondé. Il fait une histoire du phosphore, qu'on peut voir dans ses œuvres, Tome II. Mais je ne les ai pas à ma portée.

curiosité fut piquée par un phénomène si rare, entreprit aussi de deviner le secret. Il sçavoit seulement, comme Kunckel, que Krafft travailloit sur l'uriné. Il se mit donc à travailler sur cette matiere, & trouva de son côté le phosphore qu'on en tire. Il en communiqua le procédé au public dans les *Transactions Philosophiques* de 1680, & apparemment instruisit plus particulièrement du tour de main nécessaire un chimiste Allemand établi à Londres, nommé *Godfrey Hanckwitz*, car il a été pendant long-temps le seul qui fit du phosphore.

En effet, quoique Boyle eût publié le procédé du phosphore en 1680, que Homberg l'eût aussi enseigné en 1692, quoiqu'enfin divers autres livres le décrivissent aussi, ce n'étoit qu'en Angleterre qu'on faisoit du phosphore, & c'étoit le seul *Hanckwitz* qui le faisoit. Un étranger qui vint en France en 1737, offrit néanmoins de mettre parfaitement au fait du procédé, & le ministère lui promit une récompense pour cela. Plusieurs chimistes & physiciens de l'Académie royale des Sciences, furent chargés d'être témoins de l'opération, qui fut faite au Jardin royal des Plantes, & qui réussit très-bien. M. Hellot rédigea le procédé, & le publia en 1738 dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences*. Depuis ce temps seulement, la maniere de faire le phosphore est bien connue; ce qui n'empêche cependant pas que ce ne soit une opération des plus délicates de la chimie, & qui ne réussit guere que dans des mains fort exercées.

De tous les chimistes modernes, M. Margraf est celui qui a réduit la composition du phosphore de Kunckel aux procédés les plus certains, les

plus exacts & les moins dispendieux : c'est pour-
quoi nous allons suivre ici ceux qu'il enseigne.

1^o Prenez une bonne quantité d'urine, que
vous laisserez putréfier ; vous la mettrez ensuite
dans un vase de verre sur le feu, & vous en
ferez évaporer le flegme, jusqu'à ce qu'elle soit
réduite à une consistance de miel ou de crème
de lait.

Il est à propos de remarquer ici que cette ma-
tiere contient un sel particulier, appelé *sel fusible
de l'urine* ; que ce sel est composé d'un acide
d'une nature différente de tous les autres, & qu'on
a nommé *phosphorique*, parcequ'il est l'ingrédient
nécessaire du phosphore, par sa combinaison
avec un autre principe, & parcequ'on tire cet
acide par la déflagration du phosphore, comme
l'acide vitriolique par celle du soufre ordinaire.

2^o Mêlez ensuite quatre livres de minium avec
deux livres de sel ammoniac en poudre, & distil-
lez ce mélange, qui fournira un alkali volatil
très-concentré ; au reste cet alkali est inutile. Mais
l'acide marin attaquera le minium ou la chaux
de plomb, & formera avec elle un composé
connu des chimistes sous le nom de *plomb corné*.
On peut employer du plomb corné tout fait ; nous
avons cependant cru devoir indiquer à-la-fois ici
la maniere de le faire, parceque tous nos lecteurs
ne se trouveront pas des chimistes.

3^o Ce plomb corné résultant de la distillation
ci-dessus, vous le mêlerez peu à peu, & en le
remuant sans cesse dans une chaudiere de fer,
avec 8 à 9 livres de l'extrait d'urine, indiqué
dans l'article I ; vous y ajouterez une demi-livre
de charbon en poudre, & vous continuerez de
le dessécher jusqu'à ce qu'il soit réduit en une

poudre noire ; vous jetterez ensuite cette matière dans une retorte , pour la distiller à un feu médiocre , & en retirer tous les produits , qui sont , de l'alkali volatil , une huile fétide , & une espèce de sel ammoniac qui s'attache au col du vase ; faites rougir ensuite médiocrement la cornue ; & quand il ne passera plus rien , vous déluterez & réserverez le résidu , qui est une espèce de *caput mortuum*. C'est ce résidu qui contient le phosphore , & qu'il est maintenant question de distiller à un feu beaucoup plus violent. On reconnoîtra qu'il est bien préparé , si un petit morceau étant jeté sur les charbons , exhale une odeur d'ail , & brûle avec une petite flamme voltigeante.

4° Mettez ce résidu dans une bonne cornue de Hesse. M. Margraf recommande celles de Waldenbourg , comme les meilleures ; mais il n'en vient pas en France. Celles de Hesse remplissent l'objet , si ce n'est qu'elles laissent transpirer un peu de la matière phosphorique , à quoi l'on obvie en partie par un lut de terre mêlée de bourre.

5° Cette cornue étant remplie jusqu'aux trois quarts de la matière ci-dessus , vous la placerez dans un fourneau , surmonté d'une chape ou cheminée en tuyau , de 5 ou 6 pouces de diamètre , & de 8 ou 9 pieds de haut. Cette chape sert à augmenter l'activité du feu par la rapidité du courant d'air , & à introduire par sa porte , à différentes fois , la quantité de charbon nécessaire pour soutenir l'opération pendant une sixaine d'heures.

6° Vous luterez le col de cette cornue avec celui d'un ballon de moyenne grandeur , à moitié rempli d'eau & percé d'un petit trou , au

moyen d'un lut gras que vous assujettirez par des bandes de linge, enduites de lut, de chaux & de blanc d'œuf. Le trou laissé au ballon, sert à donner issue à des vapeurs qui le feroient sauter en pieces. On le bouche légèrement par un petit tampon de papier, qu'on retire de temps à autre pendant la distillation. Il faut avoir la précaution de boucher d'un lut d'argile l'échancrure du fourneau par où passe le col de la cornue, & d'élever entre le fourneau & le ballon un mur de brique, qui empêche la chaleur de se communiquer à ce ballon.

7^o Les choses étant ainsi préparées vingt-quatre heures d'avance, vous mettrez le feu au fourneau, & vous échaufferez la cornue par degrés pendant une heure & demie; après quoi vous augmenterez le feu jusqu'à lui donner le rouge-blanc. Cette opération fera passer dans le ballon, d'abord des vapeurs lumineuses, ensuite des gouttes de pur phosphore, qui, en tombant dans l'eau du ballon, s'y figeront; vous continuerez ainsi l'opération, jusqu'à ce qu'il ne passe plus rien dans le ballon. Ce sera l'ouvrage de quatre à cinq heures, au lieu que le procédé décrit par M. Hellot en exige environ vingt-quatre.

8^o Comme le phosphore obtenu par cette distillation violente est noir, à cause des vapeurs fuligineuses qu'il entraîne avec lui, vous le distillerez une seconde fois dans une plus petite cornue, & à un feu médiocre. Ce feu suffira pour l'enlever pur; car, une fois formé, il est d'une grande volatilité.

9^o Enfin, vous réduirez le phosphore en petits bâtons, en le mettant dans des tubes de verre un peu coniques & plongés dans de l'eau tiède; car

il coule comme du suif à une chaleur pareille. Ces opérations doivent se faire dans l'eau, pour empêcher l'inflammation du phosphore; & quand l'eau sera refroidie, le phosphore sera figé en bâtons, que vous retirerez, & plongerez aussitôt dans des bouteilles pleines d'eau & soigneusement closes.

Il faut convenir qu'on n'a pas encore trouvé d'usage utile du phosphore d'Angleterre; si ce n'est que sa nature & sa décomposition ont jeté de la lumière sur quelques points de chimie. Mais on sent aisément qu'on peut se servir de cette matière pour exécuter divers jeux physiques assez curieux: tels sont les suivans.

Ecrire en caractères qui seront lumineux dans l'obscurité.

Il faut d'abord faire du phosphore liquide. Pour cela il faut prendre un grain de phosphore, le placer au fond d'une petite bouteille, l'écraser, & verser aussitôt par dessus environ une demi-once d'huile de gérosse bien claire. Le tout étant mis en digestion à une chaleur douce, comme celle du fumier, le phosphore sera presque entièrement dissous. La bouteille étant retirée, la matière qu'elle contiendra sera brillante dans les ténèbres, quand on l'ouvrira & qu'on l'agitiera un peu.

Prenez donc quelque peu de cette huile avec un pinceau, & écrivez-en des caractères contre un mur; ils seront brillants dans l'obscurité.

On pourra encore, si l'on veut, se rendre la face & les mains toutes lumineuses. Il suffira pour
cela

cela de se frotter de cette huile qui n'a aucune chaleur sensible, parceque le feu phosphorique est fort raréfié.

Ce phosphore s'amalgame aussi avec le mercure, & forme un composé lumineux. On prend pour cela environ dix grains de phosphore, qu'on met dans une fiole longue & un peu grande, avec deux onces d'huile d'aspic : le phosphore s'y dissout, pourvu qu'on l'échauffe un peu. On ajoute ensuite une demi-dragme de vis-argent bien pur : il s'en fait une amalgame qui sera toute lumineuse pendant l'obscurité.

On peut enfin, pour le même effet, mélanger un peu de phosphore avec de la pommade; elle en deviendra lumineuse, & l'on pourra s'en frotter le visage & les mains sans danger.

§. VIII. *Composition d'une espece de Pyrophore qui jette des flammes par le contact d'une goutte d'eau.*

C'est au fameux chimiste Glauber qu'on doit cette composition. Mélangez ensemble de la limaille de fer, de la cadmie, du tartre & du nitre, & faites-en une pâte, que vous ferez cuire & fortement dessécher à une grande chaleur, comme celle d'un four à potier. Lorsqu'ensuite vous jetterez quelques gouttes d'eau sur cette masse, elle lancera des flammes & des étincelles. Telle est la description que Beccher donne du procédé. En voici un autre, tiré de *la Magie naturelle* de Martius.

Il faut pulvériser de la chaux vive, de la tutie, & du storax calamite, de chacun une once; du soufre vis & du camphre, de chacun deux onces;

mêler ensuite le tout, le tamiser, & l'envelopper dans un linge très-ferré. Ce linge étant mis dans un creuset, on le recouvrira d'un autre, qu'on liera fortement avec le premier, & on lutera la réunion avec de la terre glaise. Enfin, ce lut étant bien sec, on mettra ce double creuset dans un four à potier, d'où l'on ne le retirera que quand la calcination sera parfaite; ce qu'on reconnoitra à la couleur des creusets, qui doit être un rouge pâle. Le tout étant refroidi, si vous jetez une goutte d'eau ou si vous crachez sur cette matière, vous en tirerez des étincelles.

C'étoit sans doute une pareille composition au moyen de laquelle un Juif Allemand tiroit du feu du pommeau de sa canne, en crachant dessus. Cette invention est en effet bien propre à être faïte par les charlatans, pour exciter l'admiration & tirer l'argent du peuple. Ce Juif dont nous parlons faisoit aussi, dit-on, très-bien ses affaires, par le moyen de ce secret physique.

REMARQUE.

IL y a quelques autres prétendus phosphores, mais qui, à proprement parler, n'en sont pas; ce sont uniquement des phénomènes électriques.

Telle est la lumière qu'on voit dans l'intérieur de certains baromètres, appelés *lumineux* par cette raison. On lui avoit donné, ou du moins on lui donne, dans les anciennes *Récréations Mathématiques*, le nom de *phosphore de Dutal*, parce que ce médecin étoit parvenu, néanmoins après M. Bernoulli, à faire des baromètres lumineux: mais on sçait aujourd'hui que ce n'est pas là un phosphore, mais une lumière électrique. M. Lu-

dolff, physicien Allemand, a prouvé démonstrativement que cet effet n'est que celui de l'électricité, produite dans le tuyau du barometre par le frottement du mercure.

Il en est à peu près de même du mercure lumineux, lorsqu'il est renfermé dans un vase de verre bien net & vuide d'air. Nous avons décrit ce phénomène dans le commencement de ce volume: ce n'est encore là qu'un phénomène électrique.

La lumiere que rend un diamant frotté dans les ténèbres, ou un morceau de sucre qu'on rape, n'est encore qu'une lumiere électrique.



II^{ME} SUPPLÉMENT.*Des Lampes Perpétuelles **

LE sujet des lampes perpétuelles a une liaison trop naturelle avec celui des phosphores, pour ne pas lui donner place ici; car, si l'on étoit extrêmement pressé d'expliquer les histoires qu'on allegue de feux trouvés dans des tombeaux anciens, & desquelles on prétend conclure que l'antiquité étoit en possession du secret d'entretenir pendant des siècles une lampe allumée, il faudroit recourir au phosphore. Mais ces faits sont si légèrement établis, quelques-uns même portent des caracteres si marqués de supposition, & la plupart de ceux que le bon *Fortunio Liceti*, grand partisan des lampes perpétuelles, a compilés comme preuves de cette découverte, sont si visiblement des preuves du contraire, qu'il ne faut que la plus médiocre critique pour voir que rien n'est plus mal établi que cette prétention. Que si l'on y ajoute les raisons physiques qui s'opposent à ce qu'une liqueur inflammable brûle toujours sans se consumer, on ne pourra plus regarder les lampes perpétuelles que comme une chimere

* On ne peut douter que le traité des lampes perpétuelles, qui suit celui des phosphores dans le quatrième volume des anciennes *Récréat. Mathémat.*, ne soit du bon abbé de Vallemont, comme ce dernier: c'est le même bavardage, les mêmes répétitions, le même fatras de choses qui vont ou ne vont pas au sujet.

indigne d'occuper un physicien, & bonne à reléguer dans le pays de l'or potable & de la palin-généfie. Si nous en parlons donc ici, c'est à cause de la célébrité de la matiere, & parceque nous sçavons qu'il est des esprits qui tiennent à ces sujets singuliers & extraordinaires.

SECTION PREMIERE.

*Examen des Faits qu'on allegue comme
preuve de l'existence des Lampes
Péripétuelles.*

AVANT que la physique eût éclairé sur la possibilité d'un feu actuel & inextinguible, les sçavants ont été assez partagé sur ce qu'on devoit en croire. Mais de tous les champions des lampes perpétuelles, aucun n'a fait plus d'effort pour en établir l'existence, que *Fortunio Liceti*, dans son livre intitulé *de reconditis antiquorum Lucernis*.

Si l'on en croit ce sçavant, rien n'étoit plus commun chez les anciens que les lampes perpétuelles; il en voit par-tout. La lampe de Démofthène, celle qui brûloit dans le temple de Minerve à Athènes, le feu de Vesta à Rome, tout cela lui fournit autant de preuves de la possibilité d'un feu inextinguible. On ne peut s'empêcher de rire d'une érudition si mal digérée; car qui ne sçait que ces feux n'étoient appelés perpétuels, que parceque c'étoit un point de religion de ne les laisser jamais éteindre, & qu'on leur fournissoit un aliment continuel?

A la vérité, les autres partisans des lampes perpétuelles, en riant de la bonhomie de Liceti, s'appuient, ainsi que lui, de faits plus séduisants. Les voici.

1. *La Lampe de Tulliola.*

Sous le pontificat de Paul III, on trouva, dit-on, le tombeau de Tulliola, cette fille chérie de Cicéron, à la perte de laquelle il donna tant de larmes. On prétend qu'il y avoit dedans une lampe actuellement brûlante, & qui s'éteignit aussitôt que l'air y pénétra.

2. *La Lampe d'Olybius.*

Mais c'est sur-tout la lampe du tombeau d'Olybius qui fournit aux partisans des lampes perpétuelles un de leurs forts arguments.

On raconte qu'en 1500, des payfans fouillant un peu profondément à Ateste près de Padoue, on parvint à un tombeau dans lequel on trouva deux urnes de terre l'une dans l'autre. Celle-ci contenoit, ajoute-t-on, une lampe ardente, située entre deux fioles, l'une pleine d'un or liquide, l'autre d'un argent fluide.

