

Bibliothèque numérique

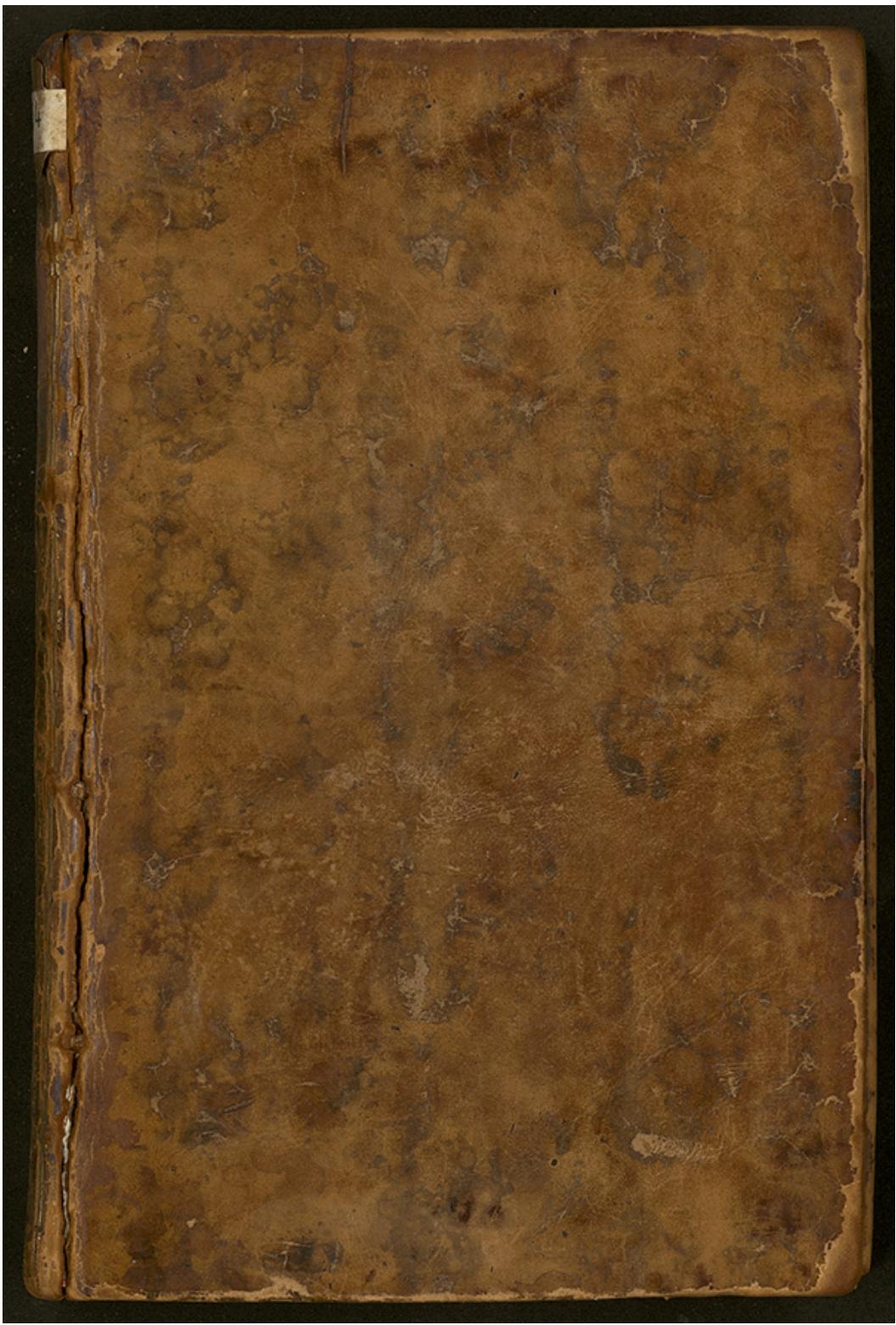
medic@

Marat, Jean-Paul. Recherches physiques sur le feu

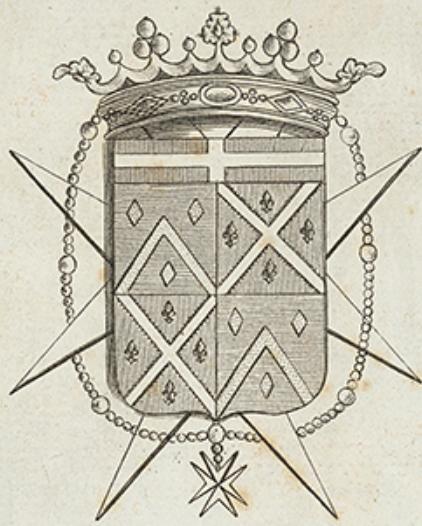
Paris : chez Cl. Ant. Jombert, 1780.

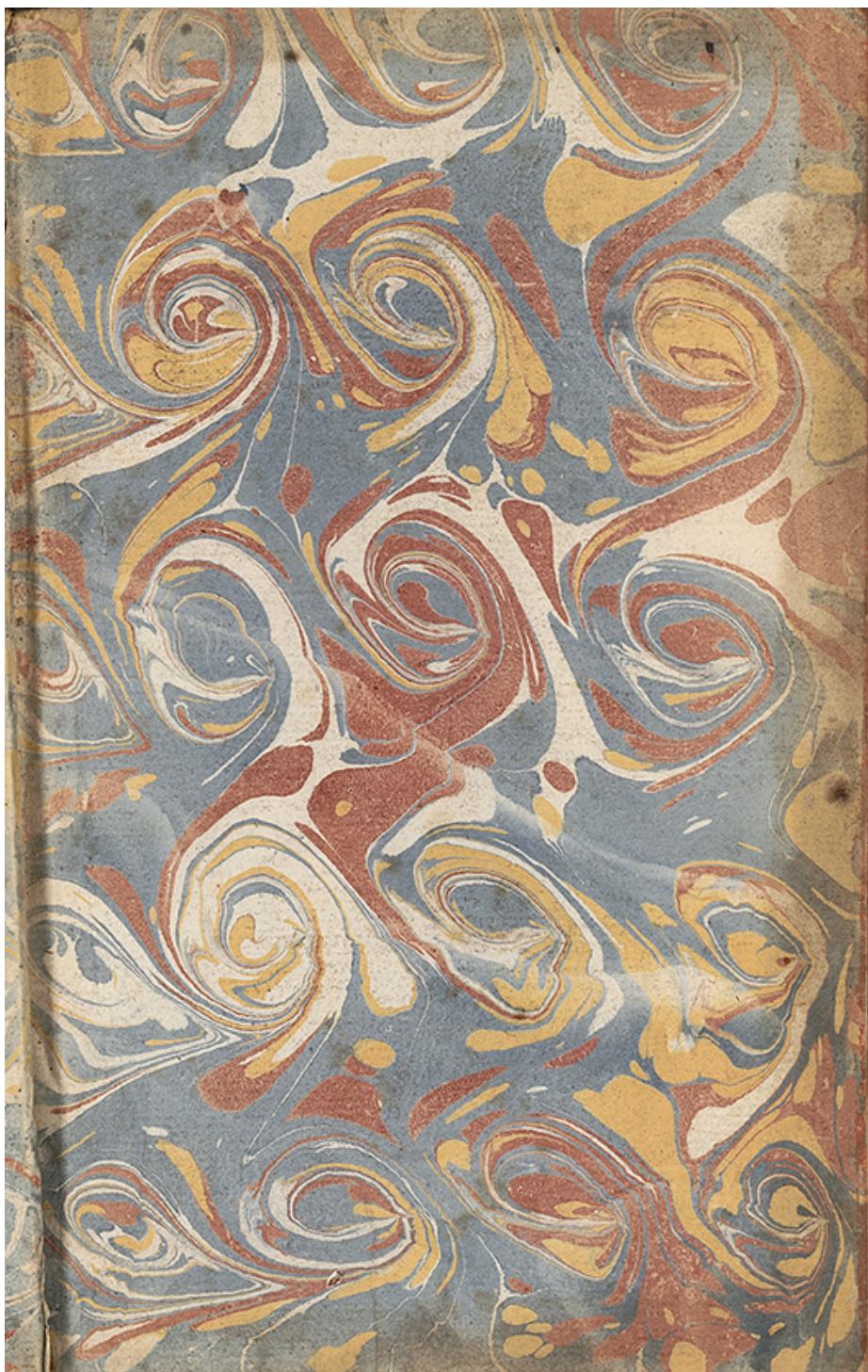
Cote : 39554





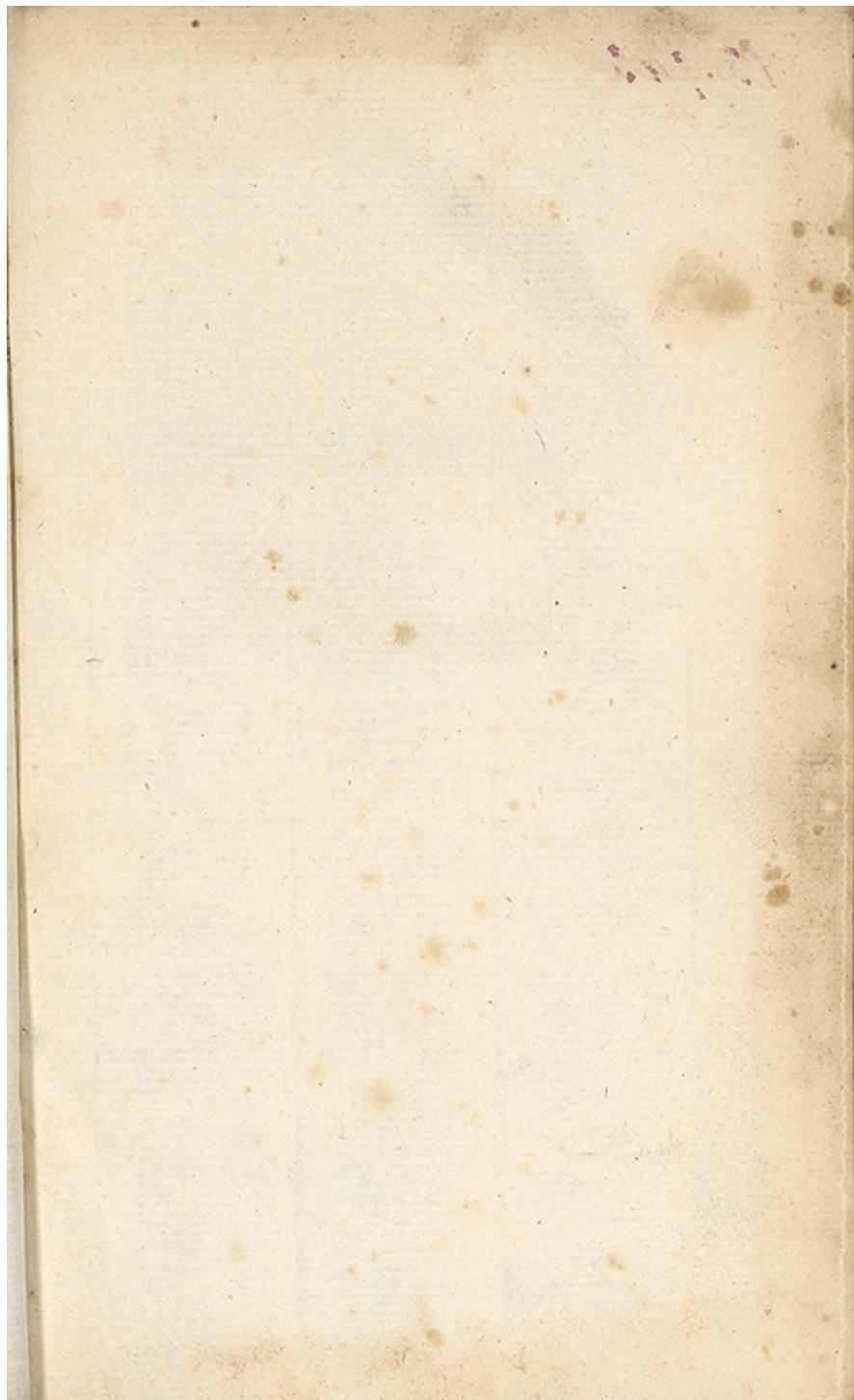
EX LIBRIS DE THUISY.



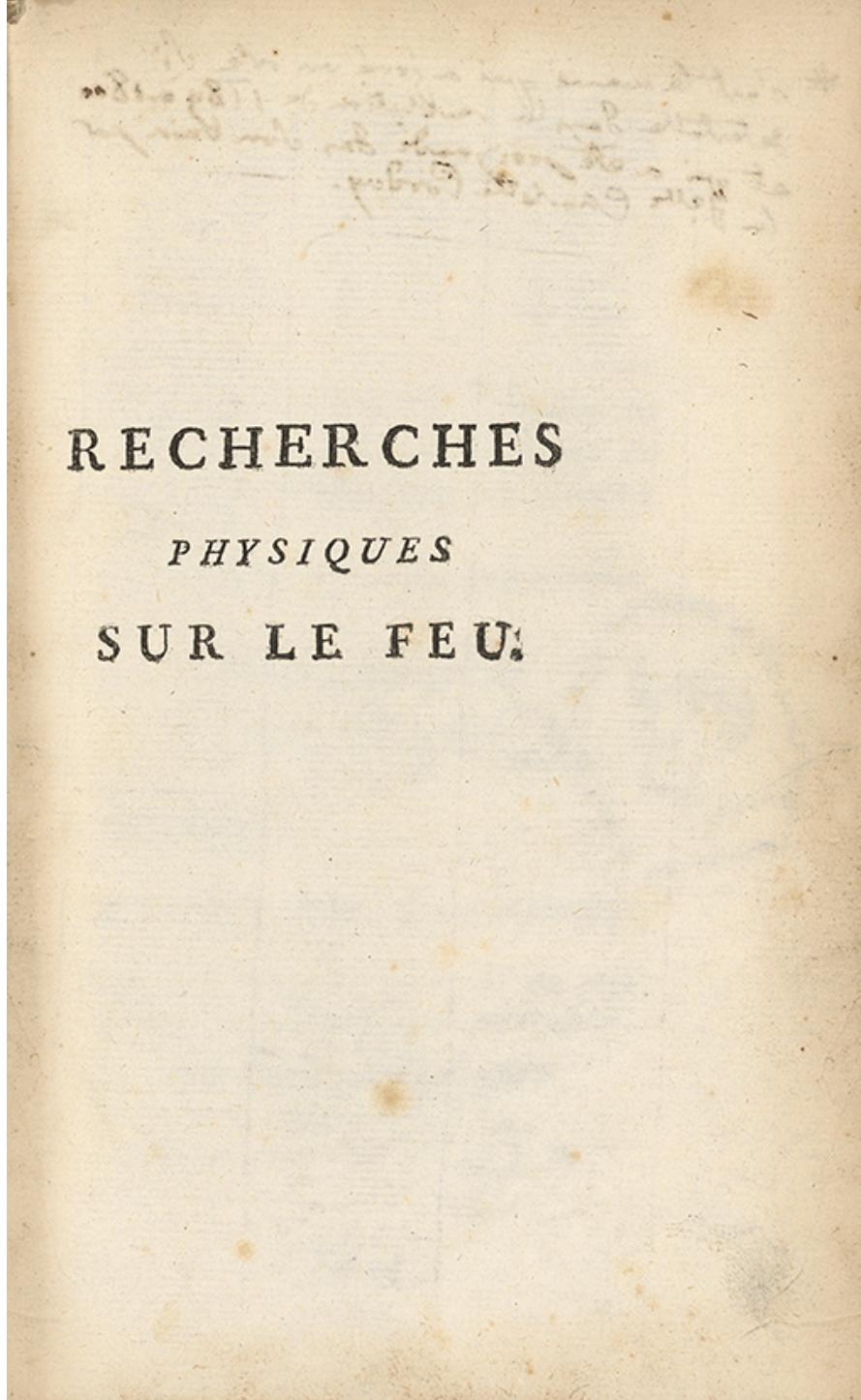


XXX+X-4-2.

39554



13.543



RECHERCHES
PHYSIQUES
SUR LE FEU.

* c'est la femme qui a joué un rôle si
déterminant dans la révolution de 1789 à 1800
et qui a été proclamée dans son bain par
laquelle Charlotte Corday.

RECHERCHES
PHYSIQUES
SUR LE FEU

RECHERCHES PHYSIQUES SUR LE FEU.

PAR M. MARAT,^{*} Docteur en
Médecine & Médecin des Gardes du
Corps de Monseigneur le Comte
d'Artois.



39554



A PARIS, RUE DAUPHINE;

Chez CL. ANT. JOMBERT, fils ainé;
Libraire du Roi pour le Génie & l'Artillerie.

M. DCC. LXXX.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

39554



RECHERCHES
PHYSIQUES
SUR LE FEU

PAR M. MARKT,
Médecin & Physicien des Guerres du
Comte de Montgolfier et son
D'Avrillor.



A PARIS, RUE DU DAUPHINE,

Ches Cte Ant. Journe & L'Amelot, fils succéde
Tirissie du Roi pour le Génie & l'Artillerie.

M DCC LXIX.

Sur l'autographe de l'auteur au Roi.

10291

INTRODUCTION.

ON n'avoit autrefois, & on pense encore aujourd'hui, que le feu est un être élémentaire, dont la matière éparse dans tous les corps, reste cachée tant qu'elle n'est pas rassemblée par le mouvement. Cette opinion a été celle de tous les tems, de tous les lieux : les Philosophes l'ont établie dans leurs Ouvrages ; les Lecteurs l'ont reçue sans examen ; & je ne sache presque personne jusqu'à ce jour qui n'y ait souscrit, sans doute parce qu'elle a paru incontestable. Oserais-je cependant l'avancer ? Elle doit être rangée parmi beaucoup d'autres fort mal-fondées, quoique fort spacieuses.

Plusieurs de mes Lecteurs s'arrêteront ici, & fermeront le Livre, persuadés qu'on ne peut rien dire de bon, après une assertion de cette nature. Je fais qu'il est des opinions tellement consacrées, que c'est se rendre ridicule d'entreprendre de les détruire : mais ce n'est pas ma faute, si celle-ci a vieilli tant de siècles.

Que si ces gens à préjugés ne me lisent point, qu'y faire ? Toujours serai-je lu par le petit nombre de ceux qui pensent : les seuls aussi bien dont le jugement m'intéresse. Quand on a long-tems flotté sur la mer des opinions humaines,

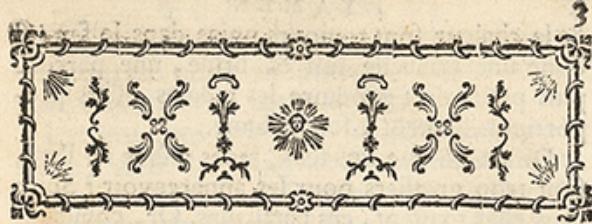
A

INTRODUCTION.

moins prévenu contre les nouveautés, on n'ignore plus que le vraisemblable n'est pas toujours la marque du vrai.

Au reste , quoique ce sujet ait été traité par tant de bonnes plumes , j'ose espérer que ce n'est point y revenir trop tard , si une multitude d'expériences nouvelles , suivies d'heureuses découvertes , peut encore piquer la curiosité .





EXAMEN

DU SYSTÈME DES PHYSICIENS,

SUR LA NATURE DU FEU.

LOORSQU'UN sujet a été traité d'une manière spacieuse par des Auteurs qui font autorité, avant de bâtrir il faut détruire. Triste nécessité, dont personne ne sent plus le désagrément que moi.

POUR les Physiciens, le feu est une matière destinée à produire, par sa simple présence, lumière & chaleur ; ils font de cette matière un élément, & ils disent que les corps le renferment tous en différente mesure. Pourquoi donc chaque corps n'est-il pas chaud & lumineux ? — C'est, répondent-ils, que cet élément est englobé par les autres principes du mixte, & qu'il reste caché jusqu'à ce qu'il se développe par le mouvement : c'est qu'un corps ne luit & ne brûle que lorsque ses particules de feu sont rassemblées en grand nombre. — Mais encore, pourquoi ne voit-on pas quelques points lumineux parsemés à la surface des combustibles ? Pourquoi n'y sent-on pas quelques points chauds ? La lumière

A ij

EXAMEN

& la chaleur sont toujours unies dans le feu : si donc une étincelle luit & brûle, une parcelle plus petite doit produire les mêmes effets proportionnellement à son volume.

Dira-t-on que nos sens, aidés même de l'art, sont trop grossiers pour les appercevoir ? Soit : mais elles existent, ces particules. Or, comment se peut-il que le feu, épars dans les mixtes, s'y entretienne sans les consumer ? Comme se peut-il qu'il s'y entretienne lui-même ? Quoi ! de petites étincelles se conserveroient des années entières dans le marbre, tandis qu'un brasier ne peut se conserver quelques jours sous la cendre ? Que dis-je ! tandis qu'à peine un charbon ardent pourroit s'entretenir une seconde dans l'esprit-de-vin ; d'imperceptibles atomes de feu s'entretiendroient des milliers de siècles dans le sein des matières les moins combustibles, dans le sein même de celles qui le détruisent ? Si ce ne sont pas là des absurdités, je ne fais ce qu'on appelle de ce nom.

Il y a plus. Selon les Physiciens, « le choc de deux cailloux fait sortir la flamme, en rompt l'équilibre qui la tenuoit captive ». Mais comment le feu, fixé dans les corps & devenu un de leurs principes, perdroit-il toutes les propriétés qu'on lui connoît, pour reparoître ensuite à l'aide d'un simple choc ?

Les étincelles, qui proviennent de la collision d'un morceau d'acier & d'une pierre à fusil, paroissent à l'œil pure matière de feu ; & l'on nous dit qu'elles en sont réellement des parcelles, extraites des corps par cette collision. Reçues sur un papier blanc & examinées au microscope, ces étincelles toutefois ne se trou-

Vent être que des particules d'acier, dont les unes ont été mises en fusion, les autres simplement échauffées au degré du fer rougi.

Lorsque dans une tige on fait un trou, & qu'on y agite long-tems un bâton avec violence, l'arbre prend feu ; ensuite on voit briller des tourbillons de flamme , & cela seul suffit pour embraser la forêt. C'est , disent-ils , le feu renfermé dans le bois qui cause cet incendie : mais si les corps en renfermoient autant , son ardeur ne pourroit s'y contenir , il les consumeroit sans cesse , & réduiroit bientôt l'univers en cendres.

ON comprend déjà qu'on ne peut raisonnement faire du feu un principe des corps , tenu comme en réserve dans leur sein : ce n'est pas là pourtant où se bornent les inconséquences du système que je réfute.

S'il est vrai que la matière du feu ne devienne sensible que lorsque le mouvement en a rassemblé les particules , comment des substances inflammables (telles que l'or , les cailloux , le verre), paroissent-elles toutes de feu , quand on les soumet à son action ; quoique ces particules , de l'aveu même des Physiciens , ne soient pas la millionième portion du composé ? Comment quelques corpuscules réunis embraseroient - ils un corps entier , vu l'inconvertibilité des éléments(1) ? Que les défenseurs de cette opinion

(1) Il ne faut que voir sur quoi porte l'opinion contraire , pour se convaincre qu'elle est destituée de tout fondement.

On nous dit que le feu absorbe l'air , qu'il se l'assimile , & le consume. Mais quand on fait brûler quelque com-

éclaircissent un peu ce phénomène. Mais ils en ont bien d'autres à éclaircir.

bustible sous une cloche de verre, ne voit-on pas ce fluide s'en échapper par les bords garnis de sable?

On nous parle de l'air rendu fixe par la végétation. Mais pour être englobé dans les végétaux par les autres principes du mixte, a-t-il changé de nature? Dégagé par le feu, ne reparoît-il pas toujours sous sa première forme?

On veut que l'eau réduite en vapeurs soit transformée en air, parce qu'elle y supplée dans la déflagration des corps. Mais comment ne voit-on pas qu'elle n'est alors que tenue en dissolution par ce fluide? L'air qui en est chargé ne la rend-il pas, dès qu'on lui présente quelque substance avec laquelle il a plus d'affinité? Pour la faire reparoître, le simple refroidissement ne suffit-il pas?

On prétend que l'eau se change en terre dans les animaux à coquille. Mais au lieu de supposer qu'ils la travaillent au point de la dénaturer, n'est-il pas clair que la coquille dont ils sont recouverts tire son accroissement de la terre que l'eau tient en dissolution, & qui y est portée par l'exudation du filtre animal; puisque ces animaux prennent si peu d'accroissement dans l'eau distillée? D'ailleurs, n'entre-t-il pas dans la composition des coquilles beaucoup plus d'air & d'eau que de terre?

On insinue que la terre peut se convertir en se volatilisant, & prendre la forme des autres élémens, comme ceux-ci prennent la sienne en se fixant. Mais pour être volatilisée, en est-elle moins terre?

On conclut que toutes les matières sont réductibles en terre vitrifiable, matière première de tous les corps. Il est vrai que le principe terne fert de base à tous les autres, qu'il les reçoit dans son sein, qu'il s'unite & s'incorpore avec eux; mais on les en dégage tous par le moyen des intermèdes ou du feu: réduits ensuite à leur plus grand état de pureté, ils sont inaltérables.

Il est donc prouvé que la transmutation des élémens est illusoire. Je dis mieux, elle est au-dessus de tous les efforts de l'art, & l'on ne connaît aucune opération de la nature qui puisse la faire soupçonner.

DU SYSTÈME, &c.

Si, comme ils le disent, le feu est un être destiné à produire par sa simple présence la chaleur, & s'il ne fait que se dégager des substances qui se congèlent ; pourquoi la température du lieu où l'on tient un grand mélange de nitre, de sel ammoniac & d'esprit-de-vin, ne se réchauffe-t-elle pas ? Après avoir fait du feu un corps, ne faudra-t-il pas faire du froid un corps aussi (1). Nouvelle inconséquence où sont tombés ceux qui regardent le feu comme matière. Venons enfin à la plus frappante de toutes.

En faisant du feu un élément, les Physiciens sont embarrassés de trouver quelqu'indice certain de sa présence, ou plutôt ils ne sauroient en trouver aucun : vérité que met dans tout son jour un des plus célèbres partisans de ce système (2).

(1) C'est l'opinion de Kunckel.

(2) « Je dois pourtant avouer », dit Boerhaave, « qu'il est très-difficile de découvrir un signe qui soit un indice certain & constant, qu'il y a du feu dans l'en droit où il se manifeste, soit que le feu soit en grande ou en petite quantité. Voici ce qui rend cette découverte si difficile. Après un mûr examen, j'ai souvent remarqué qu'il y a une incroyable quantité de véritable feu dans des endroits où personne n'en découvre aucune trace, & où l'on croit au contraire sentir quelque chose d'une nature opposée. Au milieu des hivers les plus rudes (par exemple) & dans le tems des plus fortes gelées, on démontrera qu'il y a réellement du feu dans la glace, & on pourra le faire sortir tout d'un coup avec beaucoup de violence ». *Elémens de Chymie*, traduction de M. Allaman, part. II, pag. 147. Puis, quelques lignes plus bas, notre Auteur conclut : « qu'après un examen attentif, le seul signe à certain de la présence du feu est l'augmentation de

EXAMEN.

Ils vont plus loin : non contens de soutenir que le feu est matière, ils prétendent le montrer dans les mixtes décomposés. Ouvrez leurs Livres, vous y verrez que cette matière est la partie *phlogistique* des corps (1). Or, les objections faites contre l'autre hypothèse acquièrent contre celle-ci encore plus de force ; car si le phlogistique est la pure matière du feu, pourquoi n'est-il pas lumineux & brûlant ? Comment le concevoir froid & opaque ?

Il est facile de voir ce qui a donné lieu à cette opinion. On a observé que les matières très-imprégnées de phlogistique s'enflamment vivement ; & on a conclu qu'elles sont presque

» volume des corps ; effet constant qui, selon lui, n'est
» produit par aucune autre cause physique, connue
» jusqu'à présent ». Mais ce signe même est défectueux ;
car dans le vide, la plupart des corps augmentent de
volume par la simple expansion de l'air intérieur.

Ceux qui font du feu un être élémentaire, ne savent à quel signe reconnoître sa présence : n'allons pas nous perdre après eux dans un dédale d'incertitudes ; rappelons leurs sublimes spéculations au simple témoignage des sens, & reconnoissons avec le vulgaire que le feu n'existe jamais sans lumière & sans chaleur.

(1) Un Auteur célèbre se récrie fort contre la nomenclature de la Chymie. Sans doute, on n'emploie que trop souvent dans cette science des termes vides de sens ; mais on ne doit pas regarder comme tels ceux d'*acide*, d'*alkali*, de *phlogistique*. Bornons-nous ici au dernier. Par phlogistique, on entend le principe inflammable des corps : ce principe existe assurément dans la Nature : & loin que ce soit un être de raison, il offre une idée bien plus nette que les mots d'*huile*, de *soufre*, de *bitume*, &c. qu'on voudroit lui substituer ; ou plutôt, il répond mieux au sujet, puisque dans ces substances il n'y a d'inflammable qu'une partie du composé.

Toutes de feu. Pour montrer sur quoi fondé, examinons-en la nature avec soin.

Ces matières sont tantôt dans l'état bitumineux, résineux, graisseux, butireux ou huileux; tantôt dans l'état sulphureux; tantôt dans l'état charbonneux: mais elles n'ont rien d'inflammable que l'huile (1) extrêmement atténueée, qui entre dans leur composition. Les phosphores(2) eux-mêmes,

(1) Le beurre, les graisses, les résines, les baumes, les bitumes, sont composés d'huile, combinée avec de la terre, de l'eau & un acide plus ou moins abondant.

A l'égard du charbon, c'est un produit des matières combustibles, brûlées à vaisseaux clos, distillées jusqu'à siccité, ou macérées dans les acides concentrés.

Tout le phlogistique de ces matières n'est certainement pas dans le charbon, comme le veut un Chymiste moderne. Il y en a beaucoup moins que dans l'huile la plus crasse, puisqu'il reste après qu'elle a cessé de déflagrer: ce n'est même qu'à l'huile qu'il a retenu, lorsqu'on le préparoit, qu'il doit son inflammabilité: aussi plus il en retient, plus il s'enflamme aisément, plus il est propre à entretenir le feu, toutes choses égales d'ailleurs. En faut-il une autre preuve? A vaisseaux clos, l'acide vitriolique n'enflamme pas le bois; mais il le réduit à l'état charbonneux en s'emparant de son phlogistique: le charbon contient donc moins de phlogistique que le bois.

Quant au soufre, tant naturel qu'artificiel, c'est un composé d'acide vitriolique très concentré & de phlogistique pur.

(2) Le phosphore de Boyle est fait de douze portions de sédiment d'urine calciné & lessivé, de six portions de sable, de deux portions d'eau, & d'une portion de charbons pulvérifés, le tout cohobé dans une retorte au feu de reverberé. Dans la distillation, il paroît sous la forme d'une vapeur livide; & dans le récipient plein d'eau froide, sous celle d'une matière butireuse. De cette matière butireuse, il n'y a guères d'inflammable que l'huile des charbons qui entrent dans sa composition;

qui paroissent être feu pur, n'ont point d'autre principe d'inflammabilité.

L'huile contient toujours des principes similaires (1) à ceux du mixte dont elle est extraite; puisque ces principes se manifestent quand on la décompose. En brûlant, elle exhale une odeur forte, répand une fumée crasse, & laisse un résidu charbonneux; mais à force de la distiller, on parvient à faire disparaître toute différence spécifique; à la rendre limpide, ténue, volatile, miscible avec l'eau, & très-combustible.

Au reste, on ne l'obtient jamais dans un fort grand degré de pureté. Ce que l'art seul ne peut faire, il le fait aidé de la Nature; car la fermentation dégage le principe huileux des autres principes du mixte; toutefois il passe encore dans

car après avoir brûlé, elle laisse un résidu d'un rouge obscur, & d'une saveur acide corrosive.

Le miel & l'alum donnent de même un phosphore très-actif: or, le miel contient beaucoup de principe huileux.

(1) Dans les huiles animales, telles que la graisse, la moëlle, le blanc de baleine, &c., le principe inflammable est combiné avec de l'eau, de la terre & un acide d'autant plus abondant que ces matières ont plus de consistance.

Dans l'huile qu'on retire des parties charnues, tendineuses, nerveuses, osseuses, &c., ce principe est combiné avec de l'eau & de l'alkali volatil.

Dans les huiles végétales tirées par expression, excepté le beurre de cacao & la cire verte de la Louisiane, il est combiné avec de l'eau, beaucoup de terre, & un acide moins abondant que dans les huiles animales crasses.

Dans les huiles essentielles, il est combiné avec un peu de terre, un peu d'eau, & un acide peu abondant, mais très-développé.

la distillation avec un peu de phlegme & de sel volatil, qu'on lui enlève presqu'entièrement par la rectification (1); alors il brûle en entier sans fumée & sans résidu. C'est ce principe huileux rectifié au dernier point qui, sous la forme d'esprit ardent & le nom de phlogistique, fait le vrai principe inflammable des corps. Toujours identique de quelque substance qu'on le tire, il ne diffère que par les matières hétérogènes qui lui sont alliées : mais quelque pur qu'il soit, il n'est jamais lumineux, toujours il se met à la température du milieu ambiant ; quelquefois même il est fort au-dessous du terme *glace*. Dans leur système, voilà donc du feu obscur & froid, ce qui implique contradiction,

Le phlogistique est absolument distinct du feu; puisque les terres calcaires pures ne sont pas inflammables ; puisqu'on ne revivifie point par la simple fusion les métaux complètement cal-

(1) La méthode de déphlegmer l'esprit-de-vin par l'intermédiaire des acides concentrés, ne sert qu'à l'altérer. Ces acides lui enlèvent bien son eau surabondante ; mais ils se combinent avec le principe inflammable, qu'ils rapprochent de la nature huileuse.

Plus les huiles sont purifiées, plus elles deviennent dissolubles dans l'eau. Atténuees au plus haut point, & amenées à l'état d'esprits ardents, elles s'y dissolvent en entier : ce que ne fait point l'éther. Quelques matières hétérogènes ont donc détruit en partie sa dissolubilité.

Dans l'éther, l'esprit ardent n'est point pur, puisqu'il diffère en saveur & en odeur, suivant l'acide qui a servi à le déphlegmer. D'ailleurs, la flamme de l'éther acéteux, marin ou vitriolique, est accompagnée de vapeurs fuligineuses : celle de l'éther nitreux laisse même un vestige de résidu charbonneux.

cinés ; puisque le nitre , qui brûle avec tant de violence , est un puissant réfrigérant. Mais ne nous en tenons pas aux preuves que nous venons de donner ; examinons les acides concentrés , ces liqueurs que les Chymistes regardent comme les mixtes les plus imprégnés de feu pur : comparons leurs effets , & faisons voir que le phlogistique diffère en tout de ce prétendu élément.

Chacun de ces acides est composé d'eau , de terre , de phlogistique , & d'un principe salin particulier.

L'acide marin est celui qui a le moins d'affinité avec le phlogistique , & le moins d'action sur les substances inflammables : aussi n'en dirons-nous rien ici.

« Mais l'acide vitriolique » , dit un Chymiste expert , « est tellement saturé de feu , qu'on ignore les moyens de lui en introduire davantage ». — Comment donc est-il froid ? Pourquoi n'est-il pas inflammable ?

Le feu agit mieux sur les matières combustibles desséchées ; l'acide vitriolique agit mieux sur les matières humides : l'eau dont elles sont imprégnées sert donc à donner prise au dernier sur leur principe inflammable ; elle ne sert qu'à s'opposer à l'action du premier.

Cet acide agit aussi sur les combustibles d'une façon opposée à celle du feu : celui-ci dissipe leur principe inflammable ; celui-là s'en imprègne.

Enfin , l'acide vitriolique , le plus concentré , n'attaque point le charbon , sans l'intermédiaire d'une vive chaleur : il est donc distinct du feu ?

L'acide nitreux est inflammable ; mais ce n'est

qu'en vertu du phlogistique (1) qu'il tient en dissolution : car il l'est toujours d'autant moins qu'il est mieux déphlogistique.

Il déphlogistique l'acide vitriolique (2) : ce qui prouve qu'il a beaucoup plus d'affinité avec les matières inflammables.

Mais son action sur ces matières est absolument différente de celle du feu.

Il attaque avec impétuosité les substances minérales, n'attaque point à froid les substances charbonneuses, & n'enflamme les substances huileuses que lorsqu'il est mêlé avec un peu d'acide vitriolique.

Au lieu de faire passer à l'état charbonneux les matières animales & végétales, en dégageant leur phlogistique, comme feroit le feu, il les dissout en entier.

Enfin, loin de dégager le phlogistique des matières minérales, il semble même l'altérer : car les vapeurs de la plupart des dissolutions

(1) L'acide nitreux contient beaucoup de phlogistique ; son odeur, sa couleur & la teinte qu'il prend, mêlé avec l'eau, sont autant d'indices qu'il en est même saturé.

(2) Si on mèle l'acide nitreux à l'acide vitriolique concentré, il s'en élève des vapeurs blanches : le premier a donc enlevé au dernier les matières inflammables qui le coloroient. Le sel de nitre déphlogistique aussi l'acide vitriolique à l'aide de la digestion à chaud.

L'acide vitriolique, mêlé aux liqueurs huileuses, souffre une forte de décomposition : partie du principe salin s'unite à l'huile & se sépare de son dissolvant. Or, ce qui reste après l'effervescence est beaucoup moins concentré. Il n'en est pas de même de l'acide nitreux, il s'unite complètement à ces substances huileuses : même après leur déflagration, il n'est guères moins concentré.

14 EXAMEN DU SYSTÈME, &c:
métalliques, faites par l'acide nitreux, ne sont
pas inflammables.

DE tant d'autres preuves à l'appui de celles
que nous avons données, bornons-nous à la
plus concluante de toutes. La voici : le phlogis-
tique est la seule matière inflammable connue ;
mais dans les corps, nul principe soumis à l'ac-
tion du feu, qui ne paroisse converti en ce pré-
tendu élément. Dans une fournaise, la terre la
plus pure devient incandescente ; & dans un
vase bien épais, l'eau même rougit à blanc : le
feu qui les pénètre est donc distinct du phlogis-
tique.

De tout ce qui précède, il suit que le feu
n'est pas matière. Qu'est-il donc ? Il est possible
de répondre à cette question d'une manière fa-
tisfaisante. Ainsi ne nous contentons pas d'avoir
renversé un système reçu ; mettons quelque
chose à la place.





RECHERCHES PHYSIQUES SUR LE FEU.

DE LA NATURE DU FEU.

Il en est aujourd'hui de la doctrine du feu ; comme de celle des couleurs avant Newton. On le prend pour matière , & il n'est qu'une modification d'un fluide particulier (1) ; de même que le coloris n'est qu'une modification de la lumière que les corps réfléchissent. J'avoue qu'au premier coup d'œil , la vraisemblance manque ici à la vérité ; mais je prie le Lecteur de suspendre son jugement , & de me donner le tems de déduire mes preuves.