Sur la grande urne on lisoit ces vers :

Pluroni sacrum munus ne attingite, fures ;

Ignotum est vobis hoc quod in orbe latet ;

Namque elementa gravi clausit digesta labore,

Vase sub hoc modico, maximus Olybius.

Adsit secundo custos sibi copia cornu,

Ne tanti pretium depereat laticis.

La seconde portoit, à ce qu'on dit, cette inscription :

*Abite hinc, pessimi fures ;
Vos quid vultis vestris cum oculis emissitiis ?
Abite hinc vestro cum Mercurio
Petasato caduceatoque.
Maximus maximum donum Plutoni hoc
sacrum fecit.*

C'est à peu près ainsi que Gesner raconte cette curieuse découverte. Mais voici quelque chose de plus fort. On lit dans Liceti une lettre d'un certain Maturantius, qui écrit à son ami Alphèbe que ce curieux trésor est venu en sa possession. « L'un & l'autre vase, dit-il, avec les inscriptions, la lampe & les fioles d'or, sont venus en mes mains, & je les possède : vous en seriez émerveillé si vous les voyiez. Je ne donnerois pas tout cela pour mille écus d'or. » Voilà bien le langage d'un homme convaincu de posséder la plus précieuse rareté. Je ne sçache cependant pas qu'elle ait passé dans aucun cabinet connu.

Au reste, il paroît qu'ici, comme au tombeau de Tulliola, un accident empêcha les gens un peu instruits d'être témoins du phénomène ; car on lit dans le crédule Porta, que les payfans qui trouverent ce trésor le maniant trop rudement, la lampe se brisa entre leurs mains, & s'éteignit.

3. *La Lampe de Pallas, fils d'Evandre.*

On raconte encore que, vers l'an 800 de J. C., on trouva à Rome le tombeau du fameux Pallas, fils d'Evandre, tué, comme l'on sçait, par Turnus.

On reconnut que c'étoit ce Pallas par ces vers :

*Filius Evandri Pallas quem lancea Turni
Militis occidit, more suo jacet hïc.*

Il y avoit une lampe ardente, qui devoit conséquemment avoir brûlé près de 2000 ans, puis-que cet événement arriva vers l'an 1170 avant l'ere chrétienne.

4. La Lampe du temple de Vénus.

C'est S. Augustin lui-même qui parle de cette lampe, & du temple de Vénus dans lequel elle brûloit. Il dit qu'elle étoit perpétuellement ardente, & que la flamme étoit si solidement attachée à la matiere combustible, que ni vent, ni pluie, ni tempête ne pouvoit l'éteindre, quoiqu'elle fût perpétuellement exposée à l'air & à l'inclémence des saisons. Ce pere se travaille merveilleusement à expliquer l'artifice de cette lampe inextinguible ; & après avoir proposé une idée assez juste en partie, sçavoir, que peut-être on y avoit employé une meche d'amiante, il finit par dire que ce pourroit bien être un ouvrage des démons, fait dans la vue d'aveugler de plus en plus les payens, & de les attirer au culte de l'infâme divinité adorée dans ce temple.

Voilà donc, suivant les partisans des lampes perpétuelles, un feu inextinguible, dont l'existence est bien constatée par le témoignage d'un homme des plus éclairés de son siecle, & qui, malgré ses lumieres, est obligé de recourir à l'artifice des démons pour expliquer ce phénomène.

5. *Les Lampes de Cassiodore.*

Le célèbre Cassiodore étoit, comme l'on sçait, un homme aussi respectable par ses emplois que par ses lumieres. Or, il raconte lui-même avoir fait pour son monastere de Viviers, des lampes perpétuelles. Chaque moine avoit peut-être la sienne. Ecoutons ses propres paroles. *Paravimus etiam nocturnis vigiliis mecanicas lucernas conservatrices illuminantium flammarum, ipsas sibi nutrientes incendium, quæ humano ministerio cessante prolixè custodiant uberrimi luminis abundantissimam claritatem ubi olei pinguedo non deficit, quamvis jugiter flammis ardentibus torreatur.*

Peut-on, dira quelque partisan des lampes perpétuelles, se refuser à un témoignage aussi authentique, aussi clair & aussi respectable ?

Tels sont les faits principaux qu'on allegue en faveur des lampes perpétuelles. Mais nous ne craignons pas de dire qu'ils s'évanouissent entièrement au flambeau d'une critique éclairée. En effet, d'abord à l'égard des trois premiers, quel fond peut-on faire sur des faits rapportés d'une maniere aussi vague, & accompagnés de circonstances incohérentes ou romanesques ? Il n'est aucun de ces faits qui ait d'autres garants que des auteurs qui ont vécu long-temps après ; aucun témoin oculaire de quelque poids, ne dépose en avoir été témoin. Or, quand il est question de choses qui contredisent les loix ordinaires de la nature, au moins faut-il qu'elles soient certifiées par des hommes instruits, & au dessus du soupçon de crédulité ou d'ignorance.

L'histoire du tombeau de Tulliola date de

L'année 1345: c'étoit alors le moment de l'ignorance la plus profonde qui ait régné en Europe. On dit qu'on y trouva un corps. Dans ce cas, ce n'étoit pas celui de Tulliola; car les Romains, à l'époque de Cicéron, brûloient leurs corps morts. Aussi quelques auteurs ont-ils conjecturé, d'après quelques circonstances, que le tombeau dont il s'agit étoit celui de la femme de Stilicon: mais les Chrétiens ne mirent jamais de lampes dans leurs tombeaux. La circonstance de la lampe trouvée dans ce tombeau, a conséquemment tout l'air d'une fiction.

Que dirons-nous du tombeau d'Olybius, de sa lampe, & de ses deux fioles, remplies l'une d'or, l'autre d'argent fluides? Ce furent des payfans qui trouverent cette double urne. Suivant les uns, ils manierent la lampe renfermée dans la seconde urne si mal-adroitement, qu'ils la brisèrent. Cependant Maturantius prétend l'avoir en sa possession. Quel homme a vu cette lampe brûler? Où sont les témoignages qui constatent que ces payfans l'ont vue en cet état? & ces témoignages même seroient-ils bien admissibles? Une vapeur exhalée d'un lieu clos depuis plusieurs siècles, peut facilement en imposer à des hommes grossiers & ignorants.

Que signifie encore cette inscription? Où trouve-t-on qu'il soit question de feu perpétuel? Un don sacré à Pluton est-il nécessairement une lampe ardente? A tout prendre, si la découverte de ce tombeau a quelque réalité, on pourroit seulement penser que c'étoit celui de quelque souffleur d'un siècle peu reculé; car d'ailleurs on sçait que les Romains ne se doutèrent jamais de chimie: il n'a jamais été question parmi eux de

chercher à transmuier les métaux. Si cette folie eût existé alors, on en trouveroit certainement des traces chez leurs écrivains ; mais tous gardent le plus profond silence sur cela. Cette folie nous a été amenée par les Arabes, avec quelques connoissances solides de chimie.

Or, si les Romains ne connoissoient pas la chimie, comment veut-on qu'ils aient fait des lampes perpétuelles, qui seroient le chef-d'œuvre de cette science ?

L'histoire du tombeau de Pallas, fils d'Evan-dre, mérite à peine d'être réfutée. Quel homme fera assez imbécille pour croire que les vers cités ci-dessus soient du temps d'Enée ? Il ne faut qu'avoir vu le langage des douze Tables, pour juger combien l'ancienne langue des Romains, & conséquemment celle du temps des Rois d'Albe, ressembloit peu au latin de ces vers, tout plats & mauvais qu'ils sont. C'étoit un sot & un imbécille que le faussaire qui les a fabriqués pour donner crédit à sa fable.

Quant à la lampe du temple de Vénus, qui cause tant d'embarras à S. Augustin, remarquons que ce pere ne dit nullement qu'on ne lui fournit pas un nouvel aliment. Ce qui paroît l'intriguer principalement, c'est que ce feu étoit inextinguible au vent & à la pluie. Mais cela n'a rien de merveilleux, puisque nos épiciers font aujourd'hui des flambeaux qui ont cette propriété. Tous les livres de chimie enseignent à faire un pareil feu. D'ailleurs, en admettant que cette lampe fût perpétuelle comme inextinguible, qui ignore combien les prêtres payens étoient imposteurs, & combien d'artifices ils pouvoient mettre en œuvre

pour faire couler dans cette lampe un aliment nouveau ?

Les lampes de Cassiodore ne sont pas plus embarrassantes : c'étoient des lampes qui, semblables à celles de Cardan, se fournissoient elles-mêmes d'huile, au moyen d'un réservoir. Aussi Cassiodore se sert-il uniquement du mot *prolixè*, qui signifie seulement que ces lampes duroient long-temps, plusieurs nuits, par exemple, à la différence des lampes ordinaires de ce temps, qui avoient fréquemment besoin qu'on y versât de l'huile. Voilà certainement tout ce qu'a voulu dire Cassiodore.

Toutes ces réflexions n'avoient pas échappé à divers auteurs raisonnables, tels que M. Arési, évêque, auteur des *Symbola seu Emblemata sacra* ; M. Buonamici, physicien contemporain de Licéti ; & sur-tout M. Ottavio Ferrari, auquel est dû le curieux & sçavant ouvrage de *veterum Lucernis sepulcralibus*. Tous ces auteurs, & sur-tout le dernier, battent en ruine le bon Licéti ; ils font voir fort au long le peu de solidité de tous les faits allégués à l'appui des lampes perpétuelles, & les circonstances absurdes ou contradictoires dont ils fourmillent ; ils tournent même en ridicule la crédulité & la bonhomie de ce sçavant, qui, par un excès incroyable de pédantisme, trouve jusque dans la lampe du tombeau de l'enchanteur Merlin, décrit par l'Arioste, une preuve de l'existence des lampes perpétuelles.

Terminons ceci par quelques réflexions fort justes de M. Ferrari, qui se présentent assez naturellement. Si le secret de se procurer un feu perpétuel & inextinguible eût été connu des anciens, un secret aussi utile eût-il pu rester dans la profonde obscurité qui le couvre ? Nous admettons

que le secret se fût perdu faute de connoissances physiques & chimiques : mais seroit-il possible que Pline , qui a dénombré les inventions les plus communes comme les plus belles , n'eût rien dit de ce feu perpétuel & si merveilleux ? Comment Plutarque , faisant mention de la lampe de Jupiter Ammon , parcequ'elle brûloit un an entier , comment , dis-je , Plutarque auroit-il gardé le silence sur des lampes en comparaison desquelles cette premiere n'étoit qu'une méprisable & vile bagatelle ? Personne ne se le persuadera.

Difons donc que l'histoire & la saine critique s'opposent à ce qu'on pense qu'une pareille invention ait jamais existé. Nous allons voir comment elle s'accorde avec la physique.

SECTION II.

Examen de la possibilité physique de faire une Lampe perpétuellement ardente.

APRÈS avoir , à ce que nous pensons , démontré le peu de solidité de toutes les preuves de fait alléguées en faveur des lampes perpétuelles , il nous reste à discuter leur possibilité , d'après les principes de la saine physique.

Pour avoir une lampe perpétuelle , il faut avoir ,

- 1^o Une meche qui ne se consume point ;
- 2^o Un aliment qui ne se consume point , ou une substance qui , après avoir servi d'aliment au feu , puisse retourner dans le vase sans avoir perdu sa qualité inflammable ;

3° Il faut qu'une flamme puisse subsister longtemps dans un lieu absolument clos & de fort petite dimension ; car tels étoient les tombeaux dans lesquels on dit qu'ont été trouvées ces lampes perpétuelles.

Or toutes ces choses sont impossibles, ainsi qu'on va le voir dans les paragraphes suivans.

§. I. *Impossibilité d'avoir une meche perpétuelle : Histoire de l'Amiante ; maniere de le filer , & d'en former un tissu ou une meche ; examen de sa prétendue incombustibilité.*

Nous n'ignorons point toutes les belles propriétés qu'on attribue à l'amiante, & qui sont en partie fondées ; nous allons même en donner l'histoire, qui est assez curieuse, & qui ne peut mieux trouver sa place qu'ici. Nous serons à la vérité un peu plus courts que l'intarissable abbé de Vallemont.

L'amiante, autrement appelé *lin incombustible*, *asbeste*, est une substance minérale qu'on trouve en plusieurs endroits de la terre. Elle est formée de paquets de fibres d'un blanc plus ou moins grisâtre : ces fibres sont assez fortement appliquées les unes contre les autres. On trouve néanmoins le moyen de les séparer ; & alors elles ont, du moins après avoir été bien lavées, l'apparence d'un lin d'une blancheur argentine. On trouve de l'amiante dans les Pyrénées, dans les Alpes, &c. Le plus beau, je crois, qui existe, est celui qu'on trouve dans ou près la mine de Pesey en Savoie. J'en ai vu dont les filamens avoient un pied & plus de longueur, & étoient d'une blancheur admirable.

Mais ce qui caractérise cette substance, est une

propriété vraiment finguliere ; c'est celle de sortir intacte du milieu des flammes, d'en sortir même plus pure & plus blanche qu'elle n'étoit avant d'y avoir été jetée. Aussi cette propriété n'a-t-elle pas manqué de servir de base à mille comparaisons morales & pieuses que nous n'entasserons pas ici, à l'exemple du bon abbé cité si souvent.

Il est bon d'observer ici, que les droguistes, espece d'hommes qui jettent la confusion sur toute l'histoire naturelle par leur nomenclature vicieuse, ne connoissent l'amiante que sous le nom d'*alun de plume* : mais il y a une ignorance profonde dans cette dénomination ; l'alun est un sel, il est soluble dans l'eau ; l'amiante n'est, au contraire, nullement soluble dans ce liquide : ainsi l'amiante n'est point un alun. Ce qui a donné lieu à cette fausse dénomination, c'est qu'il y a en effet un alun de plume, ou un alun cristallisé en fibres foyeuses, & ayant quelque ressemblance à l'amiante ; mais cet alun est extrêmement rare, & les droguistes lui substituent l'amiante, lorsqu'on leur demande l'autre. Je crois néanmoins que la plupart n'y entendent pas finesse, & le croient un véritable alun, ce qui les justifie ; car encore vaut-il mieux être ignorant que fripon.

Quoi qu'il en soit, il paroît que la propriété de l'amiante est connue depuis bien long-temps ; car Pline nous rapporte dans son *Histoire Naturelle*, L. xix, chap. 1, que lorsque certains rois des Indes étoient morts, on les enveloppoit d'un linceul fait de lin vif, & qu'on les brûloit ainsi, afin que leurs cendres ne fussent point mêlées avec celles des matieres du bûcher. Il est certain que cela est possible ; & l'on ne peut pas révoquer en doute le témoignage de Pline, qui dit d'ailleurs,

ainfi que Plutarque, avoir vu des toiles, des réseaux, qu'on n'avoit besoin que de jeter dans le feu pour les nettoyer, & qu'ils en sortoient intacts & propres. Mais ce naturaliste s'est évidemment trompé, lorsqu'il a dit que ce *lin vif* provenoit d'une plante qui se ne trouvoit que dans les climats de l'Inde les plus torrifiés des ardeurs du soleil, comme si elle aimoit à vivre au milieu des flammes. Il connoissoit la chose, mais il se trompoit sur son origine. Au reste, l'usage ci-dessus paroît s'être éteint dans l'Inde : je ne connois aucun voyageur qui dise y avoir vu brûler des corps de cette maniere.

Il seroit superflu d'entasser un plus grand nombre d'autorités sur la possibilité de faire des especes de tissus semblables & incombustibles : j'ai vu moi-même des bourses apportées des Pyrénées, qui jouissoient de cette propriété : il est vrai qu'elles étoient d'une extrême grossièreté. Il est certain qu'on peut faire quelque chose de mieux.