(1) Pour le distinguer des autres , je le désignerai sous le nom de *Fluide igné*.

Si l'on peut parvenir à connoître le principe de la chaleur, c'est par l'examen de ses effets.

Ce principe se trouve dans tous les corps, puisqu'on l'y développe par l'attrition.

Pour consumer les combustibles, il agit sur la masse entière, quoiqu'il ne paroisse agir qu'à la superficie; car leur intérieur est toujours chaud: ce qui suppose l'action d'un fluide qui pénètre leur tissu. Il agit néanmoins plus particulièrement à la superficie, & le tems qu'il met à les consumer est toujours en raison composée de leur masse & de l'adhésion de leurs principes, toutes choses égales d'ailleurs: ce qui suppose encore l'action d'un fluide qui environne de toute part les combustibles, s'insère dans leur tissu, & les attaque en tout sens à la fois.

Si vous présentez à une bougie allumée une bougie qu'on vient d'éteindre, vous la verrez se rallumer avant d'avoir touché à la flamme. A l'approche d'un fer rouge, une bandelette de papier trempé dans une dissolution de cuivre par l'acide nitreux, s'enflamme à travers les parois d'un bocal. La cire fond à dix pas d'une fournaise. Or, ces effets ne peuvent avoir lieu qu'à l'aide d'un fluide qui étend au loin sa sphère d'activité.

Un corps froid appliqué sur un corps chaud,

le

SUR LE FEU.

Le prive peu à peu de chaleur (1), jusqu'à ce qu'il en ait acquis un égal degré : ce qui suppose un fluide passant de l'un à l'autre.

Le refroidissement des corps ; par contact, est mesurable : on apprécie le point de chaleur que doivent contracter, par leur mélange, les liquides homogènes échauffés à différens degrés ; & ce point correspond toujours au rapport qu'on observe dans les mobiles qui se choquent entre la masse & la vitesse. Le refroidissement est donc produit par la diminution du mouvement d'un fluide.

Enfin, le charbon, l'alkali fixe, le camphre, le naphte, les huiles essentielles, l'esprit-de-vin, le phosphore, &c. quoique très-imprégnés de fluide igné (2), sont toujours à la température du milieu qui les environne : chauds dans un lieu chaud, froids dans un lieu froid. C'est donc le mouvement de ce fluide, non sa présence, qui produit la chaleur & le feu.

(1) La chaleur & le feu sont deux effets de la même cause, qui diffèrent entr'eux du plus au moins : lorsque l'énergie du principe est modérée, cet effet prend la première dénomination ; la dernière, lorsqu'elle est extrême.

(2) Voyez l'article de *la quantité du fluide igné répandu dans l'Univers*.

CETTE vérité, déduite de la nécessité des faits, peut se démontrer à l'œil même (1).

(1) Persuadé que le fluide igné est beaucoup moins subtil que celui de la lumière, & son mouvement beaucoup moins vèloce ; j'ai pensé qu'il pouvoit devenir visible, & j'ai cherché à le rendre tel à l'aide du microscope solaire. D'abord mes efforts furent vains, puis le succès passa mon attente.

Essayant un jour d'examiner la flamme d'une bougie dans la chambre obscure, j'eus beau la placer au foyer de la lentille, aucune image ne se traça sur la toile. En réfléchissant là-dessus, je ne tardai pas à m'apperevoir que je m'y étois mal pris. Comme les rayons solaires sont extrêmement denses à leur foyer, & qu'ils ont assez de force pour écarter toute matière hétérogène, qui, telle que la flamme, ne leur oppose que peu de résistance ; son image ne sauroit se tracer. Mais leur force diminue à mesure qu'ils deviennent divergents ; alors aussi ils sont assez rares pour admettre des corpuscules étrangers dans leurs interstices : toute matière moins subtile que celle de la lumière peut donc les intercepter, & faire ombre sur la toile. En conséquence, je plaçai la flamme de la bougie dans le cône que forment les rayons devenus divergents, & aussi-tôt parut une image. Je cherchai ensuite le point le plus propre à la rendre nette, & je n'eus pas de peine à y parvenir. La trouvant foible encore, je n'employai que l'objectif du microscope, ce qui me réussit au mieux. Mais quelle fut ma surprise de voir cette image sous la forme d'un cylindre blanchâtre, bordé d'une raie plus

Quand on adapte au volet d'une chambre obscure Exp. t.
le microscope solaire armé du seul objectif, & qu'on

blanche, & couronné d'une touffe de jets moins blancs
qui s'agitoient en tourbillons.

Revenu de mon étonnement, je jugeai que cette
image étoit celle du fluide igné, non de la flamme. Pour
m'en assurer, je substituai à la bougie un fer rouge, &
je vis son ombre environnée d'une large raie éclatante,
surmontée d'une touffe de jets moins blancs qui s'a-
gitoient aussi en tourbillons. Enfin, pour lever jusqu'au
moindre doute à cet égard, je n'exposai aux rayons so-
laires que des corps inaltérables au feu, comme l'or &
l'argent affinés, la porcelaine du Japon, le crystal de
roche, les cailloux du Rhin, &c. Mais crainte qu'ils ne
s'emprégnaissent des effluves du charbon, je les fis rou-
gir dans un creuset sous la moufle d'un fourneau de
coupelle, & les mêmes phénomènes eurent lieu.

Parvenu de la sorte à rendre visible le fluide igné,
j'ai repris dans la chambre obscure l'examen de tous les
phénomènes du feu; j'ai multiplié les expériences, &
les vérités que j'avois déduites de la nécessité des faits,
sont presque toutes devenues intuitives.

Comme il sera souvent question de ces expériences
dans le cours de cet Ouvrage; pour éviter les vaines
redites, je prie le Lecteur de ne pas oublier qu'elles
ont toutes été faites de la manière que je viens de dé-
crire, lorsque je n'en indique pas une autre.

Cette méthode d'observer est absolument neuve; &
j'invite fort les Physiciens à en essayer. La porter dans
certaines branches de la physique, feroit, je pense,
s'ouvrir une source de connaissances nouvelles. Je l'ai

B ij

place une bougie allumée dans un point convenable du cône lumineux ; on voit sur la toile s'élever autour de la mèche un cylindre alongé, diaphane, ondoyant. Dans ce cylindre, on distingue l'image de la flamme ; elle paraît roussâtre, moins colorée dans sa partie intermédiaire, & au milieu brille un petit jet fort blanc (1) : ce cylindre est bordé d'une raie brillante jusqu'au sommet qui se divise en plusieurs jets (2), bordés chacun d'une raie brillante plus petite. Ainsi cette flamme, si tranquille en apparence, est dans une agitation prodigieuse : du centre de sa sphère d'activité, elle lance de toute part des flots de fluide qui s'agitent en tourbillons. (Voyez Pl. I, fig. 1).

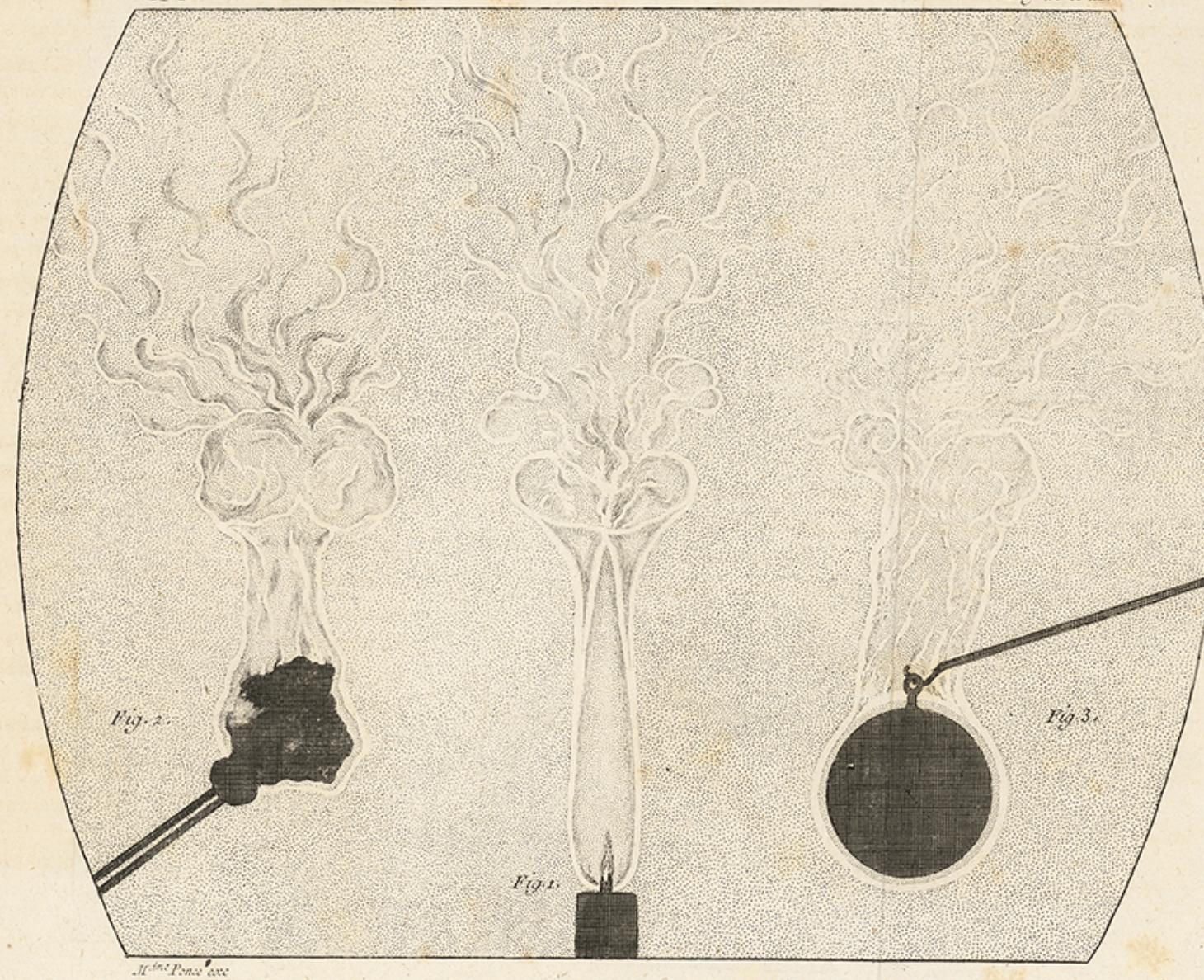
Exp. 2. Lorsqu'à une bougie allumée on substitue un charbon embrasé, un fer rouge, &c. on voit leur ombre environnée d'une raie éclatante, & surmontée d'un cylindre moins long, couronné d'une touffé de jets moins éclatans, mais formant de même mille virevoltes (3). (Voy. Pl. I, fig. 2).

déjà appliquée moi-même à l'électricité, à l'air, à la lumière ; & sous peu je communiquerai mes découvertes au Public.

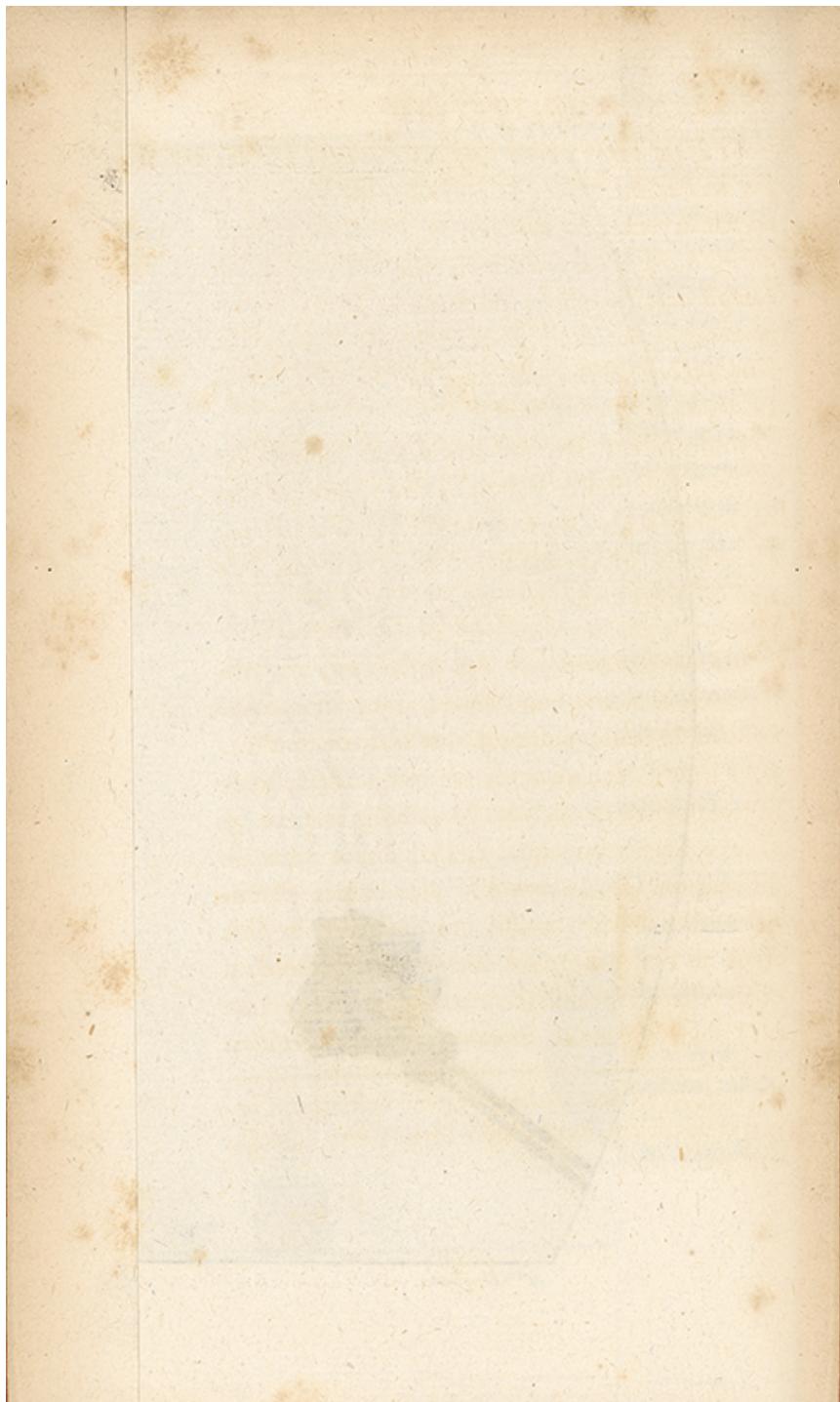
(1) Lorsque les filaments de la mèche sont défunis, ce jet se divise en plusieurs.

(2) On verra ci-après pourquoi le fluide igné, qui s'échappe des corps enflammés ou incandescens, affecte toujours cette forme à l'air libre.

(3) C'est à l'action de ce mouvement de notre fluide



M. le Professeur



*Si à ces corps on en substitue d'autres, tels que Exp. 3.
l'or ou l'argent affiné, la porcelaine du Japon, le
crystal de roche, les cailloux du Rhin, &c., rougis
dans un creuset couvert, de manière à n'avoir aucun
contact avec les effluves du charbon, les mêmes phé-
nomènes auront lieu; à cela près que l'image pro-
jetée sur la toile sera plus nette, plus brillante. (Voy.
Pl. I, fig. 3).*

Puisque ces derniers corps sont inaltérables
au feu, que rien de volatil ne s'en sépare, & que
la chaleur seule (comme on dit) les a pénétrés;
les effluves qui s'en échappent ne peuvent être
que des flots de fluide igné.

MALGRÉ l'évidence des prémisses, on ob-
jectera sans doute que l'objet, dont l'image pa-
roît sur la toile, pourroit bien être quelque va-
peur légère, échappée de ces corps, & destinée
à transmettre la chaleur. Mais nulle vapeur ne
s'élève sans le concours de l'air qui la tient en
dissolution. Or, le verre le plus mince est im-
perméable à l'air, tandis que le verre le plus
épais ne l'est point aux émanations ignées d'un
corps chaud, incandescent ou enflammé, comme
on l'observe dans la chambre obscure. *Lors donc*

*sur l'air, qu'on doit attribuer le trémoussement ap-
parent des objets, vus à travers l'atmosphère au-dessus
d'un grand feu.*

Exp. 4. que l'on fait d'flagrer quelque matière sous un récipient qui adhère à son support, les vapeurs les plus subtiles y sont retenues ; au lieu que notre fluide s'en échappe à travers les parois.

Enfin, les exhalaïsons d'un corps enflammé ou incandescent, loin de servir à transmettre l'action de ce fluide, l'affoiblissent toutes ; puisque les combustibles exposés aux émanations ignées s'allument avec d'autant moins de facilité, qu'il fournit plus d'effluves crassés (1).

Soit, dira quelqu'un ; il est prouvé que ces émanations ne sont pas des vapeurs : mais ne tiendroient-elles point au milieu ambiant altéré par le feu ? On démontre le contraire *en poussant de l'air sur le corps d'où elles s'échappent : car quelque vive que soit l'impulsion, on ne parvient jamais à les détacher de la superficie.* D'une autre part, si on suspend ce corps un peu au-dessus du tuyau d'aspiration de la machine pneumatique, on les verra s'y précipiter à mesure qu'on fait aller la pompe. Enfin, elles ne sont pas moins considérables dans le vide qu'en plein air.

Exp. 5. Que ces émanations soient des flots de fluide igné, on s'en assure par l'impression de chaleur qu'elles produisent sur le tact, par la fusion des sub-

(1) Voyez les preuves de cette vérité détaillées à l'article du degré de chaleur dont les différens corps sont susceptibles.

éances métalliques exposées à leur action ; par l'in- Exp. 8.
flammation des combustibles qu'on leur présente : Exp. 9.
— effets caractéristiques du feu, qu'elles ne pourroient produire, si elles n'en étoient le véritable principe.

Je ne me suis arrêté si long-tems à la preuve de cette vérité, que parce qu'elle est la base de mon Ouvrage, & qu'on ne peut d'ailleurs établir trop solidement des faits dont la nouveauté séduit toujours.

Au reste, notre fluide n'est ici apperçu qu'en masse ; peut-être la dioptrique sera-t-elle un jour assez perfectionnée pour nous en faire distinguer les globules.

Du fluide igné considéré d'une manière absolue.

EXAMINONS avec soin ses propriétés.

Ce fluide ne trouble ni la transparence de l'air, ni la limpidité de l'eau ; & quelque abondant qu'il soit, jamais il ne forme un milieu opaque : il est donc diaphane.

Sa diaphanéité est même si grande, que les vapeurs les plus légères l'altèrent toujours (1).

(1) Toutefois les effluves crassés qui se trouvent dé-

Exp. 10. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer, dans la chambre obscure, l'ombre des exhalaisons de l'eau bouillante à celle des émanations d'un corps incandescent inaltérable au feu. Je dis mieux, sa dia-

Exp. 11. phanéité est presque parfaite. Si on la compare à celle d'un jet d'air poussé avec force à travers un petit tube adapté au bout d'un soufflet, c'est-à-dire,

à celle de l'air condensé, on la trouvera beaucoup

Exp. 12. plus grande : & si on examine cette partie de la toile qui se trouve entre l'aurore d'un boulet incandescent & l'aurore de sa sphère d'activité, on verra qu'elle n'a presque rien perdu de sa blancheur.

LE fluide igné n'est pas simplement diaphane,

on le dirait lucide ; & toujours en raison de sa

Exp. 13. densité ; car les effluves d'un corps incandescent donnent toujours sur la toile une lueur plus vive, que s'ils

layés dans beaucoup de fluide igné n'altèrent pas extrêmement sa transparence, comme on l'observe dans la fumée au centre du cylindre qui surmonte la flamme d'une bougie.

A l'égard des effluves subtils, ils l'altèrent beaucoup

Exp. 14. moins encore. Quand on verse de l'esprit-de-vin déphlegmé dans un creuset incandescent, ses vapeurs paroissent à peine

au milieu des jets de fluide qui s'échappe avec elles en très-

Exp. 15. grande abondance : au lieu qu'elles font ombre sur la toile, lorsqu'elles s'élèvent presque seules à l'aide d'une douce chaleur.

'émanations d'un corps simplement chaud. Mais l'éclat , qu'il paroît alors répandre , vient de ce qu'il forme un milieu plus propre que l'air à rassembler les rayons solaires ; puisqu'à mesure que la lumière devient plus vive , cet éclat diminue , & qu'il disparaît enfin quand elle a toute sa vivacité. *Lorsqu'on présente la flamme* Exp. 16. *d'une bougie aux rayons solaires rassemblés dans la chambre obscure à l'aide d'un objectif de long foyer & de grand diamètre ; jamais l'image de ce fluide n'a autant d'éclat , que lorsqu'on la présente à ces mêmes rayons rassemblés à l'aide d'un objectif de court foyer & de petit diamètre.* Plus il y a de lumière sur la toile , moins l'image est brillante ; *elle cesse enfin de l'être au foyer d'une seconde lentille placée entre la toile & la flamme.* Exp. 17.

Le fluide igné paroît d'autant plus lucide qu'il est plus dense. L'expérience met cette vérité hors de doute. *En poussant du bout d'un poingon un* Exp. 18. *boulet chaud suspendu au milieu du cône de lumière , on voit l'image du fluide qui s'échappe acquérir de l'éclat du côté vers lequel se fait l'impulsion , & en perdre du côté opposé.* Or , ici ce fluide se raréfie dans l'espace que le corps abandonne ; là , il se condense par la pression de l'air que le corps déplace. *Les résultats de cette expérience seront mieux marqués , si au lieu de pousser le boulet en l'abaisse avec préférance ;* parce que la pression

de l'air est plus forte dans ses couches inférieures, que dans ses couches latérales. Enfin, ils le feront mieux encore, si on aligne par leur partie latérale ou inférieure, plusieurs boulets incandescens.

A l'égard de l'éclat extrêmement vif qu'a notre fluide aux bords de sa sphère d'activité, sur-tout au centre de la flamme, cela vient de ce que dans ces endroits la figure des jets ignés approche de la sphérique ; figure la plus propre de toutes à rassembler les rayons solaires. Cette vérité est une conséquence du principe que nous venons d'établir ; mais s'il falloit une preuve directe, il suffiroit, pour l'obtenir, de présenter aux rayons, rassemblés dans la chambre obscure, un gros anneau de fer rougi à blanc ; puis de comparer l'éclat des jets qui enveloppent l'anneau à celui de la couche qui occupe l'espace circonscrit. Or, que tout cet espace soit rempli de fluide igné, on s'en assure en y pouffant de l'air avec un soufflet.

J'ai dit que cet éclat extrêmement vif tient à la figure des jets ignés ; & cela est vrai : mais il tient sur-tout à une forte attraction de la lumière. Les rayons qui environnent l'atmosphère de notre fluide, fortement attirés, s'y rassemblent donc ; & comme il est plus pur & plus

dense (1) aux bords de sa sphère d'activité , que dans tout autre point , il les y accumule principalement. Aussi dans cette sphère , dont l'image paroît sur la toile , la chaleur n'est-elle pas proportionnelle à la lumière. L'expérience confirme cette vérité. *On a beau approcher d'un corps Exp. 23,* *incandescent ou de la flamme d'une bougie , le bout d'une allumette , jusqu'à ce que son ombre coïncide avec la raie brillante , il ne prend point feu ; il ne prend point feu non plus , lorsqu'on l'approche de la flamme , jusqu'à ce que son ombre paroisse au milieu de la raie : ce n'est qu'après que cette ombre Exp. 24,* *l'a franchie entièrement , qu'il vient à s'enflammer. Exp. 25.* La sphère du fluide igné est donc circonscrite par cette raie brillante. J'ai dit la sphère du fluide igné : je m'explique ; j'entends celle où il a l'énergie nécessaire pour produire l'inflammation de certains combustibles ; car quoiqu'il se trouve en assez grande quantité en-deçà , il n'y a plus que l'activité suffisante pour exciter de la chaleur.

COMME tout autre corps , ce fluide est doué de pesanteur ; car les métaux rougis perdent tous de leur poids en refroidissant.

Le fluide igné que renferment les corps incan-

(1) Voyez l'article *de la couleur de la flamme.*

descens vient en grande partie du dehors,
Exp. 26. puisqu'ils le laissent continuellement échapper, jusqu'à ce qu'ils soient revenus à la température de l'air qui les environne ; comme on l'observe dans la chambre obscure (1). Et à voir la quantité qui s'en échappe, on cesse d'être étonné de leur augmentation de poids.

Quoiqu'on ait fait beaucoup d'expériences, pour constater cette augmentation dans différentes masses métalliques échauffées à différens degrés, on n'y est point encore parvenu ; car presque toutes ces expériences ont été faites sur des matières que le feu altère ; mais ne l'eussent-elles été que sur des matières inaltérables, cette augmentation n'en seroit guères mieux connue. Notre fluide dilate les corps sur lesquels il agit, & diminue par-là leur pesanteur spécifique ; en s'élevant, il chasse l'air de dessus le plateau où portent ces corps, & cela paroît diminuer leur poids ; il semble ensuite l'augmenter, en allongeant le bras qui soutient ce plateau ; enfin, l'axe portant toujours sur un métal que la chaleur affecte plus ou moins, n'efface pas toujours un frottement égal, ce qui fait varier la sensibilité de la balance.

(1) Cette expérience réussit mieux avec l'objectif seul : il en est de même de toutes les autres de ce genre, où il faut dans l'image plus de netteté que d'étendue.

Ces inconveniens ne sont pourtant pas inévitables ; il est même un moyen assez simple d'y obvier. Ce moyen consiste à faire rougir, à différens degrés, des boulets de différens diamètres, & à les peser dans une boîte ronde métallique, de grandeur convenable (1), & tapissée de stuck parfaitement desséché ; matière très-réfractaire, la moins propre de toutes à s'échauffer promptement : au milieu, on ménagera une cavité de même diamètre que le boulet qui doit y être placé ; mais il importe que l'épaisseur des parois soit telle que le fluide igné ne les pénètre qu'au bout du tems nécessaire à l'expérience. La boîte elle-même fera renfermée dans une autre plus grande de moitié, & fermant à vis avec la plus grande exactitude, afin d'empêcher l'air contenu de s'échapper au-dehors à mesure qu'il se dilate, & elle posera sur un petit trépied afin de n'être pas en contact avec la première ; ce qui retardera encore les progrès de la chaleur (2).

La différence du poids de cet appareil, avant

(1) On en verra la description dans celle de mon appareil.

(2) Ce n'est qu'au bout de sept minutes que la chaleur du boulet rouge, renfermé dans mon appareil, commence à devenir sensible ; de sorte que pendant tout ce tems on peut peser, comme à froid, les corps incandescens : ce qui rend l'expérience décisive.

que la chaleur ait pénétré au-dehors jusqu'à ce qu'il soit ramené à la température de l'atmosphère, exprimera nécessairement la quantité du fluide igné qui s'est échappé du boulet qu'il renferme (1). Mais pour que les résultats soient justes, il importe que la balance soit très-sensible (2), qu'elle pose sur un plan nivellé inébranlable, que l'appareil ne change point de place, & que la température de l'air de la chambre soit égale au commencement & à la fin de l'opération.

On sent combien des expériences de ce genre sont délicates. Or, voici les résultats de quelques-unes que j'ai faites avec tout le soin possible.

Exp. 27. Echauffée jusqu'au rouge-cerise, une boule d'argent fin, pesant seize onces, a augmenté en poids de cinq grains & demi.

Exp. 28. Rougie à blanc, une boule de cuivre rouge pesant quinze onces & six gros, a augmenté en poids de deux grains, quoiqu'elle eût perdu au feu trois grains de sa propre substance.

(1) Pour en bien juger, il est nécessaire, comme on voit, que l'appareil soit placé dans le cône lumineux.

(2) Au nombre des instrumens, qui composent mon appareil pour le feu, se trouve la balance à bras égaux, perfectionnée au point d'être sensible à un demi-grain, quoique chargée du poids de six livres.

Répétées quatre fois consécutives, ces expériences ont toujours donné les mêmes résultats: d'où il suit que la même masse du même métal ne demande jamais que la même quantité de fluide igné pour rougir au même point.

Ce n'est-là toutefois que l'excédent de la quantité de fluide que reçoivent du dehors certains corps, pour rougir à tel & tel point, sur celle qu'ils contiennent lorsqu'ils sont à telle & telle température. Mais comme la température des corps change sans cesse, & que le premier terme de la chaleur nous est inconnu; on sent bien qu'il n'est aucune méthode de connoître la quantité absolue de ce fluide en mouvement d'ignition, nécessaire pour communiquer à une masse donnée l'état d'incandescence.

Quoiqu'il soit possible de déterminer le poids de ce qu'en contiennent les matières qu'il pénètre, on peut pourtant déterminer en gros sa pesanteur spécifique, en la comparant à celle de l'air: ce rapport une fois connu, on trouvera facilement ceux qu'il a avec les autres principes des mixtes. Or, par mes expériences, il est constant que le fluide igné pese beaucoup plus que l'air dont il occupe la place.

Cependant après avoir vissé un boulet incandescent sur une tige adaptée à la machine du vide, & l'avoir couvert d'un récipient sphérique, fixé immédiatement Exp. 29.

diatement après sur son support par quelques coups de piston ; si on observe les progrès de la chaleur, on verra qu'elle se communiquera davantage au haut qu'au bas du récipient.

Après avoir fait aller les pompes au point d'Exp. 36 baïsser le mercure (1) à quatorze pouces, si on retourne tout-à-coup la machine de manière que le récipient soit sur le côté, tenu quelque tems dans cette situation, toujours sa partie supérieure s'échauffera davantage que sa partie inférieure ou latérale ; mais les progrès de la chaleur seront beaucoup plus lents.

Après avoir redressé la machine, si on continue de faire aller les pompes, au point d'épuiser le plus d'air possible, & qu'avec prudence on mette ensuite le récipient sur l'autre côté, le résultat sera le même, à cela près que les progrès de la chaleur seront beaucoup plus lents encore.

Sous un récipient, l'air n'étant comprimé par aucun poids du dehors, se met à l'instant en équilibre avec lui-même ; il devient donc partout

(1) Ma pompe pneumatique est si bien construite, qu'on peut déterminer avec assez d'exactitude l'abaissement du mercure par les coups du balancier : dans quinze expériences comparatives qui ont été faites sur un baromètre, dont l'extrémité de la boule étoit luttée à un récipient percé d'un trou, je ne me suis jamais trompé de trois lignes.

d'égalé

d'égale densité; mais bientôt refoulé aux bords de la sphère par notre fluide, s'il est ensuite plutôt déplacé dans la partie supérieure qu'inférieure; ce n'est qu'en vertu des loix de la gravitation; le fluide igné est donc moins pesant que l'air. Cet excédent de poids ne peut s'entendre néanmoins que du poids absolu des globules aériens sur celui des globules ignés. Dans le récipient, l'air raréfié au dernier point, n'est que 50 fois moins dense qu'il étoit d'abord; tandis que le fluide igné, dont la capacité du récipient est remplie, est plus de 2000 fois (1) moins dense qu'il n'étoit dans le corps incandescent. Ainsi rendu au moins 40 fois plus rare que l'air où il flotte, il est simple qu'il s'élève au-dessus: mais si l'on fait attention à la lenteur

(1) *Un boulet de fer de six lignes, rougi à blanc & placé Exp. 321 au milieu d'un récipient sphérique de dix pouces en diamètre, communique aux parois un degré de chaleur fort sensible, lorsqu'on fait aller les pompes immédiatement après l'avoir introduit: ce qui suppose la capacité entière du récipient remplie de fluide igné. Or, les sphères sont entr'elles comme les cubes de leurs diamètres: voilà donc le fluide igné deux mille fois plus raréfié que dans le boulet, sans compter la quantité considérable qui s'échappe de tous les points de la superficie du récipient, comme on l'observe dans la chambre obscure, & celle qui s'échappe avec l'air à mesure qu'on fait aller les pompes.*

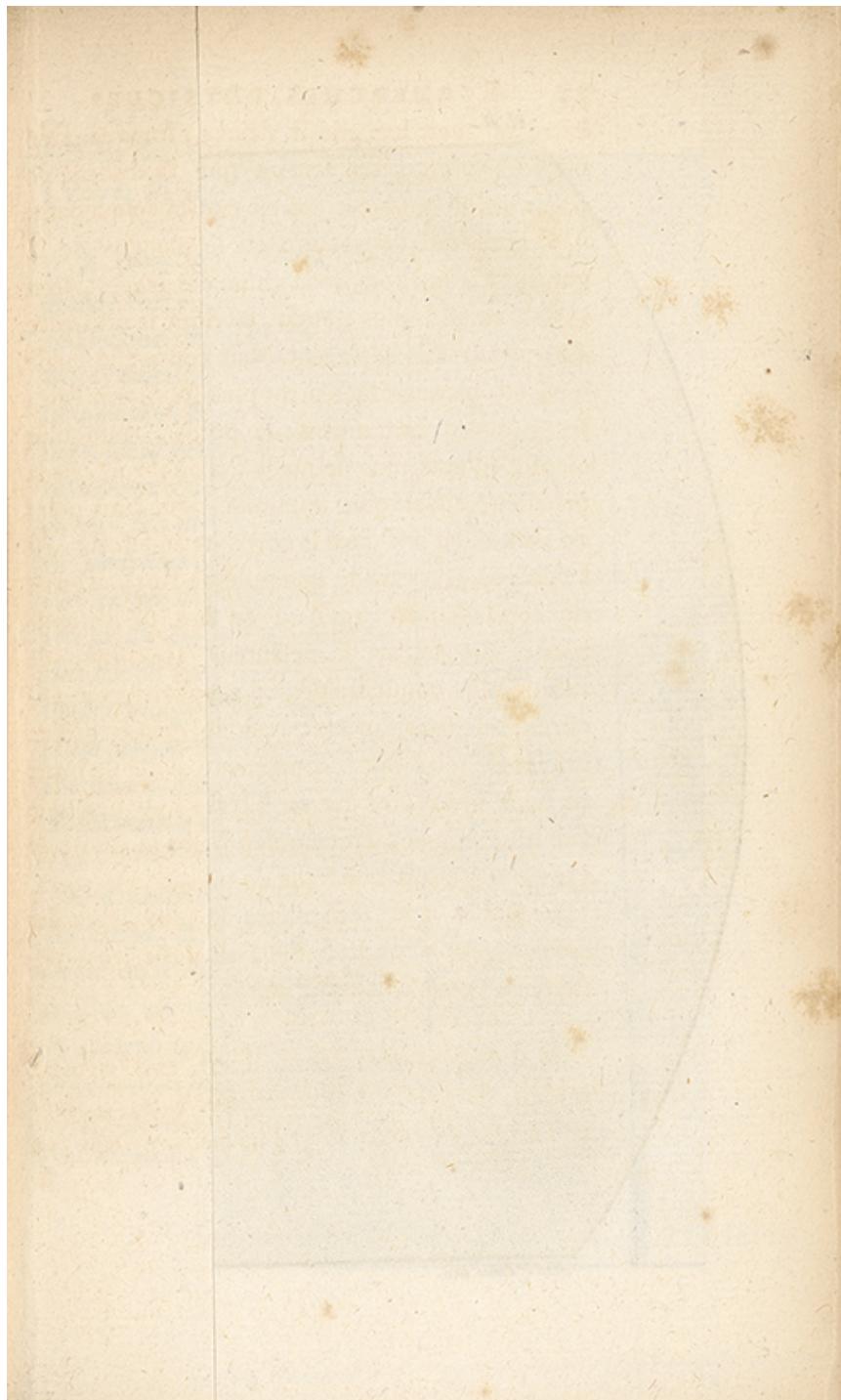


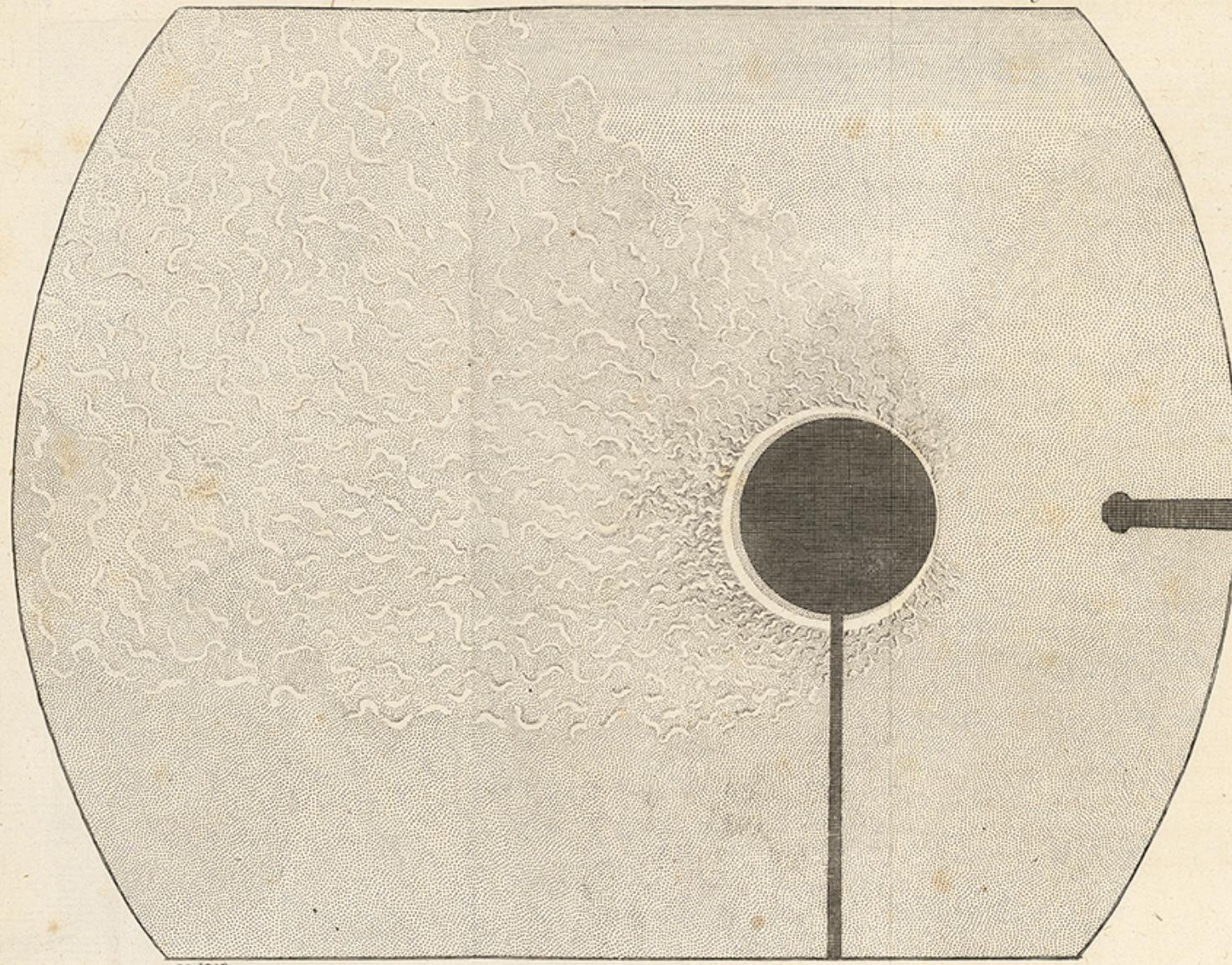
extrême avec laquelle il s'élève, lorsque l'air est fort raréfié, on sentira que l'excédent de poids des globules aériens est extrêmement petit.

On fait que l'attraction est le principe de la gravité. Ce qui retarde la chute des graves, dont le volume est le plus étendu, est donc la résistance du milieu qu'ils déplacent. Mais comme le fluide igné est incomparablement plus subtil que l'air, ses globules ont moins de poids, quoiqu'ils aient d'ailleurs plus de masse : d'où il suit que la pesanteur spécifique du fluide igné, au point de densité qu'il a dans le corps incandescent, est beaucoup plus grande que celle de l'air, au point de condensation qu'il a au bas de l'atmosphère. En faisant sa pesanteur spécifique de moitié plus considérable, ce rapport feroit encore au-dessous du vrai : car le diamètre d'un boulet de seize onces n'augmente que d'un quart de ligne pour être rougi à blanc ; au lieu que celui sur lequel a été moulée à sec la cavité de l'appareil, avoit une ligne de plus.

Le fluide igné, loin d'être le plus léger des corps, comme on le pense, est donc très-pesant, eu égard à sa subtilité.

MALGRÉ sa pesanteur, il est extrêmement mobile. *Lorsque dans la chambre obscure, on pousse de l'air sur un boulet rouge ; au moindre souffle, on*





Madame Ponce aec.

voit des flots de ce fluide s'agiter (1) avec violence.
(Voyez Pl. I.).

A cette étonnante mobilité il joint une grande force expansive, comme le prouvent la raréfaction de l'air chaud, la fusion des substances métalliques, la détonnation de la poudre fulminante, & tant d'autres phénomènes singuliers. Mais cette force ne paraît nulle part aussi nettement que dans la chambre obscure, lorsqu'on y fait déflagrer du soufre, de l'esprit de-vin, du phosphore, de la poudre à canon amalgamée avec un peu d'eau, du nitre, &c.; où lorsqu'on fait voltiger du tuyau au-dessus de la flamme d'une bougie: mieux encore lorsqu'après avoir coulé un boulet rouge de calibre dans un petit canon placé perpendiculairement, on jette dans la bouche une paume: car au lieu de descendre, elle est fortement repoussée.

ON prétend que le feu est le plus élastique des corps, & que c'est en vertu de cette propriété qu'il dilate tous les autres; mais leur dilatation est toujours proportionnelle au degré de chaleur qu'ils éprouvent; ce qui montre que

(1) On voit dans cette expérience comment un vent impétueux propage un incendie.

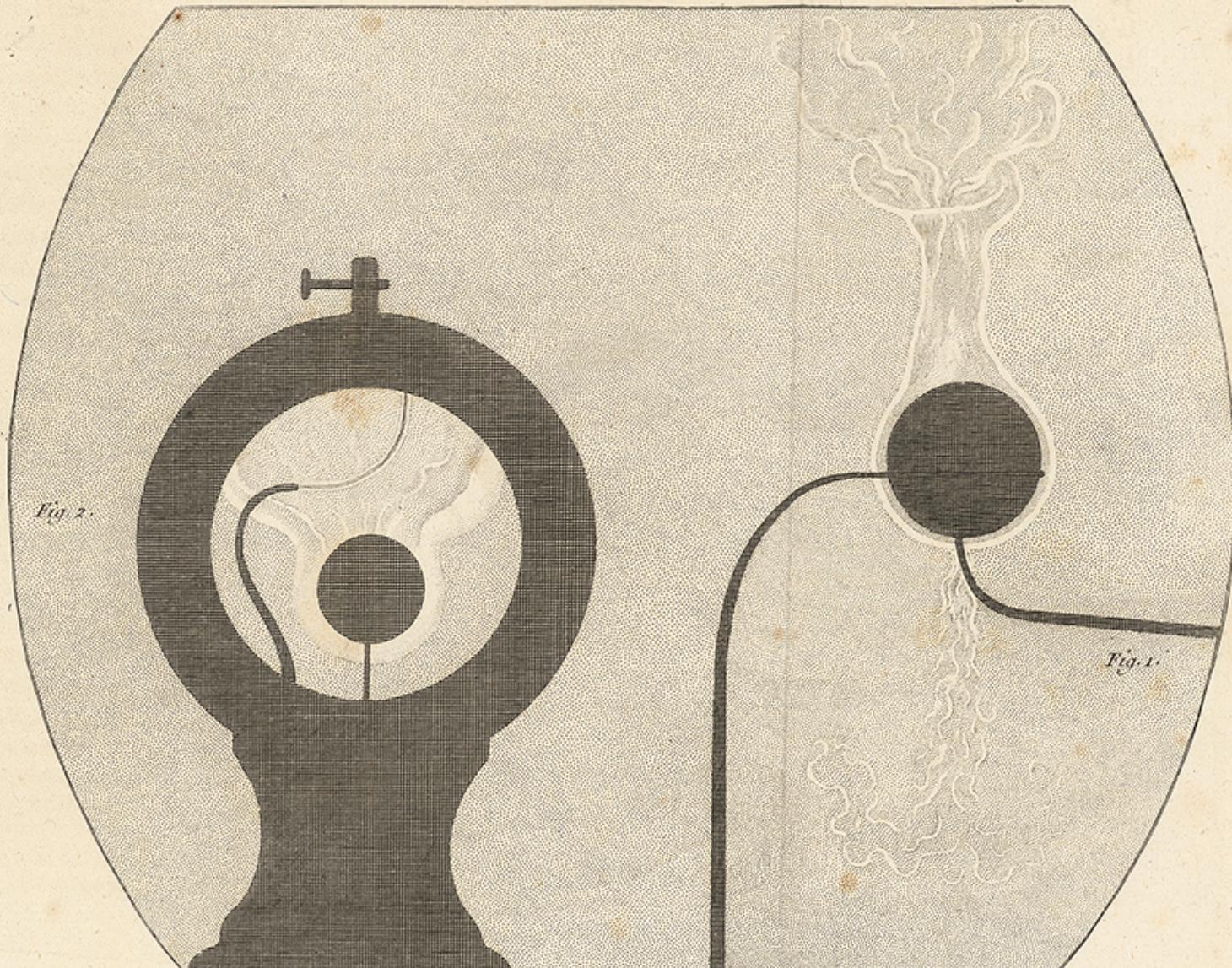
la force expansive tient au mouvement, non à la nature du fluide igné.

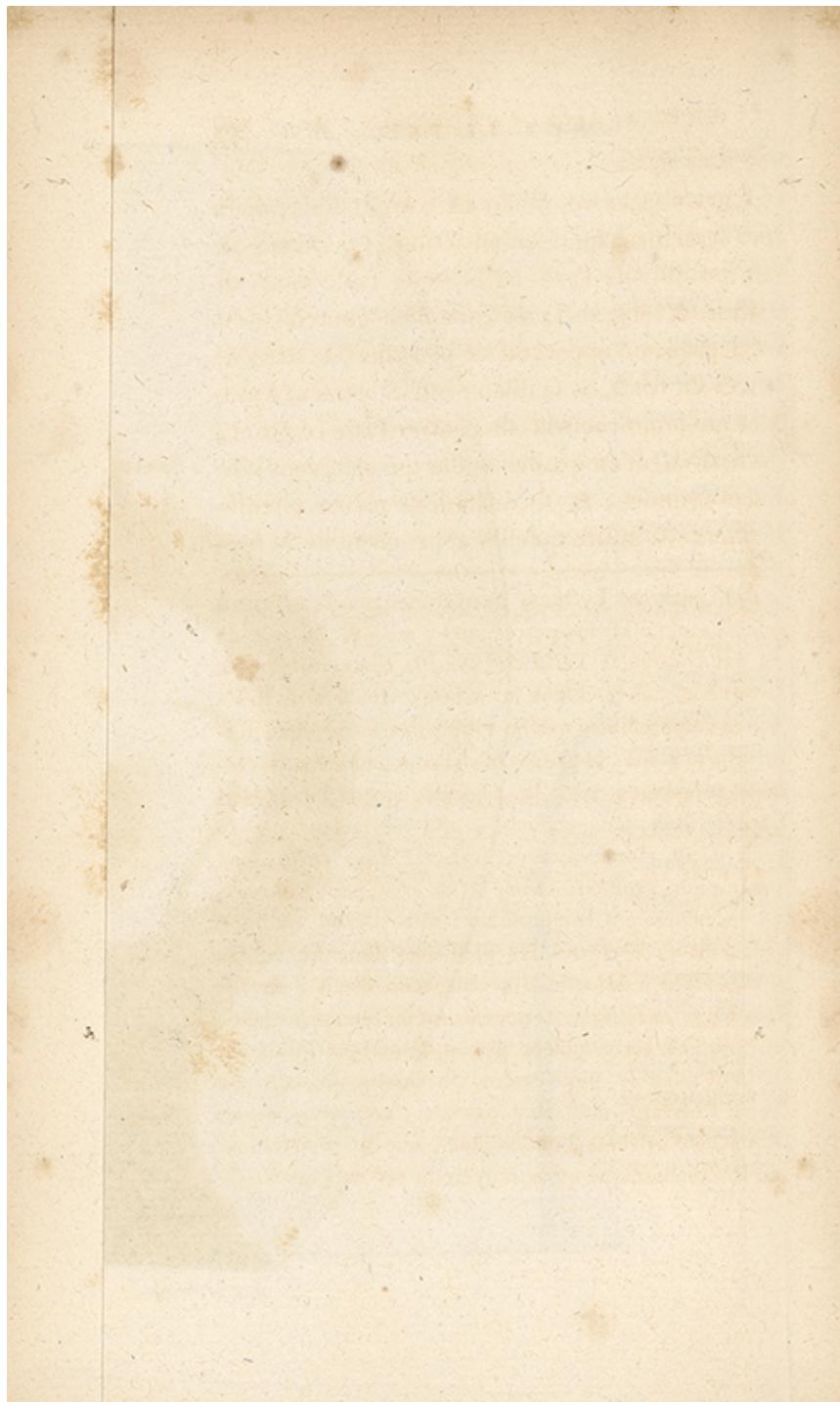
Voici une preuve directe pour ceux qui ne sentent pas la force de cette induction. *Après avoir fait rougir à blanc une boule de cuivre, vidée & percée d'un trou; quand on la tient suspendue, le fluide igné dont elle est remplie ne s'échappe pas en plus grande quantité par cette ouverture (1), que par tout autre point de la surface, où la résistance est toutefois beaucoup plus considérable; mais dès qu'on y introduit de l'air à l'aide d'un chalumeau, l'air dilaté l'entraîne au-dehors: aussi dans la chambre obscure l'en voit-on jaillir à grands flots. (Voy. Pl. III, fig. 1.).*

Exp. 37. Faut-il une preuve plus décisive? Après avoir fait le vide dans un récipient de glaces, sous lequel on a suspendu un boulet rouge, si on fait rentrer l'air par un petit tube placé au-dessus, on le verra décrire une courbe excentrique à mesure qu'il finit de s'y précipiter; courbe d'autant plus grande, que la chaleur du boulet est plus forte (2). (Voy. Pl. III, fig. 2.).

(1) Pour bien faire cette expérience, il faut que le trou de la boule soit en-dessous.

(2) Si ce phénomène n'a pas lieu lorsque l'air commence à se précipiter, c'est que la force impulsive de l'air est alors beaucoup plus grande que la force expansive du fluide igné.





CEPENDANT ce fluide est compressible ; mais lors seulement qu'il est en action (1). Quand on fait bouillir de l'eau au bain de sable dans un matras à long cou ; dès que l'air contenu s'en est dégagé, on apperçoit de petits jets de feu s'é-lancer du fond, & se dilater insensiblement à mesure qu'ils approchent du centre. Passé ce point, ils se divisent en grosses bulles qui s'élèvent jus-^{31. qz.} qu'au sommet , & se dilatent de même insensi-blement à mesure qu'elles approchent de la sur-

(1) Quelques Lecteurs trouveront sans doute cette assertion opposée aux précédentes ; mais je les prie de ne pas confondre l'élasticité avec la compressibilité & la force expansive. Dans la nature , combien de substances compressibles qui ne sont point élastiques , telles que la glaise , le plâtre , la chaux , combinées en cer-taine proportion avec le principe aqueux ! Combien d'autres aussi sans élasticité , qui ne laissent pas de jouir d'une grande force expansive ! Tout corps , qui par pression peut être réduit à un plus petit volume , est nécessairement compressible : mais il n'est élastique qu'autant qu'il reprend ses premières dimensions , dès que la force à laquelle il a cédé cesse d'agir ; encore faut-il que la cause de cette réaction lui soit propre. Or , elle ne l'est certainement pas au fluide igné ; puisqu'il la perd avec le mouvement. Je ferai voir dans un autre Ouvrage qu'il n'est pas vrai , comme quelques Physiciens célèbres l'ont avancé , que le mouvement ne se communique qu'au moyen du ressort.

G iii

face. Et comme la pression de l'eau diminue peu à peu du haut au bas du vase, tandis que l'énergie de la force expansive du fluide igné suit les mêmes rapports (1) ; on sent que ces jets ne peuvent diminuer de volume, chargés d'une plus forte pression, qu'autant que notre fluide est compressible.

Exp. 38. Mais il est d'autres preuves de cette vérité. Si on suspend un bocal très-étroit sur la flamme d'une bougie ; à mesure qu'elle plonge, plus fortement comprimée par l'air, on la verra s'allonger & se retrécir.

Exp. 39. Si on suspend un petit boulet rouge sous un récipient de glaces, on verra l'atmosphère ignée s'étendre à mesure qu'on fait le vide, & revenir à ses dimensions primitives à mesure qu'on laisse rentrer l'air (2).

Exp. 40. Après avoir enlevé le récipient, si on abaisse ce boulet avec prestesse, on verra la partie inférieure de

(1) Cette force perd de son énergie, en s'éloignant du foyer.

(2) Cette expérience ne réussit qu'autant que l'air, qui se précipite dans le récipient, est dirigé vers les parois, à l'aide d'un instrument convenable, tel qu'il se trouve décrit dans mon appareil ; autrement il ne fait qu'agiter avec violence le fluide igné qu'il frappe.

Exp. 41. Lorsqu'on donne passage à l'air au travers d'un robinet à entonnoir, on voit notre fluide refoulé vers le corps d'où il vient d'émaner.

cette atmosphère se retrécir à mesure qu'il plonge, c'est-à-dire, à mesure qu'elle est plus fortement comprimée par l'air qu'il déplace.

PUISQUE le fluide igné pénètre tous les corps, même les plus compactes, quelle que soit la coupe de leurs pores, ses corpuscules doivent être d'une étonnante petiteſſe & d'une figure globuleufe.

LA matière ignée ne surpassé pas en tenuité tous les autres fluides ; mais elle les égale tous par la solidité de ſes globules ; cette solidité eſt extrême, rien ne leur réfieſte, pas même le diamant qu'ils pulvérifient : auſſi font-ils inaltérables comme les élémens mêmes.

LE fluide igné a des affinités particulières, dont l'énergie paroît uniquement relative à la nature des principes élémentaires.

Ce fluide s'accumule à la surface de l'eau bouillante d'où il s'échappe : puisque l'air contribue à l'y retenir, il a donc avec lui moins d'affinité qu'elle.

Mais l'eau à ſon tour a moins d'affinité avec lui que les autres principes des mixtes. Parmi tant d'exemples à l'appui de cette vérité, contentons-nous d'un ſeul, celui du phosphore

Civ

40 RECHERCHES PHYSIQUES

d'urine qu'on tient submergé pour le conserver; Or, le fluide igné est retenu par l'eau dans le phosphore, comme il est retenu par l'air dans l'eau.

Le phosphore d'urine est composé de phlogistique, d'une terre alkaline & d'un acide particulier. De ces principes, c'est avec le salin qu'il a le moins d'affinité, quoiqu'il en ait davantage qu'avec l'eau, puisque les acides & les alkalis en sont très-imprégnés. Mais il en a beaucoup plus avec le principe terrestre, comme le prouve la calcination des cailloux & des métaux, & beaucoup plus encore avec le principe inflammable : en réduisant les chaux métalliques, le fluide igné dont elles sont saturées lâche prise, pour s'unir en partie au phlogistique qu'on lui présente, & le dissiper en brûlant.

Enfin, le fluide igné a une affinité extrême avec la lumière : de là vient l'éclat qu'ont toujours en plein air les bords de la sphère qu'il forme autour des corps enflammés ou incandescens. Cette extrême affinité a ceci de singulier, qu'elle est à peu près égale avec chacun des rayons hétérogènes ; car la lumière attirée par ce fluide se décompose incomparablement moins qu'attirée par les autres corps. *Dans quelque point du cône lumineux que vous placiez un corps inaltérable au feu & rougi sous la*

mouffle d'un fourneau de coupelle ; si vous examinez à œil nud la raie brillante qui circonscrit l'atmosphère ignée, vous la trouverez très-blanche dans toute son étendue ; au lieu que l'auréole qui circonscrit l'ombre des autres corps, est toujours colorée. Si Exp. 43^e vous examinez au télescope catoptrique cette raie, vous la trouverez aussi très-blanche. Mais vue au Exp. 44^e travers d'une lentille (sans que l'œil soit sur la ligne de l'axe) ; au lieu de rester pure, on apperçoit dans ses bords externes une légère teinte jaune. Enfin, Exp. 45^e vue (1) au prisme & à certaine distance, dans cette raie paroissent différentes teintes légères, de même que dans la touffe des jets que forme notre fluide en s'échappant du corps en expérience.

Du fluide igné, considéré d'une manière relative.

VOYONS s'il diffère des autres fluides avec lesquels on l'a confondu.

Sans le secours de l'art, il n'affecte aucun de nos sens, excepté le tact : l'impression qu'il y produit peut bien nous le faire appercevoir ;

(1) Quand on regarde au prisme un corps incandescent ou enflammé, suspendu contre un ciel couvert, si on n'aperçoit aucun vestige de couleur dans les jets de l'atmosphère ignée, c'est que les teintes que forment les rayons décomposés sur les bords de ces jets, sont trop légères pour être apperçues contre un pareil fond.

mais pour le distinguer, il faut examiner les phénomènes.

LA lumière & la chaleur sont toujours réunies dans le feu. Or, on demande s'il est un fluide particulier destiné à brûler, ou si c'est le même qui éclaire. Ne multiplions pas les êtres sans nécessité ; mais sous prétexte que la Nature ne les produit qu'avec épargne, n'allons pas non plus confondre des objets différens (1).

La lumière agit sur la vue, la chaleur sur le toucher : à juger de ces fluides par leurs rapports à nos sens, l'un est donc beaucoup moins subtil que l'autre.

(1) Parce que le fluide igné & le fluide lumineux sont doués de propriétés communes à la matière, on veut qu'ils ne soient pas des substances essentiellement différentes : d'où l'on infère, « que toute matière peut » devenir lumière, chaleur, feu ; dès qu'elle se trou-
» vera divisée au point que ses molécules sans cohé-
» rence pourront librement obéir à la force qui les
» attire les unes vers les autres ». (Voy. supplém. à l'*hist. nat.* vol. I, pag. 14). Certainement toute matière est étendue, divisible, pesante, impénétrable, &c. ; mais de ce que les corps ont tous ces propriétés communes, s'ensuit-il qu'ils n'en aient pas de particulières aussi essentielles ? L'air, l'eau, la terre, & les autres substances simples, ne diffèrent-elles pas essentiellement l'une de l'autre ? Et n'est-il pas prouvé que les élémens sont inaltérables ?

La lumière accompagne toujours la vive chaleur ; mais la chaleur n'accompagne pas toujours la vive lumière. Le ver luisant, le scarabée nommé *lucciola*, la grosse mouche de Surinam, les dails, le bois pourri, les poissons putréfiés & divers autres corps phosphoriques, quoiqu'aussi lumineux que le fer rougi à blanc, sont néanmoins toujours à la température du milieu qui les environne. On ne doit donc pas regarder la chaleur & la lumière comme propriétés d'un même être, mais comme effets de causes particulières.

La chaleur pénètre tous les corps ; mais tous les corps ne sont pas perméables à la lumière ; ce qui ne peut venir que de la différence des fluides qui les pénètrent.

Ces fluides se fixent bien à demeure dans certains corps, & ces corps rendent tous la lumière & la chaleur qui les ont pénétrés : mais cette restitution n'est pas simultanée ; celle de la chaleur est assez prompte, celle de la lumière beaucoup plus lente.

Le fluide du feu cède à l'impulsion de l'air : il n'en est pas de même de celui de la lumière ; car le vent le plus impétueux ne dérange point le faisceau des rayons solaires rassemblés par un miroir ardent, au lieu qu'il emporte les flammes d'un bûcher.

La chaleur diffère de la lumière, en ce que son intensité ne diminue pas proportionnellement au carré des distances ; souvent on ne fait que se chauffer à quelques lignes du point où l'on se brûleroit (1). Sa sphère d'activité est d'ailleurs incomparablement moins étendue : on ne sent la chaleur du feu que de fort près ; au lieu qu'on apperçoit sa lumière de fort loin. Ainsi les supposer produites par le même principe , feroit vouloir que l'effet ne fut pas proportionnel à la cause.

La propagation de la chaleur est incomparablement moins rapide que la propagation de la lumière : par seconde , celle-ci parcourt cent dix millions de toises (2) , suivant le calcul de Huyghens ; tandis qu'en plein air celle-là parcourt à peine quinze pieds (3).

Dans un même milieu , le mouvement pro-

(1) Voyez la raison de ce phénomène à l'article de *la sphère d'activité du fluide igné*.

(2) On en juge par le retard apparent de l'immersion des satellites , lorsque leurs planéttes principales sont en opposition avec la terre.

(3) On s'en assure à l'aide d'un boulet rouge renfermé dans un petit fourneau dont la porte s'ouvre à

Exp. 46. ressort ; mieux encore par l'ombre que forment les émanations ignées de ce boulet sur le mur d'une chambre obscure fort élevée , après avoir été interceptées un moment.

gressif du fluide de la lumière est toujours en ligne droite (1); celui du fluide igné est en tout sens : le premier est si véloce, qu'il est imperceptible, le dernier n'est point assez rapide pour être inaperçu.

Dans un corps incandescent, la chaleur est plus long-tems sensible que la lumière; bien que le sens du toucher soit moins délicat que le sens de la vue.

Le fluide de la lumière, malgré la vitesse inconcevable de son mouvement, pénètre les corps sans y laisser d'impression; tandis que le fluide igné, dont le mouvement est incomparablement moins vif, détruit entièrement leur tissu.

Dans la chambre obscure, le dernier fait ombre Exp. 47. sur la toile; le premier ne fait que donner de l'éclat aux endroits sur lesquels il tombe: l'image de la sphère d'activité de celui-ci s'y trace toujours, quelque peu qu'il soit dense; l'image de la sphère d'activité de celui-là ne s'y trace jamais, quelque dense qu'il soit (2).

(1) Pourvu toutefois qu'il ne se trouve dans la sphère d'attraction d'aucun corps. Voyez à ce sujet *le précis de mes découvertes sur la lumière.*

(2) Après avoir adapté à chaque volet d'une croisée au midi, un microscope solaire armé de l'objectif seul, on a beau disposer ces volets de manière que les rayons auxquels

46 RÉCHERCHES PHYSIQUES

Il est donc prouvé que la lumière & la chaleur n'ont point le même principe (1).

COMPARONS maintenant les phénomènes du feu à ceux de l'électricité.

Les corps contiennent tous plus ou moins de fluide igné : il en est de même du fluide électrique.

Outre ce qu'ils en contiennent ordinairement, certains corps peuvent en recevoir une quantité excédente plus ou moins considérable.

Ces fluides restent paisiblement dans les corps

ils donnent passage se croisent, ou plutôt de manière que le foyer d'un des faisceaux se perde dans le cône que forme l'autre, lorsque ses rayons sont devenus divergents ; on ne voit point sur la toile, où porte la base de ce cône, l'image de ce foyer. La raison en est, que la lumière sert à former l'image de tous les corps, & jamais la sienne propre. Mais pour que cette expérience réussisse, il faut que l'un des objectifs ait six pouces de foyer, l'autre cinq pieds de foyer & six pouces de diamètre.

(1) Même dans les rayons solaires, ces principes paraissent distincts. Quand on expose à leur action la pierre de Boulogne fortement calcinée, le papier, le sucre, le tartre, les os secs, &c. ; & qu'ensuite on les transporte dans un lieu obscur, ils y transmettent bien la lumière & la chaleur qui les ont pénétrés. Viennent-ils à les perdre, ils recouvrent plus promptement celle-ci au soleil, celle-là à l'ombre.

où ils sont contenus, jusqu'à ce qu'ils soient fortement mis en action ; alors ils paroissent à l'obscurité sous la forme de flammes. Quand un char est traîné par des chevaux fougueux, souvent on voit l'essieu s'enflammer. Quand les vents déchaînés rassemblent les nuages & les poussent avec fureur les uns contre les autres, souvent aussi l'horizon paroît s'enflammer..

Jusqu'ici l'analogie entre ces deux fluides est assez (1) grande ; ils diffèrent pourtant beaucoup l'un de l'autre.

(1) Après avoir confondu le feu avec le phlogistique, quelques Physiciens confondent le fluide électrique avec le feu : induits en erreur par diverses expériences, dont voici les principales :

« Tandis que la machine électrique travaille, on sent une odeur sulfureuse, au moment où le fluide paroît.
» Des étincelles électriques, tirées d'une huile quelconque, produisent des vapeurs inflammables : tirées de l'eau de chaux, elles forment un précipité, comme ferait l'addition du phlogistique. Lorsqu'une masse de soufre & de limaille de fer, légèrement arrosée, reçoit plusieurs commotions ; l'air ambiant cesse d'être miscible avec l'eau, comme l'air chargé d'effluves phlogistiques. Enfin à l'aide de l'électricité, on parvient à revivifier les métaux ».

Voyons si dans ces expériences, on n'auroit point pris le change.

Tout frottement est accompagné de chaleur. Pour peu qu'elle soit vive, elle fait exhale les volatils des

38 RECHERCHES PHYSIQUES

La matière électrique & la matière ignée sont répandues par-tout à la surface du globe : mais

corps. Si ces corps contiennent du soufre, ces exhalaisons en auront nécessairement l'odeur. De là celle qu'on respire quand la machine électrique travaille : car l'amalgame est composé d'étain, de blanc d'Espagne & d'étoips minéral, de soufre par conséquent. Mais une preuve que cette odeur est étrangère à notre fluide, c'est qu'elle l'abandonne toujours pour s'attacher au corps qu'il pénètre.

Toute percussion met en mouvement le fluide igné contenu dans les corps qui la reçoivent : ce fluide à son tour agit sur le phlogistique des corps qu'il pénètre, & il le réduit en vapeurs.

Voilà comment la matière électrique ; en frappant une masse sulphureuse, altère la pureté de l'air, le rend inflammable, & le fait cesser d'être miscible avec l'eau. Mais que cette matière ne soit pas la cause immédiate du phénomène, cela se voit en posant le conducteur sur la masse de soufre ; car quelque violement que la machine travaille, l'air ambiant ne devient point inflammable, & continue d'être miscible avec l'eau.

En tirant des étincelles de l'eau de chaux, il se fait un précipité, comme par addition de phlogistique : d'où l'on a conclu que la matière électrique est du feu ; mais les acides, la neige, l'air, & en général tout ce qui peut déranger la combinaison des parties que l'eau de chaux tient en dissolution produit cet effet. C'est donc en la dérangeant que l'électricité agit dans ce cas ; puisqu'il se fait à peine le plus petit précipité en mettant le conducteur dans cette eau, & qu'il s'en fait un plus considéra-

celle-ci

elle-ci se distribue toujours également dans la substance entière des corps soumis à son action ; celle-là s'accumule souvent sur une surface du même tout.

La matière ignée & la matière électrique sont toutes deux mises en mouvement par l'attrition ; mais l'électricité est plutôt excitée par un frottement rapide & léger ; la chaleur, par un frottement rapide & violent.

La matière ignée pénètre lentement tous les corps, même ceux d'un assez petit volume : la

ble par de violentes que par de légères commotions.

De ce qu'à l'aide de l'électricité, on parvient à revivifier les métaux, on infère que le fluide électrique n'est que du phlogistique. Mais ce fluide ne réduit point les chaux métalliques parfaitement déphlogistiquées ; & celles qui le sont moins bien, il ne les réduit pas sans déperdition, comme fait le phlogistique pur. De plus, ce fluide ne revivifie jamais les métaux sans intermédiaire. Lorsqu'ils sont peu calcinés, pour les revivifier, un violent coup de feu suffit : c'est aussi à l'aide de la vive chaleur, excitée par de fortes commotions, que l'électricité produit cet effet ; car il n'a pas lieu lorsque le fluide électrique passe paisiblement dans les chaux métalliques à l'aide du conducteur.

De ce qui précède, on doit conclure que ce fluide n'est point de nature phlogistique ; & que s'il paroît avoir pris sur le principe inflammable des corps, ce n'est qu'à l'aide du fluide igné.

D

50 RECHERCHES PHYSIQUES
matière électrique pénètre avec une vitesse étonnante certains corps, même ceux qui ont le plus de masse.

Toujours la matière ignée s'échappe peu à peu des corps ; souvent la matière électrique s'en échappe tout à coup (1) : celle-ci s'échappe d'un seul point avec bruit ; celle-là s'échappe en silence de tous les points.

La force du fluide électrique est proportionnelle à sa quantité : la force du fluide igné l'est à sa vitesse.

L'air froid & sec est plus favorable à l'électricité ; l'air froid & humide, à la déflagration.

Les corps s'électrisent & s'échauffent faiblement dans le vide : mais ils n'acquièrent point de chaleur par l'intromission de l'air, au lieu qu'ils acquièrent beaucoup d'électricité.

L'électricité se conserve dans le vide plus long-tems que la chaleur.

Quelques corps, tels que le katabé, la cire, la soie, le bois desséché au four, les résines, le

(1) Accumulée sur une surface d'un corps, elle fait continuellement effort pour se remettre en équilibre avec elle-même & regagner l'espace épuisé. Cet équilibre toutefois ne peut se rétablir qu'à l'aide d'un conducteur. Si le conducteur est pointu, l'équilibre se rétablit lentement & sans explosion : s'il n'est pas pointu, il se rétablit tout à coup & avec bruit.

verre, &c., ne permettent point au fluide électrique de traverser leur tissu ; tandis que d'autres, tels que l'eau, les substances animales & les substances métalliques lui donnent librement passage : mais tous les corps sont perméables au fluide igné.

Une toile interposée ne fait qu'affoiblir l'action du fluide igné : elle empêche totalement celle du fluide électrique.

La matière électrique ne peut se condenser dans les corps conducteurs, à moins qu'on ne les pose sur des corps non conducteurs : la matière ignée s'y condense sur quelques corps qu'ils soient posés.

La matière ignée est moins subtile que la matière électrique ; elle n'a pas non plus autant d'action sur celle de la lumière. Bien purgés d'air, les baromètres deviennent tous lumineux au premier balancement du mercure (1) ; au lieu que les combustibles ne le deviennent qu'après avoir été frottés quelque tems avec violence.

L'air empêche l'action du fluide électrique sur la matière de la lumière (2) ; il favorise celle du fluide igné.

(1) C'est un phénomène d'électricité, comme l'a remarqué Hauksbée.

(2) Quand on introduit une bulle d'air dans un ba-

La matière de la lumière n'a cependant point d'action sur la matière électrique, comme sur la matière ignée (1): au foyer des rayons solaires les corps enflammés s'éteignent; mais les corps électrisés ne perdent rien de leur force attractive.

Le fluide igné fond à chaud; le fluide électrique fond à froid, car souvent la foudre met en fusion la lame d'une épée sans endommager le fourreau.

Le fluide électrique, il est vrai, enflamme l'esprit-de-vin, la poix, la résine, le soufre, la poudre à canon; mais c'est à l'aide de la matière ignée qu'il met en mouvement (2): car on ne sauroit découvrir dans ce fluide la moindre chaleur, malgré que sa lumière soit fort vive.

En approchant le doigt de la surface d'un vase d'eau électrisée, on voit à l'obscurité l'eau s'élever sous la forme d'une aigrette de flamme:

romètre lumineux, au second balancement du mercure la lumière diminue, puis elle s'éteint.

Exp. 49. (1) Si on fait tomber le foyer des rayons solaires réunis par un verre ardent sur une boule incandescente d'or, de manière à en raser la base, on les verra agiter le fluide igné, & le dissiper.

Exp. 50. (2) Cet effet est bien sensible dans la chambre obscure; lorsqu'on suspend un boulet fort chaud au-dessus du bouton du premier conducteur, de manière à tirer l'étincelle.

& quand on vient à le plonger dans cette eau, on ne la trouve pas moins froide que l'air ambiant.

Le corps n'éprouve aucune sensation de chaleur, lors même que la matière électrique y est si condensée qu'elle paroît en sortir à gros jets de flamme (1), à l'approche d'un conducteur.

En présentant la boule du thermomètre à une aiguille électrique, la liqueur ne monte point du tout : & en y présentant la main, on ressent une impression de fraîcheur, semblable à celle que produiroit le souffle léger du zéphir.

Le fluide igné ne diffère pas simplement du fluide électrique par la manière d'agir, il en diffère encore à la simple inspection, quand on les compare dans la chambre obscure.

Tous deux sont transparents ; mais le dernier l'est beaucoup moins que le premier : la transparence de celui-ci semble toujours augmenter avec la quantité ; au contraire, la transparence de celui-là diminue. Cela se voit en comparant Exp. 51, le jet que forme le fluide électrique attiré par une pointe moussue, à celui qu'il forme déchargé de la bouteille de Leyde, & les émanations d'un corps chaud au jet qui occupe le centre de la flamme d'une bougie.

(1) A l'obscurité, le corps d'un homme vêtu électrisé paroît même environné d'un nuage lumineux.

34 RECHERCHES PHYSIQUES

Exp. 54. Le feu ajoute à l'attraction électrique (1) : car les corps incandescens, quelle que soit leur forme, attirent tous comme feroient des corps (2) métalliques pointus ; à cela près que leur sphère d'activité est moins étendue. (Voy. Pl. IV, fig. 1.).

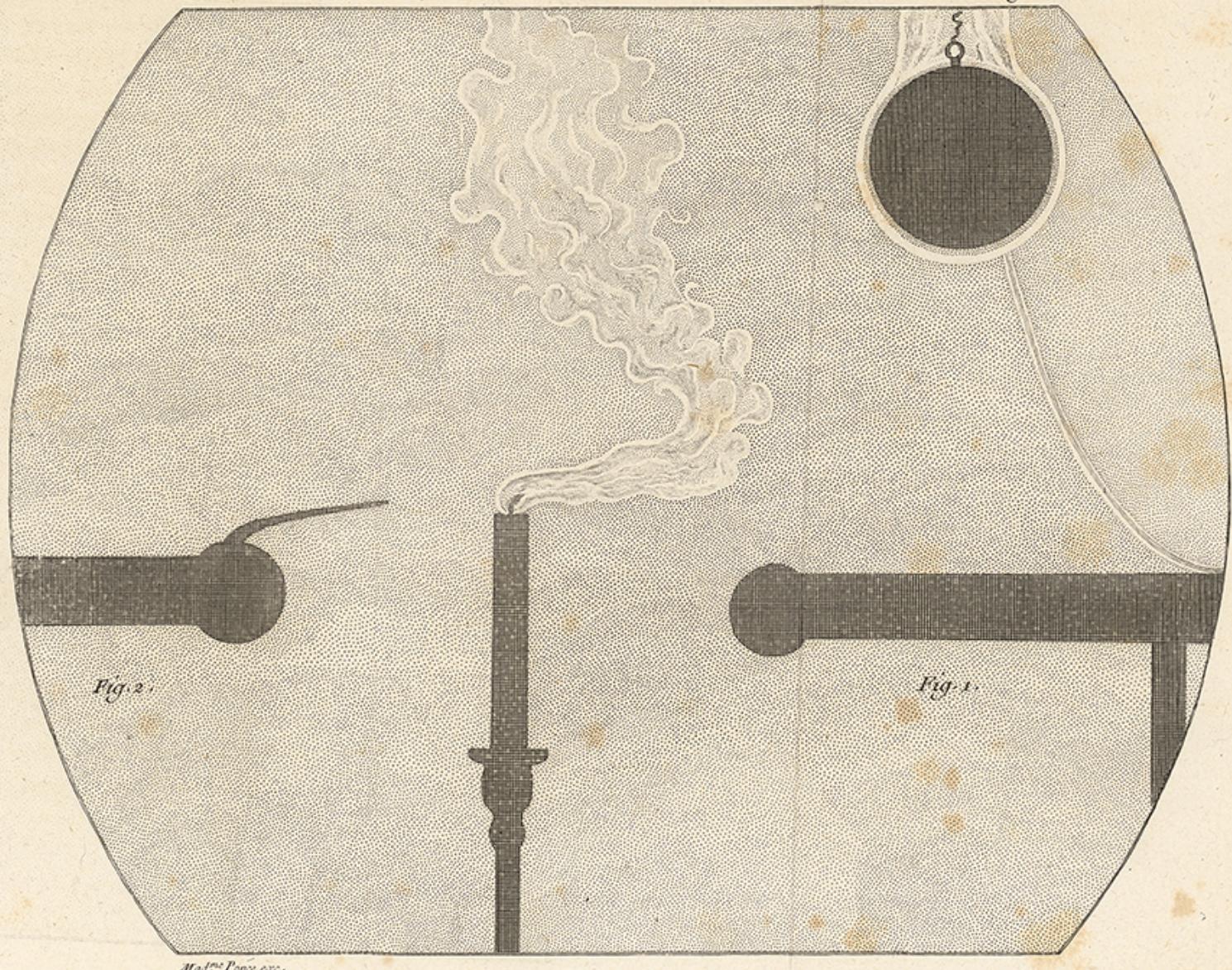
Le fluide électrique toutefois n'attire pas Exp. 55. le fluide igné. Après avoir établi une communication entre le premier conducteur & un vase de verre rempli d'eau, posé sur le trépied (3) & garni d'un thermomètre ; si l'on met en contact un boulet rouge avec le conducteur, tandis que la roue tourne, on n'apercevra pas le plus léger changement de température.