Pour parvenir à filer l'amianté, & à en former ce tissu, il faut néanmoins de l'industrie. En voici la maniere, donnée par M. Ciampini, dans son traité de *incombustibili Lino, deque illius filandi modo*; Romæ, 1691.

Pour filer cette pierre, dit M. Ciampini, il faut commencer par la mettre tremper dans de l'eau chaude; après qu'elle y a resté quelque temps, on la prend, on la manie dans ses mains, on l'ouvre, on la dilate, en la trempant souvent dans l'eau, afin de la nettoyer de quantité de parties terrestres. On réitere cette opération cinq à six fois, jusqu'à ce que les filaments soient bien détachés les uns des autres; après quoi on les rassemble.

Cela

Cela fait, on les fait sécher sur quelque chose au travers de quoi l'eau puisse facilement s'écouler; il faut ensuite avoir deux petites cardes plus fines que celles avec lesquelles on carde la laine des chapeaux & des étoffes, & mettre entre ces deux cardes le lin incombustible, afin d'en tirer peu à peu quelques filaments à-la-fois, pour les filer avec un petit fuseau.

Mais il faut observer que comme les filaments de ce lin sont ordinairement fort courts, il est nécessaire de les filer avec quelque fine filasse, qui puisse les saisir, les embrasser & les réunir. Il faut avoir l'œil à ce qu'il y ait toujours un peu plus d'amiante que de coton ou de laine, suivant que vous aurez choisi l'un ou l'autre pour servir de filasse ou de base à votre fil d'amiante. En voici la raison: c'est que lorsque vous aurez mis en œuvre votre fil, soit à faire de la toile ou des bourses, vous jetez votre ouvrage dans le feu: alors la filasse ajoutée brûle, se consume, & il ne reste que l'amiante tout pur. C'est à peu près ainsi qu'on file l'or & l'argent avec la soie, & comme on brûle les vieux galons d'or ou d'argent pour en ôter la soie, & avoir le métal pur.

M. Ciampini avertit qu'il faut un peu mouiller ses doigts, & particulièrement le pouce & l'index, pour réussir à filer, & même pour éviter que les doigts ne s'excorient, *parceque l'amiante est corrosif*. Au reste il estime qu'on peut se dispenser d'user de cardes, & qu'il suffit de mettre les filaments d'amiante en place, de façon qu'ils se séparent aisément pour s'insinuer dans la filasse empruntée, afin de les filer conjointement. Quand la toile ou les bourses sont fales, on les jette au feu, d'où on les retire plus blanches & plus bril-

lantes que jamais. Il conseille de les imbiber d'un peu d'huile ou d'essence, toutes les fois qu'on les retire du feu, parceque cela nourrit l'amiante, & fait que le fil demeure plus lié & plus uni.

J'ajoute que pour faire des meches à mettre dans les lampes, il n'est point nécessaire que l'amiante soit ni si purgé, ni filé; il suffit d'en prendre des filaments des plus longs, & à proportion de la grosseur que vous voulez faire votre meche, & les lier avec un filet de foie blanche. Il est étonnant combien aisément l'amiante tire, imbibe & suce l'huile. On peut l'employer tel qu'on le trouve en filaments chez les droguistes, & la lampe ne laissera pas de brûler & éclairer fort vivement.

Au reste, M. Ciampini se trompe lorsqu'il attribue à l'amiante une qualité corrosive: sa nature pierreuse & nullement saline ne la comporte point.

Après cette histoire de l'amiante, il nous reste à examiner les conséquences qu'on en tire.

Si l'on en croit les partisans des lampes perpétuelles, puisque le premier pas vers l'exécution d'un pareil ouvrage est une meche perpétuelle & incombustible, le voilà fait; car l'amiante donne cette meche, puisqu'il est incombustible, & l'épreuve même qui en a été faite justifie le procédé. Le P. Kircher assure avoir eu à une lampe une meche de cette matiere, qui lui réussit très-bien.

Nous ne contesterons pas qu'on ne puisse faire une meche de très-longue durée au moyen de l'amiante; mais ce que nous nions, c'est qu'elle fût perpétuelle: car, quoique l'on vante l'incombustibilité de l'amiante, cette propriété n'est pas absolue: nous voulons dire qu'à la longue le feu anéantit l'amiante comme tout autre corps. Il est

bien vrai qu'un linge d'amiante, jeté dans le feu, en est retiré sain & entier, mais pas absolument: on remarque qu'il perd quelque peu de son poids, & ainsi à chaque fois qu'on l'expose au feu. Il se détruiroit donc à la longue, & peut-être même dans un temps assez court, comme de quelques jours de suite, si l'on ne faisoit autre chose que le faire rougir & le laisser refroidir, ou si on le laissoit tout ce temps dans un feu très-vif. Ainsi, une meche d'amiante souffriroit de même au bout d'un temps une entiere destruction.

On a tenté de faire des meches avec des faisceaux de fils d'or trait, de la plus grande finesse. Ce seroit peut-être là le moyen d'avoir une meche d'une durée presque perpétuelle; mais on n'a pu venir à bout d'allumer ces meches; & quand même on eût pu le faire, un autre inconvénient eût bientôt nui au succès de ce moyen: c'est que les filets d'or se seroient fondus dans la flamme, & seroient devenus dès-lors incapables de remplir cet objet; car on sçait qu'il suffit de présenter à la flamme d'une bougie un fil d'argent trait, pour qu'il se liquéfie tout de suite. Il en sera donc de même d'un fil d'or; car ce métal est encore plus fusible que l'argent.

§. II. *Impossibilité de se procurer un aliment indestructible pour les lampes perpétuelles: Prétendues recettes pour faire une huile incombustible.*

Mais supposons qu'on eût trouvé une meche absolument inaltérable, & qui ne s'engorgeât pas des fuliginosités de la matiere combustible qu'elle aspireroit, ce ne seroit encore qu'une petite partie de ce qu'il faudroit trouver pour se procurer une

lampe perpétuelle : il lui faudroit , comme on l'a dit plus haut , un aliment qui n'éprouvât aucune diminution , ou qui ayant servi à la flamme , & n'y ayant éprouvé aucune altération , retournât , par une circulation perpétuelle , dans le vase duquel elle seroit sortie. Tout cela est-il possible ? on en jugera par les principes suivans , qui sont ceux de la saine physique.

Il n'y a de corps inflammables que ceux qui abondent en ce principe connu des chimistes sous le nom de phlogistique. De-là tous les corps huileux sont inflammables , car ils contiennent éminemment ce principe. Or , quel est l'effet du feu appliqué à un corps inflammable ? Il est évidemment , & d'après tous les faits connus de la physique , il est , dis-je , de décomposer le mixte dans lequel l'union du principe inflammable avec la partie fixe & terreuse est peu tenace ; de laisser d'un côté cette partie fixe , & de volatiliser ou détruire le phlogistique. J'avoue ne sçavoir bien précisément lequel des deux arrive ; mais , quoi qu'il en soit , si le principe inflammable est détruit par la combustion , comment cette combustion pourroit-elle être éternelle , & comment ce principe détruit pourroit-il être régénéré pour se recombinaer sous sa première forme avec le résidu du corps combustible ? Il est aisé de voir qu'il n'y a pas ombre de raison à le prétendre.

Si le principe inflammable est seulement volatilisé , il y auroit peut-être quelque procédé chimique pour le rassembler , & lui présenter une base avec laquelle il pût se recombinaer , par exemple en forçant tout l'air imprégné de phlogistique à passer à plusieurs reprises au travers d'une liqueur ayant une très-grande affinité avec ce der-

nier. Mais, en supposant même que cette opération ne fût pas chimérique, il faudroit supposer un chimiste continuellement occupé à faire cette opération, que la nature ne fera pas d'elle-même; car elle ne forcera pas l'air d'un vase ou d'un caveau à passer & repasser sans cesse à travers un fluide, pour s'y dépouiller d'un principe dont il est imprégné.

Au reste, quel appareil a-t-on trouvé dans les lieux où existoient, dit-on, ces prétendues lampes incombustibles, qui ressemblât à un appareil chimique propre à produire un semblable effet ou une semblable circulation? On n'en trouve pas même de trace dans les récits qu'on a faits de ces prétendues découvertes. Ainsi, la raison & les faits s'opposent à-la-fois à ce qu'on admette la supposition d'un semblable artifice.

Nous devons cependant ici prévenir une objection. L'or est doué du principe inflammable, car c'est ce qui lui donne, ainsi qu'aux autres métaux, la forme métallique; mais ce principe lui est tellement adhérent, que, quelque longtemps qu'il soit enflammé, il n'est point détruit. Il n'est donc pas nécessaire que l'inflammation détruise ou disperse ce qui rend un corps inflammable.

Il est aisé de répondre à cela. Quoiqu'une masse d'or soit toute en feu, elle ne brûle pas d'une inflammation qui lui soit propre; elle n'est que pénétrée d'un feu étranger; & cela est si vrai, que retirée du milieu des charbons ardents, elle s'éteint peu à peu. Si son phlogistique étoit moins lié avec sa terre métallique, elle flamberoit, au moins pendant quelque temps, d'une flamme superficielle, comme quelques métaux imparfaits ou

demi-métaux , qui font auffi bientôt réduits en chaux. Or c'est ce qui ne lui arrive pas : ainfi il ne peut y avoir d'inflammabilité proprement dite , ou de combuftibilité , que dans des corps où le phlogiftique n'est pas affez foiblement uni avec la partie fixe , pour pouvoir en être féparé , & fervir d'aliment à la flamme. L'objection ci-deffus devient elle-même une preuve de ce que nous avons dit.

Écoutons néanmoins les alchimiftes , ou les partifans des lampes perpétuelles ; ils vont beaucoup nous amufer par leurs idées fur la maniere dont on pourroit fe procurer une huile telle que l'exigeroient ces lampes.

Les uns , voyant que l'amiante eft indeffruftible au feu , ont tenté ou propofé de tirer l'huile de cette pierre : mais malheureusement les pierres n'ont pas une atôme d'huile : tout le monde le fçait ; & de-là vient le proverbe ufité pour défigurer une impoffibilité abfolue , *C'est vouloir tirer de l'huile d'un mur.*

D'autres remarquant que l'or & l'argent , furtout le premier de ces métaux , font indeffruftibles , ont eu l'idée d'y chercher l'huile précieufe qui doit mettre en poffeffion des lampes perpétuelles. C'eft-là le beau fecret dont Licéti veut que le grand Olybius fut en poffeffion. Mais il n'y a pas plus d'huile dans les métaux que dans les pierres. Il y a dans les premiers un principe inflammable , appelé le phlogiftique ; mais , outre que ce phlogiftique eft le même dans tous les métaux , on ne peut l'obtenir ifolé ; & dans l'or furtout , il eft fi étroitement lié avec fa bafe ou la terre métallique de l'or , qu'on n'a jamais pu

les séparer. Le projet de tirer de l'or une huile incombustible, est donc une chimere absurde.

Mais, dit un autre, si nous pouvions réduire l'or en une liqueur, peut-être aurions-nous une huile incombustible, puisque l'or est inaltérable au feu. Ceci est vrai; mais, indépendamment de l'impossibilité de réduire l'or en liqueur, qui nous est garant qu'il en résultât une liqueur inflammable comme l'huile?

L'abbé Trithême, ou celui qui a mis sous son nom beaucoup d'impostures, a néanmoins prétendu nous donner deux moyens pour faire l'huile incombustible. Nous allons en faire connoître un, avec tout le procédé d'une lampe perpétuelle.

Mélez, dit ce visionnaire célèbre, ou celui qui parle en son nom, quatre onces de soufre, & quatre onces d'alun; sublimentes-les, & en faites des fleurs. Prenez deux onces & demie de ces fleurs; joignez-y demi-once de borax & de cristal de Venise, & pulvérisez le tout dans un mortier de verre; mettez le tout dans une fiole; versez dessus de bon esprit de vin quatre fois rectifié, & faites digérer cela; retirez l'esprit de vin, & remettez-en de nouveau, & répétez la même chose trois ou quatre fois, jusqu'à ce que le soufre coule sans fumée comme de la cire, sur des plaques d'airain chaudes. Voilà la nourriture de votre feu éternel. Ensuite il faut préparer une meche convenable; & la chose se fait ainsi: Prenez des filaments de la pierre *asbestos*, de la longueur du doigt auriculaire & de la grosseur d'un demi-doigt, & liez-les avec de la soie blanche. Votre meche étant ainsi faite, couvrez-la du soufre ci-devant préparé, dans lequel vous l'ensevelirez en un vase de verre de Venise; & vous mettrez

le tout cuire sur un feu de sable bien chaud durant vingt-quatre heures, enforte que vous voyiez toujours le soufre bouillir. Par ce moyen, la meche étant bien pénétrée & imprégnée de cet aliment, se met dans un petit vaisseau de verre, dont l'ouverture soit large. Il faut que la meche s'éleve un peu au dessus. Puis remplissez ce vase de verre de votre soufre préparé; mettez le vase dans du sable chaud, afin que le soufre fonde & engloutisse la meche. Allumez-la, & elle brûlera d'un feu perpétuel. Mettez où vous voudrez cette petite lampe, elle sera inextinguible.

Tel est le premier feu de l'abbé Trithême. Il ne faut qu'avoir les plus légères connoissances de chimie, pour voir clairement qu'il n'y a pas de bon sens à espérer de-là un feu inextinguible & perpétuel. Aussi aucun des partisans des lampes perpétuelles, pas même le bon Licéti, n'a-t-il confiance à un pareil procédé, ni même au second; d'où il conclud qu'aucun des modernes ne possède ni n'a possédé ce secret précieux.

Il y a des alchimistes qui promettent une huile incombustible, tirée par un autre procédé. Ils prétendent que de l'huile de vitriol édulcorée sur de l'or, & qu'ils appellent *oleum vitrioli aurificatum*, donnera cette liqueur précieuse. Mais qui ne sçait que l'huile de vitriol n'est appelée ainsi que fort improprement? car elle n'a rien de véritablement huileux ou inflammable; & nous croirons aux lampes perpétuelles, quand un alchimiste nous aura montré une lampe ordinaire, garnie d'huile de vitriol & d'une meche quelconque, où le feu subsiste seulement une seconde.

§. III. *Impossibilité d'entretenir un feu brûlant sans cesse dans un lieu absolument clos.*

C'est un fait connu depuis qu'on observe en physique, qu'une flamme ne peut subsister dans un lieu clos. Qu'on renferme une bougie sous un récipient de verre, & que tout accès de l'air extérieur lui soit interdit; on verra peu à peu sa flamme diminuer, s'obscurcir, s'allonger, & enfin s'éteindre. Le célèbre Hales a même calculé quelle quantité d'air une bougie d'une certaine dimension rendoit, dans un temps donné, incapable de servir à entretenir sa flamme, en sorte qu'on peut prédire en combien de temps cette flamme s'éteindra infailliblement.

Peut-être néanmoins dans un lieu vaste, quoique hermétiquement clos, une flamme pourroit-elle perpétuellement brûler; mais on sçait que les caveaux des tombeaux étoient extrêmement petits: & pour augmenter la difficulté, on dit que les lampes perpétuelles brûloient dans des vases où elles étoient renfermées. Telle étoit du moins celle d'Olybius. Or, la cruche d'Olybius eût-elle été de trois pieds de diametre, ce qui ne paroît nullement, il est certain qu'une lampe n'eût pu y subsister seulement deux heures sans vicier tout l'air intérieur & sans s'éteindre.

Nous n'en dirons pas davantage sur cette matière; ce seroit se mettre en frais de raisonnemens superflus, que d'en entasser un plus grand nombre pour combattre la chimere des lampes perpétuelles; car nous présumons qu'il n'y a plus aujourd'hui aucun physicien instruit qui n'en porte le même jugement que nous.

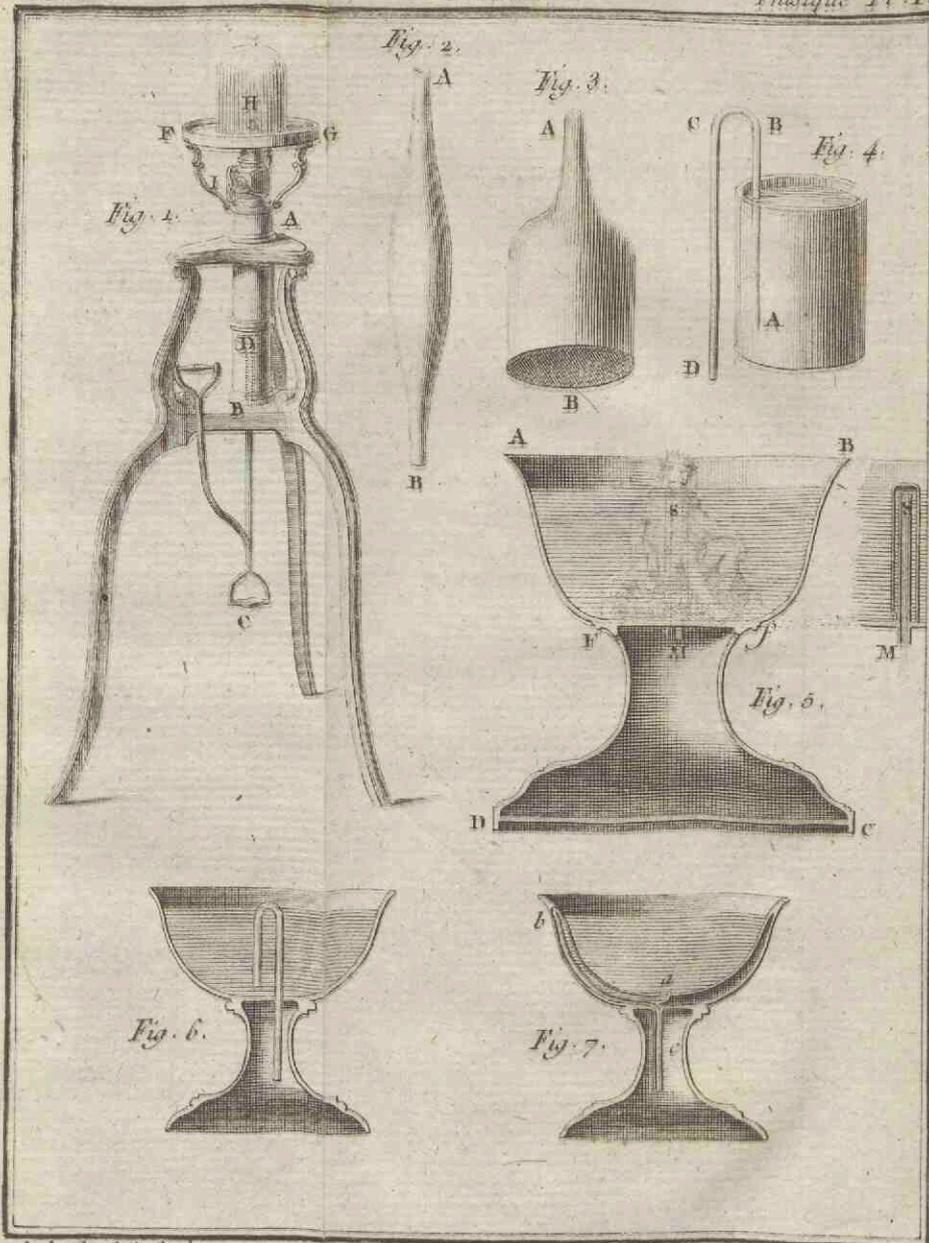
A D D I T I O N.

Malgré toutes ces raisons, qui paroîtront sûrement déduites des principes de la plus saine physique, nous avons vu dans un journal, que le prince de S...-S....., Napolitain, étoit en possession du secret des lampes perpétuelles. Mais comme il y a déjà bien des années que cette annonce a paru, & que ce secret n'est point encore divulgué, il y a lieu de croire que l'annonce a été prématurée. Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on a vu des chimistes occupés de la pierre philosophale, annoncer leur découverte avant leur opération finie : on en a même vu un marchander une terre d'un million, d'après la belle couleur de sa matière, en tout semblable à la description qu'en donne le Philalethes & le sçavant Morien*. Mais malheureusement tout manqua encore ; & le bon alchimiste mourut à l'hôpital, en protestant qu'il n'avoit manqué à sa matière qu'un degré imperceptible de coction, pour le rendre l'homme le plus riche de la terre.

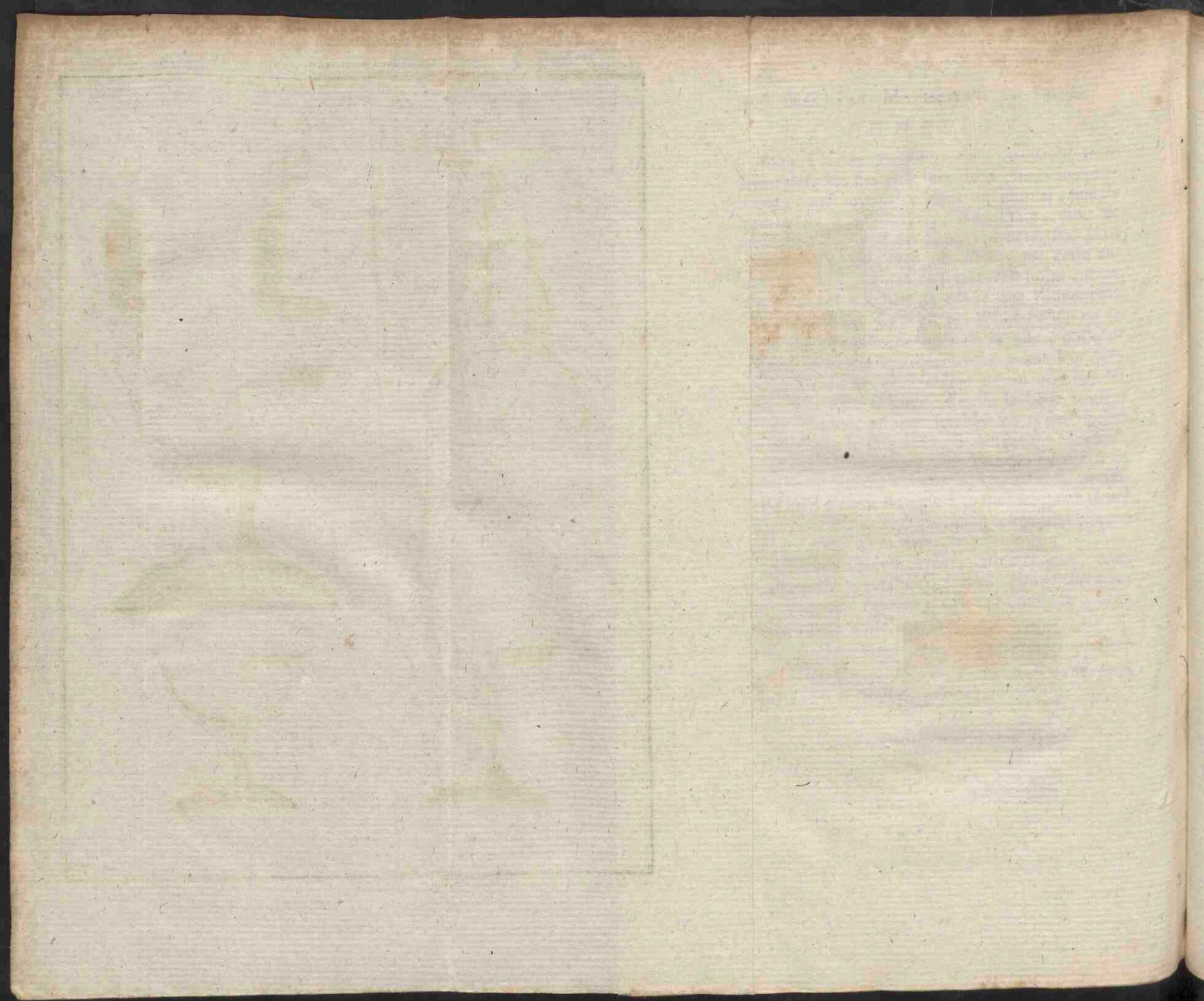
Quant à la lampe perpétuelle de Naples, nous changerons d'avis quand nous serons sûrement informés que l'épreuve en a été faite, & qu'elle a seulement brûlé une année.

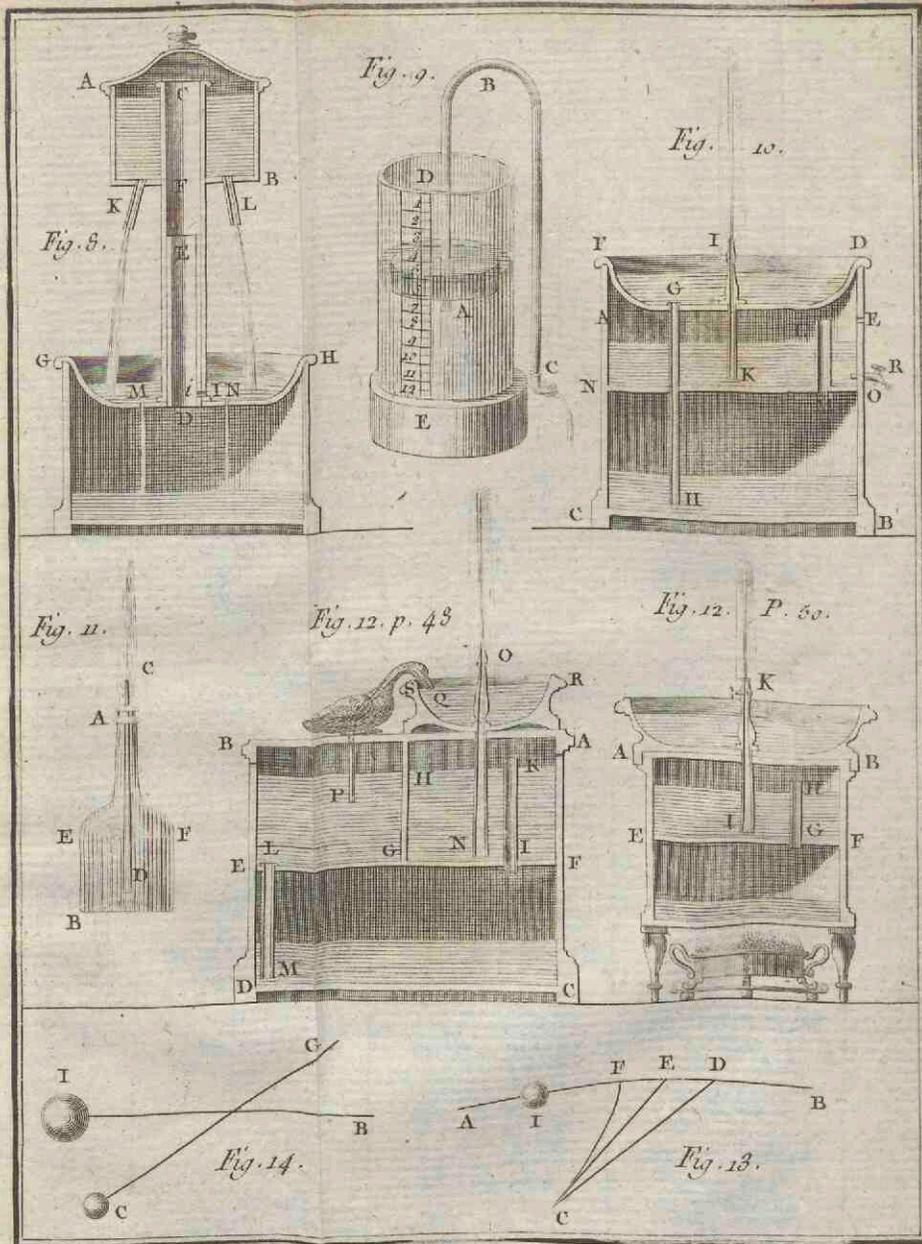
* Deux adeptes célèbres, les meilleurs qu'on puisse suivre pour se ruiner capitalement.

Fin du quatrième & dernier Tome.



de la Cordelle Sculp.





de la Cardello Sculp.

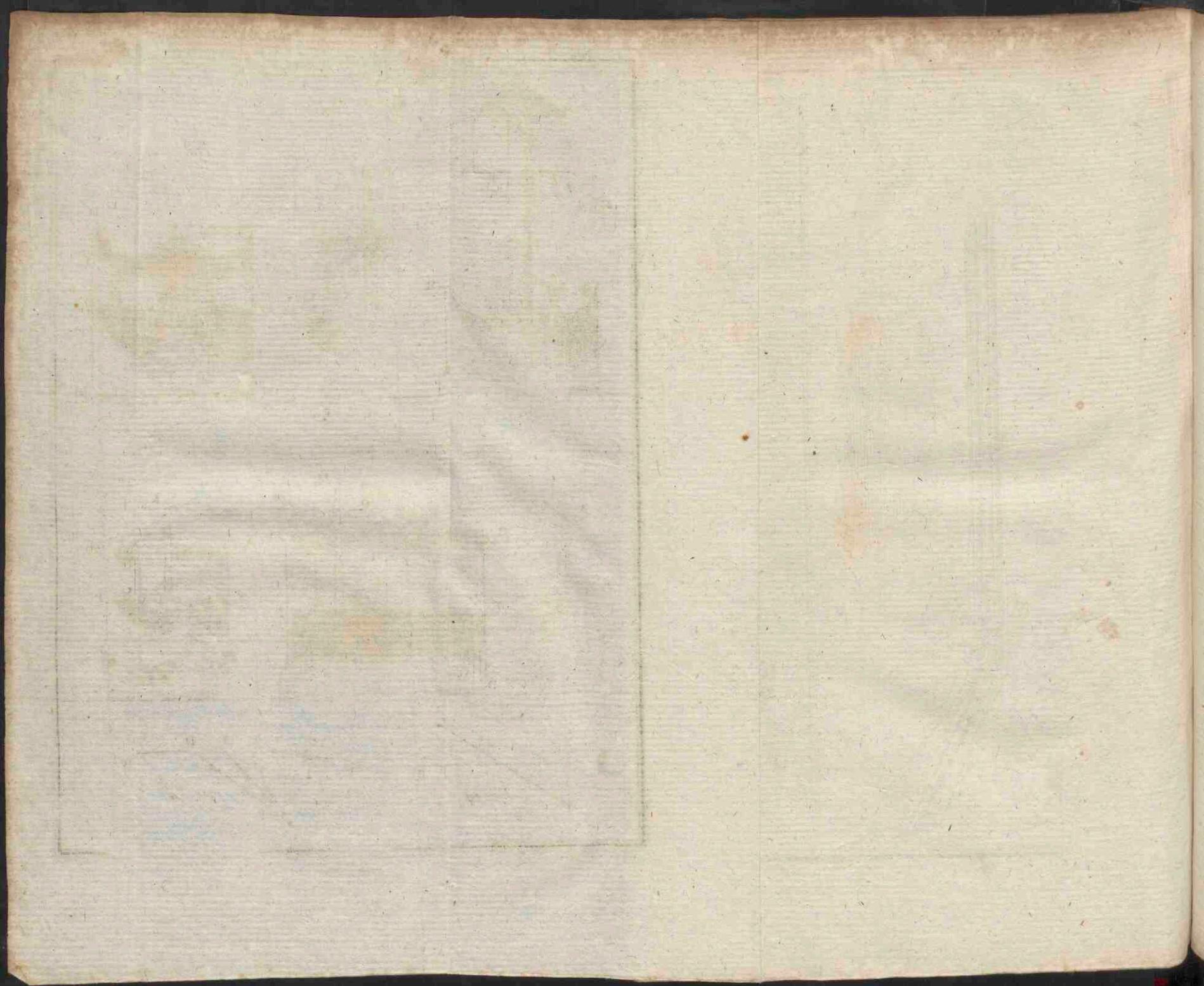


Fig. 15.