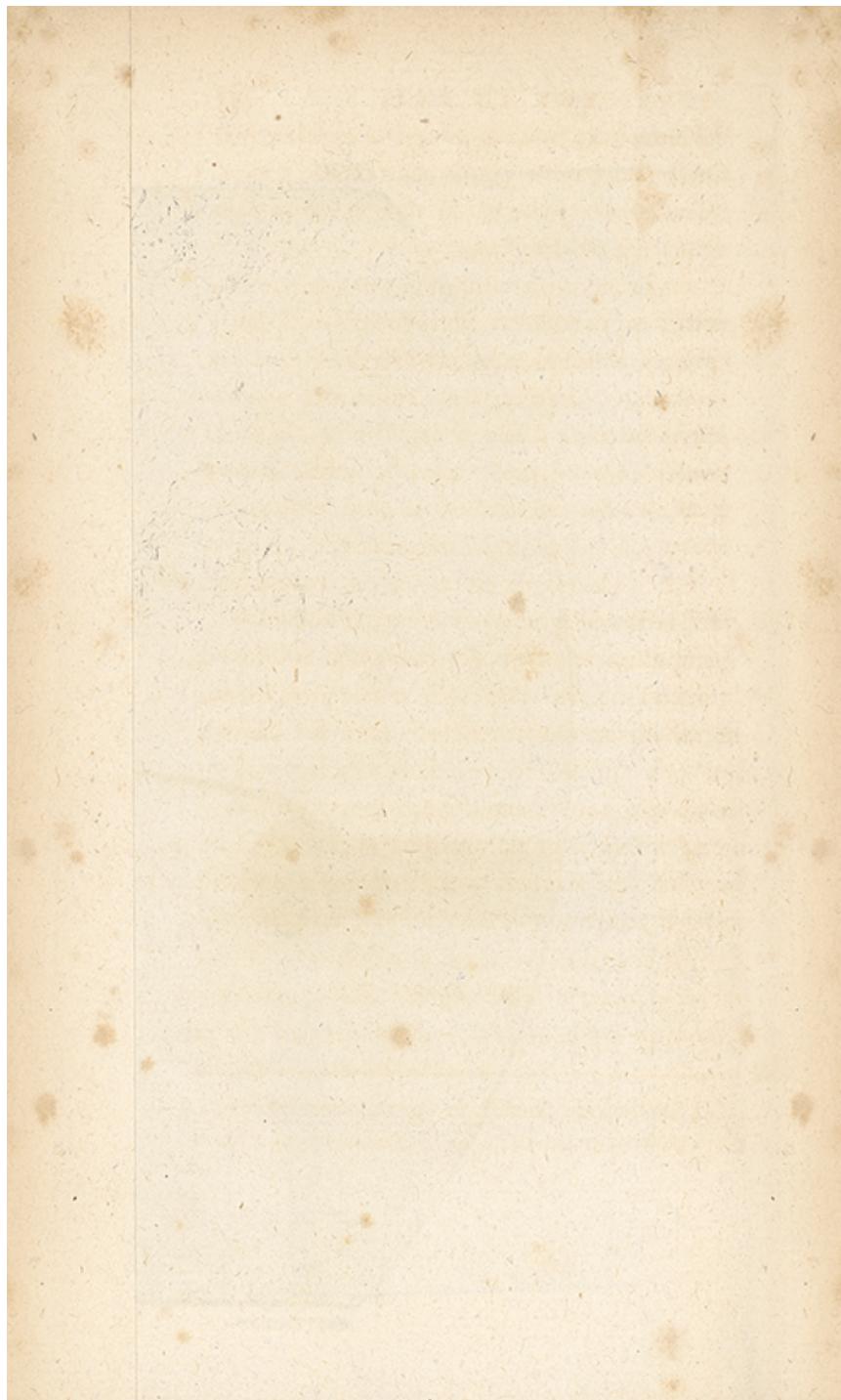
Exp. 56. Loin de l'attirer, il le repousse. En suspendant ce boulet à un pouce de distance du bout d'un pionçon fixé au premier conducteur, tandis que la machine travaille, on voit le jet électrique chasser les émanations ignées, comme feroit l'air doucement

(1) Voilà pourquoi la foudre, en s'abattant sur une maison, frappe presque toujours la cheminée où l'on fait du feu, indépendamment des autres causes qui peuvent y déterminer son action. On sent d'après cela combien il est dangereux, en tems d'orage, de se tenir près du feu ou de quelque corps fort échauffé.

(2) Ce n'est qu'en refroidissant qu'ils recommencent à tirer l'étincelle.

(3) J'entends par ce mot la petite table à pieds de verre.





poussé à travers un tube : & lorsque la machine tra- Exp. 57.
vaille avec force, ce jet suffit pour dissiper entière-
ment l'atmosphère ignée de la flamme d'une bou-
gie (1). (Voy. Pl. IV, fig. 2.).

Ces émanations ne conduisent pas même l'électricité : car la bouteille de Leyde reste aussi long- Exp. 58.
tems chargée dans une atmosphère de fluide igné que
dans une atmosphère d'air pur. D'ailleurs, en pré- Exp. 59.
sentant d'une main à cette atmosphère le crochet de
la bouteille chargée, si de l'autre on touche avec un
fil de fer au corps incandescent qu'elle environne, on
ne sentira pas la plus légère commotion.

Le fluide électrique est attiré par tout corps solide ; le fluide igné n'est attiré par aucun.

L'impulsion de l'air sur ces deux fluides est fort différente. Sur l'un, elle n'a de prise qu'autant qu'elle est très-forte ; elle en a sur l'autre, pour peu qu'elle soit sensible : jamais elle ne manque d'agiter les émanations ignées ; toujours elle se borne à devier les jets électriques. Ces Exp. 60.
effets sont bien marqués dans la chambre obscure :
lorsqu'on pousse de l'air avec un soufflet à tuyau de
verre sur le jet électrique qu'attire une boule de cui-
vre incandescent, suspendue à quelques pouces de
distance au-dessus du premier conducteur, & sur les

(1) Au lieu de pousser les émanations ignées, un corps électrisé négativement semble les attirer.

émanations ignées qui environnent (1) cette boule.

Exp. 61. Le fluide électrique frappe les corps soumis à son action (2), & reste ensuite caché dans leur sein : le fluide igné s'agit vivement dans leur tissu, & forme autour d'eux une atmosphère.

Le fluide électrique ne se voit que lorsqu'il saute d'un corps à un autre : le fluide igné se voit tant qu'il échauffe ou consume.

Exp. 62. Le fluide électrique condensé dans un corps disparaît après le plus léger contact d'une substance qui

Exp. 63. en contient peu ; mais aucun contact ne fait disparaître les émanations du fluide igné.

PUISQUE la matière ignée diffère si essentiellement de la matière électrique & de la matière lumineuse, seules substances avec lesquelles on peut la confondre ; elle forme donc un fluide à part.

De ce qui précède, concluons que la chaleur, le feu, la flamme, sont produites par un fluide en mouvement, dont les globules ont beaucoup de transparence, de ténuité, de poids,

(1) Dans cette expérience, le fluide igné, la matière électrique & l'air, s'aperçoivent par l'image qu'ils forment sur la toile.

(2) On le voit même rejaillir de dessus l'endroit qui a reçu la percussion.

de mobilité, une dureté extrême, & des affinités particulières,

Du mouvement d'ignition,

MAIS en quoi consiste ce mouvement? Pour décider la question, faisons parler les faits.

LES corps durs s'échauffent tous par attrition; quelques-uns même prennent feu: l'acier rougit sous le marteau; le phosphore frotté avec le tuyau d'une plume s'enflamme subitement; & un vaisseau lancé en mer laisse après lui sur le chantier deux grands sillons de flamme.

Le mélange subit de certains liquides produit toujours une chaleur plus ou moins vive; cette chaleur diminue bientôt après, & les liquides mêlés reviennent enfin à leur première température.

L'eau des fleuves n'acquiert pas en coulant une chaleur sensible; il en est de même de l'eau de deux vases qu'on agite en la mêlant: mais l'esprit-de-vin mêlé à l'eau en acquiert une très-marquée, & d'autant mieux marquée, qu'il est plus pur.

Un mélange d'eau & d'acide marin, vitriolique ou nitreux, en produit une beaucoup plus considérable.

Les huiles essentielles s'enflamme toutes, mêlées à quelque acide concentré.

Une masse de limaille de fer & de fleurs de soufre, légèrement arrosée d'eau, ne paroît d'abord subir d'autre changement, si ce n'est qu'il s'en sépare un peu de phlegme acidulé : mais bientôt elle commence à noircir, elle se gonfle peu à peu ; alors elle absorbe le phlegme qui la furnage & l'air qui l'environne ; ensuite elle s'échauffe, & pousse quelques vapeurs ; puis elle se gonfle davantage, & exhale une odeur infecte : enfin il s'en élève une épaisse fumée que suivent de près d'ardentes flammes.

Un mélange de huit parties de chaux vive, de trois d'huile de lin & d'une de briques, s'enflamme dès qu'on l'arrose d'eau froide.

Entassés, les végétaux humides s'enflamment ; épars, ils se desséchent.

Les pyrophores s'enflamment à l'air seul.

Si l'on réfléchit avec soin sur ces phénomènes, on sentira que le mouvement des globules ignés, suite de la percussion ou du frottement des corps, doit de nécessité devenir intestin.

En frappant ou en frottant un solide élastique, les globules contenus dans ses pores reçoivent une forte impulsion ; ainsi poussés, ils tendent à parcourir une ligne droite ; mais trouvant beau-

coup de résistance de différens côtés, réfléchis sur eux-mêmes, ils s'entrechoquent & se meuvent en tout sens; car ce n'est qu'en éprouvant de la résistance qu'un mobile se détourne de la direction rectiligne qu'il affecte toujours. D'ailleurs, par une suite nécessaire de la décomposition oblique des pressions, ces globules ne décrivent pas seulement des droites, des courbes; ils se meuvent aussi quelquefois sur eux-mêmes. Ainsi un corps sphérique lancé sur un plan horizontal, s'il vient à rencontrer quelqu'obstacle & à quitter sa direction, décrit un angle; & si ces obstacles sont fort multipliés, fixé au milieu d'eux, il tourne sur son centre. De ces différentes directions des globules ignées résulte donc leur mouvement intestin (1).

Quand on continue à frapper ou à frotter, on augmente par degré la vîteſſe de ces globules, au point de produire la chaleur la plus vive, la flamme, l'embrasement. Voilà pourquoi le fer rougit sous le marteau, pourquoi l'essieu d'un char traîné avec rapidité prend feu, pourquoi la poudre s'enflamme sous le piston.

CE qui a lieu dans le frottement ou la per-

(1) Quelqu'effort que l'on fasse, on ne peut concevoir le mouvement intestin, que comme résultat du mouvement rectiligne rompu par quelqu'obstacle.

60 RECHERCHES PHYSIQUES
cussion des solides, a lieu dans l'effervescence
des liquides.

Que le mélange des liquides se fasse par l'in-
tusception de leurs molécules, cela est incon-
testable; puisque leur composé est spécifique-
ment plus pesant.

Si l'on demande quelle est la force qui porte
ces molécules à se pénétrer, je répondrai — le
principe de l'attraction (1). Mais négligeons ici
la cause, pour nous attacher uniquement à
l'effet.

Dans l'effervescence, les molécules des liqui-

(1) Ce principe me paraît être une propriété inhérente
à la matière, & il doit paroître tel quand on y réfléchit
mûrement.

Pour concevoir l'attraction, l'attribuer (comme on
fait) à un fluide universel qui pousseroit les corps les
uns vers les autres, c'est transporter la difficulté de l'ef-
fet à la cause: car pour les pousser ainsi, il faudroit que
les corpuscules de ce fluide eussent eux-mêmes la pro-
priété de s'attirer réciprocement, à moins qu'on ne
suppose toujours quelqu'autre fluide qui agisse sur le
précédent; ce qui seroit supposer une chaîne infinie de
causes pour produire un seul effet.

D'ailleurs, l'expérience dément cette théorie. Ceux
qui attribuent l'attraction à un fluide particulier, admet-
tent que ce fluide a une direction déterminée: comment
donc pousseroit-il les corps en sens contraires? car la
force attractive s'exerce en tout sens à la fois.

des faisant effort de se pénétrer , mettent en mouvement le fluide igné contenu dans leurs interstices : d'où résulte toujours de la chaleur. Plus l'effervescence est vive & longue , plus la chaleur est violente , si toutefois le mélange se fait en grand : autrement notre fluide s'échappe avec trop de facilité. Voilà pourquoi quelques onces d'acide nitreux , mêlées à quelques onces d'eau , ne font monter le thermomètre que de quarante degrés (1) ; — chaleur beaucoup moins considérable que celle qui résulte d'un pareil mélange d'eau & d'acide vitriolique , quoique l'ébullition soit beaucoup plus forte.

Lorsque le tissu des mixtes est tenace , l'adhé-
sion supplée au volume : aussi l'acide nitreux at-
taque-t-il les combustibles avec tant de vio-
lence , qu'il produit une chaleur capable de fon-
dre des matières d'assez difficile fusion.

La chaleur qui résulte du mélange de deux li-
quides , tient à la gravitation des molécules (2)
qui se pénètrent , comme à leur attraction : car
lorsqu'on verse de l'eau sur l'acide vitriolique ,

(1) C'est toujours sur l'échelle de Réaumur que je détermine les degrés de chaleur.

(2) Quoiqu'effets de la même cause générique ; comme la gravitation ne suit pas en tout les loix de l'attraction , je les ai distingués l'un de l'autre , afin d'entretenir les résultats plus clairs.

la chaleur est moindre que lorsqu'on verse de l'acide vitriolique sur de l'eau. Or, la pesanteur spécifique de la première de ces liqueurs est double de celle de la dernière.

Dans les substances homogènes, l'attraction est forte sans doute, mais peu sensible : car elle est par-tout la même : leurs particules s'unissent donc paisiblement, & n'ont pour se pénétrer que le mouvement communiqué en les mêlant ; — principe toujours très-foible. Voilà pourquoi du mélange des liqueurs identiques, il ne résulte aucune chaleur.

Bien que la force qui fait que les corps s'attirent s'oppose à leur séparation, une fois unis ; il ne faut pas en conclure que plus ils ont d'affinité, plus est forte leur attraction (1) ; puisqu'il se trouve des matières homogènes de peu

(1) On doit juger de la force de l'attraction, moins par la promptitude avec laquelle les corps s'unissent, que par la résistance qu'ils opposent à leur déunion. Or, il en est qui s'unissent très-promptement, & qui néanmoins ont peu d'adhérence, comme l'argent avec l'acide nitreux. Il en est d'autres qui s'unissent très-lentement, & qui pourtant contractent une union très-intime, comme l'argent avec l'acide marin. Si la force attractive se déploie si vivement dans les premiers, c'est que rien ne s'oppose à son action : si elle se déploie si faiblement dans les derniers, c'est que les substances entre lesquelles son action s'exerce ne sont pas libres.

d'adhérence ; telles sont les liqueurs , le mercure , les terres calcaires.

Les chaux métalliques qui se pulvérifient entre les doigts , se révivifient par l'addition du phlogistique , & forment des corps de la plus grande consistance : d'où il suit que la force attractive qui s'exerce entre les composés , n'est pas proportionnelle à celle qui s'exerce entre leurs principes. N'inférons pas de là que moins les corps ont d'affinité , plus leur attraction est forte. Le contraire est prouvé ; car loin de s'attirer , leurs particules se repoussent en apparence. Aussi ne résulte-t-il point de chaleur , lorsqu'on verse de l'eau sur de l'huile par expression. A l'homogénéité ou à l'hétérogénéité des liquides , on pourroit donc déterminer le degré de chaleur que produiroit leur mélange.

DANS la fermentation , même mécanisme que dans l'effervescence (1).

Dès que les parties des mixtes propres à fermenter se pénètrent : par leur attrition , le fluide igné contenu est mis en mouvement ; bientôt il tend à s'échapper : mais comme il trouve

(1) Il y a cette différence entre la fermentation & l'effervescence , que dans celle-ci l'agitation des parties est beaucoup plus vive & beaucoup moins longue que dans celle-là.

64 RECHERCHES PHYSIQUES
beaucoup d'obstacles à son issue, ses globules
s'entrechoquent avec force; & leurs chocs multipliés excitent la chaleur.

Appliquons cette théorie à quelques exemples.

En se calcinant, les cailloux perdent la plus grande partie du principe aqueux qui y étoit si intimément combiné⁽¹⁾. Ainsi la chaux se trouve criblée de pores: l'eau dont on l'asperge est donc avidement absorbée par ceux qui sont ouverts à la surface; elle pénètre jusqu'à l'intérieur, & produit dans chaque interstice un frottement considérable. Par la chaleur qui résulte de ces frottemens, elle est mise en ébullition: réduite en vapeurs, l'effort qu'elle fait pour s'échapper produit de nouveaux frottemens, & augmente l'action du fluide igné. Alors les vapeurs acquièrent du ressort; elles écartent avec violence les molécules calcaires, portent leur action sur notre fluide, & excitent une chaleur assez vive pour produire l'ignition⁽²⁾.

(1) On peut juger de la force de l'attraction entre l'eau & la terre calcaire, par l'extrême adhérence de ces deux principes; & de leur adhérence, par l'excessive chaleur qu'ils éprouvent sans se désunir.

(2) Si les chaux métalliques ne s'échauffent pas de même, ce n'est pas comme l'a dit un habile Chymiste, « que retenant plus de principe inflammable;

Ainsi

Ainsi s'enflamme les végétaux entassés dans l'état de verdeur. Dès que la plante n'est plus attachée au sol, ses principes cessent de circuler pour concourir à son accroissement. Libres d'obéir à d'autres loix, si rien ne s'oppose à leur exhalation, les plus volatils abandonnent la masse; tandis que les plus fixes demeurent unis sous un moindre volume. Mais si l'air chargé de ces exhalaisons ne peut se dissiper, comme cela arrive dans un tas de plantes, il s'y agite, & porte son action sur les globules ignés: alors le mouvement intestin devient plus violent, la chaleur augmente, & l'inflammation suit de près.

Ainsi encore s'enflamme une masse de l'maille de fer & de fleurs de soufre, légèrement arrosée d'eau. L'eau n'a point d'action sur le soufre, mais elle en a beaucoup sur le fer. Le soufre & le fer en ont une plus grande encore l'un sur l'autre. Leurs parties mises en contact par l'eau, tentent à s'unir; & le mouvement du fluide igné

» elles combinent mieux que les chaux pierreuses le
» feu qu'elles s'assimilent »; puisque notre fluide n'est
jamais combiné dans les corps: mais c'est que cet
excédent de principe inflammable les défend mieux de
l'action de l'eau. Ainsi le phlogistique du soufre empêche
l'acide vitriolique d'attirer l'humidité de l'air, avec laquelle il a tant d'affinité,

E

qu'excite cette attraction réciproque produit toujours de la chaleur. La chaleur met en fusion le soufre & le décompose ; l'acide vitriolique, moins bridé, agit sur les molécules du métal ; tandis que l'air de l'atmosphère qu'il attire puissamment se précipite dans le mélange : les chocs de tant de corpuscules qui se portent les uns vers les autres augmentent donc le mouvement intestin du fluide igné. L'air volatilise l'eau : ces vapeurs cherchant à s'échapper, soulèvent la masse ; mais ne trouvant pas assez d'issues, elles sont refoulées & portent leur action sur le fluide igné. La chaleur devenue plus violente achève de dégager l'acide vitriolique ; bientôt elle redouble, puis les vapeurs qu'elle rend plus actives se font jour, & forment autour du vase une petite atmosphère. Enfin, le mélange se trouve sec ; tout à coup la chaleur devient extrême, & la flamme brille de toutes parts.

Pour qu'un corps s'allume promptement à l'air, il faut que le principe inflammable y soit peu bridé ; c'est le cas des pyrophores (1). Or,

(1) On peut faire du pyrophore avec toute matière qui contient de l'acide vitriolique, & toute substance animale ou végétale qui abonde en phlogistique.

les vapeurs de l'atmosphère ; attirées par l'acide dégagé de sa base , se précipitent dans les pores de ces matières calcinées , & mettent en mouvement le fluide igné ; bientôt ce fluide agit vivement sur leur phlogistique : de là l'inflammation. C'est donc aux vapeurs de l'air qu'on doit attribuer ce phénomène : aussi les pyrophores s'allument ils d'autant plus promptement que l'air est plus chargé. Mais pour cela il faut qu'ils soient bien secs ; car devenus humides dans des flacons mal bouchés , ils ne peuvent plus s'enflammer qu'on ne les fasse calciner de nouveau.

Ce n'est pourtant pas que sans l'intermédiaire d'un liquide , aucune composition ne puisse produire de la chaleur ; puisque l'attraction a également lieu entre substances sèches. Ainsi s'échauffe un mélange de régule d'antimoine & de sublimé corrosif ; car l'acide marin , quittant le mercure pour se combiner avec l'antimoine , met toujours en mouvement le fluide igné.

Ce mouvement devient donc , suivant ses degrés de vitesse , principe de la chaleur , de la flamme , du feu.

Continuation du même sujet.

Comme notre fluide entraîne les effluves des

Eij

corps sur lesquels il exerce son action , les corpuscules qui flottent dans sa sphère d'activité , doivent être agités d'un mouvement intestin . — Vérité dont on a souvent la preuve sous les yeux !

Lorsqu'on fait bouillir de l'eau à vaisseau découvert , ses vapeurs divisées se meuvent en tout sens , avec d'autant plus de vitesse que l'bullition est plus forte .

Quand on verse de l'eau dans une capsule rouge , ses vapeurs forment une multitude de petits tourbillons , qui s'agitent avec d'autant plus de vélocité que la chaleur est plus violente .

Si dans un creuset rougi , on projette par cuillerées un mélange de soufre & de nitre ; pendant la déflagration , on voit l'acide nitreux réduit en vapeurs former une multitude de tourbillons autour de la flamme .

Un mélange de limaille de fer & de soufre , légèrement arrosé d'eau , noircit au bout de quelques heures ; puis il se gonfle , se crevasse , s'échauffe ; enfin d'épaisses vapeurs s'élèvent , en faisant mille virevoltes .

Lorsqu'au bain de sable , on fait dissoudre du mercure par l'acide nitreux , dans un matras de verre très-mince , bientôt il s'excite un petit bouillonnement . A mesure que la liqueur s'échauffe ,

on voit mille jets de vapeurs s'agiter en tourbillons , & toujours plus vivement que la chaleur augmente. En laissant le matras débouché , ces vapeurs ne s'échappent point ; mais parvenues , en tournoyant , au haut de ce vaisseau , elles s'abattent lentement ; & lorsqu'elles approchent de la liqueur , elles sont repoussées avec beaucoup de force , sur-tout au-dessus de l'endroit où se fait la dissolution , puis elles continuent de tournoyer .

Pendant la calcination du zinc , on voit ses fleurs voltiger de tous côtés .

Le mouvement intestin , principe de la chaleur , est sensible dans les liqueurs en ébullition ou en effervescence .

Lorsqu'on jette une poignée de petits pois dans un vase plein d'eau bouillante , ce mouvement est beaucoup plus sensible .

Il l'est beaucoup plus encore , lorsqu'on fait détonner du nitre sur un brasier .

Après avoir désuni les molécules métalliques , le feu les tient dans une agitation continue , il les mêle & les confond : car une once d'or , fondue avec cent onces d'argent , se trouve également distribuée dans le culot .

Tandis qu'on coupelle l'argent , les molécules du mélange métallique subissent un mouvement intestin : on voit des globules très-brillans rouler

E iii

70 RECHERCHES PHYSIQUES
du centre à la circonference , & de la circonference au centre (1).

Enfin , ce mouvement du fluide igné , qui se l'on moi fait le principe du feu , s'apperçoit dans ce prétendu élément.

Exp. 64. Quand on examine au microscope solaire le sommet de la mèche d'une bougie allumée , après l'avoir mouchée & imprégnée de cire , on voit dans l'image projetée sur la toile le bouillonnement intestin des molécules inflammables(2). Ce n'est pas là , dira quelqu'un , le mouvement des globules ignés. Soit : mais celui des molécules qu'ils agitent , n'en est-il pas une suite nécessaire ?

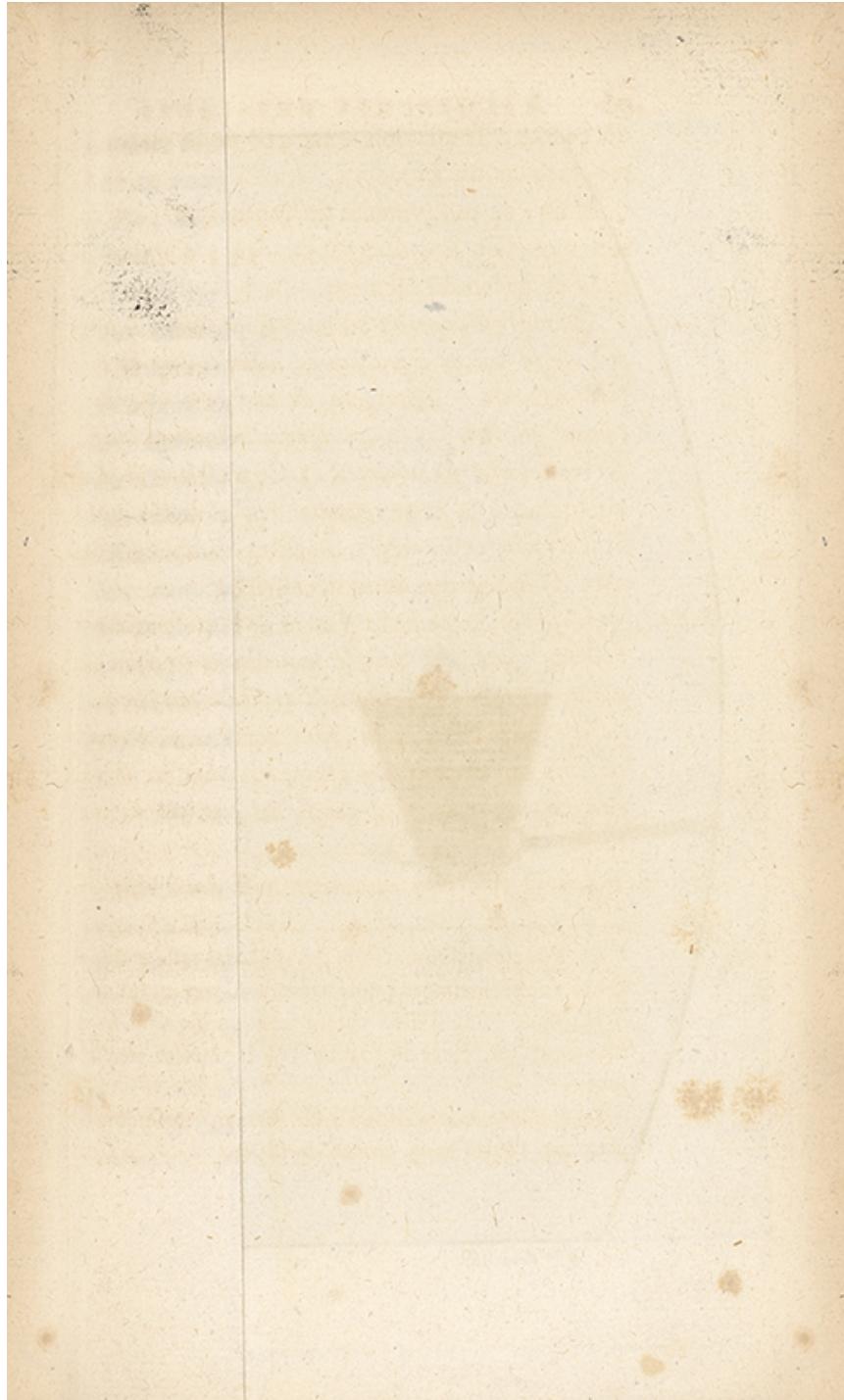
Exp. 65. Lorsqu'on examine la flamme de cette bougie avec l'objectif seul , on voit le mouvement intestin du fluide igné même (3). Dans le cylindre qui fait partie de l'image de ce fluide , sans doute ce mouvement est trop rapide pour être apperçu ; mais on le voit bien nettement dans la touffe des jets qui la couronne.

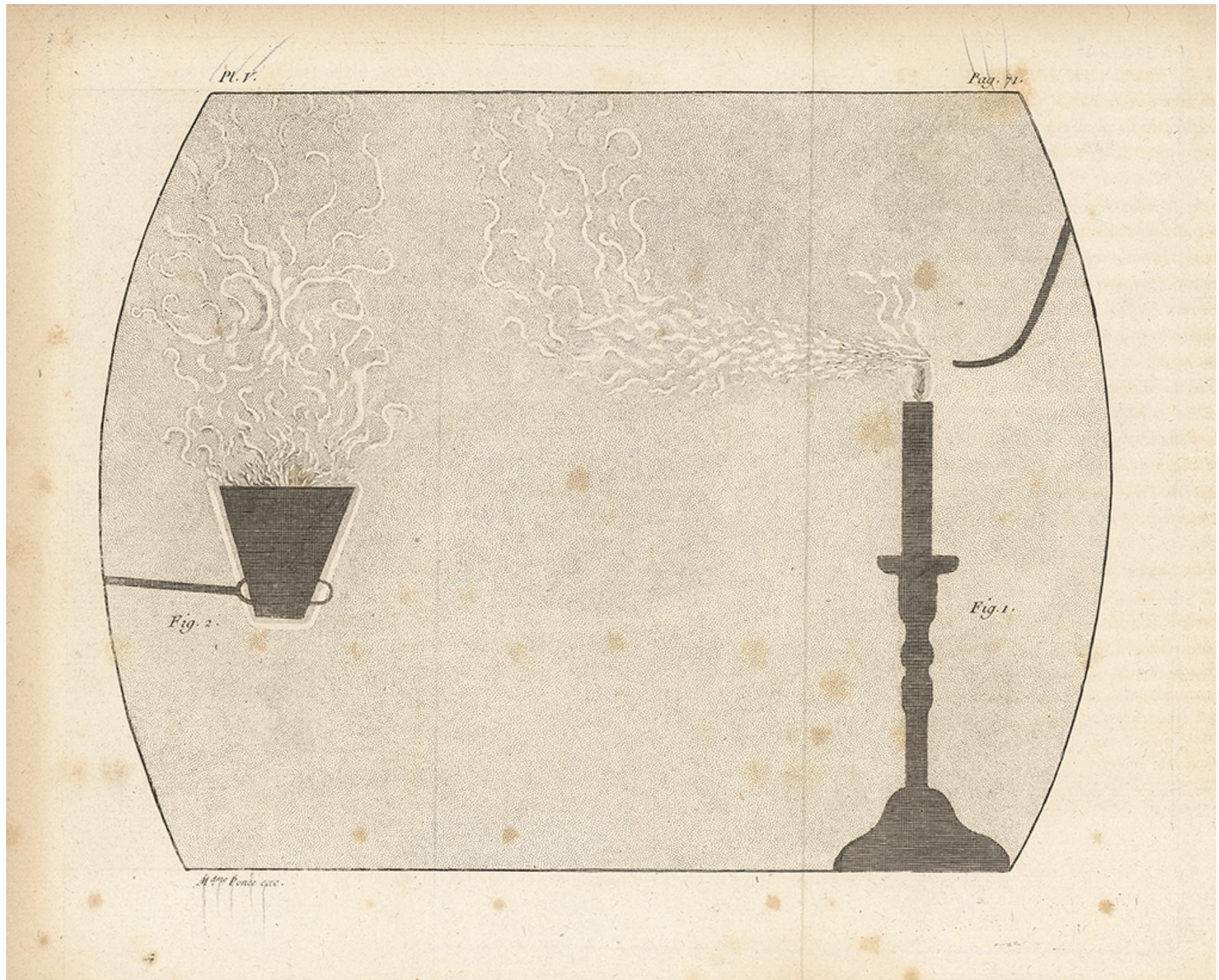
Exp. 66. On le voit bien nettement aussi dans celle qui

(1) Phénomène qui résulte des différens reflets de la matière que forment deux différentes matières en fusion.

(2) Pour cela , il faut choisir une lentille d'un foyer très-court , & placer le sommet de la mèche tout au près.

(3) Cette expérience réussit mieux , lorsqu'on ne place pas l'objet trop proche du foyer.





écouronne l'image formée par le fluide igné s'échappant du brasier, du fer rouge, du cuivre, de l'argent, de l'or, du crystal & de tout autre corps incandescent.

On le voit de même bien nettement dans l'image Exp. 67.
d'une mèche de soufre qui brûle.

Toutefois, comme ces jets sont des flots de fluide igné qui s'agitent en tourbillons ; en souffrant Exp. 68. flant légèrement dessus le corps dont ils émanent pour les diviser, on voit plus nettement encore le mouvement intestin de ce fluide.

Enfin, on le distingue au mieux dans l'image Exp. 69. d'une parcelle de phosphore enflammée (1) ; dans Exp. 70. celle de la flamme d'une bougie poussée au chalumeau (2) ; & dans celle de la touffe des jets ignés Exp. 71. qui s'élèvent de l'esprit-de-vin pur versé dans un creuset incandescent. (Voy. Pl. V, fig. 1 & 2.).

De la chaleur produite par le soleil.

Nous avons fait voir que l'attrition doit exciter un mouvement intestin dans le fluide igné que les corps renferment, & nous avons dé-

(1) Cette expérience se fait avec le microscope solaire complet ; mais il faut que le porte-objet soit de verre extrêmement mince.

(2) Il faut tenir le chalumeau à un pouce de la flamme.

montré à l'œil même, la réalité de ce mouvement : faisons voir que la chaleur excitée par le soleil n'a point d'autre principe.

ON a beaucoup écrit sur les causes de la différente température de l'atmosphère ; on a aussi beaucoup disputé sur ce qu'on a écrit ; & les philosophes ne sont pas encore d'accord là-dessus. Les uns remarquant que l'on sent une vive chaleur, lorsqu'on est exposé au soleil, veulent que cet astre en soit l'unique source. Les autres observant qu'on éprouve sur le sommet des hautes montagnes, au cœur même de la torride, un froid beaucoup plus rigoureux que sous les cercles polaires, prétendent que la chaleur dispersée dans l'air émane du globe terrestre, dont le centre doit être pris pour foyer.

POUR fixer nos idées sur cette matière, consultons la Nature. Aux rayons du soleil, on éprouve de la chaleur. Lorsqu'on les rassemble avec une forte louppe, tout combustible exposé à leur foyer prend feu. Si à cette louppe on substitue un miroir ardent, les corps les plus compacts sont bientôt consumés : mais dès qu'on vient à intercepter ces rayons, en couvrant d'un voile le miroir, les effets cessent, plus de feu, plus de chaleur. Sur le sommet glacé des

montagnes & dans la plaine brûlante, en différens climats & différentes saisons, ces expériences sont toujours accompagnées des mêmes résultats; à cela près que la chaleur a plus ou moins d'intensité. Voilà donc, sembleroit - il hors de doute, le principe du feu dans les rayons solaires.

La chaleur & la lumière paroissent toujours réunies dans ces rayons; elles paroissent aussi toujours s'augmenter ou diminuer dans les mêmes rapports: auroient - elles donc un même principe? J'ai prouvé la négative dans un article qui précède; toutefois la question fut - elle encore indécise, les expériences qui suivent suffroient pour la décider.

La lumière agit subitement à une grande distance du corps qui l'ébranle; la chaleur s'étend lentement à une petite distance du corps dont elle émane; si l'on fait attention à l'extrême vivacité du mouvement des globules ignés dans la déflagration des corps (1), on sentira que le mouvement rectiligne n'est pas principe de la chaleur; & si l'on fait attention à l'extrême célérité de la propagation de la lumière, on sentira que le

(1) Je prie le Lecteur de se rappeler ici l'expérience de la particule de phosphore déflagrant sur le porte-objet,

mouvement intestin ne peut pas être développé dans les rayons solaires.

Ces rayons échauffent peu les corps blancs qui les réfléchissent, & beaucoup les corps noirs qui les absorbent: mais le feu n'exerce pas moins son action sur les uns que sur les autres.

Des corps mêmes qui les absorbent, aucun Exp. 724 n'est subitement échauffé. *Lorsqu'on s'expose tout à coup aux rayons du soleil, d'abord on ressent peu de chaleur, ensuite un peu plus, puis davantage, puis davantage encore: au lieu que la chaleur qu'on ressent auprès du feu, n'augmente pas avec le temps qu'on y est exposé.*

Au foyer d'un miroir ardent, où les corps les plus durs sont si promptement consumés, ces rayons n'enflamment ni la poix, ni les bitumes, ni la cire, ni l'esprit-de-vin, &c.; ils agitent bien ces matières & les font bouillonner, mais ils ne les enflamment que lorsqu'on place auprès quelque combustible d'un tissu compacte. Ce n'est pas, comme on le dit, « que le feu du soleil soit trop subtil pour avoir prise sur ces » souffres grossiers »; puisque l'esprit-de-vin est formé du principe inflammable le plus pur; mais ces rayons pénètrent trop facilement ces matières pour exciter dans le fluide igné qu'elles contiennent un mouvement capable de produire la flamme; car moins les corps ont de

NON seulement les rayons solaires ne sont pas le principe immédiat de la chaleur de l'atmosphère ; mais ils n'ont eux-mêmes aucune chaleur : & voici sur quoi j'appuie cette étrange assertion. S'ils en avoient, ne la perdroient-ils pas dans l'eau froide où tout corps chaud se refroidit, où tout corps embrasé s'éteint ? A leur foyer toutefois, des matières métalliques immersées à un pied de profondeur se fondent ; mais c'est en agitant le fluide igné contenu qu'ils produisent cet effet : ils sont donc l'agent, non le principe de la chaleur.

Ce principe est un mouvement intestin des globules ignés ; mais le mouvement des rayons solaires est rectiligne : —mouvement qu'ils transmettent aux matières exposées au foyer d'un miroir ardent ; car ils les poussent & les déplacent, avant même de les échauffer.

A ces preuves, ajoutons la plus décisive de toutes,

*Lorsqu'on fait entrer dans la chambre obscure les Exp. 73 :
rayons solaires rasssemblés à l'aide d'un miroir ardent, de manière que leur foyer se perde dans le cône lumineux à différentes distances de la toile ; loin de voir ce foyer environné d'une atmosphère ignée,*

comme cela devroit arriver suivant l'hypothèse commune, on n'y découvre pas même le moindre vestige

Exp. 74. du fluide principe de la chaleur. Lorsqu'on expose à ce foyer différens combustibles, on voit le fluide igné s'échapper de ces corps, en quantité proportionnelle au tems qu'ils y restent exposés, & au degré de cha-

Exp. 75. leur dont ils sont susceptibles (:). Quand on couvre d'un voile le miroir, notre fluide continue à s'échap-

Exp. 76. per de ces corps, jusqu'à ce qu'ils soient consumés ou revenus à la température de l'air ambiant.

Le principe de la chaleur n'est donc point dans les rayons solaires ; bien qu'elle se développe toujours dans le corps qu'ils viennent à frapper. Vérité dont je suis si bien convaincu, que s'il étoit dans la Nature quelque corps exempt de fluide igné, j'oserois garantir qu'il n'acquerroît pas la moindre chaleur au foyer du meilleur miroir ardent (2).

(1) De la porcelaine, du verre, du crystal de roche, des cailloux du Rhin, &c ce fluide s'échappe en petite quantité; de l'esprit-de-vin, en plus petite quantité; de l'eau, en plus petite quantité encore; mais de la résine, du soufre, du fer, du bois, il s'échappe en abondance.