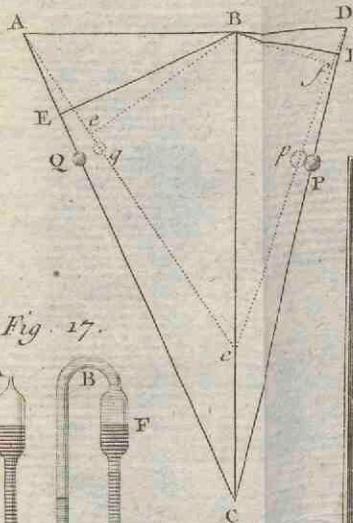


Fig. 16.



Fig. 20.



Fig. 17.

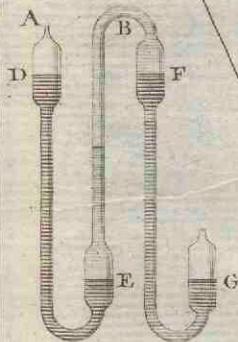


Fig. 19.

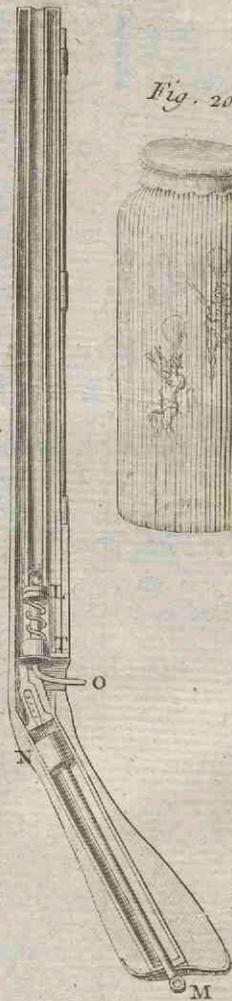
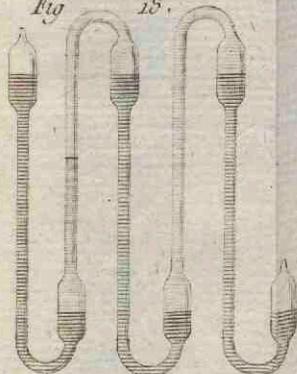
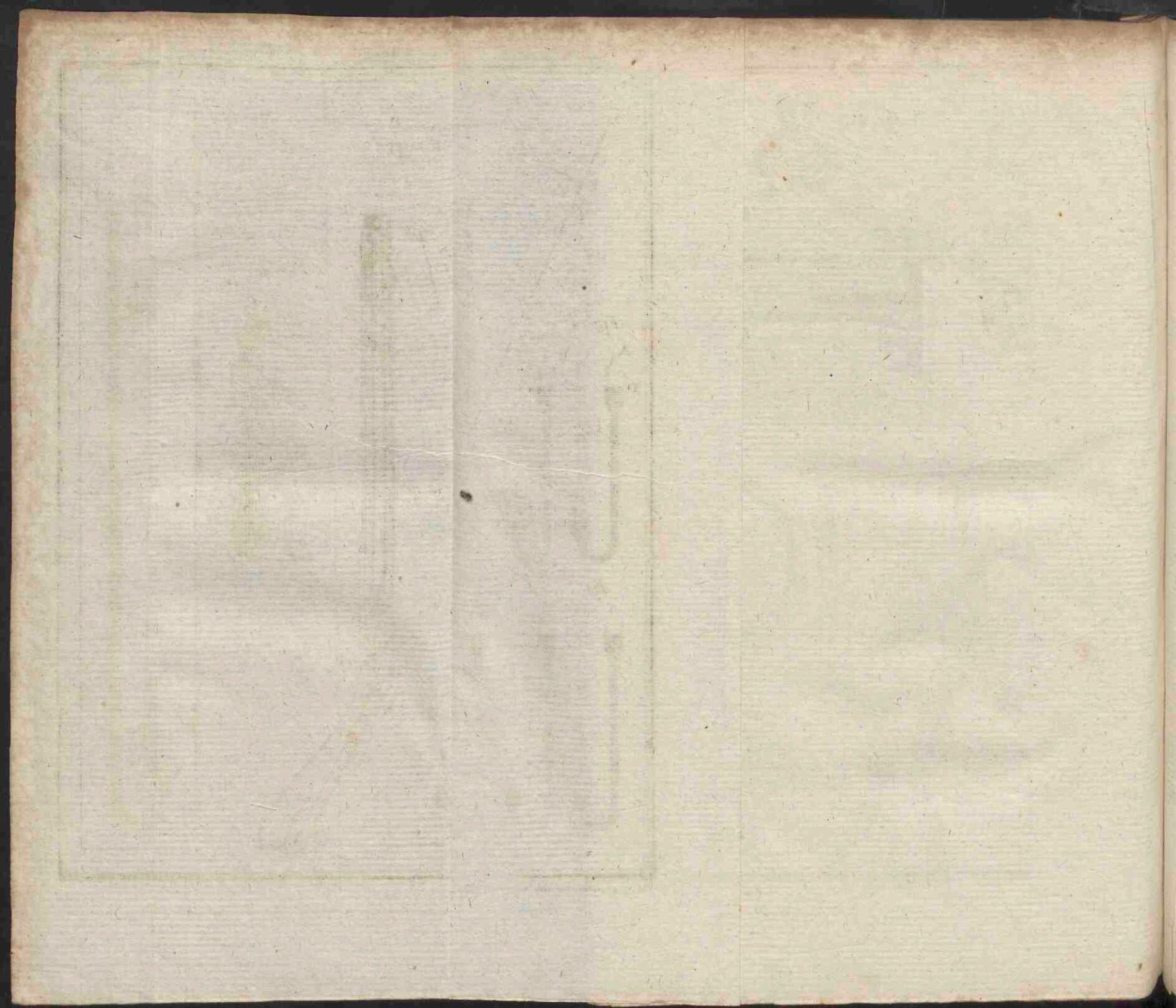


Fig. 18.





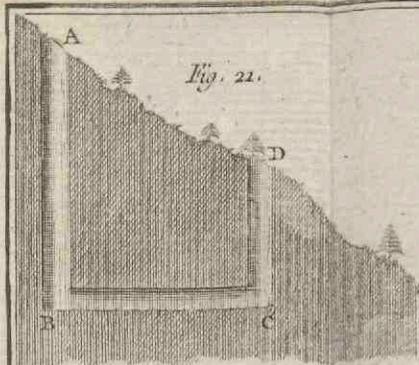


Fig. 22.

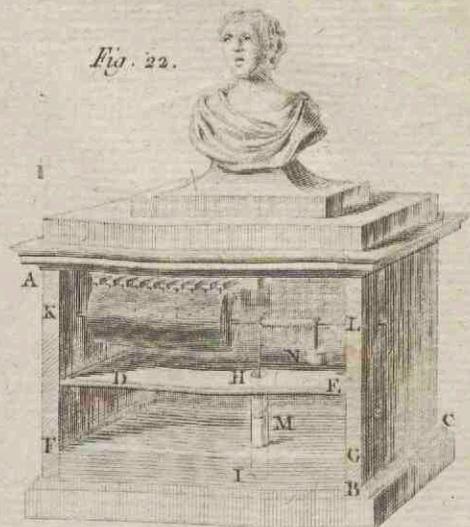


Fig. 22.

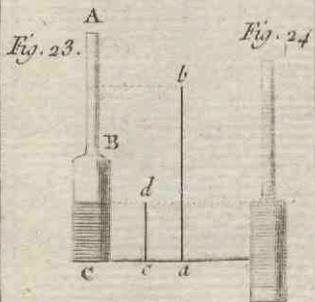


Fig. 23.

Fig. 24.

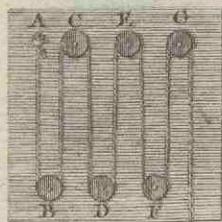


Fig. 25.

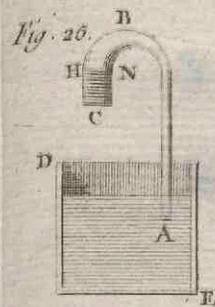


Fig. 26.

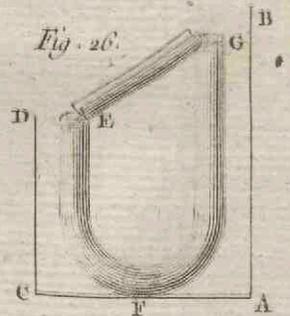


Fig. 26.

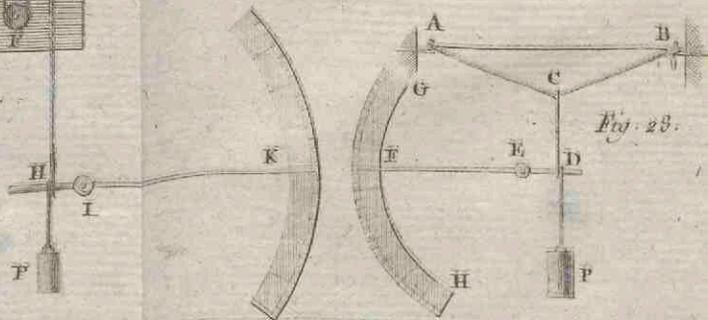


Fig. 27.

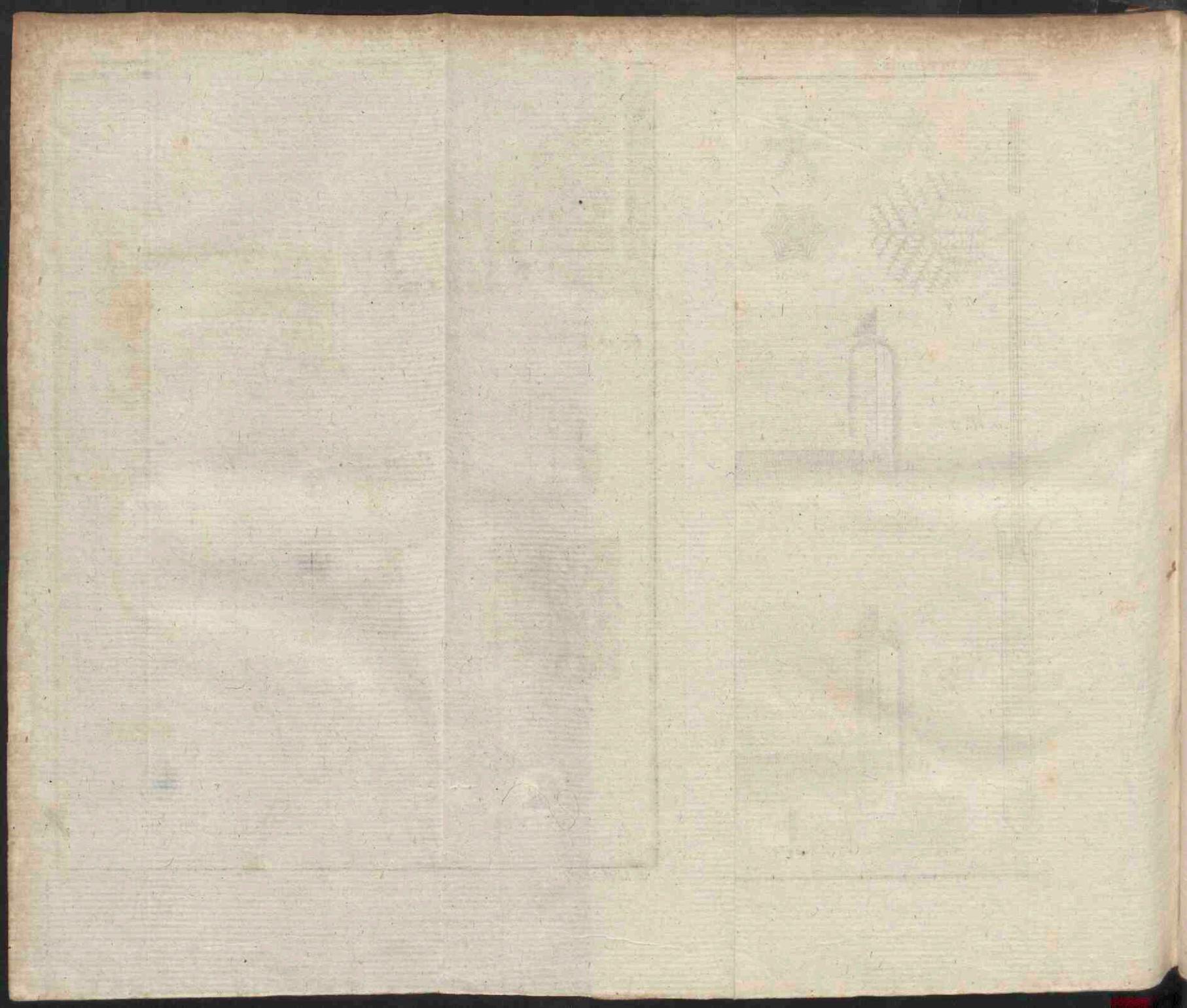


Fig. 29. N° 1.



B

Fig. 29. N° 2.



Fig. 29. N° 3.

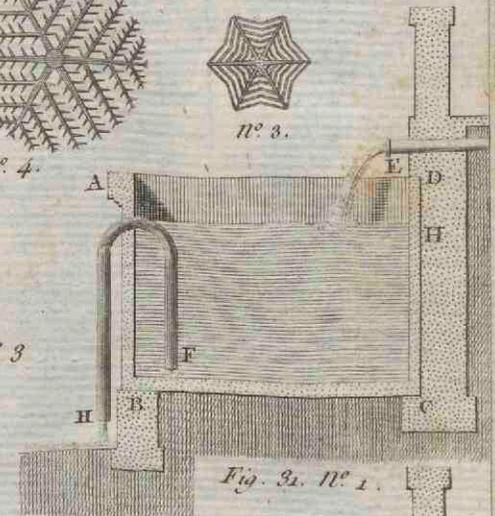
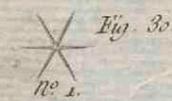


Fig. 31. N° 1.

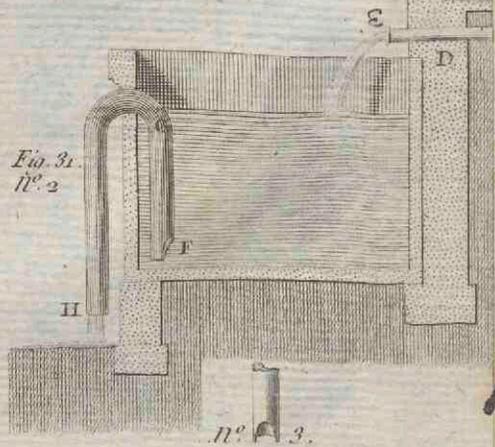


Fig. 31. N° 2.

N° 3.

de la Car-dette d'auip.

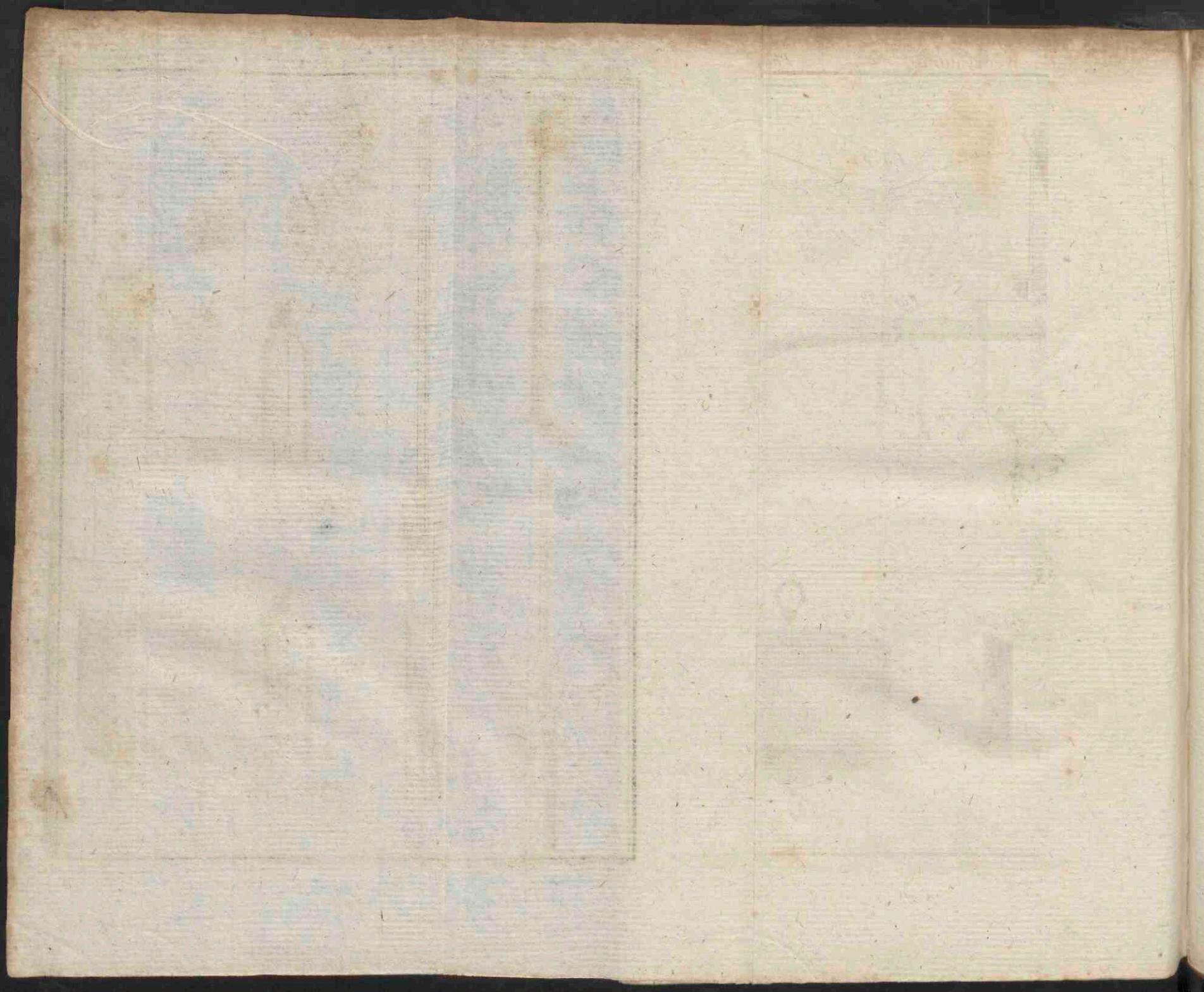


Fig. 32.

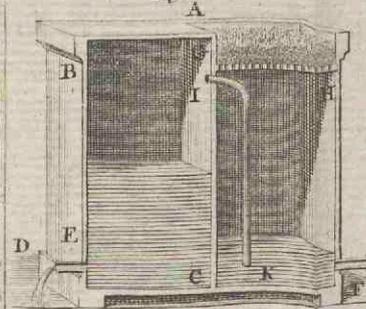


Fig. 34.



Fig. 33.

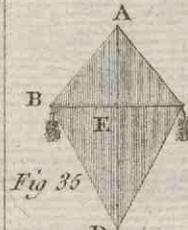


Fig. 35

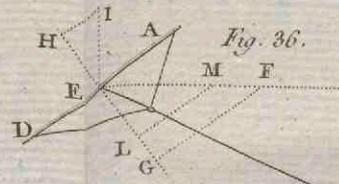


Fig. 36.

O

C

Fig. 37

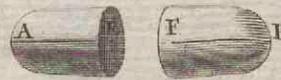


Fig. 39.

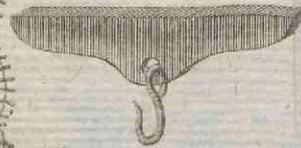
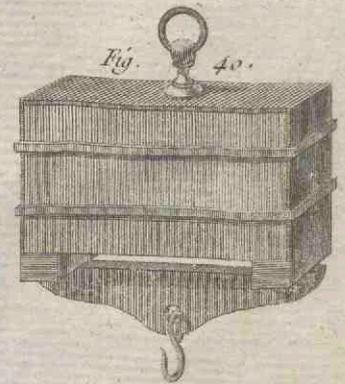


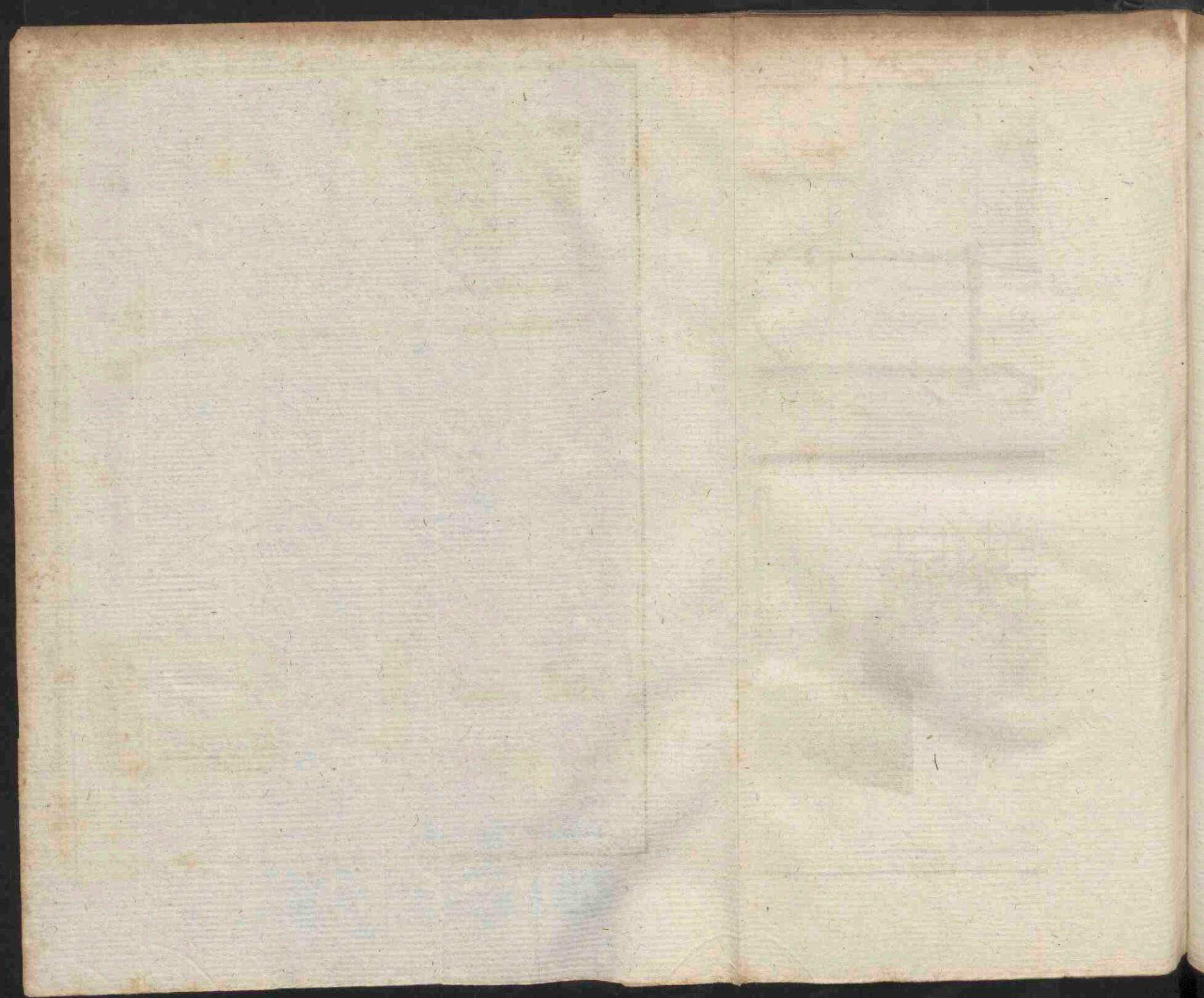
Fig. 38.

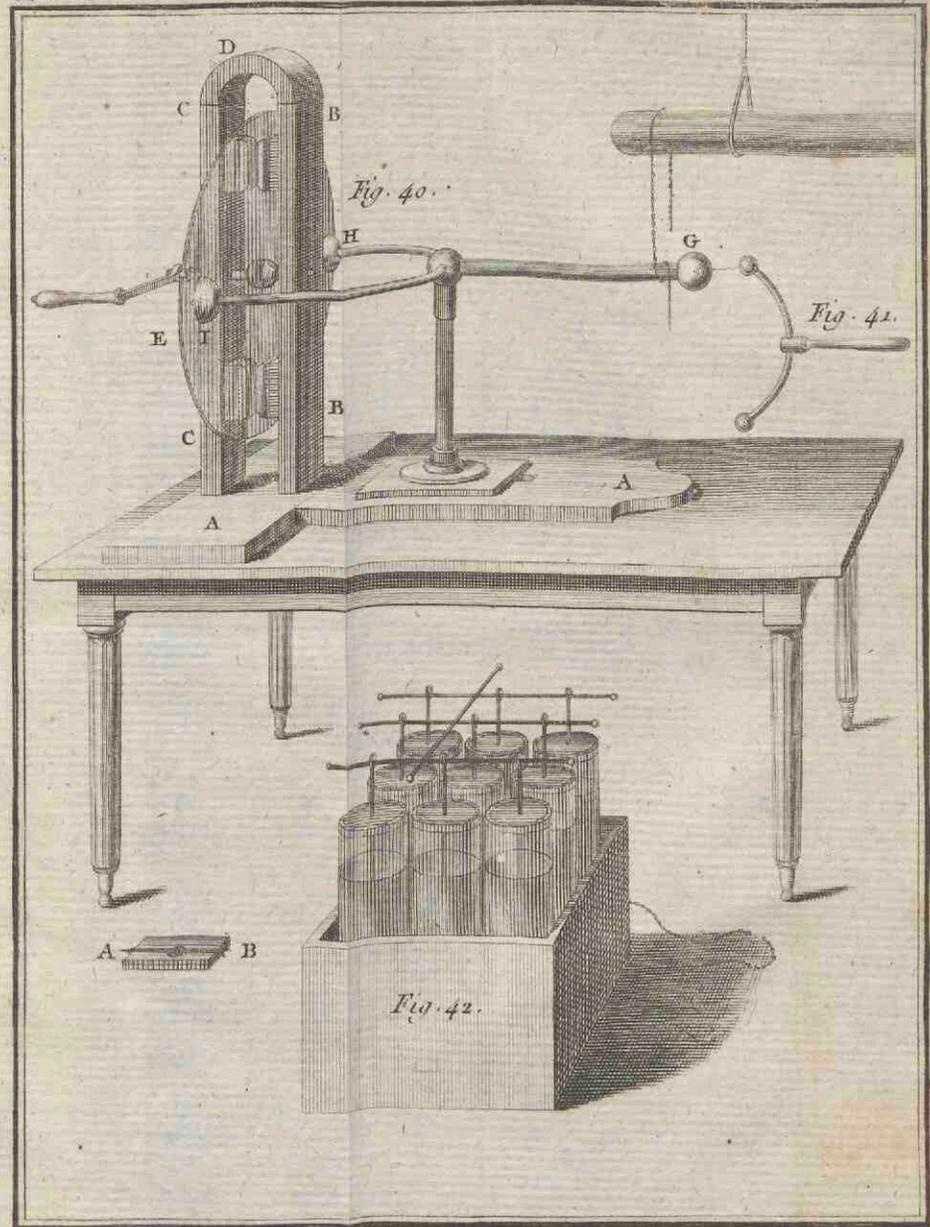


Fig. 40.