(2) Comme le fluide igné s'échappe des corps exposés au foyer des rayons solaires, je pense qu'en exposant à celui de deux lentilles une très-mince lame métallique de même étendue, on pourroit parvenir à

Un Auteur célèbre pense « que les atomes de la lumière , très-chauds au sortir du soleil , se refroidissent beaucoup pendant la traversée jusqu'à notre globe ; mais qu'en traversant l'atmosphère , ils y reprennent par le frottement une nouvelle chaleur ». Je crois la chose impossible ; s'il est vrai , comme on ne peut en douter , que la chaleur ne soit produite que par le mouvement intestin des globules d'un fluide particulier : car comment ces globules pourroient-ils jamais se loger dans les atomes d'un fluide beaucoup plus subtil (1) ?

épuiser entièrement le fluide igné qu'elle contient , & obtenir de la sorte la preuve la plus frappante de la vérité dont il s'agit .

Pour cela , il faudroit construire sur pivot & en plaine , une petite chambre obscure . On pratiqueroit à l'un des côtés trois ouvertures horizontales & distantes de trente pouces . A celle du milieu , on adapteroit le microscope solaire simplement armé d'un objectif de court foyer ; & à chacune des extrémités , un microscope solaire armé d'un objectif de long foyer & de grand diamètre . Ceux - ci seroient disposés de manière que leurs rayons se coupassent au foyer . C'est à ce point d'intersection qu'on placeroit la lame métallique , & elle y resteroit tant que le soleil seroit sur l'horizon .

(1) Il suit de là que les éléments , c'est-à-dire , les corps parfaitement solides , ne sont pas susceptibles de chaleur .

Concluons que les rayons solaires ne sont autre chose que la matière de la lumière même ; poussée en droite ligne par l'action du soleil ; & que s'ils produisent de la chaleur , ce n'est qu'autant qu'ils excitent dans les corps le mouvement intestin du fluide igné.

Mais cette conséquence est directement établie par le fait : *lorsqu'on expose un carton blanc au foyer d'une forte lentille ; si on examine de près le point lumineux , on y appercevra le mouvement intestin du fluide igné , même avant que le corps s'enflamme.*

MAIS comment se développe la chaleur dans l'air ? C'est aux faits à résoudre la question.

D'après un calcul assez exact , il conste que l'espace qu'occuperoient les rayons dardés sur un des hémisphères de notre globe , en le supposant mis à nud sous le soleil , ne seroit que la $\frac{1}{40000}$ partie de son étendue. Mais en vertu de sa force attractive , la terre attire à une très-grande distance (1) la lumière qui l'environne.

Toutefois les rayons solaires sont extrême-

(1) Voy. le précis de mes Découvertes sur la lumière , où il est démontré , par le fait , que l'atmosphère lumineuse qui environne les corps sphériques , est plus étendue que leur diamètre.

ment rares au haut & même au bas de l'atmosphère. Rassemblés par une forte lentille, ils le sont beaucoup encore au sortir de ce nouveau milieu ; mais ils le deviennent moins à mesure qu'ils s'en éloignent ; & à leur foyer, ils sont si ferrés que la matière la plus subtile ne peut plus passer dans leurs interstices : alors leur action sur le fluide igné est tout ce qu'elle peut être.

Violemment agité dans les solides que frappent ces rayons, & retenu par le tissu impénétrable qu'ils lui opposent, il est forcé d'agir sur les substances mêmes où il est renfermé ou de s'ouvrir passage au dehors. Voilà pourquoi la lumière ne produit de chaleur qu'en se réunissant à certain point. Voilà pourquoi aussi l'énergie des rayons solaires au foyer d'un miroir ardent est prodigieuse (1) ; tandis qu'elle est incomparable-

(1) D'après une prétendue estimation mathématique de la chaleur, un Auteur distingué propose le miroir réflexif fait de plusieurs glaces planes, comme le seul moyen possible de faire des thermomètres dont les divisions ne seraient point arbitraires & les échelles différentes, ainsi que le sont celles de tous les thermomètres dont on s'est servi jusqu'à ce jour. (*Voyez Supplément à l'hist. nat. tom. II, pag. 226, édit. in-12*). Mais indépendamment de ce que tous ces thermomètres devroient être gradués au même instant, puisque les effets de ce miroir varient avec l'état de l'atmosphère ; il est hors de doute que la chaleur, produite par un

ment moins grande dans tout autre point du cône qu'ils forment. Voilà pourquoi encore dans ce même foyer où le métal couloit, il reste à peine la plus foible chaleur, dès qu'un simple voile vient à cacher le miroir. Voilà pourquoi enfin le prétendu feu du soleil semble en un instant perdre & reprendre toute sa force (1); — phénomènes dont on cherche encore la raison.

A l'égard des effets prodigieux du miroir ardent, ils sont faciles à concevoir, quand on compare la vitesse des globules ignés poussés par les atomes lumineux, à celle qu'ils acquièrent par l'attrition & le ressort de l'air : car la force est le produit de la masse par la vitesse. Or, le mouvement progressif de la lumière est infinitéimement plus accéléré que celui de l'air, des fluides qui propagent le son, des corps qui gravi-

certain nombre de glaces pareilles, ne feroit pas proportionnel à la somme des images solaires. Sa progression d'intensité ne suivroit même aucun rapport déterminé: long-tems assez lente, elle deviendroit enfin extrême tout à coup.

(1) Ce qu'on ne peut assez admirer, dit un Philosophe distingué, « c'est la grande activité de ce feu qui » dans un instant perd toute sa force & la reprend de » même ». *Supplément à l'hist. nat. tom. I, édit. in-12.*

tent,

LA matière de la lumière n'émane pas immédiatement du soleil; cela est hors de doute; puisque certaines espèces d'hommes & d'animaux voient à l'obscurité. Quoique cette matière nous environne toujours, elle ne se fait pas toujours sentir aux yeux ordinaires; elle est bien sans cesse en action; mais souvent avec trop peu de force pour ébranler de grossiers organes: il lui faut donc des vibrations plus vives, c'est-à-dire des vibrations immédiatement excitées par la présence des corps lumineux.

CE que je dis de la lumière, je le dis de la chaleur. Peut-être le fluide igné ne remplit-il pas l'espace immense qui nous sépare du soleil; comme fait celui de la lumière: quoi qu'il en soit, nous sommes toujours environnés de ce fluide; mais il ne fait pas toujours sur nos organes la même impression.

La température de l'atmosphère subit des variations continues. Au lever du soleil on sent une pointe de fraîcheur plus piquante: mais la chaleur qu'on éprouve ensuite n'est pas également vive tout le temps que cet astre est sur l'horizon; elle augmente peu à peu à mesure qu'il

F

s'élève, jusqu'à ce qu'il ait passé par le méridien; puis elle diminue peu à peu à mesure qu'il s'abaisse; après son coucher elle se perd plus rapidement encore. Ces variations ne peuvent venir que de la manière dont le soleil agit alors sur les globules ignés. Le mouvement qu'il communique à la matière du feu (1) & à celle de la lumière est le même: or, ce mouvement consiste en vibrations rectilignes; car telle est la direction des rayons solaires dans un même milieu. Tant que les globules ignés se meuvent suivant cette direction, la chaleur diminue loin d'augmenter; aussi l'air devient-il frais au lever du soleil: mais bientôt ces globules, s'entrechoquant & heurtant contre les corpuscules de l'atmosphère, obéissent à d'autres loix; leur mouvement doit donc devenir intèstin, comme je l'ai fait voir ailleurs.

L'examen de quelques phénomènes très-communs confirme cette théorie. Lorsque les femmes sont incommodées par l'air chaud, elles le frappent à coups redoublés avec un éventail, en le déterminant contre leur face; & à l'instant elles ressentent le frais. Ce soudain changement de température vient d'un soudain changement

(1) Par matière du feu, j'entends toujours le fluide igné, c'est à dire le feu emmêlé dans l'air.

de direction dans le mouvement des corpuscules aériens ou plutôt des globules ignés ; car la pression de l'éventail n'a pu changer que leur direction.

Cette preuve est décisive ; mais elle n'est pas la seule. Comme le fluide igné entraîne dans son mouvement l'air qui l'environne ; l'air entraîne à son tour les corpuscules grossiers qui flottent dans l'atmosphère : en se communiquant de la sorte , ce mouvement doit devenir sensible. *Or*, Exp. 78. si l'on fait entrer un faisceau de rayons solaires dans une chambre obscure , on verra les corpuscules mêlés à l'air s'agiter en tout sens. Si l'on répète Exp. 79. cette expérience chaque mois de l'année , on remarquera que le mouvement intestin de ces corpuscules est d'autant plus vif que la chaleur se fait sentir plus vivement. Enfin si l'on adapte une lentille au trou du volet qui donne passage aux rayons , le mouvement de ces corpuscules deviendra beaucoup plus vif encore , sur-tout proche du foyer. Voilà donc aussi le mouvement intestin du fluide igné pour principe de la chaleur de l'atmosphère.

Mais ce principe n'est pas seulement développé dans l'air ; car notre fluide , fortement mis en action dans les corps que frappent les rayons solaires , s'en échappe tant qu'ils sont au-dessus de la température générale. Aussi en été est-on moins incommodé par la chaleur dans les

lieux qui sont constamment à l'ombre que dans les lieux qui ont été long-tems exposés au soleil.

Que si ce fluide ne produisit jamais dans l'air un degré de chaleur comparable à celui qu'il produit dans les combustibles (1), c'est qu'il y éprouve incomparablement moins de chocs: aussi dans les diverses régions de l'atmosphère, la chaleur est-elle toujours d'autant moins vive que l'air est plus raréfié.

EN travaillant à la recherche du principe de la chaleur dans le feu, dans l'air & dans les rayons solaires, on est donc toujours obligé d'en venir au mouvement intestin d'un fluide particulier.

Solution d'une objection.

« IL est difficile, dira quelqu'un, que le feu » ne soit que mouvement: le mouvement dimi-
» nue à mesure qu'il se communique; au con-
» traire, le feu augmente; une étincelle devient
» incendie: & quelle apparence que tout le
» mouvement de cet incendie soit contenu dans

(1) Sans cette sage loi de la Nature, à quoi en serions-nous réduits! Ne pouvant jamais faire de feu, qu'il ne se communiquât de proche en proche, l'embrasement d'un fagot causeroit celui du globe entier,

» le choc des deux cailloux dont est sortie l'é-tincelle » ? Mais en regardant le feu comme matière, la difficulté subsiste-t-elle moins ? En explique-t-on mieux comment une particule de cette matière convertiroit si promptement en substance identique un volume énorme de substances hétérogènes ? Que dis-je ! La difficulté n'est-elle pas insurmontable ?

L'objection toutefois est facile à résoudre. Sans doute, le mouvement se perd à mesure qu'il se communique : mais seulement lorsque le mobile ne reçoit qu'une impulsion, & que le corps résistant est sans élasticité ; car alors il est sans réaction. Dans le cas opposé, loin de s'affoiblir le mouvement augmente ; & c'est ce qui arrive aux globules ignés.

En frappant ou en frottant un corps, ces globules reçoivent une impulsion : ainsi poussés, ils s'entrechoquent, & la résistance qu'ils éprouvent affoiblit leur mouvement ; ils heurtent aussi contre les parois des interstices où ils sont contenus, ce qui l'affoiblit encore : mais en continuant à frapper ou à frotter, chaque impulsion nouvelle ajoute aux précédentes ; & de ces impulsions multipliées résulte une augmentation de vitesse, toujours proportionnelle à l'énergie de la puissance impulsive. C'est ainsi qu'au commencement de la tourmente, les vents déchaînés ne

semblent que rider la surface des mers : mais peu à peu l'agitation se communique aux couches inférieures , de légers flots paroissent , bientôt ils grossissent , déjà ils sont énormes ; la force des vents redouble , ils poussent l'eau à flots pressés ; enfin les vagues s'élancent dans la nue , & semblent découvrir les fondemens du monde.

De la quantité du fluide igné répandu dans l'Univers.

ON ne sauroit la déterminer ; mais il est certain qu'elle est immense.

A ne parler que de la planète que nous habitons ; il se trouve répandu dans l'air , à la surface du globe , dans les entrailles de la terre.

Les corps en sont tous plus ou moins imprégnés (1) ; puisqu'ils s'échauffent tous plus ou

(1) Un Auteur renommé prétend toutefois que le feu est uniformément répandu dans l'Univers ; parce que les corps échauffés à différens degrés reviennent bientôt à la température générale. Il me paroît que cette raison porte à faux ; car ce n'est point par le nombre de ses globules , mais par leur mouvement , que le fluide igné produit la chaleur.

Quoique tous les corps lui soient perméables & qu'on ne puisse pas l'y retenir , comme ses émanations sont visibles dans la chambre obscure , on pourroit déterminer

moins par attrition & au foyer des rayons solaires: mais il se trouve abondamment dans les matières calcinées , plus abondamment dans les matières sulfureuses , & très-abondamment dans les matières phlogistiques.

A l'ardeur des flammes d'une fournaise , d'un incendie , d'un volcan ; ou plutôt à la quantité de ce fluide qu'on voit s'échapper des corps qui déflagrent , on peut se former quelque notion de ce qu'en renferment les matières combustibles.

Les matières incombustibles en renferment aussi considérablement. Si l'on expose durant des Exp. 81. heures entières au foyer d'un miroir réflexif une partie d'or , d'argent , de verre , de porcelaine , &c. , on sera surpris de la quantité qui s'en échappe.

Si les corps ne contiennent pas tous égale-

par leur moyen la quantité de ce fluide dont les différents corps sont imprégnés. Pour cela , il ne s'agiroit que de faire déflagrer dans le cône lumineux les différentes substances inflammables , & d'y exposer long-tems au foyer d'un miroir réflexif les diverses substances incombustibles.

Ce dernier procédé est une méthode bien simple de distraire des corps , du moins en grande partie, le fluide igné qu'ils contiennent ; méthode dont un célèbre Physicien de nos jours desiroit la découverte.

ment de fluide igné; le même corps n'en contient pas non plus toujours également; ce fluide sort & rentre , passe & repasse de l'un à l'autre , suivant les altérations qu'ils subissent,

Au reste il n'y est (1) qu'interposé ; car pour se fixer ou plutôt s'identifier à leur substance , il faudroit qu'il perdît toute son activité : mais l'expérience prouve qu'il y est sans cesse en mouvement , puisque leur température change sans cesse.

Loin de se fixer dans les corps , comme on le pense , le fluide igné n'agit que pour empêcher la cohérence absolue des parties de la matière : ce qui feroit bientôt de l'Univers une masse immobile , & anéantiroit tout mouvement ,

Nécessité du concours de l'air à la déflagration.

TOUT mouvement diminue par la résistance ; mais lorsque le milieu à traverser est élastique , il réagit sur le mobile & en continue l'action :

(1) C'est l'opinion des plus célèbres Chymistes , que le feu pur se trouve sur-tout combiné dans l'acide nitreux : mais à l'extrême facilité avec laquelle ce fluide s'échauffe , & au violent degré de chaleur qu'il acquiert lorsqu'on agite doucement le vase où il est contenu , on sent bien que notre fluide n'y est qu'interposé.

or il est un fluide destiné à favoriser le mouvement des globules ignés dans les corps qui déflagrent.

Le feu a besoin d'air : sans lui , il ne peut ni s'allumer ni s'entretenir ; car tout combustible , avec lequel il n'est pas en contact , ne s'enflamme jamais : si quelques substances semblent faire exception à cette loi générale , c'est qu'elles contiennent l'air nécessaire à leur déflagration.

Non seulement les combustibles ne s'enflamment point sans le concours de l'air ; mais ils s'éteignent : le brasier s'éteint promptement dans le vide ; le fer incandescent plongé dans l'éther s'éteint aussi-tôt ; la cire , la poix , la résine, allumées & plongées dans quelqu'huile essentielle , s'éteignent à l'instant ; enfin le bois enflammé s'éteint subitement dans les métaux fondus.

CE concours est nécessaire à bien des égards.

Le fluide igné en mouvement tend à écarter l'air qui l'environne , il en est donc comprimé : ainsi retenu dans son foyer comme par une sorte de reverberé , il peut moins se dissiper.

Que l'air résiste à l'expansion de ce fluide ; cela est hors de doute. *Si à l'aide d'un long tube , Exp. 82 , vous soufflez doucement sur un corps chaud , le fluide qui en émane y sera resoulé par l'impulsion de l'air : mais au lieu de souffler , si vous aspirez fortement ,*

ce fluide se précipitera dans (1) le tube où il trouve

*Exp. 83. moins de résistance. Il se précipitera avec plus d'im-
pétuosité encore dans le tuyau d'aspiration de la
machine pneumatique, si vous faites aller les pom-
pes. (Voy. Pl. VI, fig. 1).*

*Exp. 84. Voici des preuves plus directes. Lorsqu'on sus-
pend un petit boulet rouge sous un récipient de gla-
ces, & qu'on le présente aux rayons solaires ; on
voit l'atmosphère ignée s'étendre à mesure qu'on fait
le vide (2), & se resserrer à mesure qu'on laisse ren-
trer l'air. (Voy. Pl. VI, fig. 2).*

*Qu'elle se soit étendue autour du boulet : cela
est évident ; puisque ses bords ont perdu le vif
éclat qu'ils avoient à l'air libre, — éclat qui
tient uniquement à la densité des émanations
ignées & à leur figure sphérique, ainsi qu'on
l'a dit plus haut.*

A l'égard de l'éclat qui lui reste, il va tou-
jours en diminuant à mesure que notre fluide se
délaie dans l'air : enfin il disparaît lorsque la
capacité du récipient est tout à fait remplie
de ce fluide. Ce fluide lui-même ne s'y apper-

Exp. 85.çoit plus qu'on ne l'agite. Or, si on ménage à

(1) Il faut tenir le tube environ à six lignes du
corps incandescent.

(2) Il faut avoir soin de ne pas faire aller les pompes
trop fortement.

Pl. VI.

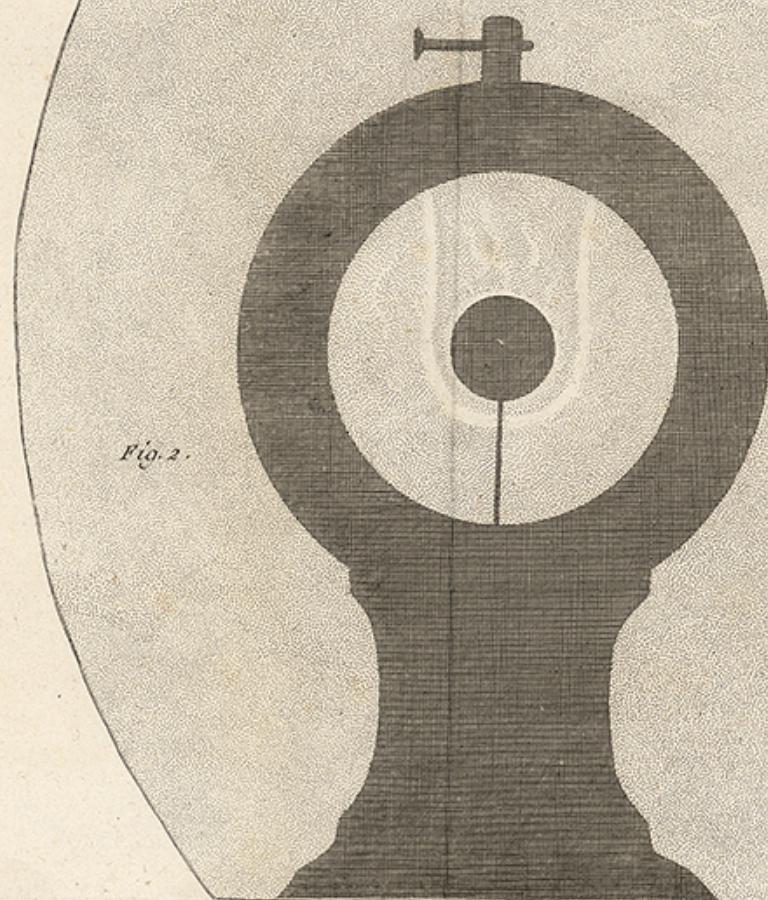


Fig. 2.

M^{me} Ponce exc.

Pag. 90.

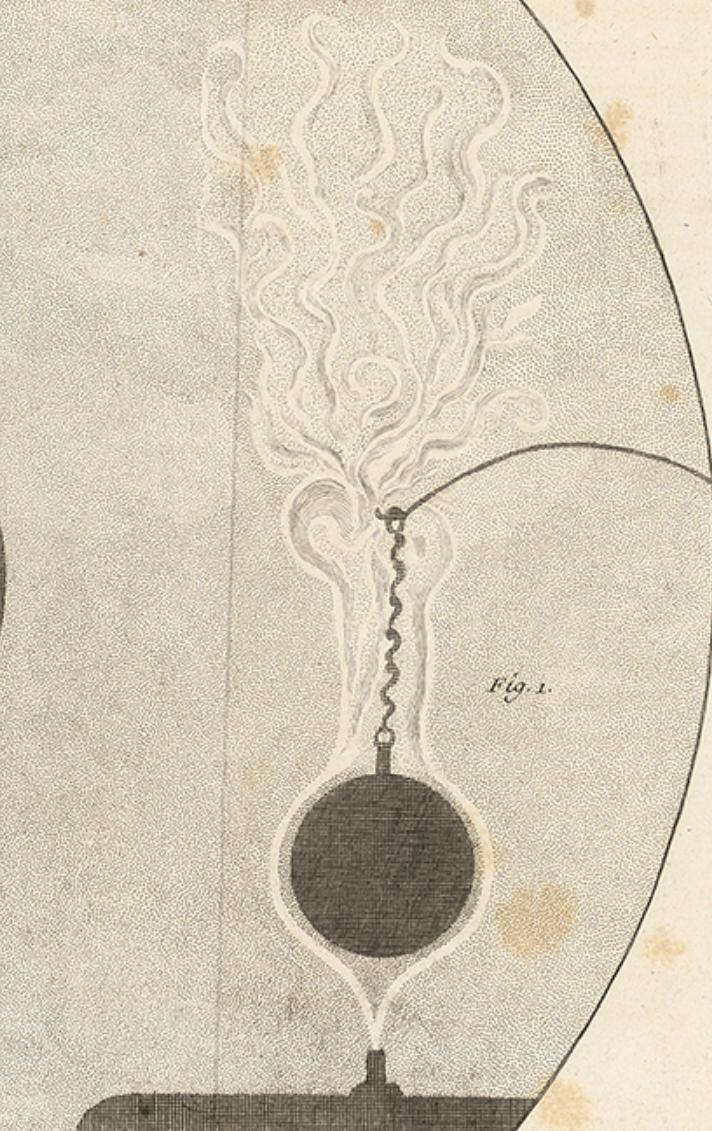
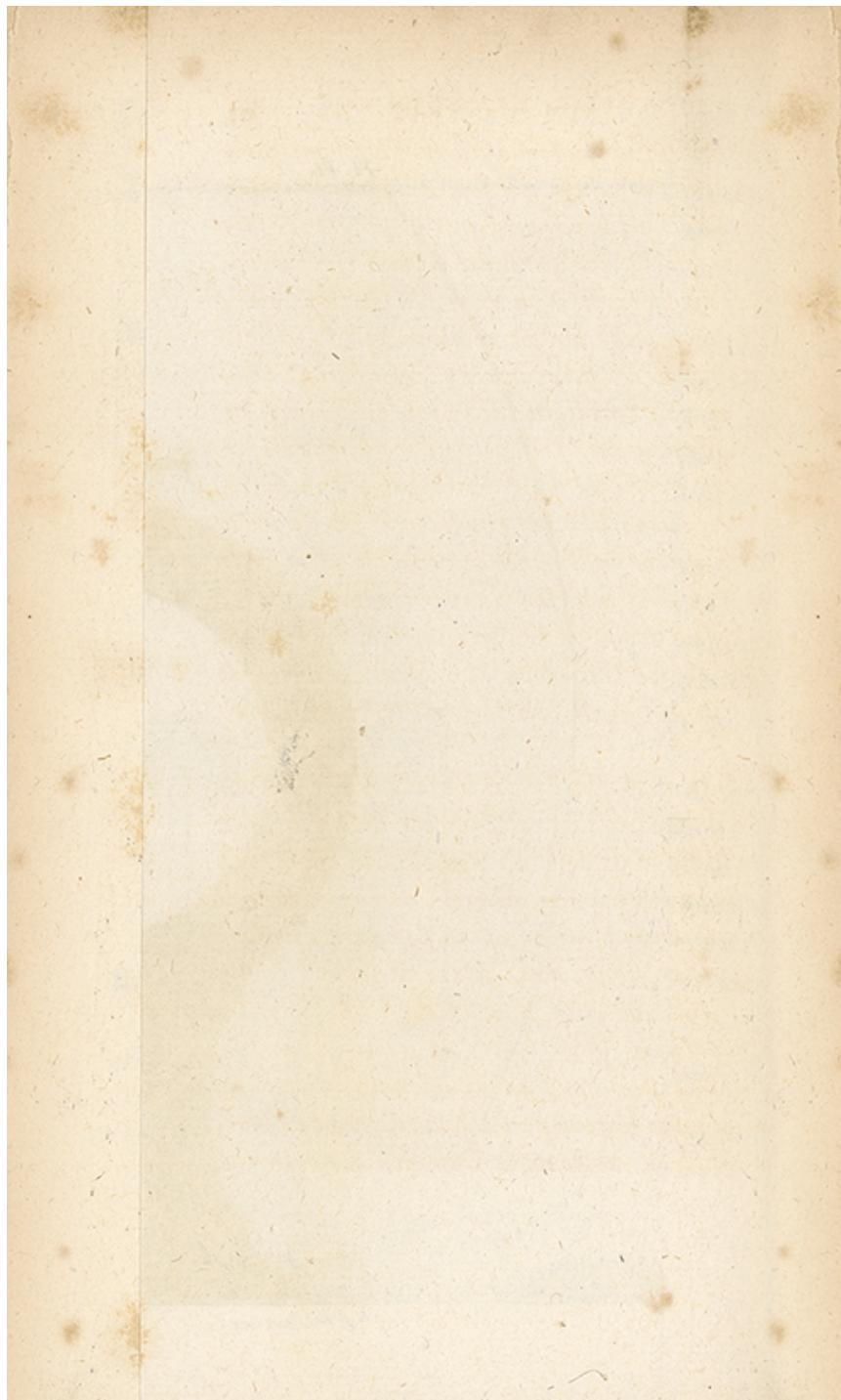


Fig. 1.



l'air extérieur un passage à travers un robinet garni de tuyaux ; à mesure qu'il finit de se précipiter dans le récipient , on le verra agiter le fluide igné , & former au sortir de chaque orifice un petit jet semblable à celui qu'on distingue au milieu de la flamme , lorsqu'on y pousse de l'air avec un tube.

Lorsqu'un de ces tuyaux est dirigé contre le bou- Exp. 86.

let , on voit l'air écarter de l'espace qu'il occupe les émanations ignées. Lorsque l'air se précipite sur ce Exp. 87.

boulet à travers un plus gros tuyau , il chasse au loin ces émanations qui l'environnent ; & le fluide qui en émane instantanément reparoît alors à la superficie avec tout son éclat : comme il arrive lorsqu'on expose ce boulet à un vent impétueux.

Enfin dès que l'air remplit le récipient , la sphère de Exp. 88.
notre fluide reparoît sous la forme ordinaire.

L'AIR n'est pas simplement nécessaire à l'action du feu , en tant qu'il oppose de la résistance à la force expansive du fluide igné ; car il agit puissamment par son ressort. Cela se voit au sim- Exp. 89.
ple mouvement oscillatoire de la flamme d'une chandelle , d'un tison , d'une mèche de soufre , renfermées dans une petite chambre noire , lorsqu'on en reçoit l'image sur un carton au travers d'une lunette. Cela se voit aussi au mouvement oscillatoire du Exp. 90.
jet du fluide igné qui part du centre de cette flamme , examinée au miroir concave un peu avant la réu-

nion des rayons au foyer. Et l'on se forme une juste idée de la manière dont l'air agit à cet égard, en examinant dans la chambre obscure la petite atmosphère qui environne cette flamme
Exp. 91. vacillante; mieux encore *en excitant doucement son feu avec un soufflet.*

Lors donc que par attrition les globules de ce fluide sont vivement agités dans un corps, ils s'entrechoquent avec violence; & de leurs chocs multipliés résulte le mouvement intestinal, principe de la chaleur. Si ce corps est de nature à fixer sur son tissu l'action de ces globules, ils y forment un centre d'activité; mais tour à tour poussés hors de ce centre, ils y sont refoulés par le ressort de l'air: ces globules reçoivent donc de nouvelles impulsions qu'ils transmettent à d'autres, & le mouvement augmente (1). Ainsi la flamme attachée au coin d'un bûcher se communique bientôt aux parties voisines, elle s'étend avec rapidité; déjà elle brille de toute part,

(1) On verra ci-après que c'est en vertu d'une force attractive, que le fluide igné se fixe sur son aliment. Or, une loi constante de l'attraction est d'augmenter en raison inverse de la distance. Prêts à se toucher, les globules ignés doivent donc se choquer avec plus de force, & être repoussés avec une force proportionnelle. Ainsi, à cet égard encore, leur mouvement doit nécessairement augmenter.

l'embrasement redouble, le bûcher n'est qu'un volcan , & ces masses solides s'écroulent en masses de feu.

Comme l'air réagit en tout sens ; sa pression au bas de l'atmosphère approche de celle d'une colonne de mercure de même base que la surface de l'aire du feu , & de 27 pouces de hauteur (1) : ainsi les globules ignés sont poussés les uns contre les autres avec une force équivalente à la pression instantanée de ce poids.

Mais ces globules agissent toujours par se-cousses inégales sur l'air (2) , qui de son côté réagit toujours proportionnellement : il y a donc au foyer un mouvement continual d'oscillations entre ces deux fluides : or plus l'action de l'un est vive , plus la réaction de l'autre est forte.

Pour que le feu s'entretienne , il faut pourtant qu'il y ait un certain rapport entre

(1) Le poids d'une pareille colonne n'est pas le même dans chaque région de l'atmosphère ; dans la même région , il n'est pas non plus le même en tout tems : mais la différence , entre la plus foible & la plus forte pression au bas de l'atmosphère , ne va guères qu'à un dixième.

(2) Cela vient de ce que le principe inflammable n'est pas toujours poussé avec la même abondance à la surface des combustibles , pour servir d'aliment au feu.

cette action & cette réaction : car l'énergie de la première surpassé de bien peu l'énergie de la dernière : *comme on le voit à l'extrême mobilité de notre fluide, lorsqu'on pousse un jet de flamme au chalumeau.*

Mais quel que soit le ressort de l'air libre ; jamais sa réaction ne tend qu'à favoriser l'action des globules ignés. Lorsqu'il a un courant, c'est autre chose. Trop violentes, ses impulsions entraîneroient nécessairement ces globules hors de leur sphère d'activité : aussi éteint-on le feu à force de vouloir l'exciter avec un soufflet (1). Leur violence cependant n'est relative qu'à l'étendue du foyer : car un vent impétueux , qui éteindroit une torche , augmente un incendie. Plus est juste le rapport entre l'action du fluide igné & la réaction de l'air ; plus l'ardeur du feu est vive : aussi le degré de chaleur , qu'on obtient d'un fourneau , dépend-il des proportions observées entre la capacité du corps & la grandeur des ouvertures qui y sont pratiquées.

Nous avons examiné séparément les effets du contrepoids & du ressort de l'air sur le feu : examinons à présent l'effet de ces causes combinées.

(1) Voyez cet effet dans la chambre obscure , en soufflant la flamme d'une bougie.

Plus est grand le contre-poids que l'air oppose à la force expansive du feu, moins le fluide igné peut se dissiper : d'une autre part, plus l'air a de ressort, plus les chocs que notre fluide en reçoit sont puissans, plus son mouvement est accéléré. Voilà pourquoi les combustibles brûlent d'autant mieux que l'air est plus froid, & qu'on renouvelle plus souvent l'atmosphère du foyer. Voilà pourquoi aussi un tison se conserve plus long-tems en hiver qu'en été, de nuit que de jour, à l'ombre qu'au soleil.

Le manque de contrepoids & de ressort doit donc produire des effets contraires. Aussi dans un air raréfié ne provient-il aucune étincelle brillante de la collision d'un morceau d'acier & d'un caillou. Aussi le soleil éteint-il un feu de tourbes en y dardant ses rayons. Aussi les combustibles ne peuvent-ils brûler long-tems dans l'air saturé de vapeurs. Aussi les seuls corps qui brûlent à vaifreau clos ou dans le vide sont-ils précisément ceux qui contiennent beaucoup d'air, comme le phosphore d'alun, la poudre à canon, & particulièrement le nitre; car ce sel est de tous les combustibles celui qui contient le plus d'air sous un moindre volume.

L'AIR est encore nécessaire à l'action du feu.

en tant qu'il fournit au fluide igné un milieu compressible, où il peut librement étendre sa sphère d'activité (1). Ce qui suppose de même un certain rapport entre la pression du premier & la force expansive du dernier ; car dès que cette pression devient trop grande, elle gêne cette force au point de lui ôter toute son activité : aussi les combustibles s'éteignent-ils bientôt dans un air renfermé où ils ont brûlé quelque tems.

Que leur extinction provienne de cette cause,
Exp. 94. plusieurs expériences le démontrent. *Lorsqu'on fait entrer la flamme d'une bougie dans un tube de verre minée, d'un pouce de diamètre sur six de longueur; à peine introduite, elle occupe presque tout l'espace.* Or, le tube agissant comme reverberé, bientôt la chaleur raréfie l'air ambiant ; le refroidissement de l'air diminué de la sorte, la flamme s'étend & s'allonge : d'une autre part, l'air du dehors étant plus dense se précipite dans cet espace raréfié, presse la flamme par sa base, & l'oblige
Exp. 95. de s'étendre encore. *Mais si l'on vient à fermer le bout supérieur du tube, l'air violemment dilaté*

(1) C'est en s'opposant à l'extension de cette sphère, qu'une épingle passée à petits points au travers d'un ruban de fil allumé, l'éteint dès que le feu y est parvenu.

par la flamme, ne pouvant s'échapper, la comprime violemment à son tour & l'étouffe. Ainsi, c'est en la comprimant à l'excès, ou plutôt en retrécissant peu à peu la sphère d'activité de notre fluide, qu'un air trop dilaté éteint la flamme (1).

Cet effet est bien sensible dans la chambre obscure. Placez une bougie sous un récipient de glaces Exp. 96, fixé sur son support par un écrou ; & à mesure que la chaleur augmentera l'expansion de l'air contenu, vous verrez cette sphère se resserrer par degrés. Quelquefois cet effet est subit, comme on le remarque dans la détonnation de certaines matières fulminantes. Lorsqu'on met le feu à un mélange exact d'une portion de soufre, de deux d'alkali fixe & de trois de nitre, l'explosion est si forte qu'il est presqu'impossible d'apercevoir la flamme ; aussi-tôt étouffée par la réaction de l'atmosphère.

Mais pourquoi, prête à s'éteindre, la flamme d'une bougie quitte-t-elle la mèche pour s'lever, même sous un récipient où l'air du dehors ne pénètre point ? Quelques nouvelles expériences vont éclaircir la question. Quand on fait entrer à moitié cette flamme dans un long tube

(1) Voilà pourquoi le brasier s'éteint dans de longs tubes ouverts aux deux bouts.

ouvert aux deux bouts, sa partie supérieure

Exp. 97. s'allonge & se retrécit extrêmement. Quand on l'y fait entrer tout à fait, vivement poussée vers sa base par l'air du dehors, elle quitte peu à peu la mèche jusqu'au sommet ; puis s'en détache tout à

Exp. 98. coup avec sifflement (1) : si la coupe du verre n'est pas égale, toujours la flamme commence, à se détacher près l'endroit écorné, c'est-à-dire, près l'endroit par où l'air commence à se précipiter dans l'es-

Exp. 99. pace raréfié. Quand on la fait pénétrer plus avant, l'air qui se précipite, trouvant dans la cire quelque obstacle à son entrée, n'a plus autant d'action, &

Exp. 100. la flamme se ranime un peu : mais après l'avoir introduite, quand on bouche immédiatement le haut du tube, elle s'aplatit par le sommet, diminue peu

Exp. 101. à peu, & s'éteint en se rapprochant de la base. En vain, l'ayant rallumée, essaie-t-on de la faire pénétrer dans ce tube bouché par le haut ; refoulée sur elle-même (2), elle ne fait plus que l'envelopper. C'est donc par une pression plus forte dans ses

(1) Cette expérience ne réussit qu'autant que le diamètre du tube est à celui de la mèche, à peu près dans le rapport de 9 à 2 : encore faut-il que la mèche ait besoin d'être mouchée.

Exp. 102. (2) L'air refoule alors si complètement le fluide igné, que lorsqu'on rabat sur la flamme d'une bougie un entonnoir très-court, dont on bouche le bout avec le doigt, on n'effetue aucune augmentation de chaleur.

Couches inférieures que dans ses couches supérieures , que l'air enlève la flamme.

Appliquons ce principe au cas dont il s'agit. La sphère d'activité qu'a la flamme à l'air libre ne change pas tout à coup dans l'air renfermé : or dès qu'on met la bougie sous le récipient , comme la chaleur est plus vive au haut que dans tout autre point de l'étendue de cette sphère (1) ; l'air commence déjà à s'y raréfier le plus , avant qu'on ait fait travailler la pompe. Ainsi refoulé vers les côtés , sur-tout vers la base , sa force expansive augmente(2) ; il comprime donc la flamme plus vivement , il la détache de la mèche , & l'oblige de se porter vers l'endroit où elle trouve le moins de résistance.

ENFIN l'air est nécessaire à l'action du feu ; en tant que par son moyen tout le phlogistique des matières inflammables , successivement poussé à la superficie , est réduit en vapeurs (3) pour

(1) Voyez l'article de la sphère d'activité du fluide igné.

(2) On s'assure de ces faits à l'aide d'un récipient percé de trois trous dans sa hauteur , à chacun desquels est lutté le tube recourbé de la boule d'un baromètre. Après avoir suspendu au milieu une très-grosse lampe à l'esprit-de-vin ; on le fixe sur son support par quelques coups de piston.

(3) Les baromètres doivent marcher également.

100 RECHERCHES PHYSIQUES
former de la flamme : aussi le bois , enveloppé
de limaille & exposé au feu dans un creuset ,
n'éprouve-t-il aucune altération.

ON envisage l'air sous un autre rapport ; on pense qu'il sert d'aliment au feu qui , en s'entretenant , l'absorbe , le consume & le détruit ; on fait même monter à cent pouces cubes la quantité consumée chaque minute à l'entretien d'une bougie. Mais l'air est inaltérable de sa nature , comme les autres principes des corps : si le feu l'absorbe , ce n'est qu'en apparence ; puisque renfermé sous une cloche de verre où brûle une bougie , il s'en échappe presque tout par les bords (1). Ce qui reste devient impropre à en-

(1) On constate ce fait en posant la cloche sur des cuirs mouillés , & garnissant de sable ses bords. D'ailleurs dès que la bougie est éteinte , la cloche reste adhérente à son support ; l'air qu'elle renfermoit s'est donc presque tout échappé : autrement , dilaté comme il le feroit par la chaleur , il feroit effort pour passer au dehors , & foulèveroit conséquemment la masse qui le comprime.

Si l'extinction de cette bougie étoit due à de l'air absorbé par la flamme , comme on le dit : « il s'ensuivroit » (observe avec raison un habile Physicien) qu'en introduisant sous la cloche une égale quantité d'air « à celle qu'on suppose avoir été absorbée , la lumière ne devoit pas s'éteindre ; cependant le cons

SUR LE FEU. TOI

Entenir la flamme : d'une part, les exhalaisons dont il est chargé affoiblissent puissamment son ressort; de l'autre, la chaleur augmente beaucoup trop sa pression (1).

» traire arrive plus promptément encore, lors même » qu'on fait entrer l'air de manière à ne pas causer d' » agitation ». D'ailleurs la flamme s'éteint sous un bocal par l'ouverture duquel elle peut librement communiquer avec l'air de l'atmosphère.

On a vu que la flamme d'une bougie, introduite jusqu'à sa base dans un long tube ouvert aux deux bouts, s'éteint presqu'à l'instant. Mais si on l'enfonce davantage, elle se ranime : ce n'est donc pas faute d'air qu'elle s'étoit d'abord éteinte puisqu'elle se ranime dans un air plus raréfié. Mais une preuve incontestable que ce n'est point faute d'aliment que la flamme s'éteint dans l'air où une bougie a brûlé quelque tems, c'est qu'elle s'éteint à l'instant même dans l'air chargé de phlogistique.

Reste la preuve la plus évidente de toutes. *Lorsqu'on Exp. 104. place sous un récipient quatre bougies pareilles, mais allumées à quelques minutes d'intervalle l'une de l'autre; presque toujours elles s'éteignent successivement; quelquefois les dernières restent allumées long-tems après l'extinction de la première: comment donc celle-ci se ferait-elle éteinte faute d'air; puisqu'il n'en manque pas pour entretenir la flamme de celles-là?*

(1) Objester, comme quelqu'un l'a fait, « qu'une bougie brûle bien dans un récipient rempli d'air qui a passé par un tube rougi », ne prouve rien; car en y passant avec rapidité, il contracte peu de chaleur.

G iiij

De la force expansive du fluide igné.

ELLE est bien démontrée, puisque le feu devient centre d'une sphère d'activité d'où il s'élançe de toute part.

Lorsque l'eau bout dans un matras placé sur un fourneau, après que la chaleur a fait éléver en petites bulles l'air qui pénétreroit la masse; on voit au fond du vaisseau des jets de feu se faire jour à travers les pores dilatés du verre, & s'élançer avec rapidité dans l'eau.

D'une fournaise ardente la flamme s'échappe de tous côtés.

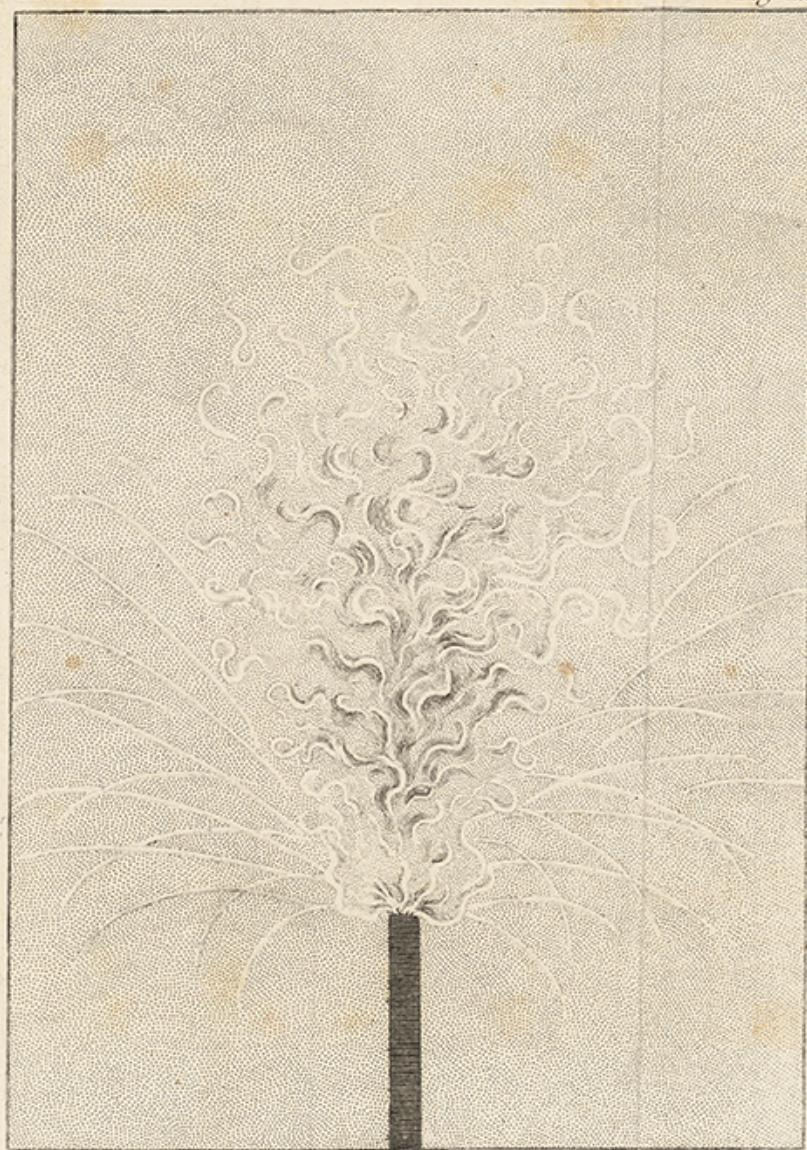
D'un pot d'artifice partent des millions d'étoiles.

D'un boulet rouge, suspendu par un chaînon,

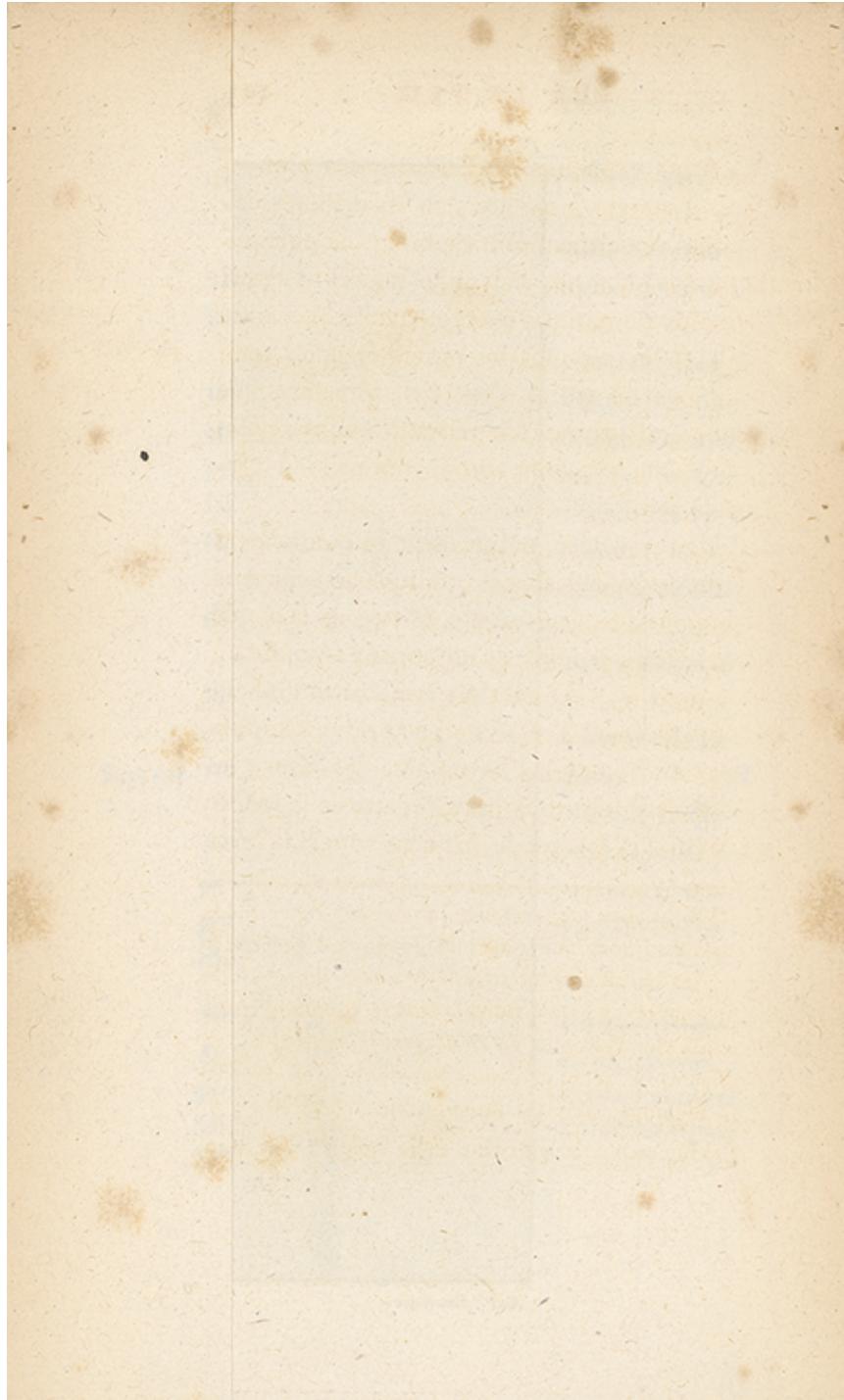
Exp. 103. émane autour une violente chaleur.

A ces preuves ajoutons-en une autre. Quand on fait brûler dans le cône lumineux une petite fusée de lance, on voit notre fluide sous la forme d'un grand jet lancer des flots de toutes parts. (Voyez Pl. V.).

& il la perd bientôt après. Pour conclure de cette expérience, il faudroit que l'air fût déjà fort chaud avant de passer par ce tube : mais les résultats feroient pour la thèse qu'on veut combattre.



Madame Ponce exc.



LA force expansive du fluide igné a plus ou moins d'énergie à mesure que les matières déflagrantes renferment plus ou moins de phlogistique, plus ou moins d'air, plus ou moins d'eau; elle a plus ou moins d'énergie encore, à mesure que le foyer est plus ou moins étendu; enfin elle a plus ou moins d'énergie, à mesure que sa sphère d'activité est plus ou moins resserrée (1): elle est donc proportionnelle à l'ardeur du feu.

Cette force vient uniquement du mouvement intestin des globules ignés, puisqu'elle augmente & diminue avec leur vitesse. Et rien de si simple à concevoir; il suffit qu'un corps en pousse un autre pour que cet effet ait lieu; or à l'instant que ces globules s'entrechoquent, l'impulsion se change en répulsion; & comme les choqs les plus violens sont toujours au centre de la sphère d'activité (2) lorsque le feu a un foyer, la force

(1) Si au lieu de s'étendre librement, notre fluide trouve au-dehors une résistance supérieure à celle de l'air; les obstacles font reverberer: ainsi les globules vont frapper les parois qui bordent le foyer, d'où ils sont réfléchis avec plus de force vers le centre; là, ils reçoivent de plus puissantes impulsions, & la chaleur augmente avec leur mouvement.

(2) Du centre de la flamme d'une bougie, d'un tison;

répulsive doit toujours devenir excentrique;
Ainsi la hue pressée entre deux vents contraires dont les directions sont parallèles, s'alonge de haut en bas sous la forme d'un cône renversé, tourne sur son axe, fait entendre au loin le bruit d'une mer violemment agitée, & jette autour d'elle un déluge de pluie & de grêle (1).

De la sphère d'activité du fluide igné.

L'AIRE en est toujours déterminée par la configuration des matières incandescentes ou enflammées ; mais l'intensité de la chaleur n'y suit pas une progression continue : souvent on ne fait que se chauffer à quelques lignes du point où l'on se brûleroit. A cet égard, on peut donc distinguer cette aire en deux sphères d'activité, — *sphère de feu & sphère de chaleur.*

Dans aucune toutefois l'énergie de l'action de ce fluide ne se déploie en raison inverse du quarré de la distance des corps dont il émane :

d'une mèche de soufre &c ; on voit toujours partir les jets de fluide igné les plus brillans : l'éclat de ces jets vient de leur densité ; or la densité des émanations ignées diminue toujours avec la chaleur, comme on l'observe dans la chambre obscure.

(1) Météore fort commun sur mer, connu sous le nom de *Trombe*.

toujours elle est plus grande dans leur région supérieure que dans tout autre point de leur étendue. *Une lame de plomb extrêmement mince fond Exp. 106 à six lignes au-dessus d'un boulet rougi à blanc, & ne fond point à trois lignes des côtés. Une allumette Exp. 107. s'allume à six pouces du sommet de la flamme d'une bougie (1), & ne peut s'allumer à quatre lignes de la base.*

La figure de la sphère de chaleur peut se déterminer à l'aide du thermomètre : mais la figure de la sphère de feu se voit dans la chambre obscure. On y observe qu'elle varie fort des corps enflammés aux corps incandescens. Dans ceux-ci , elle a moins d'étendue , particulièrement au haut où elle se retrécit & paroît suivre leur forme. Pour s'en convaincre , il suffit de Exp. 108. comparer l'image d'une mèche de soufre enflammé à celle d'une plaque de fer ardent de mêmes dimensions ; & l'image d'un corps enflammé quelconque à Exp. 109 celle d'un anneau , d'un boulet , d'un triangle de métal rougi à blanc.

D'où viennent ces irrégularités ? Une seule expérience va résoudre la question. *Lorsqu'on Exp. 110. suspend un petit boulet rouge sous un récipient de*

(1) Dans cette expérience , il faut empêcher que la flamme ne vacille , à l'aide d'un instrument convenable.

glaces (1); on voit, après plusieurs coups de piston, la sphère d'activité de notre fluide s'étendre d'une

(1) Comme il est très-difficile de se procurer un pareil récipient, toujours nécessaire à la netteté de l'image: on peut suppléer à cette expérience par une autre non moins décisive, faite avec le récipient de verre commun: peut-être même sera-t-elle mieux du goût des Lecteurs, en ce que le toucher y est substitué à la vue qu'on regarde comme un sens moins parfait.

Exp. 111. *Si donc on suspend au milieu un petit boulet rouge, en laissant ouvert le tuyau d'aspiration, le centre de la partie supérieure s'échauffera le plus; parce que la sphère d'activité de notre fluide conserve la figure qu'elle a en plein*

Exp. 112. *air. Mais si on y suspend ce boulet échauffé au même point;*

dès que le récipient adhère à son support, c'est la partie latérale qui s'échauffe le plus. Si on place ce boulet à égale

Exp. 113. *distance des côtés & du haut; ces parties acquerront à peu près le même degré de chaleur: pourvu toutefois que leur épaisseur soit égale: je dis à peu près; car comme les*

globules ignés ont un peu moins de poids que les globules aériens, la chaleur a toujours une petite nuance

de plus au haut du récipient qu'aux côtés, & sur-tout

Exp. 114. *qu'au bas: si à ce récipient on en substitue un de forme globuleuse, la chaleur paraîtra s'y répandre plus également encore. Dans le vide, cette sphère d'activité s'étend donc*

d'une manière uniforme autour des corps chauds d'où

le fluide igné s'échappe.

Exp. 115. *Lorsque le boulet reste toujours suspendu, on voit dans*

la chambre obscure cette sphère s'étendre au-delà des parois

du récipient.

manière uniforme autour du boulet (1). Cet effet s'apperçoit beaucoup plutôt, lorsqu'on renferme Exp. 116; le boulet rouge dans une boîte de métal froid : car alors le fluide igné ne commence point par plus raréfier l'air au haut que dans tout autre point de sa sphère d'activité. Or, sous ce récipient, l'air n'étant plus comprimé par celui du dehors, se met en équilibre avec lui-même, & devient partout d'égale densité, d'égal ressort. Dans un corps également chaud, la force expansive du fluide igné est donc la même en tout sens; ainsi la figure, qu'affecte à l'air libre la sphère de feu, dépend de l'inégale pression du milieu qui environne.

On fait que cette pression augmente toujours avec la hauteur de la colonne de l'atmosphère, le fluide igné ne trouve donc pour s'échapper nulle part moins de résistance qu'au haut. D'a-

(1) Si cet effet est moins marqué dans les corps enflammés que dans les corps incandescens; cela tient à diverses causes déduites à l'article, *Nécessité du concours de l'air à la déflagration.*

Quoique peu marqué, il ne laisse pourtant pas que d'être sensible encore. Quand on met une bougie allumée sous le récipient; après quelques coups de piston, elle brûle d'abord comme à l'ordinaire; mais bientôt sa flamme diminue peu à peu, en s'arrondissant & se repliant sur son centre: parvenue à ne former autour de ce point qu'un très-petit volume, elle s'éteint tout à coup.

près cela, on conçoit bien que lorsqu'il s'échappe du bas d'un corps incandescent, il forme une légère saillie, & s'écoule le long des côtés pour s'élever ensuite perpendiculairement, — direction qu'il garde tant que sa force excentrique équivaut la pression latérale de l'air qui l'environne: autrement cette portion de sa sphère d'activité se retrécit.

D'un autre côté, tant que sa force excentrique surpasse la résistance qu'il éprouve de la part de la colonne supérieure de l'atmosphère, il s'écoule à flots pressés sous la forme d'un seul jet: mais dès qu'elle cesse de la surpasser; replié sur lui-même par la réaction de l'air, il se divise en plusieurs jets. Cette réaction, trop faible pour arrêter leur cours, suffit cependant pour le détourner: & comme ces jets perdent peu à peu de leur mouvement, leur direction doit devenir curviligne. C'est ainsi qu'un projectile lancé horizontalement dans l'air, commence à décrire une courbe, dès que l'impulsion reçue cesse d'être supérieure à la résistance de l'atmosphère, & à l'action de la force qui le fait graviter.

Bien que divisés de la sorte, leur force n'est pas épuisée; elle continue donc de s'exercer, mais suivant la nouvelle direction qu'ils ont prise: aussi les voit-on tourbillonner en tout

sens, & toujours avec d'autant plus de vélocité que la chaleur est plus grande.

Puisque la figure qu'affecte en plein air la sphère d'activité de notre fluide tient à l'inégale pression du milieu ambiant ; elle ne fauroit être la même dans les différentes régions de l'atmosphère : dans la même région , elle ne fauroit être la même non plus : or , plus est grand le ressort de l'air , plus elle doit se resserrer : plus il est petit , plus elle doit s'étendre. Au reste son étendue n'est proportionnelle qu'à l'ardeur du feu ; puisqu'elle n'augmente point avec le volume (1) des corps en état d'i-

(1) Autour d'un boulet de cuivre du poids de deux onces , Exp. 118^e échauffé jusqu'au rouge-cerise , cette sphère s'étend à une ligne & demie ; excepté au sommet , où elle s'étend à quelques pouces. Autour & au sommet d'un boulet de cuivre du poids Exp. 119^e de huit onces , échauffé au même point , elle n'a que la même étendue.

Autour d'un boulet de fer du poids de six onces & rougi Exp. 120^e à blanc , elle s'étend à deux lignes ; excepté au sommet , où elle s'étend à plusieurs pouces. Autour & au sommet d'un Exp. 121^e boulet de fer du poids de deux livres , & rougi au même point ; elle n'a que la même étendue.

Autour de la flamme d'une chandelle , elle s'étend à trois Exp. 122^e lignes ; excepté au sommet où elle s'étend à dix pouces. Autour Exp. 123^e de la flamme d'un tison , d'un bouchon de paille , d'un flambeau ; elle n'a que la même étendue.

Mais elle en a une un peu plus grande , autour de la Exp. 124^e

110 RECHERCHES PHYSIQUES

gnition : & cela doit être ; car si le feu consiste en un violent mouvement intestinal des globules ignés , & si leur force expansive est une suite nécessaire de ce mouvement , comme cela est démontré ; plus ils ont de vitesse , plus ils doivent repousser au loin l'air qui s'oppose à leur expansion.

Mais comme l'air n'est jamais assez dense pour refouler tous ces globules vers le corps d'où ils émanent , ils s'échappent en grand nombre entre ses interstices : ce sont ceux - ci qui font la sphère de chaleur , dont la figure dans tout corps qui déflagre suit toujours celle de la sphère de feu.

Quant aux corps en état d'incandescence , cela est différent. La chaleur du brasier est moindre

flamme d'une mèche de soufre , d'un morceau de phosphore , d'un vase rempli d'esprit-de-vin.

On s'assure de ces distances en approchant des corps enflammés ou incandescens un poinçon , jusqu'à ce que son ombre touche à l'image des flots de fluide igné qui s'échappent : mais il ne faut regarder comme portion supérieure de la sphère de feu , que le cylindre formé par notre fluide avant qu'il se divise en plusieurs jets. Au reste lorsque j'ai fait cette table , le thermomètre étoit à 24 degrés & le baromètre à vingt-six : j'indique ici l'état de l'air dans ma chambre obscure ; & l'on en fera bien la raison.

que celle de la flamme (1) : mais sa sphère est bien plus étendue ; car notre fluide, moins retenu sur son aliment dans le charbon consumé que dans le bois enflammé, s'étend plus librement, & se dissipe davantage.

Son étendue néanmoins n'est pas proportionnelle à l'intensité de la chaleur. Aussi ne doit-elle pas l'être ; car moins le fluide igné a de force expansive, moins il frappe l'air vivement, moins l'air réagit avec force : au lieu d'être refoulés dans leur sphère d'activité par la réaction du milieu, ses globules ne sont la plupart que détournés de leur direction par la résistance qu'il leur oppose ; ils s'échappent donc entre ses interstices où ils trouvent plus librement passage, & ils se délaient plus aisément dans sa masse (2).

La chaleur du brasier se dissipe plus également

(1) Entre cent expériences qui constatent cette vérité, bornons-nous à celles-ci.

Une paille s'allume à deux pouces du sommet de la flamme Exp. 125.
d'une bougie ; tandis qu'elle ne s'allume que par le contact
du brasier consumé.

L'amianthe en petits faisceaux ne subit aucune altération sur un fer rougi à blanc ; elle se consume à la flamme d'une chandelle. Exp. 126.

(2) Cet effet est bien marqué dans la chambre obscurée.

par tous les points de sa sphère : celle de la flamme se dissipe sur-tout par le haut ; parce que le fluide igné , retenu sur son aliment dans le jet lumineux , ne trouve pour s'échapper nulle part moins de résistance qu'au sommet (1). Voilà pourquoi à distance égale un linge mouillé fêche moins vite , devant la flamme d'un fagot que devant un brasier : voilà pourquoi aussi

Exp 127. ce même linge , étendu au-dessus de cette flamme , prend feu à une plus grande distance que celle où il ne faisoit d'abord que sécher.

De la manière d'agir du fluide igné.

UN auteur célèbre (2) pense que le feu agit sur les corps par sa vitesse , son volume , sa masse ; & que chacune de ces manières d'agir produit sur les mêmes substances des effets différens : « on calcine , ajoute-t-il , par l'un de » ces moyens ce que l'on fond par l'autre ; on » volatilise par le dernier ce qui paroît réfractaire au premier , ensorté que la même matière donne des résultats très-peu semblables ». Cependant comme le feu n'est produit que par

(1) Voyez l'article de *la forme de la flamme*.

(2) Voyez *Supplément à l'hist. nat.* vol. I , pag. 75 ; édit. in-12.

le mouvement intestin d'un fluide particulier, la différence de ses effets ne peut être tirée que de la différence de sa vitesse.

Il est vrai que le fluide igné doit toujours être en quantité suffisante pour agir sur le corps entier soumis à son action ; mais passé cela, toute quantité excédente devient superflue (1) : aussi l'étain, le plomb, l'argent, &c., ne fondent-ils pas plus vite au milieu des flammes qui s'élèvent d'une grande surface d'esprit-de-vin, que si cette surface n'eût pas la dixième partie d'étendue. Le feu n'agit donc point par son volume.

Il n'agit pas non plus par sa masse. Le seul exemple qu'on donne du contraire est illusoire : c'est la lumière, non le feu, qui se trouve réunie au foyer d'un miroir ardent. Toutefois à supposer que le feu pût agir de cette manière, son action sur les corps se borneroit à les pousser & à les déplacer, comme fait un mobile qui en choque un autre, ou plutôt comme font les rayons solaires rassemblés. Mais puisque c'est seulement en pénétrant les corps, je veux dire,

(1) Une preuve incontestable que la quantité de ce fluide n'ajoute rien à son action : c'est qu'on le voit encore s'échapper à grands flocons des corps qui n'ont plus qu'un léger degré de chaleur : mais alors son mouvement est prodigieusement ralenti.

en s'agitant dans leur tissu que le fluide igné les dilate, les volatilise, les consume; il est clair qu'il n'agit sur eux que par le mouvement de ses globules.

S'IL est des cas qui semblent faire exception, c'est lorsque les globules ignés sont en trop petit nombre pour agir sur tous les points d'un corps: voilà pourquoi la flamme légère, qui s'élève d'abord de l'esprit-de-vin, du phosphore, du soufre, &c, n'a pas autant d'activité; car avant que ces matières aient été mises en ébullition, il s'en dégage peu de phlogistique (1). Voilà pourquoi aussi le blanc-d'œuf qui se coagule dans l'eau, échauffée au 45^e degré de l'échelle de Reaumur, ne commence à se coaguler à l'air que lorsque sa température est au-dessus de 68 degrés. Or, l'air—milieu plus rare que l'eau touche les corps en moins de points: dans ce cas la vitesse des globules ignés doit suppléer à leur nombre (2).

(1) La flamme du soufre, allumé en plein air à l'aide d'un juste degré de chaleur, est si rare qu'elle paraît au grand jour, sous la forme d'une légère vapeur blanche, & à l'obscurité sous celle d'une légère lueur indigo.

(2) Le tems que mettroit le blanc d'œuf à se coaguler dans différens liquides également chauds, feroit un assez bon moyen de connoître la quantité de fluide

Ne nous contentons pas de ces inductions, il est des preuves directes. Ce n'est qu'en augmentant le mouvement de notre fluide par les vibrations de l'air, que les soufflets, les trompes, les ventilateurs, les tuyaux d'aspiration, augmentent l'ardeur des flammes. A mesure que ces vibrations sont plus vives, le feu devient plus dévorant : d'où l'on peut conclure que son activité, sa violence, son ardeur, consistent dans la vitesse des globules ignés.

Si le feu acquiert plus d'activité dans un grand foyer que dans un petit, toutes choses égales d'ailleurs ; c'est que le mouvement de ces globules s'y développe davantage par des chocs plus multipliés : ainsi leur force expansive étant plus considérable, & la réaction de l'air plus puissante, le mouvement intestin doit être plus vif.

QUAND on compare la force qu'acquiert le feu par l'action de l'air, à celle qu'il acquiert par l'action de la lumière, on se convainc qu'elle n'est proportionnelle qu'à la vitesse du mouvement du fluide igné.

On a cherché à déterminer le rapport des rayons qui tombent sur la surface concave d'un

igné que ces liquides contiennent : car il n'y a que ce fluide qui pénètre la coque de l'œuf immergé.

Hij

miroir ardent à ceux qui se trouvent réunis au foyer. Mais quoiqu'on ne puisse le déterminer au juste, il ne paroît pas que le feu du soleil (comme on dit) augmente en raison de sa masse: foible dans tout autre point du cône lumineux, il n'est dévorant qu'au sommet. Ainsi l'intensité de la chaleur qu'excitent les rayons solaires ne dépend pas de leur nombre; mais de leur réunion assez intime pour ne pas permettre au fluide igné de s'échapper: car dès qu'il trouve librement passage entre leurs interstices, il ne produit presqu'aucune chaleur.

Ce n'est pourtant pas qu'il ne faille tenir aucun compte de leur nombre: mais si un grand miroir produit de plus grands effets qu'un petit, c'est parce que les rayons solaires, à densité égale, ayant un plus grand foyer dans le premier que dans le dernier, il y a plus de fluide igné mis en mouvement: or ce fluide peut agir sur une plus grande partie des corps soumis à son action, & il s'échappe moins librement du centre de sa sphère d'activité.

Il est donc prouvé que le fluide igné n'agit que par le mouvement de ses globules.

Des différens états par où le feu fait passer les corps.

JUSQU'A présent nous avons éclairci plusieurs

phénomènes inexplicables par l'hypothèse commune ; les autres ne s'expliquent pas moins facilement , comme on va le voir. Rendons ici raison des différens états par où le feu fait passer les corps soumis à son action ; & pour mettre de la méthode dans notre travail, borrons-nous aux résultats généraux.

L'action du fluide igné sur tous les corps est identique ; mais ses effets sur un même corps dépendent de la vitesse de son mouvement intérieur ; & relativement à ses degrés de vitesse , cet être toujours le même paroît un être différent.

Le feu dilate les corps sur lesquels il agit , il divise leur tissu ; il les fond , les volatilise , les dissout , les calcine & les consume.

De la raréfaction de l'air.

LE fluide igné par sa force expansive surmonte aisément la pression de l'atmosphère ; ainsi il écarte en partie l'air qui environne son foyer (1) : ce qui reste dans l'aire qu'il parcourt n'a donc plus la même densité.

De la dilatation des solides & des liquides.

TANT que ce fluide n'a qu'un foible mouve-

(1) Voyez l'article *de la sphère d'activité du fluide igné.*

ment intestin, il pénètre doucement les corps, il s'agit en tout sens dans leur tissu, & cause un léger écartement de leurs parties constitutives ; les points de contact deviennent donc moins nombreux, les jonctions moins exactes, la cohérence moins forte ; & toujours d'autant moins que ces parties forment naturellement un tissu plus lâche, qu'elles sont plus mobiles, plus légères. Voilà pourquoi, par le même degré de chaleur, l'étain se dilate plus que l'argent, l'argent plus que l'acier : voilà pourquoi aussi le mercure se raréfie moins que l'eau, & l'eau moins que l'éther.

De la fusion.

MAIS au lieu d'écartier un peu les parties intégrantes des solides, le fluide igné les désunit tout à fait, lorsque son mouvement vient à augmenter : c'est ce qui arrive aux substances fusibles.

Pour mettre une matière en fusion, il faut que la force du feu surmonte celle de l'adhérence (1) ; un corps est donc d'autant moins

(1) On ne doit pas attribuer l'adhérence uniquement à l'attraction. Sans doute, le principe qui porte les corps à s'unir s'oppose ensuite à leur désunion ; mais il ne s'y oppose pas seul ; l'air concourt à produire cet

fusible que ses parties intégrantes adhèrent davantage les unes aux autres : aussi faut-il un plus grand coup de feu pour mettre le fer en fusion que le cuivre , le cuivre que l'or , l'or que l'étain , &c.

effet , tant qu'il n'environne pas un corps de tous côtés.

On fait bouillir de l'eau dans le vide par la vapeur d'un bain d'eau non bouillante : un degré de chaleur trop faible pour la faire bouillir , chargée de la pression entière de l'atmosphère , suffit donc pour la faire bouillir , lorsque cette pression vient à diminuer.

C'est aussi à cette dernière cause qu'on doit rapporter le phénomène suivant , mal-à propos rapporté à l'attraction. Une plaque lisse , en repos sur un plan uni , s'en détache d'abord au moyen d'un contre-poids égal : mais après l'avoir fait glisser plusieurs fois de suite , il faut pour la détacher un plus grand contre-poids , & toujours plus grand qu'elle a glissé plus long - tems. D'où vient cette plus forte adhésion ? car un corps pese toujours avec tout son poids sur le plan qui le porte. De ce que le fluide igné , mis en mouvement par l'attrition , exclut en partie l'air intermédiaire , & augmente par conséquent la pression de l'air extérieur. Plus il y a d'air exclu , plus l'adhésion augmente : lorsqu'il l'est totalement , l'adhésion est extrême. Ainsi quand on polit une lentille dans un bassin , si la potée vient à secher , ces pieces s'échauffent extrêmement ; & dès que la chaleur en a chassé tout l'air intermédiaire , elles sont si adhérentes l'une à l'autre , qu'on ne peut les séparer sans les rompre.

H iv

De la volatilisation.

L'ANTIMOINE, le zinc, le bismuth, le nickel, le soufre, la cire, le camphre, &c, tenus en fusion dans le vide, ne perdent rien de leur poids, quel que soit le degré de chaleur qu'on leur applique : mais à l'instant qu'on découvre le creuset ils s'enflamment, se consument ou se volatilisent. Ainsi les mixtes n'éprouvent aucune décomposition dans le feu, tant qu'ils sont à couvert de l'impression de l'air.

A la rigueur, les corps sont tous volatils, même l'argent, l'or, la platine ; puisqu'ils se réduisent en vapeur au foyer d'un miroir ardent (1).

(1) L'argent, l'or, la platine se volatilisent au foyer d'un miroir ardent, non au feu de réverbère le plus actif. Or, le feu chasse l'air de sa sphère d'activité, avec d'autant plus de force qu'il a plus d'ardeur. Si donc l'air est absolument nécessaire à la volatilisation ; comment peut-il agir au foyer du miroir ? Cette objection, loin de faire contre mon système, sert à mieux en établir la vérité.

J'ai prouvé que les rayons solaires n'ont eux-mêmes point de chaleur, l'air ne doit donc pas être exclu du cône qu'ils forment. Au sommet de ce cône, ils excitent une chaleur extrême, il est vrai ; mais au sommet seulement : l'air circule donc tout autour, prêt à recevoir les particules métalliques chassées au loin par le mouvement excentrique des globules ignés.

Dans la fusion, les parties du mixte sont libres de cohérence: dans la volatilisation, elles sont poussées hors de leur sphère d'attraction: ce qui suppose la force expansive du feu de beaucoup supérieure à la force attractive des molécules de la matière.

LE plus ou le moins de volatilité des corps vient de trois causes; du plus ou moins d'adhérence entre les parties constitutives, du plus ou moins de prise que ces parties donnent aux globules ignés (1), du plus ou moins de résistance qu'elles leur opposent par leur poids: la première tient à l'attraction, la seconde à la forme, la troisième à la gravité (2).

L'influence de ces causes sur tous les corps n'est pas égale, pas même proportionnelle.

Quant aux plus volatils, les deux dernières

(1) Ce n'est pas en vertu de son affinité avec certaines matières que le feu entraîne leurs particules dans son mouvement, comme l'ont pensé quelques Physiciens; car cette affinité est très petite avec l'eau, qui pourtant s'évapore à un bien léger degré de chaleur: elle est très-grande avec le soufre, qui toutefois se volatilise plus difficilement que l'eau; elle est grande aussi avec les chaux métalliques, qui sont de la plus grande fixité au feu.

(2) Voyez à ce sujet la note (2) de la page 61.

agissent peu; car il y a moins loin du degré de chaleur nécessaire à l'évaporation de l'eau, de l'esprit de sel, de l'éther, &c, au point de leur congélation; que du point de leur congélation à celui du plus grand froid possible.

Quant aux plus réfractaires, il n'y a rien de réglé à cet égard; dans les uns, l'extrême résistance qu'éprouve le feu tient à la première de ces causes; aux deux dernières, dans les autres; le fer, dont la fusion demande une si violente chaleur, se volatilise à l'aide de quelques degrés de plus; tandis que l'or, dont la fusion est beaucoup plus facile, reste fixe dans un fourneau de reverberie.

Comme on ne connoît point de corps parfaitement simples, on ne sauroit déterminer au juste la force de l'attraction sur chaque élément; mais dans les mixtes, elle tient à la combinaison de leurs principes élémentaires.

LE plus ou le moins de prise que les parties d'un corps donnent aux globules ignés dépend de leur configuration, & cette prise est toujours moindre qu'elles approchent davantage de la forme globuleuse.

ENFIN le plus ou le moins de résistance que ces parties opposent par leur poids aux globu-

les ignés vient de la différence de leur masse.

A l'égard des mixtes qui ne subissent aucune décomposition en se sublimant, à peine peut-on juger de la masse des parties intégrantes dans quelques cas particuliers (1): à l'égard de ceux qui se décomposent, le plus ou moins d'aptitude à la volatilisation paraît tenir absolument à la nature de leurs principes, A ce sujet voici ce qu'on a observé. Le principe terreux est le moins volatile de tous; ensuite le salin, puis l'aqueux, enfin l'inflammable : table de volatilité qui suit exactement celle de leur pesanteur spécifique.

C'EST par l'intermédiaire des derniers, que les premiers se volatilisent en plein air, au moyen d'une chaleur modérée. Le zinc se sublime entier sur un petit feu: or il est clair que c'est au phlogistique qu'il doit sa volatilité, puisque sa chaux est si fixe; comme il lui doit sa fusibilité, puisque sa chaux est si réfractaire. C'est à l'aide aussi du principe inflammable, que les chaux métalliques (2) se réduisent en fleurs. C'est

(1) Ainsi (par exemple) la masse des molécules de l'argent & de l'or est plus grande que celle des molécules du mercure,

(2) Par la calcination, les métaux ne perdent guères que de leur principe inflammable; puisqu'on les révive à l'aide de la simple addition de ce principe.

à l'aide de l'eau pareillement que les acides concentrés s'évaporent, & que divers sels se subliment.

Mais l'eau & le phlogistique doivent eux-mêmes leur volatilité à l'air ; car sans cet intermédiaire, ils sont de la plus grande fixité au feu : l'air est donc de tous les corps celui sur lequel le fluide igné a le plus de prise, celui dont les corpuscules lui opposent le moins de résistance, celui en un mot qu'il entraîne avec le plus de facilité dans son mouvement intestin.

Pour se volatiliser, les corps ne demandent pas tous même quantité d'air : mais chacun en demande d'autant moins qu'il en contient davantage : aussi le zinc se sublime à vaisseau clos, & l'acide nitreux se réduit en vapeurs dans le vide.

La volatilisation des corps est donc d'autant plus prompte que la chaleur est plus violente, & le ressort de l'air plus considérable.

De l'évaporation.

ON vient de voir comment les solides se volatilisent, voyons comment les liquides s'évaporent (1).

(1) On pense assez généralement que l'air élève les

C'est toujours le fluide igné en mouvement qui pénètre ces corps, qui les divise, les atténue, & détache leurs molécules; mais dans l'évaporation ce fluide n'agit pas seul, il lui faut un agent; cet agent c'est l'air, car les liquides purgés d'air ne s'évaporent point sur le feu, dans un vaisseau aussi purgé d'air & scellé hermétiquement (1). L'air agissant donc à leur su-

vapeurs en vertu des loix de l'hydrostatique; & qu'il les tient suspendues, lorsqu'elles se trouvent en équilibre avec lui. Cette opinion n'est pas fondée, puisque l'air est beaucoup moins pesant que l'eau: or si la pesanteur spécifique de l'eau est à celle de l'air (au point de densité qu'il a au bas de l'atmosphère) à peu près ce que 850 est à 1; plusieurs molécules d'eau, quelques petites qu'elles soient, feront toujours plus pesantes que le volume d'air auquel elles correspondent. D'ailleurs ce système n'explique point comment les vapeurs se forment.