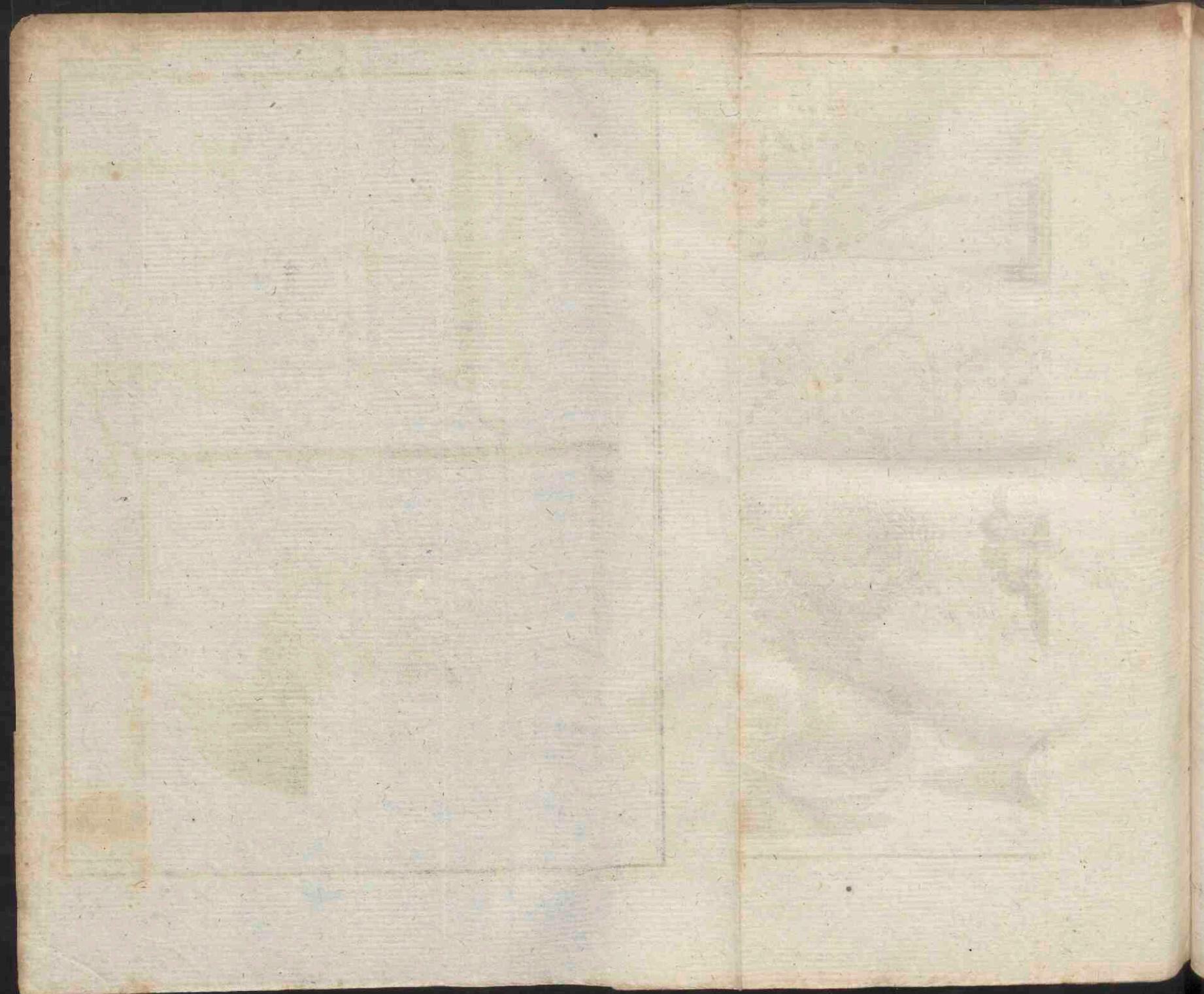


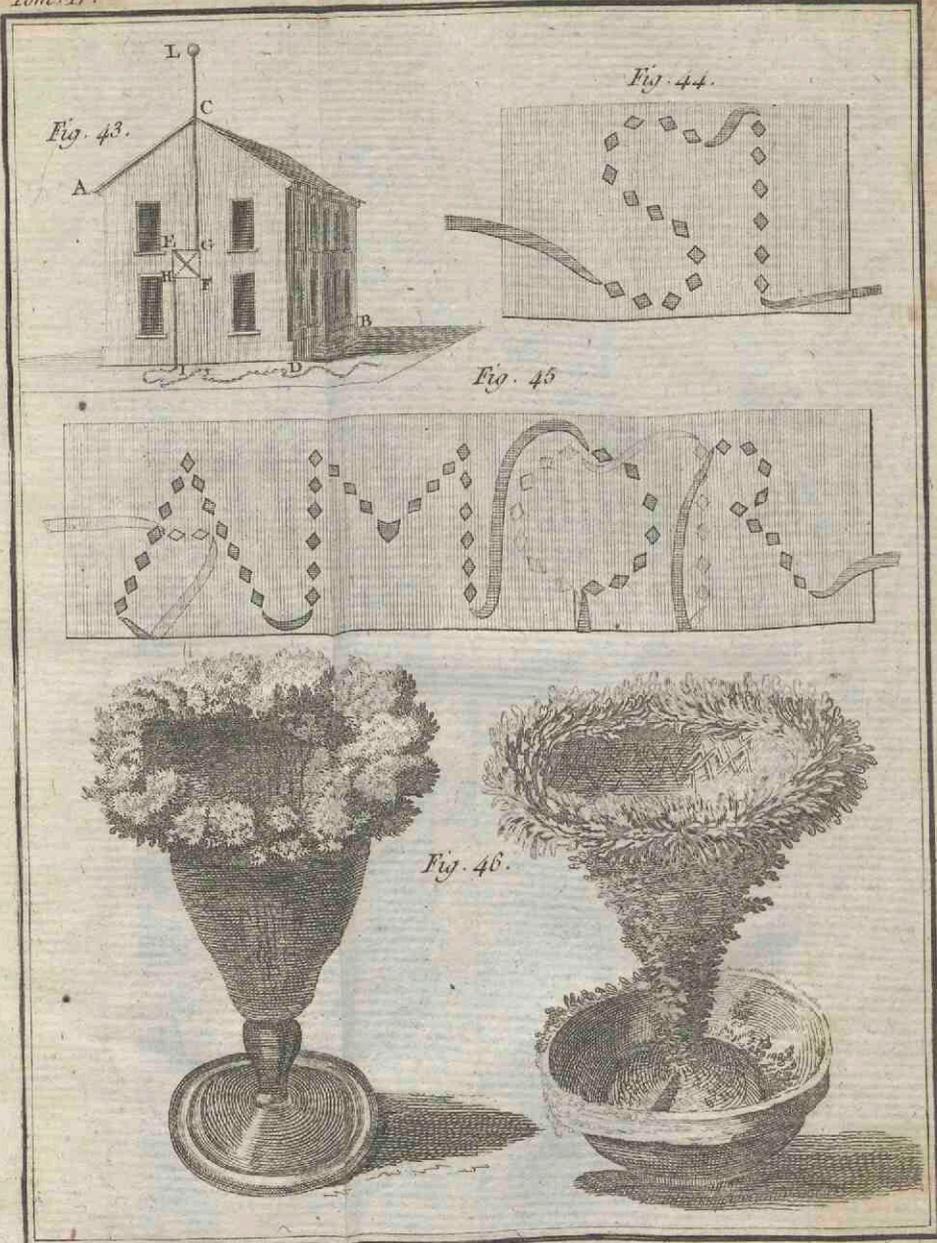
de la Gardelle Sculp.



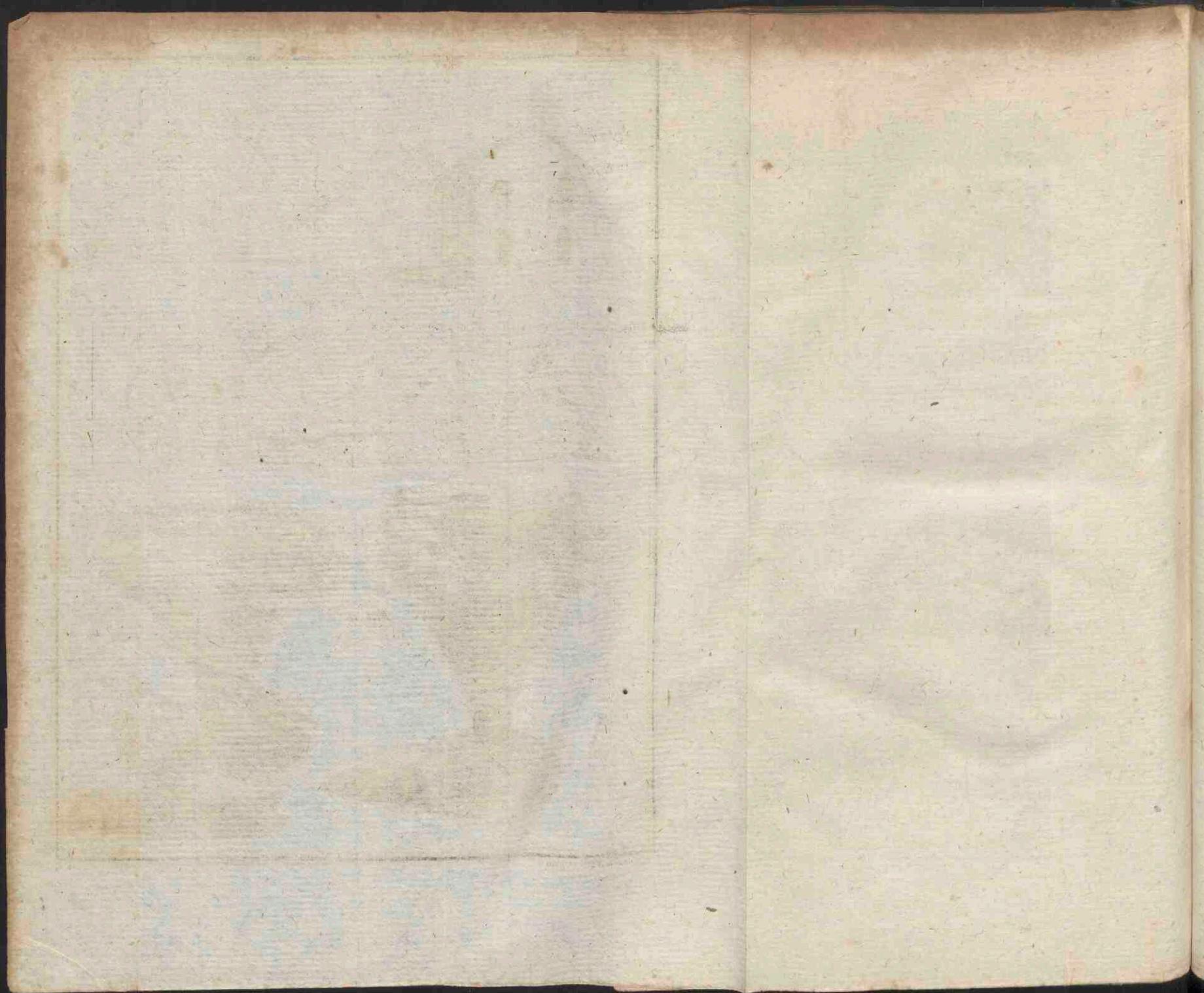


de la Gardette Sculp.





de la Carlette Sculp.





T A B L E
DES MATIÈRES
DU QUATRIÈME VOLUME.

O N Z I È M E P A R T I E.

PHYSIQUE GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE.

DISCOURS PRÉLIMINAIRE *sur les Eléments des Corps.* page 2

§. I. DU FEU, tant élémentaire que matériel. 3

§. II. DE L'AIR. 8

§. III. DE L'EAU. 12

§. IV. DE LA TERRE. 18

PROBLÈME PREMIER. *Construction de la machine pneumatique, & exposition de quelques-unes des principales expériences auxquelles elle sert.* 21

PROB. II. *Renverser un verre plein de liqueur, sans qu'elle s'écoule.* 29

PROB. III. *Vuider toute l'eau contenue dans un vase, par le moyen d'un siphon.* 31

PROB. IV. *Préparer un vase qui, étant rempli de quelque liqueur à une certaine hauteur, la conserve, & qui la perde toute, étant rempli de la même liqueur à une hauteur tant soit peu plus grande.* 33

- PROB. V. *Construction d'un vase qui contienne sa liqueur étant droit, & qui étant incliné comme pour boire, la perde aussitôt toute.* 34
- PROB. VI. *Construction de la fontaine qui coule & s'arrête alternativement.* 35
- PROB. VII. *Construction d'une clepsidre montrant l'heure par l'écoulement uniforme de l'eau.* 37
- PROB. VIII. *Quelle est la plus grande hauteur à laquelle la tour de Babel eût pu être élevée, avant que les matériaux portés à son sommet eussent perdu toute leur pesanteur?* 39
- PROB. IX. *Si l'on supposoit la terre percée d'un trou jusqu'à son centre, combien de temps un corps mettroit-il à parvenir à ce centre, en faisant d'ailleurs abstraction de la résistance de l'air?* 41
- PROB. X. *Qu'est-ce qui arriveroit si la lune étoit tout-à-coup arrêtée dans son mouvement circulaire, & en combien de temps tomberoit-elle sur la terre?* 42
- PROB. XI. *Quelle seroit la pesanteur d'un corps transporté à la surface du Soleil, ou d'une autre planète que la Terre, comparée à celle de ce corps sur la surface de notre globe?* 44
- PROB. XII. *Construire une fontaine qui jaillisse par la compression de l'air.* 46
- PROB. XIII. *Construction d'un vase qui donne autant de vin qu'on y verse d'eau.* 48
- PROB. XIV. *Construction d'une machine hydraulique, où un oiseau boit autant d'eau qu'il en jaillit par un ajutage.* *ibid.*
- PROB. XV. *Faire une fontaine qui jaillisse par la raréfaction de l'air dilaté par la chaleur.* 50

PROB. XVI. *Mesurer le degré de chaleur de l'air & des autres fluides. Histoire & construction du Thermometre.* 51

PROB. XVII. *Description des Thermometres les plus célèbres & les plus usités : Réduction des uns aux autres.* 60

PROB. XVIII. *Construction d'un autre Thermometre mesurant la chaleur par la dilatation d'une barre de métal.* 64

I. TABLE des différents degrés de chaleur auxquels différentes matieres commencent à se fondre, ou à se geler, ou à entrer en ébullition, réduits aux thermometres de Farenheit, Réaumur, & Celsius. 67

II. TABLE des différents degrés de chaleur ou de froid, observés en divers lieux de la Terre, ou dans certaines circonstances, ou pour certaines opérations, réduits au thermometre de Réaumur. 68

III. TABLE des rapports de dilatation des Métaux par la chaleur, suivant M. Ellicot. 69

OBSERVATIONS sur les Tables précédentes. ibid.

PROB. XIX. *Quelle est la cause qui fait que sur les hautes montagnes, même sur celles qui sont situées sous la zone torride, on éprouve presque continuellement un froid rigoureux, tandis que dans la plaine ou dans les vallons il fait chaud?* 73

PROB. XX. *De l'atténuation dont quelques matieres sont susceptibles; calcul de la longueur d'un lingot d'argent trait, & de l'épaisseur de sa dorure.* 78

- PROB. XXI. Continuation du même sujet: Aperçu de la division de la matière dans les dissolutions des corps, les odeurs & la lumière. 81
- PROB. XXII. Quelle vitesse faudroit-il donner à un boulet de canon, dans la direction horizontale, pour qu'il ne retombât pas sur la terre, & qu'il circulât autour d'elle comme une planète, en faisant néanmoins abstraction de la résistance de l'air? 85
- PROB. XXIII. Examen d'une opinion singulière sur la Lune & les autres planètes secondaires. 87
- PROB. XXIV. Jusqu'à quel point peut & doit-on craindre l'approche ou le choc d'une comète, & les ravages qui pourroient en résulter sur la Terre? 93
- THÉORÈME I. Une livre de liege pese davantage qu'une livre de plomb ou d'or.
Un corps pese plus en été qu'en hiver. 100
- THÉOR. II. Deux poids homogènes qui sont en équilibre sur la surface de la terre, aux extrémités d'une balance à bras inégaux, ne le doivent plus être, si on la transporte au sommet d'une montagne ou au fond d'une mine. 103
- PROB. XXV. Du Feu central. 105
- PROB. XXVI. Mesurer les variations de pesanteur de l'air: Construction du Barometre. 117
- PROB. XXVII. La suspension du mercure dans le Barometre, dépend-elle de la pesanteur ou de l'élasticité de l'air? 120
- PROB. XXVIII. Usage du Barometre pour reconnoître l'approche du beau ou du mauvais temps, & précautions à prendre à ce sujet pour n'être pas induit en erreur. 122

- PROB. XXIX. *Comment se fait-il que la plus grande hauteur du Barometre annonce le beau temps, & que la moindre annonce la pluie prochaine ou mauvais temps?* 124
- PROB. XXX. *Du Barometre composé ou réduit.* 127
- PROB. XXXI. *Quel espace occuperoit un pouce cube d'air, transporté à la hauteur d'un demi-diametre terrestre?* 130
- PROB. XXXII. *Si l'on creusoit un puits jusqu'au centre de la terre, quelle seroit la densité de l'air dans les différentes profondeurs & au fond de ce puits?* 133
- PROB. XXXIII. *De l'Arquebuse à vent.* 135
- PROB. XXXIV. *De l'Eolipyle.* 137
- PROB. XXXV. *Construction de quelques petites figures qui nagent entre deux eaux, & qu'on fait danser, hauffer & baisser, en appuyant seulement le doigt sur l'orifice de la bouteille qui les contient.* 139
- PROB. XXXVI. *Construction d'un barometre où les variations de l'air se démontrent par une petite figure qui hausse & baisse dans l'eau.* 140
- PROB. XXXVII. *Equilibrer dans de l'eau deux petites figures, de maniere qu'y versant de nouvelle eau, la figure qui étoit au dessus s'enfonce, & l'autre prenne le dessus.* 141
- PROB. XXXVIII. *Des Larmes Bataviques.* ibid.
- PROB. XXXIX. *Mesurer la quantité annuelle de la Pluie.* 144
- PROB. XL. *De l'origine des fontaines: Calcul de la quantité d'eau des pluies, qui démontre qu'elle*

<i>suffit pour leur donner naissance & les entretenir.</i>	147
PROB. XLI. <i>Le Marteau d'eau , ou de mercure.</i>	152
PROB. XLII. <i>Faire une Pluie lumineuse de mercure.</i>	153
PROB. XLIII. <i>Pour quelle raison , dans les mines qui ont des soupiraux sur le penchant d'une montagne , à différentes hauteurs , s'établit-il un courant d'air , qui a dans l'hiver une direction différente de celle qu'il a pendant l'été ? Explication d'un phénomène semblable qu'on remarque chaque jour dans les cheminées : Usage qu'on peut faire d'une cheminée pendant l'été.</i>	154
PROB. XLIV. <i>Mesurer les hauteurs des montagnes au moyen du Barometre.</i>	157
<i>TABLE des hauteurs de différents lieux de la Terre & de diverses Montagnes au dessus du niveau de la Mer:</i>	163
PROB. XLV. <i>Faire une Fontaine artificielle , à l'imitation d'une source naturelle.</i>	166
PROB. XLVI. <i>Quelle est la pesanteur de l'air dont le corps d'un homme est continuellement chargé ?</i>	168
PROB. XLVII. <i>Construction d'une petite machine qui , à l'imitation de la statue de Memnon , produira des sons au lever soleil.</i>	170
PROB. XLVIII. <i>Des Phénomènes des Tuyaux capillaires.</i>	173
PROB. XLIX. <i>De quelques tentatives du mouvement perpétuel , au moyen de siphons capillaires.</i>	177
PROB.	