(1) Après avoir versé de l'acide vitriolique concentré dans une phiole à moitié remplie de sel commun; dès qu'on en approche la main, on voit de légères vapeurs s'élever à la surface de la liqueur: mais après avoir pompé l'air de la phiole, l'évaporation cesse presqu'entièrement.

Après avoir renversé un matras à très-petit cou, rempli d'eau purgée d'air; si on le vide à moitié, & qu'on le bouche avec soin: exposé au feu, l'eau ne s'évaporera plus.

Quand on expose à une très-vive chaleur un baro-

perficie reçoit dans ses interstices les molécules qui ont abandonné la masse , il les entraîne dans son mouvement , & les tient suspendues (1).

C'EST ici le lieu de parler d'un phénomène qui a long-tems fait crier au prodige : le voici. L'eau s'évapore sur un petit feu , au milieu d'une fournaise elle reste fixe. Quelque singulier qu'il paroisse , il est aisé d'en rendre raison. Dans l'eau bouillante , les globules ignés poussent les globules aqueux , & en sont poussés :

mètre purgé d'air , le mercure bouillonner sans s'évaporer.

Dans un vase de verre à moitié rempli d'éther saturé d'acide vitriolique , si on fait passer des bulles d'air au travers du mercure qui le confine ; à l'entrée de chaque bulle , on verra s'élever de légères vapeurs : c'est donc l'air qui les élève.

(1) Lorsqu'on plonge une bougie allumée dans la petite atmosphère de vapeurs qui s'élèvent des liquides en fermentation , elle s'y éteint à l'instant , & la fumée y reste suspendue. Cette fumée fait plusieurs virevoltes , & s'étend ensuite par couches horizontales.

Lorsqu'on agite cette petite atmosphère , les vapeurs poussées au-dehors s'abattent ; mais elles s'abattent plus vite encore , dès qu'on bouché le vaisseau : c'est donc au mouvement excentrique du fluide igné , produit par la fermentation , qu'on doit attribuer la suspension des vapeurs.

mais tout se réduit à de simples impulsions réciproques, car ces globules ronds & lisses n'ont d'ailleurs point de prise les uns sur les autres. Ainsi à l'instant que les derniers cessent d'être poussés, abandonnés à leur propre poids, ils retombent pour se réunir à la masse ; les premiers ne fauroident donc les entraîner dans leur mouvement. Ce qui est impossible au fluide igné, ne le feroit point à l'air ; si l'air n'étoit chassé de la sphère d'activité du feu (1), ou par son ressort il tend à se précipiter. Dans un petit foyer, cette sphère est trop peu étendue pour envelopper le vase où l'eau bout : d'ailleurs les globules ignés qui ont pénétré la masse sont trop peu nombreux, & leur mouvement est trop foible, pour exclure tout à fait l'air ambiant ; ce qui en reste agit donc à la surface du liquide, & emporte les molécules qui en sont détachées. Au lieu qu'au centre d'une fournaise ardente, ces globules sont si nombreux, & leur mouvement est si vif, qu'ils excluent entièrement l'air (2) : ainsi l'eau n'y est plus soumise

(1) Cet effet devient très-sensible dans la chambre obs- Exp. 128
cure, en poussant de l'air avec un chalumeau sur un corps incandescent.

(2) De ce qu'un vase rougi à blanc n'est pas parfaitement purge d'air, on a conclu que le feu ne fait que raréfier ce fluide : la conséquence porte à faux ; car ici

qu'à notre fluide dont l'action se borne alors uniquement à la faire bouillonner.

Exp. 129. *Mais vient-on à rétablir la communication entre le vase & l'atmosphère à l'aide d'un long tube ; toute l'eau s'évapore à l'instant.*

Après ce que nous venons de dire, cet autre phénomène n'a plus rien qui étonne. Quand on verse quelques gouttes d'esprit-de-vin sur un fer incandescent, elles prennent la forme de petites bulles, & roulent de tous côtés sans s'évaporer : mais parvenues aux endroits qui commencent à refroidir, aussi-tôt elles se résolvent en vapeurs. Un fer dans l'état d'incandescence exclut l'air ambiant, & l'esprit reste fixe : mais l'air se précipite sur les endroits moins chauds, & l'esprit s'évapore.

Pour éléver les vapeurs, l'air agit sur les corps en raison de sa température : il agit aussi en raison de sa pureté, car en se chargeant de vapeurs, il fait l'office d'éponge ; il s'en imprègne donc peu lorsqu'il s'en trouve déjà chargé, & il ne s'en imprègne plus lorsqu'il en est saturé.

le centre de la sphère d'activité du feu est aux parois du vase, & la circonférence au milieu. Or c'est à la circonférence seulement que se trouve encore un peu d'air ; & c'est-là aussi qu'il doit s'en trouver.

Dt

De la calcination.

LE mouvement intestin du fluide igné dilate toujours les corps : lorsqu'il est vif, il en sépare les parties les plus propres à quitter la masse ; mais lorsqu'il est extrême, il détruit tout à fait leur tissu , il les décompose , les consume , les calcine , & les réduit à peu près à leurs parties élémentaires.

Presqu'entièrement privés par le feu , de leur air , de leur eau , de leurs fels , de leur phlogistique , & réduits à leur principe terreux , les corps se nomment calcinés : d'où il suit qu'il n'y a que ceux dont ce principe réfractaire fait la base qui puissent se calciner ; les autres se consument.

DANS la calcination , comme dans la sublimation , le feu a toujours besoin du concours de l'air ; car l'air seul se charge des particules que le feu a détachées.

Fondus à vaisseau purgé d'air , le fer , le cuivre , le plomb , l'étain , l'antimoine , le nickel , &c. ne subissent aucune altération.

Fondus à vaisseau clos simplement , leur surface se couvre d'une légère pellicule , & ils résistent dans cet état tout le temps qu'ils ne sont

I

point en contact avec l'air externe ; mais à l'instant qu'on découvre le creuset, & qu'on leur enlève cette pellicule , ils s'enflamment & se calcinent.

LA fusion suppose la désunion des parties intégrantes : la calcination suppose la désunion des parties élémentaires. Dans ces deux opérations , le fluide igné doit surmonter l'adhérence de ces parties du mixte : mais le coup de feu qu'exige la première est beaucoup plus grand ; dans les métaux parfaits , il est même au-dessus de tous les efforts de l'art. D'où j'infère que l'attraction est beaucoup plus forte entre les élémens qu'entre les parties intégrantes des corps (1).

Par quelqu'état que passent les mixtes pour parvenir à leur résolution , le feu ne fait jamais que détruire la combinaison de leurs parties élémentaires. Ainsi dans la Nature le principe de l'attraction & le principe de la chaleur sont sans cesse opposés ; il y a entr'eux une action & réaction continues : l'une tend à unir les élémens , l'autre à les séparer.

(1) Il ne faut pas en inférer que l'attraction soit plus forte entre mixtes hétérogènes , qu'entre mixtes homogènes ; puisque ceux-ci se lient plus intimement entre eux que ne font ceux-là.

De la dissolution.

ELLE suppose la liquidité, car elle n'a jamais lieu entre substances séches; & elle s'opère à l'aide de l'attraction, car nul corps n'est dissoluble qu'autant qu'il a de l'affinité avec quelque liquide.

Cette affinité a pour objet les parties intégrantes du mixte ou ses parties élémentaires: on peut donc ranger les dissolutions en deux classes; l'une comprend celles où le mixte n'est point dénaturé; l'autre comprend celles où il est détruit.

Tout dissolvant agit par contact sur les corps soumis à son action: lors donc que ces corps ne sont pas entièrement dissolubles, pour qu'il puisse s'emparer de tel & tel principe, il faut que leur tissu soit ouvert; ce qui ne peut se faire qu'à l'aide d'un degré de chaleur plus considérable, que celui qui est nécessaire à la liquidité.

La chaleur favorise encore l'action du dissolvant, en imprimant du mouvement à ses particules. Dans les dissolutions de la première classe, ces particules tour à tour appliquées à celles du corps à dissoudre, s'y unissent plus promptement. Dans les dissolutions de la der-

Iij

nière classe; ces particules poussées, comme au-
tant de petits coins, dans les pores du mixte
qu'elles attaquent, le décomposent, & mettent
à découvert le principe à dissoudre.

Plus la chaleur est vive, plus la dissolution est
prompte: aussi retardé-t-on toujours l'action du
dissolvant, en plongeant dans un bain froid le
vase où il est contenu; en le plongeant dans
un bain plus froid, souvent même on la rend
comme nulle. Ainsi lorsque la force de l'at-
traction se trouve trop faible, le mouvement
igné la rend efficace; & lorsqu'elle est suffisante,
il la rend plus efficace encore. Les moyens que
l'art emploie pour effectuer les dissolutions ne
servent donc qu'à favoriser l'action de ce prin-
cipe.

De l'explosion.

QUAND on met la mèche à un fourneau, la
mine crève, la terre s'entrouvre, des rochers sont
lancés dans la nue, un profond abîme se creuse;
d'où s'élève un tourbillon de flammes, accom-
pagné d'un effroyable bruit. Tâchons de décou-
vrir la cause de ce phénomène.

LA poudre à canon ne détonne que lorsqu'elle
est renfermée, c'est-à-dire lorsqu'elle s'enflamme

tout à coup : sans cette déflagration subite , elle ne fait que fuser.

Cette poudre est un mélange exact de nitre , de soufre , de charbon ; de ces ingrédients , les deux derniers brûlent peu à peu , le premier seul s'enflamme tout à coup : c'est donc le nitre qui joue le plus grand rôle dans leur détonnation.

Le nitre ne se consume pas en entier : quand il détonne , reste toujours l'alkali fixe qui en fait la base ; il n'y a donc que l'acide qui brûle. Mais cet acide ne s'enflamme que par le contact des combustibles , & lors seulement que leur phlogistique est dans l'état d'ignition , ou qu'il est lui-même dans l'état d'incandescence ; car ces principes ne peuvent se combiner , qu'autant qu'ils sont dégagés de leur base par la chaleur.

L'acide nitreux a une très-grande affinité avec le phlogistique ; pour s'y unir , il quitte sa base (1) , & l'oblige de quitter la fienne (2) : de

(1) Cela se voit en alkalisant le nitre par des charbons :

(2) Dans la poudre à canon qui fuse , le phlogistique du charbon & du soufre dégagé de sa base , se combine avec l'acide du nitre : tandis que l'acide du soufre s'unît à l'alkali du nitre & forme du tartre vitriolé.

Lorsque la poudre fulminante préparée avec l'alkali fixe se liquéfie sur le feu , il se fait deux décompositions

leur union résulte un soufre nitreux de la plus grande inflammabilité.

Ce soufre s'enflamme à l'aide d'un foible degré de chaleur, & il en excite un violent. Alors le fluide igné produit tout à coup par sa force expansive la dissolution du mixte entier ; il raréfie extrêmement l'air contenu, réduit en vapeurs l'eau qui entre dans le mélange, & brise avec fracas tout ce qui s'oppose à leur expansion. Ainsi l'air & l'eau renfermés dans les entrailles de la terre, venant à se dilater tout à coup par l'ardeur de quelque feu souterrain, renversent des montagnes, creusent des abîmes, & semblent ébranler les fondemens du globe.

C'est donc à ce soufre qu'on doit rapporter la détonnation de la poudre à canon : c'est à lui aussi qu'on doit rapporter celle de presque toutes les autres préparations fulminantes.

POUR le former, tantôt l'acide nitreux se combine avec le phlogistique des substances végétales, tantôt avec celui des substances minérales ; mais il ne peut s'y combiner qu'autant qu'il

& deux nouvelles combinaisons : le phlogistique du soufre se combine presque tout avec l'acide du nitre, pour former du soufre nitreux ; tandis que l'acide vitriolique s'empare de l'alkali fixe & de l'alkali du nitre pour former du tarter vitriolé. Cela est connu.

est privé de toute eau surabondante : ce qui le suppose engagé dans une base capable de la retenir.

Mieux il y est engagé , plus il est propre à détonner ; aussi les nitres mercuriel , lunaire , ammoniacal , &c , détonnent-ils beaucoup plus fortement que les nitres d'étain , de fer , de régule d'antimoine , &c. La force de la détonnation de ces matières fulminantes dépend donc de l'adhérence de l'acide nitreux à sa base.

D'ailleurs , lorsque cette adhérence est foible , l'acide s'évapore en partie avec le phlogistique , avant que le degré de chaleur soit porté jusqu'à l'incandescence : alors le soufre nitreux se forme en petite quantité. Mais lorsqu'elle est forte , à mesure que le phlogistique se dégage , il se combine avec l'acide du nitre ; le soufre nitreux se forme donc en abondance , avant que le degré de chaleur soit porté jusqu'à l'ignition : voilà pourquoi la poudre fulminante préparée avec l'alkali fixe détonne beaucoup plus fortement que la poudre à canon.

Mais il est d'autres raisons de cette différence. Dans la poudre à canon la mieux faite , les molécules des substances qui la composent ne sont qu'interposées : & comme ce mélange s'allume à l'aide d'une simple étincelle , le feu se communique de proche en proche , la déflagration est

d'onde successive. Au lieu que la poudre fulminante s'enflamme lorsque la chaleur , ayant pénétré peu à peu les molécules , est portée au point de produire l'ignition ; la déflagration est donc instantanée.

Elle est aussi plus complète ; puisque la poudre à canon détonne , lorsqu'il y a assez de parties enflammées (1) pour vaincre la résistance qui s'oppose à leur expansion ; tandis que toutes les parties de la poudre fulminante , parvenues peu à peu au même degré de chaleur , prennent feu à la fois,

DISTINGUONS bien ici la cause de la force impulsive des matières qui détonnent , de celle du bruit qu'elles font,

Parmi les Physiciens , les uns ont attribué à l'expansion soudaine de l'air les terribles effets de la poudre à canon , les autres les ont attribués à l'évaporation soudaine de l'eau ; ces causes y concourent certainement ; mais comme causes médiates,

Malgré que l'eau soit compressible , elle n'est pas indilatable. Dix degrés au-dessous du terme *congélation* , son volume ne peut plus diminuer ,

(1) Il n'y a jamais qu'une partie de la charge d'un canon qui brûle , comme le prouve l'expérience.

& il augmente d'un 32^e jusqu'au terme *ébullition*. Dans le vide, l'eau ne se dilate pas davantage par la chaleur; mais à l'air libre, elle s'évapore en entier, & occupe un espace quatre mille fois plus grand; alors ses vapeurs paroissent acquérir une force prodigieuse. Si on verse de l'alkali fixe fondu dans un vaisseau mouillé, l'eau s'évapore & fait sauter le sel avec impétuosité. Si on jette dans l'eau bouillante quelques grains de cuivre fondu, le vase saute en l'air, & le cuivre est réduit en poudre impalpable. Si on fait tomber un peu d'eau sur du fer en fusion, il se fait à l'instant même une explosion si terrible que les voûtes des meilleurs fourneaux sont enlevées.

Mais les vapeurs aqueuses tiennent de l'air cette prodigieuse force; puisqu'elles ne se ferment point sans lui. L'air est de tous les corps le plus susceptible de compression. Hales dit l'avoir comprimé au point de le rendre 1551 fois plus dense; densité qui surpassoit presque du double celle de l'eau, & qui pourtant est de beaucoup inférieure à celle qu'il acquiert en s'incorporant à certaines substances. D'après cela on sent combien l'air est susceptible d'expansion (1). Un Académicien fameux

(1) Voyez les Mém. de l'Académie des Sciences de Paris, ann. 1699, pag. 113, & 1702, p. 5.

pense que ce fluide , tel qu'il est à la surface du globe , peut se raréfier au point d'occuper un espace 4000 fois plus grand ; & Boyle a trouvé que l'air le plus raréfié est au plus dense ce que 1 : 520,000. Comme ce dernier terme de l'équation n'est pas encore à son *maximum*, qui fait jusqu'où la raréfaction de l'air peut être portée ? car elle dépend de la densité de ce fluide & de la chaleur qu'il éprouve. Mais à s'en tenir au calcul de Boyle ; l'air ne devient-il pas capable , en se dilatant tout à coup , de briser ce qui s'oppose à son expansion ?

Si l'expansion des vapeurs aqueuses vient de l'air ; celle de l'air à son tour vient du fluide igné ; parce qu'il est alors dilaté par le feu.

Toute puissance se mesure sur la résistance qu'elle peut vaincre. Ainsi la force expansive du feu , qu'exige l'ébullition de l'eau au bas de l'atmosphère , surpassé la résistance que les globules aqueux opposent à leur désunion , plus le poids d'une colonne de mercure de même base que la surface du vaisseau où ils sont contenus , & environ de vingt-sept pouces de hauteur. Celle qu'exige la fusion de l'argent , de l'or , du cuivre , du fer , est beaucoup plus grande. Quelque considérable que soit déjà cette force , qu'est-elle pourtant , comparée à celle que demande la fusion de la platine , à celle qui au foyer des

rayons solaires calcine le diamant , à celle qui dans l'éruption des volcans soulève d'énormes masses de terre , perce les montagnes , & fait voler les rochers ?

On s'étonne comment des corpuscules dont la petiteſſe eſt extrême peuvent produire de ſi grands effets : mais la force de toute impulſion eſt le produit de la maſſe par la vîteſſe. Dans notre fluide , la maſſe ſe trouve repréſentée par le nombre des globules en mouvement : or leur mouvement eſt prodigieusement rapide. Pour ſ'en former une idée , qu'on réfléchiſſe à la vîteſſe qu'ils acquièrent au foyer d'un miroir ardent , pouffés par les atômes de la lumière , dont le mouvement progressif eſt de 80,000 lieues par ſeconde. Mais il n'eſt pas beſoin d'une vîteſſe auſſi inconcevable pour faire diſparoître le merveilleux de leur énergie.

VOILA quant à la force impulsive des matières qui détonnent : à l'égard du bruit qu'elles font , il tient à une autre cause.

Si au lieu de briser avec violence les obſtaclcs qui ſ'oppoſent à ſon expansion , l'air vient à fe dégager lentement , il n'y a point de détonnation ; comme il arrive dans la poudre à canon qui fuſe.

Il n'y en a pas non plus , ſ'il n'éprouve aucune

résistance de la part de l'atmosphère, comme on le voit à la poudre à canon allumée dans le vide par les rayons solaires.

Ainsi l'air intérieur, venant à se dilater tout à coup, frappe brusquement au dehors un grand volume d'air, qui rétentit proportionnellement à la secoussé qu'il a reçue; celui-ci la communique aux fluides des sons; & de l'impression de ces fluides sur l'organe de l'ouïe résulte le bruit,

Continuation du même sujet.

LE principe de l'explosion est le même dans toutes les matières qui fulminent, c'est toujours la violence instantanée du mouvement excentrique des globules ignés (1); mais la détonation de l'or fulminant présente de si singuliers phénomènes! Arrêtons-nous quelques moments à les considérer, & à en chercher la raison.

POUR détonner, l'or fulminant n'a besoin que d'un degré de chaleur un peu au-dessus de celui de l'eau bouillante, il faut à la poudre à canon le contact d'un corps incandescent.

(1) En s'enflammant tout à coup, les vapeurs qui se dégagent du soufre combiné avec quelqu'huile, produisent toujours une explosion terrible: il en est de même de toute exhalaison inflammable.

La poudre à canon ne détonne qu'à vaisseau clos, l'or fulminant ne détonne qu'à l'air libre (1).

La poudre à canon ne produit de puissans effets que lorsqu'elle est comprimée (2) : l'or fulminant en produit toujours de terribles (3).

Une dragme d'or fulminant fait une explosion aussi forte que trois livres de poudre à canon.

VOYONS d'où viennent ces différences.

L'or fulminant est ordinairement fait d'or dissous par l'eau régale, & précipité par l'alkali volatil : mais on parvient à le faire sans acide nitreux ; en édulcorant l'or précipité de l'eau régale par l'alkali fixe ; en le faisant dissoudre ensuite dans l'acide vitriolique, marin ou acéteux ; puis en précipitant par l'alkali volatil ces différentes dissolutions (4) ; enfin en lavant, & séchant leurs précipités.

(1) Renfermé dans une boule de fer rouge, l'or fulminant ne fait point explosion : tandis que la poudre à canon traitée de même fait crever la boule.

(2) Parce qu'alors sa force est dirigée sur l'obstacle qui lui oppose le moins de résistance.

(3) Lorsqu'on fait détonner un scrupule d'or fulminant dans une chambre fermée, la commotion de l'air est si violente qu'elle brise portes & croisées.

(4) Par les diverses expériences faites jusqu'à ce jour ;

L'or étant indestructible, comme tout métal parfait, ne peut jamais être décomposé; il ne fournit donc rien à cette préparation de propre à fulminer: mais de la combinaison de chacun des acides concentrés avec le phlogistique de l'alkali volatil résulte un soufre particulier très-inflammable.

Que dans cette préparation l'or soit simplement déguisé par l'union qu'il a contractée avec des substances hétérogènes; cela est évident, puisqu'on le réduit en le traitant avec quelque intermédiaire capable de lui enlever l'acide qui a servi à le dissoudre. Et que cet acide s'y trouve combiné avec le phlogistique de l'alkali volatil, de manière à former un soufre particulier indissoluble dans l'eau; cela est encore évident, puisqu'il n'est point altéré par son ébullition dans l'eau distillée.

Mais à quoi sert l'or dans cette préparation? A s'unir très-fortement au soufre qu'elle con-

il conste que l'alkali volatil est absolument nécessaire à la préparation de l'or fulminant; l'alkali fixe ne sauroit y suppléer. Or, le premier de ces sels a les propriétés du dernier; à cela près qu'il ne s'empare pas de même du phlogistique des combustibles; & que loin d'empêcher, il favorise la formation de ce soufre nitreux, vitriolique, marin ou acéteux.—si actif, sans lequel, point d'explosion.

tient, & à le rendre de la sorte beaucoup plus propre à détonner.

L'acide nitreux s'unit intimement aux substances métalliques, & il adhère assez à la plupart d'entr'elles, comme l'argent, le plomb, le mercure, le bismuth, le régule d'arsénic, &c, pour que les fels qui en résultent soient susceptibles de détonnation. Mais cette détonnation est très-foible ; car l'adhérence de l'acide nitreux à ces substances n'est pas assez forte pour résister à l'action de la chaleur, qui le leur enlève sans intermédiaire. Il n'en est pas ainsi de son adhésion avec l'or fulminant ; car pour le lui enlever, il faut toujours le concours de l'acide vitriolique ou de quelqu'alkali fixe. Or, dans ces différens cas, l'explosion des matières fulminantes est d'autant plus forte que l'acide nitreux est plus adhérent à sa base. C'est donc en vertu d'une affinité particulière que l'or est le seul métal qui possède éminemment la propriété de fulminer (1).

Un grain d'or fulminant produit une détonnation aussi forte qu'une grenade ; encore

(1) On connaît aujourd'hui divers précipités de mercure, qui ont aussi la propriété de fulminer, mêlés à une petite quantité de fleurs de soufre : quoique leur fulmination soit beaucoup plus faible, le principe en est le même.

n'y a-t-il presque rien de perdu , car lorsqu'on le fait détonner entre deux feuilles de papier , il reparoît sous son brillant métallique : ici le fluide igné n'a donc pas l'air & l'eau pour agens , comme dans la poudre à canon (1).

Aucun corps ne s'enflamme , s'il n'est en contact avec l'air. Ainsi les matières où entre le nitre , étant toutes très-fournies d'air , peuvent s'enflammer dans le vide ou à vaisseau clos. Mais l'or fulminant en contient extrêmement peu ; il ne doit donc détonner qu'à l'air libre.

Le mouvement intestin du fluide igné s'excite beaucoup plus facilement dans l'or fulminant que dans la poudre à canon ; il devient aussi beaucoup

Exp. 130. plus violent : car la chaleur momentanée que produit la déflagration de la poudre à canon est à peine capable de fondre l'étain : mais celle que produit la déflagration de l'or fulminant , quoique plus momentanée encore , est égale à un très-grand coup de feu , puisqu'elle met ce métal en fusion.

Comme la chaleur que produit la poudre à canon est foible , & que la formation du soufre

(1) C'est-là une nouvelle preuve que le principe de l'explosion n'est que la violence instantanée du mouvement excentrique des globules ignés.

nitreux

nitreux est lente : ce soufre ne peut s'enflammer tout à coup que la poudre à canon ne brûle presqu'entièrement : ce qui n'a lieu que lorsqu'elle est renfermée.

Quoique l'or fulminant produise une violente chaleur, son inflammation est subite : l'air ambiant, dilaté tout à coup avec une force extrême, réagit donc avec une promptitude proportionnelle : aussi la flamme est-elle étouffée par la collision de l'air, & il ne paraît aucune lumière ; au lieu que dans la détonnation de la poudre à canon, la collision de l'air ne va pas jusqu'à étouffer la flamme.

Dans la détonnation de l'or fulminant, la secousse que reçoit l'air extérieur vient de l'expansion subite du métal préparé ; & cette secousse est beaucoup plus séche que dans la détonnation de la poudre à canon : car ici l'air chargé de vapeurs aqueuses a beaucoup moins de prise sur les fluides des sons (1).

Elle est de même beaucoup plus forte : où l'air ambiant, frappé avec plus de violence, résiste aussi davantage à la percussion qu'il reçoit, & la fait mieux retentir.

(1) Lorsque l'atmosphère est chargée de vapeurs humides, les sons ne sont pas aussi nets, qu'après d'abondantes pluies.

Continuation du même sujet.

ON disoit autrefois que les météores fulminans sont produits par des vapeurs allumées dans l'air : mais cette vive flamme qui s'élançant du nuage entr'ouvert remplit tout l'horizon ; cette vive flamme qui de la nue s'abaisse en serpentant , renverse en un clin-d'œil les édifices les plus solides , brûle , fond , & calcine les corps les plus durs ; cette vive flamme en un mot , dont les effets tiennent si fort du prodige , appartient à l'électricité.

L'universalité du fluide électrique est connue , de même que la célérité prodigieuse de son mouvement , sa puissance d'enflammer les combustibles , de fondre les métaux , de frapper les corps & de jeter les fibres dans l'éréthisme ; phénomènes communs à la foudre.

A cette analogie d'effets , on pourroit ajouter diverses expériences propres à constater l'identité du principe. Comme ce fluide ne se consume pas , il n'a pas besoin de recrues ; & comme il reparoît toujours dès qu'il est mis en action , il fait de toute part briller l'éclair pendant des heures entières , lorsque les nuages où il est plus ou moins condensé viennent à s'approcher aussi toutes ces déflagrations ap-

QUANT aux roulements du tonnerre , ils ne tiennent pas au fluide électrique condensé dans la nue ; car ils ne suivent pas toujours l'éclair : d'ailleurs ils n'ont rien du bruit que fait la bouteille de Leyde en se déchargeant : ils doivent donc venir de l'explosion de quelque matière propre à fulminer.

Des corps organisés , qui périssent à la surface du globe , s'élèvent continuellement dans l'air des effluves de phlogistique , d'alkali volatile , d'acides minéraux. Ces effluves se combinent ensemble , & détonnent lorsqu'ils viennent à être enflammés par le fluide électrique qui s'échappe de la nue. Ainsi du fond des mines de charbon fossile , de sel gemme , de minéraux , &c. s'élève quelquefois sous la forme de toile d'araignée une espèce de vapeur qui , s'allumant aux lampes des ouvriers , produit une explosion semblable à un violent coup de tonnerre. D'ailleurs , toute vapeur inflammable renfermée dans un tuyau de fer & allumée par l'électricité produit une forte détonnation : & cette détonnation imite au mieux les roulements du tonnerre , lorsqu'elle est répétée par les échos.

De l'aliment du feu.

LES corps ne sont pas tous également propres à fixer l'action du fluide igné : dépourvus de phlogistique, ils peuvent bien être pénétrés de feu, non lui servir d'aliment.

Pour établir cette vérité, bornons-nous à ces faits. Lorsqu'on allume des matières végétales, il s'en élève d'abord une fumée blanchâtre, transparente, légère, plus ou moins abondante; ensuite une fumée jaunâtre, opaque, dense, plus ou moins crasse; puis brille une flamme plus ou moins vive; enfin reste un brasier plus ou moins ardent.

Le feu ne fauroit enflammer les effluves qui abandonnent d'abord la masse; mais il enflamme ceux qui l'abandonnent après: les premiers sont composés d'eau légèrement imprégnée de sel essentiel; les derniers sont composés d'eau fort chargée de sel neutre & d'huile (1).

L'huile seule contient le principe inflamma-

(1) Quoique fort chargée de vapeurs aqueuses, la fumée est inflammable; & il ne faut pour s'enflammer qu'un suffisant degré de chaleur, comme le prouvent les expériences faites avec la machine de Dalembert. Voyez le *Journal des Savans*, ann. 1686.

ble (1) : aussi à mesure que le feu la dégage, la pousse à la superficie, & la réduit en vapeurs, voit-on la flamme environner les combustibles. Dès qu'elle n'est plus contenue en assez grande quantité pour s'évaporer, la flamme diminue,

(1) Les matières inflammables sont tantôt dans l'état bitumineux, résineux, graisseux, butireux ou huileux ; tantôt dans l'état sulphureux ; tantôt dans l'état charbonneux : mais elles n'ont rien d'inflammable que l'huile extrêmement atténue qui entre dans leur composition. Les phosphores eux-mêmes qui paroissent être feu pur, n'ont point d'autre principe d'inflammabilité.

L'huile contient toujours des principes similaires à ceux du mixte dont elle est extraite ; puisque ces principes se manifestent quand on la décompose. En brûlant, elle exhale une odeur forte, répand une fumée crasse, & laisse un résidu charbonneux : mais à force de la distiller, on parvient à faire disparaître toute différence spécifique ; & à la rendre limpide, ténue, volatile, miscible avec l'eau, & entièrement combustible.

Au reste on ne l'obtient jamais dans un fort grand degré de pureté. Ce que l'art seul ne peut faire, il le fait aidé de la Nature, car la fermentation dégage le principe huileux des autres principes du mixte : toutefois il passe encore dans la distillation avec un peu de hagme & de sel volatil, qu'on lui enlève presqu'entièrement par la rectification ; alors il brûle en entier sans fumée & sans résidu. C'est ce principe huileux rectifié au dernier point qui, sous la forme d'esprit ardent & le nom de phlogistique, fait le vrai principe inflammable des corps.

K iij

& laisse les parties fixes du végétal sur lesquelles le fluide igné continue d'exercer son action. Tant que ces parties ne sont pas encore épuisées de matière huileuse , elles forment le brasier ; mais une fois qu'elles en sont épuisées , le feu s'éteint : reste la cendre , qui n'est autre chose qu'une matière terreuse plus ou moins imprégnée de sels fixes.

Lorsqu'on fait brûler complètement une masse de soufre & de limaille de fer , en agitant le mélange jusqu'à ce qu'il ne paroisse plus de flamme ; reste une terre déphlogistiquée , qui n'est plus ni attirable par l'aimant ni dissoluble par les acides.

Les matières inflammables cessent de l'être , lorsque quelqu'acide minéral s'est emparé de leur phlogistique.

Enfin les matières phlogistiques brûlent presqu'entièrement ; & le phlogistique pur produit une flamme qui ne donne ni cendre ni fumée.

POUR pouvoir s'enflammer , il ne suffit pas qu'un corps contienne du phlogistique , il faut qu'il en contienne beaucoup ; autrement ce principe est trop défendu de l'action du fluide igné par les autres principes du mixte : voilà pourquoi les os , les testacées , les métaux (1) imparfaits , &c.

(1) Quant aux métaux parfaits , ils ne sont pas com-

ne s'enflammat point par le contact d'un corps incandescent.

Cela même ne suffit pas, si le phlogistique n'est uni à une base fusible; autrement, trop adhérent aux autres principes, il n'en peut être séparé par l'action du feu pour être mis en contact avec l'air: voilà pourquoi les chaux métalliques ne sauroient s'enflammer.

Ainsi la seule différence essentielle qu'il y ait entre les matières combustibles & les matières incombustibles, c'est que les dernières contiennent peu ou point de phlogistique, dont les premières abondent; & que dans celles-ci ce principe est peu adhérent, au lieu qu'il l'est extrêmement dans celles-là.

MAIS pourquoi le fluide igné s'attache-t-il aux seules matières inflammables? En vertu d'une affinité particulière entre ses globules & le phlogistique dont ces matières sont saturées.

Cette attraction est bien marquée. Quand on fait brûler un mélange d'esprit-de-vin & d'esprit de sel ammoniac; pendant la déflagration, on voit le feu & son aliment s'attirer; & quoique l'esprit de sel soit moins pesant que l'esprit-

bustibles, puisque leur phlogistique ne se consume point.

K iv

de-vin, & que la surface du mélange soit fortement agitée par l'ébullition, l'alkali volatil est repoussé avec son dissolvant au fond du vase par la flamme qui est au-dessus.

Exp. 130. Faut-il une preuve plus évidente ? *Lorsqu'en poussant de l'air avec un chalumeau, on essaie de détacher du combustible la flamme qui le dévore, on s'aperçoit qu'elle ne cede pas sans résistance, & qu'elle regagne bientôt l'espace abandonné.*

Exp. 131. Moins le phlogistique est enveloppé par les autres principes du mixte ; moins la flamme cede à l'impulsion de l'air ; & dans le soufre, *le phosphore & l'esprit-de-vin déphlegmé, l'adhésion en est si forte, qu'en soufflant avec violence sur la surface enflammée, on parvient à peine à en écarter de quelques points la flamme.*

Lorsque les globules ignés viennent à être poussés contre les corpuscules du phlogistique ; à l'instant du choc, il y a réaction, & ils se fuient en tout sens : leur vitesse n'est pourtant pas égale à celle qu'ils auroient, abandonnés à eux-mêmes ; puisqu'elle n'est que le produit de l'excédent de la force impulsive sur la force attractive.

Bien que ces deux forces soient diamétralement opposées, l'action de chacune ne s'en exerce pas moins ; elles croissent ou diminuent

suivant des rapports déterminés, & se balancent sans jamais se détruire.

La force attractive entre le phlogistique & les globules ignés s'exerce en plein au moment du contact, & elle diminue en raison du carré de la distance.

Des globules qui s'entrechoquent, ceux qui sont emportés hors de la sphère d'attraction par leur répulsion réciproque, y sont bientôt ramenés par le ressort de l'air ambiant. Ainsi obligés d'exercer leur action dans une sphère déterminée, tant que les matières inflammables ne sont pas épuisées de phlogistique, le feu reste fixé sur son aliment : mais dès qu'elles en sont épuisées, ce fluide qui n'est plus fixé par rien se disperse, & perd peu à peu tout son mouvement. Le phlogistique n'est donc l'aliment du feu, qu'autant qu'il fixe l'action du fluide igné, en vertu d'une affinité particulière.

QUELQUES Physiciens se sont appliqués à démontrer l'existence de ce principe dans les trois règnes ; & ils y ont réussi. D'autres n'ont rien négligé pour tâcher d'en découvrir la nature : mais on n'a pas également lieu d'applaudir à leurs succès. Parmi les derniers, l'un pense que « la matière inflammable est le feu élémentaire » pur, combiné & devenu principe des com-

» bustibles » (1); l'autre, « que c'est le feu qui
» nous vient du soleil, combiné à l'aide de la
» végétation avec le principe (2) terreux »; un
troisième prétend « qu'elle est composée de feu
» élémentaire & d'une matière très-subtile » (3).
Mais le feu pur, ou pour mieux dire le fluide
igné, quoique répandu dans tous les corps, n'est
jamais combiné avec les principes du mixte; puis-
qu'il est toujours en mouvement. A l'égard de
la matière subtile qu'on y joint pour en com-
poser le phlogistique, elle nous est absolument
inconnue. Quant à la combinaison du principe
terreux avec le prétendu feu du soleil, il n'en
résulteroit jamais une matière inflammable; car
les métaux calcinés au foyer des rayons solaires
ne s'enflamment point.

LE principe inflammable pur est identique,
de quelque corps qu'il soit tiré; or j'ai fait voir
qu'il n'est au vrai qu'une huile (4) atténuee au

(1) Voyez le Dictionnaire de Chymie, art. phlogistique.

(2) Voyez la Chymie expér. & rais. tom. I, pag. 49, &
le Supplém. à l'hist. nat. tom. I, p. 64 & 65, édit. in-12.

(3) Voyez les Elémens de Chymie de Boerhaave.

(4) Un Académicien moderne prétend que l'huile
soumise à plusieurs distillations se réduit entièrement,
en air, en eau, en charbon. Partant de là, comme d'un
fait, il conclut « que le charbon contient presque tout

dernier point , & amenée à l'état d'esprit ardent.

» le phlogistique qui étoit combiné dans le végétal ; &
» la raison qu'il donne , c'est que dans toutes ces opé-
» rations , il n'y a aucune inflammation ; ces expériences
» ayant été faites à vaisseau clos ». Comme si le principe
inflammable , dégagé du mixte par l'action du feu , ne
s'échappoit pas des vaisseaux distillatoires ! Comme s'il
fût possible de l'y retenir ! Mais une preuve que le
charbon ne contient pas autant de phlogistique que
l'huile , c'est qu'il ne s'enflamme pas aussi vivement , &
ne brûle pas aussi long-tems.

Que si le feu s'attache avec plus de facilité aux char-
bons qu'au bois , c'est que l'huile y étant très-divisée ,
reste étendue à la superficie des pores formés par les
autres principes du mixte , qui ont abandonné la masse.

Ce qui paraît avoir induit notre Académicien en er-
reur , est le phénomène suivant. Lorsqu'on soumet à la
distillation du bleu de Prusse , quelle que soit la substance
charbonneuse employée à le préparer , on obtient de
l'alkali volatil , & de l'huile de la nature des huiles ani-
males. « Cette huile , dit-il , est reproduite dans ces
» opérations , par la combinaison du principe aqueux
» avec le phlogistique ; car lorsqu'on emploie une ma-
» tière charbonneuse bien faite , elle ne contient point
» d'huile ; or il est visible que l'alkali , en se combi-
» nant avec le phlogistique du charbon , fert d'inter-
» mède pour lui unir le principe aqueux , & reformer
» de véritable matière huileuse ». — Mais le charbon
n'est charbon qu'autant qu'il contient de l'huile ; &
mieux il est fait plus il en contient. A l'égard du phlo-

Exammons maintenant l'action du feu sur ce principe, & voyons ce qu'il devient en brûlant.

gistique dans l'état charbonneux, en le regardant avec notre Auteur, comme un principe secondaire, composé de deux élémens primitifs — feu pur & terre vitrifiable, il résulte que les chaux métalliques sont de vrais phlogistiques, puisqu'elles sont composées de terre vitrifiable & pénétrées de fluide igné : pourquoi donc ne sont-elles pas inflammables ?