- PROB. L. Force prodigieuse de l'humidité pour en-
lever des fardeaux. 180
- PROB. LI. De la Machine ou Digesteur de Papin. 182
- PROB. LII. Pourquoi dans l'hiver, lorsque le temps
se radoucit tout-à-coup, l'air intérieur des mai-
sons continue, même pendant plusieurs jours, à
être plus froid que l'extérieur ? 186
- PROB. LIII. De quelques signes naturels auxquels
on peut prévoir le changement de la température
actuelle de l'air. 187
- PROB. LIV. La Fiolo des Eléments. 191
- PROB. LV. Séparer deux liqueurs mêlées en-
semble. 193
- PROB. LVI. Quelle est la cause de l'ébullition de
l'eau ? 194
- PROB. LVII. Quelle est la cause pour laquelle le
fond d'un vase contenant de l'eau bouillante à
gros bouillons, est à peine chaud ? 196
- PROB. LVIII. Mesurer l'humidité & la sécheresse
de l'air : Idée des principaux Hygrometres ima-
ginés pour cet objet ; leurs défauts : Construction
d'un Hygrometre comparable. 198
- PROB. LIX. En supposant ce que nous avons
démontré plus haut sur la ténuité des particules
de la lumière & son extrême rapidité, quelle
déperdition le soleil peut-il faire de sa substance
dans un nombre d'années déterminé ? 205
- PROB. LX. Produire au milieu de la plus grande
chaleur un froid considérable & propre à glacer
l'eau : Des congelations artificielles, &c. 207
- PROB. LXI. Faire glacer de l'eau, en remuant
seulement le vase qui la contient. 212

- PROB. LXII. *De la figure qu'on observe quelquefois dans la neige : Explication de ce phénomène.* 214
- PROB. LXIII. *Construire une Fontaine où l'eau coule & s'arrête alternativement.* 216
- PROB. LXIV. *Faire une Fontaine qui coulera & s'arrêtera un certain nombre de fois de suite, & ensuite s'arrêtera pendant un temps plus ou moins long, après lequel elle reprendra son cours intermittent; & ainsi de suite.* 219
- PROB. LXV. *Construction d'une Fontaine qui cessera de couler quand on y versera de l'eau, & qui ne reprendra son cours que quelque temps après qu'on aura cessé.* 220
- PROB. LXVI. *Faire une Fontaine qui, après avoir coulé pendant quelque temps par sa décharge de superficie, commencera à baisser jusqu'à un certain point, ensuite remontera, & ainsi successivement.* 222
- REMARQUE, *contenant l'histoire & les phénomènes des principales Fontaines intermittentes connues, ainsi que de quelques lacs & puits qui ont des mouvements analogues : Histoire du fameux lac de Zirchnitz.* *ibid.*
- PROB. LXVII. *Du Porte-voix & du Cornet acoustique; leur explication : Le jeu de la Tête enchantée.* 235
- PROB. LXVIII. *Dans le jeu du Ricochet, quelle est la cause qui fait remonter la pierre au dessus de la surface de l'eau, après y avoir plongé?* 238
- PROB. LXIX. *Le mécanisme du Cerf-volant : Diverses questions & recherches sur ce jeu.* 240

DES MATIERES.	515
PROB. LXX. <i>De la Baguette divinatoire; ce qu'on en doit penser.</i>	245

DOUZIEME PARTIE.

DE L'AIMANT.

SECTION PREMIERE. <i>De la nature de l'Aimant.</i>	254
SECTION II. <i>Des propriétés principales de l'Aimant.</i>	256
§. I. <i>De l'attraction de l'Aimant avec le fer, ou des Aimants entr'eux.</i>	ibid.
Premiere Expérience, <i>qui prouve l'attraction de l'Aimant à l'égard du fer.</i>	ibid.
2 ^e Expérience. <i>Reconnoître les pôles de l'Aimant.</i>	257
3 ^e Expérience. <i>Propriétés des pôles de l'Aimant l'un à l'égard de l'autre.</i>	258
4 ^e Expérience. <i>Production de nouveaux pôles dans l'Aimant.</i>	259
5 ^e Expérience. <i>La direction du courant magnétique.</i>	262
6 ^e Expérience, <i>qui prouve l'action mutuelle des Aimants & du Fer.</i>	263
§. II. <i>De la communication de la propriété magnétique.</i>	264
7 ^e Expérience. <i>Maniere d'aimerter.</i>	ibid.
8 ^e Expérience. <i>Maniere de faire avec des barreaux d'acier un Aimant artificiel.</i>	265

- 9^e Expérience. Produire dans une barre de fer la vertu magnétique sans aimant. 267
- §. III. De la direction de l'Aimant, de sa déclinaison & de sa variation. 272
- 10^e Expérience. Reconnoître la direction de l'Aimant. ibid.
- 11^e Expérience. Le changement de déclinaison de l'Aimant. 273
- 12^e Expérience. La variation diurne de l'Aimant. 280
- §. IV. De l'inclinaison de l'Aiguille aimantée. 281
- 13^e Expérience. Observer l'inclinaison de l'Aimant. ibid.
- 14^e Expérience. Observer l'inclinaison de l'Aiguille aimantée. 282
- SECTION III. De quelques Moyens proposés pour ôter à l'aiguille aimantée sa déclinaison, ou faire des Boussoles sans déclinaison. 286
- SECTION IV. De quelques Tours de subtilité qu'on exécute au moyen de l'Aimant. 290
- §. I. Construction de la Lunette magique. 291
- §. II. Etant donnés plusieurs chiffres, qu'une personne rangera les uns à côté des autres dans une boîte, reconnoître à travers le couvercle le nombre formé par ces chiffres. 292
- §. III. La Mouche sçavante, ou la Syrene. 294

TREIZIEME PARTIE.

DE L'ELECTRICITÉ.

- §. I. *Ce que c'est que l'Électricité ; Distinction entre les corps électriques par frottement ou par communication.* 299
- §. II. *Description de la Machine électrique ou à électriser, ainsi que des Instruments accessoires pour les expériences de l'Électricité.* 301
- Première Expérience. *L'Étincelle électrique.* 305
- 2^e Expérience. *Communication de l'électricité à diverses personnes.* 306
- 3^e Expérience. *L'Attraction & la Répulsion.* *ibid.*
- 4^e Expérience. *Quelques Jeux électriques fondés sur la propriété précédente. Le Poisson d'or, la Danse électrique, la Pluie lumineuse.* *ibid.*
- 5^e Expérience. *Répulsion entre des corps également électrisés.* 308
- 6^e Expérience. *Construction d'un Electrometre.* 309
- 7^e Expérience. *Allumer de l'esprit de vin avec l'étincelle électrique.* 310
- 8^e Expérience. *Propriétés des Pointes.* *ibid.*
- 9^e Expérience. *Différence des pointes & des corps émouffés.* 311
- 10^e Expérience. *Maniere de reconnoître si un corps est dans l'état d'électricité.* 312
- 11^e Expérience. *Distinction des deux Électricités. Idée du système de M. Francklin.* 313
- 12^e Expérience. *La Bouteille électrique, & la Commotion.* 318

- 12^e Expérience. Autre maniere de donner la com-
motion, sçavoir, par le carreau de verre électri-
que. Percer une main de papier avec l'étincelle
électrique. 324
- 13^e Expérience. Moyen d'augmenter comme in-
définiment la force de l'électricité : Batterie élec-
trique. 325
- 14^e Expérience. Tuer un animal au moyen de
l'électricité. 328
- 15^e Expérience. Production du magnétisme par
l'électricité. 329
- 16^e Expérience. Fondre les métaux au moyen de
l'Electricité. 330
- 17^e Expérience, qui prouve l'identité de la fou-
dre avec l'étincelle électrique. 331
- 18^e Expérience, qui prouve la même vérité d'une
autre maniere; ou le Cerf-volant électrique. 335
- 19^e Expérience. La Maison endommagée par le
Tonnerre. 339
- 20^e Expérience Le Vaisseau frappé ou préservé
de la Foudre. 341
- REMARQUE GÉNÉRALE, sur l'analogie du feu
de la foudre avec la matiere électrique; Moyen de
garantir les édifices du tonnerre. 343
- 21^e Expérience. De quelques Jeux fondés sur l'at-
traction & la répulsion électriques: L'Araignée
électrique, &c. 350
- 22^e Expérience. La Roue & le Tournebroche élec-
triques. 351
- 23^e Expérience. Le Carillon & le Claveffin élec-
triques. 353
- 24^e Expérience. Les Chevaux électriques se pour-
suivants; ou le Manège électrique. 356

DES MATIERES. 519

25 ^e Expérience. Faire paroître tout-à-coup une écriture en caractères de feu, par le moyen de l'électricité.	358
26 ^e Expérience. Feu d'Artifice électrique.	361
27 ^e Expérience, sur l'Électricité de la Soie.	364
28 ^e Expérience, qui prouve que l'Électricité accélère le cours des fluides.	366
REMARQUE sur les conséquences de cette Expérience, & sur les guérisons opérées ou prétendues opérées par l'Électricité.	367
29 ^e Expérience. De l'Électricité naturelle & animale.	371

QUATORZIEME PARTIE.

CHIMIE.

ARTICLE PREMIER. Des Sels.	377
§. I. Des Acides.	378
De l'Acide vitriolique.	379
De l'Acide nitreux.	381
De l'Acide marin.	ibid.
De l'Acide végétal.	382
§. II. Des Alkalis.	383
De l'Alkali fixe.	384
De l'Alkali volatil.	385
§. III. Des Sels neutres.	386
ARTICLE II. Du Phlogistique.	388
ARTICLE III. Des Affinités.	391
ARTICLE IV. Des Dissolutions & Précipitations.	393

- ARTICLE V. *De l'Effervescence & de la Fermentation ; leur différence.* 394
- ARTICLE VI. *De la Cristallisation.* 396
- ARTICLE VII. *Diverses Expériences chimiques.* 398
- Première Expérience. *Comment un corps de nature combustible , peut être sans cesse pénétré de feu sans se consumer ?* ibid.
- 2^e Expérience. *Transmutation apparente du fer en cuivre , ou en argent , & son explication.* 399
- 3^e Expérience. *Où l'on précipite successivement diverses substances , par l'addition d'une autre dans la solution.* 401
- 4^e Expérience. *Avec deux liqueurs , chacune transparente , produire une liqueur noirâtre & opaque : Maniere de faire de bonne Encre.* 403
- 5^e Expérience. *Comment on peut produire des vapeurs inflammables & fulminantes.* 404
- 6^e Expérience. *La Chandelle philosophique.* 405
- 7^e Expérience. *Comment on peut faire , par une composition chimique , un volcan artificiel.* ibid.
- 8^e Expérience. *Composition de l'Or fulminant.* 406
- 9^e Expérience. *Composition de la Poudre fulminante.* 408
- 10^e Expérience. *Liqueur qui se colore & se décolore alternativement , en permettant ou interceptant le contact de l'air extérieur avec elle.* 409
- 11^e Expérience. *Prétendue production d'un nouveau Fer , & ce qu'on en doit penser.* ibid.

- 12^e Expérience. Avec deux liquides mélangés, former un corps solide, ou du moins ayant de la consistance. 411
- 13^e Expérience. Former une combinaison qui étant froide soit liquide, & au contraire, étant échauffée, devienne consistante en forme de gelée. 412
- 14^e Expérience. Faire paroître tout-à-coup un éclair dans une chambre, quand on y entrera avec un flambeau allumé. 413
- 15^e Expérience. Des Encres sympathiques, & de quelques Jeux qu'on exécute par leur moyen. ibid.

REMARQUES.

1. Faire un tableau qui représente alternativement l'hiver & l'été. 416
2. L'Oracle magique. 417
- 16^e Expérience. Des Végétations métalliques. ibid.
- Arbre de Mars. 418
- Arbre de Diane. ibid.
- Végétation non métallique. 420
- 17^e Expérience. Produire la chaleur & même la flamme par le moyen de deux liqueurs froides. 421
- 18^e Expérience. Fondre du fer dans un instant, & le faire couler en gouttes. ibid.
- 19^e Expérience. Faire fondre du métal dans une coquille de noix. 422
- 20^e Expérience. Partager une pièce de monnoie en deux dans son épaisseur. 423
- DIGRESSION sur la Pierre philosophale, l'Or potable, & la Palingénésie. 425
- §. I. De la Pierre philosophale. 426

§. II. <i>De l'Or potable.</i>	434
§. III. <i>De la Palingénésie.</i>	436
<i>Especie de Palingénésie illusoire.</i>	443
1^{er} SUPPLÉMENT. Des Phosphores, tant naturels qu'artificiels.	
SECTION I. <i>Des Phosphores naturels.</i>	446
§. I. <i>De la Mer lumineuse.</i>	ibid.
§. II. <i>De quelques Insectes lumineux.</i>	451
1. <i>Du Ver luisant de notre pays.</i>	452
2. <i>De la Mouche luisante de l'Italie & des pays chauds.</i>	453
3. <i>Du Cucuyo de l'Amérique.</i>	454
4. <i>Du Scarabée de la Guyane.</i>	455
§. III. <i>De quelques autres Corps phosphoriques.</i>	456
1. <i>Les Yeux de divers animaux.</i>	ibid.
2. <i>Le Diamant de Clayton.</i>	457
3. <i>Le Bois pourri.</i>	458
4. <i>Les Vers des Huitres.</i>	459
5. <i>Les Chairs corrompues.</i>	ibid.
6. <i>Divers Poissons ou parties de Poissons.</i>	460
SECTION II. <i>Des Phosphores artificiels.</i>	465
§. I. <i>Expérience phosphorique, ou brûler de la poudre à canon sans explosion.</i>	466
§. II. <i>De la Pierre de Boulogne.</i>	ibid.
§. III. <i>Du Phosphore de Baldwin ou Baudouin.</i>	469
§. IV. <i>Phosphore de M. Homberg.</i>	470
§. V. <i>Phosphore en poudre, ou de M. Canton.</i>	471
§. VI. <i>Du Pyrophore d'Homberg.</i>	472

DES MATIERES. 523

§. VII. *Du Phosphore ou Pyrophore de Kunckel, autrement appelé d'Angleterre.* 474

Ecrire en caractères qui seront lumineux dans l'obscurité. 480

§. VIII. *Composition d'une espece de Pyrophore qui jette des flammes par le contact d'une goutte d'eau.* 481

II^e SUPPLÉMENT. *Des Lampes perpétuelles.* 484

SECTION I. *Examen des faits qu'on allegue comme preuve de l'existence des Lampes perpétuelles.*

1. *La Lampe de Tulliola.* 485

2. *La Lampe d'Olybius.* *ibid.* 486

3. *La Lampe de Pallas, fils d'Evandre.* 487

4. *La Lampe du temple de Vénus.* 488

5. *Les Lampes de Cassiodore.* 489

SECTION II. *Examen de la possibilité physique de faire une Lampe perpétuellement ardente.* 493

§. I. *Impossibilité d'avoir une meche perpétuelle : Histoire de l'Amiante ; maniere de le filer, & d'en former un tissu ou une meche ; examen de sa prétendue incombustibilité.* 494

§. II. *Impossibilité de se procurer un aliment indestructible pour les Lampes perpétuelles : Prétendues recettes pour une huile incombustible.* 499

§. III. *Impossibilité d'entretenir un feu brûlant sans cesse dans un lieu absolument clos.* 505

Fin de la Table du quatrieme Volume.