Mais sans appuyer sur cette objection, il en est d'autres à faire valoir,

En faisant brûler du charbon, le principe inflammable se dissipe ; reste la terre ; or puisqu'elle se trouve encore pénétrée de phlogistique, comment cesse-t-elle d'être charbon ? Parce que le feu pur n'y est pas assez grande quantité. — Pourquoi donc imprégnée d'un nouveau feu ne renferme-t-elle pas du phlogistique ? Dira-t-on que pour cela le feu devroit lui être combiné ? Mais si l'on réfléchit que le fluide igné est toujours en action dans les corps, on sentira qu'il n'y est jamais qu'interposé.

Lorsque le charbon se combine avec les chaux métalliques, il les revitrifie, le métal n'avoit donc perdu par la calcination que de son phlogistique : mais si le phlogistique en état charbonneux n'étoit composé que de feu pur & de terre vitrifiable, comment le métal feroit-il dénaturé par la perte de ces deux élémens, puisque dans cet état il se trouve plus imprégné de fluide igné, & qu'il est presque réduit à son principe vitrifiable & terneux ? Cela ne peut se concevoir.

Les métaux complètement calcinés, dit-on, ne sont

L'esprit-de-vin le mieux déphlegmé (1) produit une flamme très-pure, & ne laisse aucun résidu, pas même une tache sur le corps du plus beau poli : mais il exhale une odeur particulière, & il s'en dégage de légères vapeurs insipides (2), qui humectent un peu les parois de la cloche sous laquelle il déflagre ; il n'est donc point converti en feu élémentaire comme on le prétend ; & loin d'être détruit, il n'est que résout en vapeurs.

Ma conséquence, c'est que pendant la déflagration des combustibles, le principe inflammable séparé de sa base se dissipe entièrement. Ainsi après avoir flotté quelque tems au milieu des

plus dissolubles dans les acides, parce que leurs chaux se trouvent dépouillées de phlogistique. Il est pourtant vrai qu'elles contiennent toutes beaucoup de fluide igné, & qu'elles sont presque réduites au principe terreaux vitrifiable.

(1) Une preuve que cet esprit est le vrai aliment du feu, c'est qu'il se consume complètement, c'est que tout végétal en fournit à l'aide de la fermentation, c'est qu'il est homogène de quelque corps qu'il soit tiré, c'est que mieux les huiles essentielles sont purifiées, plus elles approchent de sa nature.

(2) L'esprit-de-vin le mieux déphlegmé ne l'est jamais entièrement ; l'eau qu'il retient est si intimement unie au principe inflammable, qu'il est impossible de l'en séparer par aucun moyen chymique connu.

158 RECHERCHES PHYSIQUES
airs, il s'unit aux effluves de l'atmosphère; puis
rendu à la terre, il concourt de nouveau à la
formation des corps.

A l'égard du fluide igné dont les substances inflammables abondent si fort; séparé du phlogistique pendant leur déflagration, & emporté par sa force expansive hors de sa sphère d'activité, il s'agit dans l'atmosphère; puis lorsque son mouvement est très-affoibli, il se mêle aux effluves dont elle est chargée, s'abat avec eux, pénètre les corps à la surface de la terre, & s'accumule dans ceux avec lesquels il a le plus d'affinité.

Exp. 132: *Si, dans la chambre obscure, on suit de l'œil ce fluide au sortir des corps d'où il s'échappe, on verra qu'il s'élève moins promptement, que son mouvement est plus foible; qu'ensuite il se délaye dans l'air, & cesse enfin de s'y éléver, lorsque leur degré de chaleur approche de celui du milieu ambiant. Et l'on sent bien que s'il n'en étoit pas ainsi, le fluide igné qui s'échappe des combustibles, continuant toujours à monter, finiroit par se rassembler tout au haut de l'atmosphère.*

Du degré de chaleur dont les différens corps sont susceptibles.

LA chaleur a nécessairement un terme où elle

finit; puisqu'elle en a un où elle commence: mais ces extrêmes nous sont inconnus, car nous n'avons d'idée que de l'intensité qu'elle peut acquérir dans les différens corps.

NE confondons point ici ceux que notre fluide pénètre simplement, avec ceux où il forme centre d'activité.

Dans les liquides & les métaux fondus, le moment de la plus forte chaleur est celui de l'ébullition; car alors l'action du feu se borne uniquement à désunir leurs molécules: une fois désunies, ne pouvant retenir en plus grande quantité le fluide igné qui les pénètre, elles le laissent échapper de toute part.

Pour désunir ces molécules de manière qu'elles n'aient plus d'adhésion, le feu doit nécessairement les soulever; il doit donc surmonter leur force attractive, leur principe de gravité, & la pression de l'atmosphère: ainsi dans l'ébullition, le degré de chaleur est toujours proportionnel à la consistance des corps (1) & à la densité de l'air. Voilà pourquoi l'esprit-de-vin bouillant est moins chaud que l'eau bouillante, l'eau que l'huile, l'huile que la cire, la cire que la poix, la poix que l'étain, &c. Voilà pourquoi aussi

(1) Par consistance, j'entends adhésion & densité.

l'eau bouillante a moins de chaleur dans le vide qu'en plein air ; & pourquoi dans les diverses régions de l'atmosphère , elle est d'autant moins chaude que l'air est plus raréfié. Voilà pourquoi enfin l'eau acquiert un degré de chaleur beaucoup plus considérable , lorsqu'on la fait bouillir à vaisseau clos qu'à vaisseau ouvert , & toujours plus considérable que les parois du vaisseau ont plus d'épaisseur (1).

Quant aux solides que le feu n'altère pas , le moment de la plus forte chaleur est celui de l'incandescence ; or , moins leur tissu est serré & moins leurs parties ont d'adhésion ; plus ils sont perméables aux globules ignés : voilà pourquoi les cendres s'échauffent moins que les chaux métalliques , les chaux métalliques que les cailloux , les cailloux que la platine.

Telles sont les rapports de la chaleur à la con-

(1) Dans le vide , l'eau ne peut acquérir que quarante degrés de chaleur. A l'air libre , elle en acquiert quatre-vingt : mais le plus haut point de chaleur dont elle soit susceptible au bas de l'atmosphère , lorsqu'elle bout à gros bouillons , est de quatre - vingt - quatre degrés.

Dans le digesteur de Pappin , elle acquiert un degré de chaleur capable de fondre le plomb.

Dans un creuset de terre très-épais , elle rougit même à blanc.

sistance

istance des corps, lorsque le feu les pénètre simplement (1).

DANS la classe de ceux où il a un centre d'activité, on peut mettre les matières qui s'échauffent par attrition & les matières qui déflagrent.

Liquides & solides s'échauffent par attrition ; toujours à raison de leur masse & de leur consistance : car moins ils en ont, moins ils sont propres à retenir le fluide igné, moins le mouvement intestin de ce fluide peut se développer.

D'après cela, on sent que leur degré de chaleur varie aussi avec la densité de l'air ; puisque dans la fermentation & l'effervescence, comme dans l'ébullition, la pression de l'atmosphère ajoute à la cohérence des parties : aussi les liqueurs fermentent-elles moins vivement dans le vide qu'en plein air.

Si le degré de chaleur qu'excite le mélange de divers liquides est toujours proportionnel à leur consistance ; il l'est aussi à leur différente affinité : dès que leur force attractive est la même, leurs molécules ne se pénètrent point, &

(1) Quant à ses rapports à leur nature, ils paroissent le moins intimes avec les matières dépourvues de phlogistique : aussi les terres calcaires pures font-elles si lentement à s'échauffer,

elles ne font que légèrement agitées par le mouvement que leur communique l'infusion : voilà pourquoi il ne résulte aucune chaleur du mélange de l'eau avec l'eau, de l'esprit-de-vin avec l'esprit-de-vin, de l'huile avec l'huile, &c.

Plus diffère l'affinité des liquides, mieux ils se pénètrent ; alors les molécules de l'un excitent dans les pores de l'autre de plus grands frottemens, & agitent avec plus de violence les globules ignés : voilà pourquoi la chaleur qui résulte du mélange de l'esprit-de-vin avec l'eau est moins marquée que celle qui résulte du mélange de l'eau avec l'acide nitreux.

Quant aux solides, ils s'échauffent tous d'autant plus, que l'attrition est plus forte ; puisque le mouvement igné qui en résulte est plus violent.

Ils s'échauffent aussi tous plus ou moins que l'atmosphère est plus ou moins imprégnée de certains effluves : & voici, je pense, la raison de ce phénomène. Les corps incandescens laissent échapper beaucoup de fluide igné, à mesure qu'ils se refroidissent ; & bien que ce qu'ils en contiennent froids suffise pour les échauffer jusqu'à l'incandescence, comme on l'observe lorsqu'on les expose au foyer d'un miroir ardent, ils tirent du dehors ce surplus ; leur chaleur doit donc varier à mesure que le milieu qui les

environne en est plus ou moins imprégné. Voilà pourquoi les métaux battus s'échauffent plutôt dans l'air chargé d'exhalaisons phlogistiques que de vapeurs aqueuses.

VOYONS maintenant pourquoi dans le même milieu, les solides n'acquièrent pas tous même degré de chaleur par même degré d'attrition.

Puisque les corps ne s'échauffent qu'à l'aide du mouvement de la matière ignée qui les pénètre, ils doivent moins acquérir de chaleur qu'ils sont moins propres à favoriser ce mouvement. Les corps poreux le sont peu ; car peu de globules ignés y sont agités, & ceux qui le sont ne manquent pas d'espace pour se mouvoir en direction rectiligne. Les corps mols le sont peu encore ; car ces globules ne peuvent jamais y être fortement agités. Enfin les corps denses le sont peu ; car faute de ressort, ils ne peuvent continuer le mouvement des globules ignés. Les corps élastiques, durs, compactes, sont donc seuls susceptibles d'une forte chaleur ; & toujours proportionnellement à leur élasticité, à leur densité, à leur dureté : voilà pourquoi les métaux s'échauffent beaucoup plus par un frottement rapide que les moëlons, les grès, les cailloux ; pourquoi l'argent s'échauffe plus

L ij

LORSQU'ON fait éprouver aux combustibles un frottement considérable, ils s'enflamment & continuent de déflagrer si rien ne s'y oppose : d'où l'on peut inférer que la déflagration est le plus haut point de chaleur dont ils soient susceptibles. Aussi la flamme est-elle beaucoup plus ardente que le corps embrasé d'où elle s'échappe ; & plus elle est pure, plus elle est dévorante (1).

(1) L'esprit-de-vin déphlegmé produit plus de chaleur que l'éther, l'éther que les huiles essentielles, les huiles essentielles plus que le suif, le suif plus que la cire, la térébenthine, la poix, les bitumes, comme le prouvent ces expériences que j'ai faites avec toute l'exac-
titude possible.

Exp. 134. *Au sommet de la flamme qui s'élevoit d'un dez rempli d'esprit-de-vin très-déphlegmé & bouillant.*

Exp. 135. *Des paillettes d'argent de Une plaque de cuivre rouge, trois grains chacune, ont été d'un huitième de ligne d'é-complettement fondues en six païseur & du poids de trois secondes. grains, a rougi à blanc en cinq secondes, s'est affaissée en trente, fondue en cinquante-cinq, & scorifiée en deux mi-nutes.*

Exp. 136. *Au sommet de la flamme d'une chandelle qui venoit d'être mouchée.*

S'il falloit en donner la raison, je dirois que puisque le mouvement intestinal des globules ignés augmente toujours par les impulsions de l'air ; moins ces corpuscules sont enveloppés d'effluves crassés, mieux ils obéissent à cette

En trente secondes, le bord seul des paillettes s'est fondu. En quatre minutes, la plaque n'a fait que rougir à blanc. Exp. 137.

Au sommet de la flamme d'une bougie qui venoit d'être mouchée. Exp. 138.

En cinquante secondes, les paillettes n'ont fait que rougir à blanc. En dix minutes, la plaque n'a fait que rougir à blanc. Exp. 139.

Au sommet des jets de flamme de la térébenthine, de la poix, de la houille ; l'incandescence a été moins prompte & moins vive. Exp. 140.

Sur des charbons bien allumés, Exp. 141.

En dix minutes, les paillettes avoient simplement rougi.

Au milieu de six charbons ardens disposés en reverberie. Exp. 142.

En quinze minutes, la plaque ne s'étoit pas seulement affaissée, & n'avoit fait qu'acquérir de la ductilité.

Mais pour que les premières expériences réussissent toujours, il faut empêcher la flamme de vaciller, à l'aide d'un petit entonnoir de verre.

Au reste quelque pure que soit la flamme , elle n'a beaucoup d'ardeur qu'autant qu'elle a beaucoup d'aliment : aussi celle qui s'élève d'abord des matières inflammables a-t-elle peu d'énergie ; car le phlogistique ne se dégage en abondance de ces matières , que lorsque la chaleur les a bien pénétrées . Par la même raison , celle des combustibles où le phlogistique est trop adhérent ne doit pas avoir plus d'énergie .

Si l'intensité du feu est toujours proportionnelle à la pureté du principe qui lui fert d'aliment ; elle l'est aussi à la manière dont il se trouve combiné avec les autres principes des combustibles . Beaucoup d'air & peu d'eau l'augmentent ; l'un en se raréfiant , l'autre en s'évaporant : voilà pourquoi la chaleur que produit la déflagration du nitré est extrême : pourquoi les vapeurs humides de l'atmosphère ajoutent à l'effet des fourneaux , & pourquoi en aspergeant le brasier on excite son ardeur . Quant aux principes salins & terreux , ils l'affoiblissent : aussi le charbon où ils dominent produit-il une flamme moins vive & moins lumineuse que ne font les combustibles dont il est formé .

LE feu agit sur les combustibles , avec d'autant plus de violence que son action a d'abord été retardée : mais une fois qu'il les a pénétrés , il les consume avec une force proportionnelle à la résistance qu'ils lui opposoient.

Que si le feu a d'autant plus d'ardeur que le tissu des combustibles est plus ténace : ce n'est pas que leur flamme soit plus vive ; mais cela tient à plusieurs causes que nous allons développer.

Avant d'enflammer les corps , le fluide igné les pénètre , les échauffe , les dilate , les décompose : plus ils sont denses , plus il faut de fluide pour les dilater ; plus leurs parties sont cohérentes , plus il faut que son mouvement soit vif pour les désunir .

Cela même ne suffit point. Avant d'enflammer les corps , le fluide igné pousse à leur superficie le principe inflammable : plus leur tissu est serré , plus il faut que la chaleur soit vive pour le dégager des autres principes qui le retiennent.

Dégagé de toute matière étrangère , le phlogistique brûle d'une manière uniforme : mais lorsque les corps où il est retenu deviennent fort chauds , il se dégage en abondance , & s'enflamme tout à coup.

Enfin plus les corps ont de masse , plus ils

L iv

Il est donc simple que les combustibles d'un tissu serré produisent plus de chaleur que les combustibles d'un tissu lâche.

Le phlogistique qui brûle est toujours mis en ébullition; moins il est pur , plus il a de consistance , & plus est grande la chaleur dont il est susceptible ; quoique la chaleur de sa flamme suive des rapports contraires.

Un corps ne se consume jamais tout à la fois ; ses parties inflammables les plus volatiles brûlent les premières , ensuite celles qui le sont moins , puis celles qui le sont moins encore (1) : la chaleur qu'il excite suit à peu près cette progression ; je dis à peu près , car l'inégalité de la flamme trouble un peu cet ordre de volatilité.

De ce qui précède , concluons que l'intensité

(1) Dans les combustibles soumis à la distillation , le feu dégage d'abord le phlogistique sous la forme d'esprit ardent , ensuite l'huile essentielle , puis l'huile crasse , puis l'huile plus crasse. C'est dans le même ordre que le feu agit en les consumant ; ainsi qu'on s'en assure en faisant brûler un mélange d'esprit-de-vin , d'huile de térebenthine , de camphre , d'huile grasse , de cire , de poix. Cependant , comme la flamme de ce mélange est inégale , l'ordre de volatilité de ces substances est un peu troublé .

du feu des combustibles est en raison composée de la quantité & de la pureté de leur phlogistique.

DANS la flamme, les effluves crasses mêlés au phlogistique s'échappent sur-tout par le haut; elle doit donc rester pure à la base du cône lumineux qu'elle forme, non au centre, beaucoup moins encore au sommet. L'intensité de la chaleur suivroit cette progression, si la flamme s'élevoit en forme de cylindre de dessus les corps d'où elle émane; mais à son origine elle s'étend sur leur superficie ou bien elle les environne: ainsi ne formant qu'une mince couche dont une surface est à couvert de l'action de l'air, notre fluide y acquiert moins d'activité que dans le reste du jet qu'elle forme. Par la raison contraire, il doit avoir au sommet plus d'activité qu'au centre: d'ailleurs comme sa force expansive y est moins grande (1), il se trouve resserré en un plus petit espace par le ressort de l'air, il touche donc en plus de points le corps soumis à son action, & acquiert par-là plus d'énergie.

Avant de s'échapper, les effluves du combus-

(1) Je le répète: lorsqu'on examine, dans la chambre obscure, la flamme d'une bougie, toujours on voit partir du centre les jets de fluide igné les plus abondans, les plus forts.

tible sont retenus (1) au centre ; alors la flamme est claire & tranquille au sommet : mais ces effluves accumulés se dilatent enfin , ils se font jour , & s'allument en s'échappant ; alors la flamme s'allonge , vacille & devient moins pure.

Exp. 143. D'où il suit que *la plus forte chaleur d'un jet de flamme doit être au sommet, lorsqu'il ne vacille point* ; ce que l'expérience confirme toujours.

Dans certains corps comme le fer , le cuivre , l'amianthe , le phlogistique très-adhérent se volatilise à peine ; aussi la flamme qui les environne dans l'incandescence ne s'étend - elle qu'à une demi-ligne , au lieu de s'élever comme celle du bois : nécessité de la forte à brûler dans leur sein , le fluide igné dont il est l'aliment se trouve plus à couvert de l'action de l'air , & ne produit pas conséquemment toute la chaleur dont il est susceptible.

JE ne dis rien ici des moyens d'augmenter l'ardeur du feu , à l'aide des tuyaux d'aspiration , des soufflets , des reverberes : cela est étranger à mon sujet.

Exp. 144. (2) *On les distingue à merveille dans la chambre obscure , par l'ombre qu'ils produisent au bas de l'image que forme le fluide igné.*

Du refroidissement des corps.

C'EST l'effet nécessaire de deux causes simultanées, — dissipation du fluide igné, & diminution de son mouvement intestin, comme on l'observe dans la chambre obscure.

Si on recherche dans cet effet le produit de chacune de ces causes, on trouvera que la première influe beaucoup plus que la dernière. *On s'en Exp. 145.* assure en comparant la durée du refroidissement de deux corps semblables également chauds, dont l'un est suspendu dans l'air le plus raréfié, & l'autre immergé dans l'eau d'égale température. Or ici, l'air & l'eau n'agissent que comme éponges; car un corps n'en refroidit un autre qu'il environne, qu'en absorbant le fluide igné qui s'en échappe (1).

LA dissipation du fluide igné est très-prompte:

- (1) Nul corps froid n'attire le fluide igné des corps chauds avec lesquels il est en contact; *puisque* un boulet rouge se refroidit moins vite dans l'esprit-de-vin que dans l'eau. Or, on fait combien est forte l'attraction entre le phlogistique qui déflagre & le fluide igné; & personne n'ignore combien l'esprit-de-vin est imprégné de phlogistique.

cela se remarque à l'immersion d'un boulet rouge dans un grand réservoir.

Sans doute, plus les corps sont chauds, plus ce fluide se dissipe abondamment; car sa force expansive est toujours en raison du degré de chaleur. Mais ce degré supposé le même, ceux dont les parties intégrantes ont peu de cohérence se refroidissent plutôt que ceux dont ces parties en ont beaucoup, & toujours plutôt que cette cohérence est moins intime; car le fluide igné qui tend à s'échapper trouve alors plus d'issus: ce qui néanmoins ne peut se concevoir qu'autant que, par la disposition de leurs parties, ces corps sont moins perméables au fluide igné.

De même, moins les corps ont de densité (1) & de volume, plutôt ils se refroidissent.

Enfin ils se refroidissent plutôt, que leur surface est plus étendue, relativement à leur poids; car notre fluide s'échappe par tous les points de leur superficie. Ainsi à égal degré de chaleur, la durée du refroidissement des corps est toujours en raison composée de leur perméabilité & de leur masse.

(1) Comme la densité & la cohérence sont des qualités très-distinctes, le refroidissement des corps se fait sur-tout en raison de la première dans les uns; en raison de la dernière, dans les autres.

DES diverses substances connues, l'air est la seule qui résiste à la dissipation du fluide igné: par son moyen les corps chauds, plus long-tems environnés du fluide qui s'en échappe doivent donc conserver plus long-tems leur chaleur (1). Ce fluide néanmoins ne s'accumule pas tout à leur surface; car l'atmosphère ignée qui les environne, loin de s'étendre, se resserre toujours à mesure que leur chaleur diminue: on voit même le fluide qui la forme s'échapper par haut, où la pression de l'air est moins grande.

La principale cause du refroidissement des corps est donc le contact des milieux ambians: mais des milieux moins chauds; car plus est vif le mouvement intestin principe de la chaleur, plus il a de force expansive, plus il tend à se communiquer.

Leur densité accélère beaucoup ce refroidissement: aussi est-il plus prompt dans l'esprit-de-vin que dans l'air, dans l'eau que dans l'esprit-de-vin, dans le mercure que dans l'eau. Et cela

(1) Ce fluide ne s'oppose pas simplement à l'expansion de celui que ces corps contiennent encore, en le refoulant dans leur intérieur: mais il y repasse en partie lui-même.

174 RECHERCHES PHYSIQUES
est facile à concevoir : plus un corps est dense ;
plus il absorbe de fluide igné , plus il en empê-
che le contact immédiat.

A l'égard des solides , mêmes rapports.

Que si la chaleur diminue moins prompte-
ment par leur contact que par celui des liquides ;
c'est qu'un corps chaud touche ceux-ci en plus
de points (1) , & que le fluide igné qui s'échappe
trouve moins de peine à les pénétrer.

Mais pourquoi diminue-t-elle moins prompte-
ment encore par le contact de certains solides
qu'en plein air ? En voici la raison. Quoique
l'air s'oppose à la dissipation du fluide igné , ce
fluide ne s'accumule pas tout à la surface des
corps chauds ; partie (comme on l'a vu) s'é-
chappe par le haut de sa sphère d'activité : mais
lorsque l'air est renfermé , bientôt en équilibre
avec lui - même , sa pression devient égale en
tout sens ; alors le fluide igné qui s'échappe des
corps , mieux retenu autour d'eux , conserve
plus long-tems leur chaleur. Voilà en quelque
sorte ce qui arrive , lorsqu'on les entoure de sa-
ble , de limaille , de cendre ; ou qu'on les enveloppe

Exp. 147.

(1) Indépendamment de ce que les liquides s'adap-
tent mieux sur un corps chaud que les solides : par
une suite de l'agitation continue de leurs globules ,
les premiers présentent sans cesse de nouveaux points
de contact.

de soie, de laine, de coton, c'est-à-dire, de solides qui n'empêchent pas totalement le contact immédiat de l'air. C'est donc à son intermédiaire qu'on doit attribuer, dans ce cas, la moins prompte dissipation du fluide igné.

LE refroidissement des corps à l'air libre est néanmoins plus prompt que dans le vide (1). Pour concevoir ce phénomène, il faut encore distinguer deux effets dans l'action de l'air sur les corps chauds ; celui d'opposer de la résistance à l'expansion du fluide igné, & celui de le dissiper par l'inégalité de ses oscillations. Ces effets sont toujours en raison inverse ; plus l'air a de ressort, plus son mouvement oscillatoire est inégal : mais en les comparant, on trouve qu'ils ne se compensent qu'en partie ; toujours l'air tend plus à dissiper qu'à retenir le fluide igné. Ainsi, bien qu'il ne soit que raréfié dans le récipient de la machine pneumatique, comme il est partout d'égale densité,

(1) *Sous le récipient de la machine pneumatique, où Exp. 148^e l'air avoit été extrêmement raréfié, un boulet de cuivre du poids de deux onces & rougi à blanc s'est refroidi jusqu'à la température de l'atmosphère, en . . . 80 min.*

<i>A l'air libre, en</i>	<i>41</i>	<i>Exp. 149^a</i>
<i>Eventé par deux soufflets opposés, en . . 6</i>		<i>Exp. 150^a</i>
<i>Dans un sceau d'eau froide, en . . . 0</i>	<i>10 sec.</i>	<i>Exp. 151^a</i>

les corps incandescens ne doivent pas s'y refroidir aussi-tôt que dans l'atmosphère. Ajoutons que notre fluide, ne pouvant s'y étendre avec autant de liberté, conserve plus long-tems son

Exp. 152. mouvement intestin. *Aussi le soufre qui ne s'allume en plein air qu'à six pouces au-dessus d'un jet de flamme bien pure, s'allume-t-il à quinze pouces au-dessus, lorsqu'on introduit ce jet dans un tube d'un diamètre convenable.*

Les degrés du refroidissement ne se font pas non plus en tems égaux. A l'air libre, les derniers s'achèvent toujours avec plus de lenteur, ainsi qu'on le remarque aux cylindres d'un pyromètre; alors les pores resserrés du métal laissent échapper moins librement le fluide igné dont ils sont remplis, que lorsqu'ils viennent d'être dilatés par la flamme des lampes. Dans le vide, les derniers degrés s'achèvent avec plus de lenteur encore; car notre fluide y est accumulé autour des corps d'où il émane (1).

Observons enfin qu'à l'air libre, les corps ne conservent pas toujours également leur chaleur. Plus ses oscillations sont fortes, plus la dissipa-

(1) Lorsque le volume des corps chauds est considérable ou leur degré de chaleur extrême, on le voit dans **Exp. 153.** la chambre obscure s'étendre au-delà des parois du récipient.

tion

tion du fluide igné est considérable ; ils doivent donc se refroidir plus promptement en hiver qu'en été , de nuit que de jour , &c. Si l'air a un courant , cette dissipation est plus considérable encore (1) : ils doivent donc aussi se refroidir plus promptement au vent qu'à l'air serain,

C'EN est assez sur la première cause du refroidissement ; passons à l'examen de la dernière.

Dans un corps chaud , le mouvement intérieur des globules ignés se perd toujours peu à peu , comme celui de tout mobile abandonné à lui-même ; car la chaleur consiste en un mouvement plus ou moins vif de ces globules dans l'intérieur des corps où l'air n'a point d'accès.

Si la dissipation du fluide igné est fort prompte , sa perte de mouvement est fort lente , comme le prouve la longue durée de la chaleur dans

(1) Voilà pourquoi on accélère le refroidissement d'un corps , en soufflant dessus. Ce n'est pas qu'à l'endroit où se fait l'impulsion , le mouvement intérieur n'augmente beaucoup ; puisqu'on parvient à mettre en fusion la partie d'une masse de fer rougi à blanc sur laquelle agit un soufflet de forge ; comme à rallumer une chandelle en soufflant avec force sur la mèche embrasée : mais cet effet n'est que momentané ; car l'air agit dissipe notre fluide , en augmentant l'énergie de son action. EXP. 154.

M

de grandes masses. N'allons pas en inférer toutefois que dans un globe de fer incandescent du diamètre de la terre , la chaleur durât nombre de siècles , avant d'être ramenée à la température générale de l'air : car comment imaginer qu'un mobile abandonné à lui-même pût jamais conserver aussi long - tems son mouvement (1) ? Abandonné à lui-même , ai-je dit : je

(1) Newton pensoit « que les corps d'un grand volume conservent plus long-tems leur chaleur , parce que leurs parties s'échauffent réciproquement ; & qu'un corps vaste , dense & fixe , étant une fois échauffé au-delà d'un certain degré , pourroit bien jeter de la lumière en telle abondance , que par l'émission & la réaction de sa lumière , par les réflexions & les réfractions de ses rayons au-dedans de ses pores , il devint toujours plus chaud , jusqu'à ce qu'il fut parvenu à un degré de chaleur qui égalât celle du soleil ».

Quelque respect que j'aie pour les lumières de ce grand homme , je suis bien éloigné d'être de son avis. Je ne dirai rien ici de la prétendue chaleur du soleil , ni de l'effet supposé de ces réflexions & réfractions des rayons de lumière dans l'intérieur d'un corps opaque où ils ne peuvent jamais former de foyer. J'observerai simplement , que comme la chaleur est toujours produite par le mouvement intérieur d'un fluide particulier ; ce mouvement ne peut que perdre de sa vitesse dans les corps incandescens où il n'est ni entretenu ni augmenté par les vibrations de l'air. Ainsi , loin qu'un

me trompe ; il falloit dire, en recevant une infinité de chocs, & rencontrant une multitude d'obstacles qui doivent l'affoiblir.

Le tems que ce mouvement met à s'éteindre pourroit se déterminer au juste, si le fluide igné exerçoit son action sur des corps d'où il ne peut s'échapper ; mais puisqu'il n'existe aucun corps qui lui soit imperméable, on est réduit à n'avoir là-dessus que de fort petites approximations : encore ces approximations ne peuvent-elles s'obtenir que par des expériences faites en grand. Jusqu'à présent, on n'a rien tenté à cet égard : & peut-être faudroit-il les richesses d'un état, pour réussir.

vaste corps échauffé à un degré quelconque puisse jamais acquérir de lui-même plus de chaleur, je pense que le volume des corps incandescens (volume qui ne feroit qu'un atôme relativement à celui des corps dont cet illustre Auteur fait mention), peut même être porté au point, où ces corps céfferoient de conserver leur chaleur proportionnellement à leur masse.

Peut-être parviendroit-on à s'en assurer, à l'aide de quatre globes de fonte dont les diamètres iroient en doublant ; mais dont le plus petit n'auroit pas moins d'un pied. Après les avoir fait rougir à blanc, on les recouvriraient chacun à part de grands tas de cendre, afin de retarder la prodigieuse dissipation de fluide igné qui se feroit bientôt à l'air libre ; puis on suivroit dans chacun les progrès du refroidissement.

M ij

Quoi qu'il en soit , la durée de ce mouvement est toujours en raison de son degré de vitesse ; plus les corps sont chauds , plus ils sont lents à se refroidir.

On fait que ce mouvement ne peut pas acquérir une égale énergie dans tous les corps : mais une fois développé au même point , il s'y éteint ensuite avec la même facilité ? Comme l'énergie qu'il acquiert dans ce cas tient uniquement à l'aptitude plus ou moins grande des corps à retenir le fluide igné qui les a pénétré , il sembleroit au premier coup-d'œil qu'il doit se perdre suivant la même progression. Mais en y réfléchissant , on sentira que puisque ce mouvement ne s'entretient que par les chocs réciproques des globules ignés , la résistance qu'ils éprouvent de la part des molécules de la matière doit nécessairement l'affoiblir ; il doit donc se perdre d'autant plus vite que les corps sont plus denses , plus consistans , c'est-à-dire , moins perméables : aussi la chaleur s'entretient-elle plus long-tems dans les liquides que dans les solides , lorsqu'on supplée par le volume à leur défaut d'adhéSION.

Le mouvement intestin se perd toujours de lui-même : il se perd aussi en se communiquant (1).

(1) En se communiquant , l'embrasement augmente , la

Dans le fait, froidure n'est que diminution de chaleur ; puisque le fluide igné n'est jamais en repos : des différens degrés de vîteſſe qu'il a dans les différens corps qui se pénètrent, résulte donc un degré moyen qu'on peut déterminer ; tout changement qui arrive à la vîteſſe d'un mobile par le choc d'un autre étant mesurâble.

De l'inflammabilité des combustibles.

Si les corps ne font pas tous également propres à fixer l'action du fluide igné, ils ne font pas tous également propres non plus à favoriser son mouvement. Il en est qui ne peuvent s'enflammer que par le contact de la flamme ; il en est qui s'enflamment par celui d'un corps chaud ; il en est qui pour s'enflammer n'ont besoin que d'une légère attrition ; enfin il en est à qui l'action de l'air libre suffit. Nous avons examiné ceux qui prennent feu d'eux-mêmes ; examinons ceux auxquels il se communique, & voyons d'où dépend leur plus ou moins d'inflammabilité.

chaleur diminue ; & cela doit être ; parce que dans le dernier cas, les globules ignés perdent de leur mouvement, & ne sont point retenus dans leur centre d'activité.

M iii

LE feu consiste dans un violent mouvement intestin des globules ignés : ainsi lorsque ce mouvement n'augmente point par l'attrition des éléments d'un combustible ou par l'impulsion de l'air , il ne fauroit augmenter en se communiquant ; il faut donc qu'un corps soit enflammé pour en enflammer un autre (1) à l'aide du simple contact ; puisque dans la flamme l'intensité de la chaleur est à son plus haut point (2). Aussi les esprits ardens ne s'enflamment-ils que par le contact d'un corps qui déflagre.

Que si un fer médiocrement rouge enflamme le soufre , la résine , la poudre à canon ; c'est qu'à mesure que leur acide se dégage , il attire puissamment l'humidité de l'air ; & par l'attrition qui s'excite alors entre ces principes élémentaires , le fluide igné qui les pénètre acquiert le mouvement intestinal nécessaire à la déflagration. Ce que fait l'attrition dans le soufre jetté sur un fer chaud ; les impulsions de l'air le

(1) La lumière & la chaleur sont toujours réunies dans le feu ; il est donc simple qu'il paroisse se communiquer par la première , quoiqu'il ne se communique en effet que par la dernière ; car le bois prend feu au milieu d'un four extrêmement chaud.

(2) Voyez l'article *du degré de chaleur dont les différents corps sont susceptibles*.

font dans le bois jeté sur un brasier bien consumé.

Le feu ne s'attache aux combustibles qu'en vertu d'une attraction particulière entre le phlogistique & le fluide igné : d'après cela on voit aisément à quoi tient la facilité plus ou moins grande avec laquelle il se communique.

Sans air, point de feu ; & comme il n'y a dans les corps que le phlogistique d'inflammable, la déflagration ne peut avoir lieu, qu'après que la chaleur a dégagé ce principe, & l'a poussé à la superficie.

Lorsque le phlogistique adhère peu à un corps, le mouvement intestin s'y développe donc avec facilité ; aussi le naphtha s'enflamme-t-il à l'approche d'une bougie allumée : mais lorsqu'il adhère fort, ce mouvement ne s'y développe qu'avec peine ; aussi le bois verd ne s'enflamme-t-il au milieu d'un grand feu qu'au bout de quelque tems.

A l'égard des matières où le phlogistique adhère extrêmement, comme l'or, l'argent, la platine, &c. il ne se volatilise point du tout : aussi dans l'incandescence même ne sont-elles que pénétrées d'un feu étranger.

La difficulté qu'ont les combustibles à s'enflammer dépend donc de la grande adhésion du

phlogistique (1) aux autres principes du mixte.

Le phlogistique lui-même n'est très-inflammable qu'autant qu'il est très-pur : mais quelque pur qu'il soit, il est d'autant plus inflammable encore qu'il est volatilisé ; aussi les vapeurs de l'esprit-de-vin s'enflamment-elles plus promptement que l'esprit-de-vin même.

Des couleurs du feu,

LE fluide igné n'est pas lumineux, il paroît pourtant le devenir ; alors s'il est pur, son image dans la chambre obscure a toujours l'apparence d'une vive lueur ; comme lorsqu'il s'é lange à grands jets dans l'eau bouillante.

Les flots de fluide igné qui s'échappent d'un corps incandescent répandent une lueur plus vive que ses légères émanations d'un corps chaud ; les jets qui s'échappent d'un corps enflammé répandent une lueur plus vive encore : moins ce fluide s'éloigne des substances dont il émane, plus il répand d'éclat ; mais il cesse d'en répandre, lorsqu'il vient à se délayer dans l'air. Cet éclat, il le doit donc aux rayons solaires

(1) Que si le feu s'attache avec tant de facilité au charbon ; c'est que l'huile y étant très-divisée, reste étendue à la superficie des pores formés par les autres principes du mixte, qui ont abandonné la masse.

qu'il rassemble, ainsi que je l'ai fait voir ailleurs.

LE feu n'est feu qu'autant que le mouvement des globules ignés est assez vif pour ébranler la matière lumineuse : aussi la lumière & la chaleur sont-elles toujours unies dans ce prétendu élément.

Pour l'ébranler d'une manière sensible au grand jour ; il faut que ce mouvement ait un grand degré de vitesse (1) ; degré presqu'égal à celui qu'exige l'incandescence : mais pour l'ébranler d'une manière sensible à l'obscurité , un mouvement plus foible suffit.

LA flamme n'est pas également lumineuse : elle n'est pas non plus également colorée (2) : dans

(1) « Dans certains cas , on sent de la chaleur long-
à tems avant que la lumière paroisse : dans d'autres cas ,
» on voit de la lumière long-tems avant que la chaleur
» se fasse sentir ». Qu'en conclure ? Sinon que la lu-
mière peut être ébranlée par plusieurs causes ; & elle
ne l'est pas moins par le fluide électrique que par le
fluide igné. Or , toutes les fois qu'elle précède la chaleur ,
elle est mise en mouvement par le premier de ces flu-
ides ; par le dernier , toutes les fois qu'elle la suit.

(2) Boerhaave , confondant le fluide igné avec la ma-
tière de la lumière , fait du feu un être simple : puis ,

le même foyer, souvent on en voit des jets orangés, jaunes, bleus, violents, verds, rouges, &c; mais quelle qu'en soit la teinte, leur base est toujours bleue, & leur sommet ordinai-
rement paille ou rouge-brun.

La couleur de la flamme dépend de la nature des effluves combustibles qui réfléchissent la lu-
mière.

C'est par une flamme bleue que tout com-
bustible commence & finit de déflagrer : dans
l'intervalle, quelque teinte qu'elle prenne, la
base de ses jets n'en change point. Cette cou-
leur tient donc aux effluves du phlogistique pur,
—effluves propres à réfléchir les seuls rayons
bleus de la lumière mise en mouvement par le
fluide igné (1).

Puisque telle est la couleur réfléchie par le
principe inflammable : cette teinte est fonda-
mentale dans tout jet de flamme ; elle n'est donc

se rappellant la doctrine de Newton sur les couleurs, il
en fait un être composé. « Ainsi, dit-il, quoique le feu
» soit simple, on y remarque cependant des diversités à
» trois égards : 1°. par rapport à ses sept différentes
» couleurs élémentaires : 2°. par rapport à la manière
» dont il est réfléchi & rompu : 3°. par rapport à la ma-
» nière dont les côtés d'un même rayon sont affectés
» par le cristal d'Islande ». *Eléments de Chymie.*

(1) Voyez le *Précis de mes découvertes sur la lumière*.

altérée que par les effluves des autres principes du corps qui déflagre. Et ces effluves, suivant leur combinaison, ne réfléchissent pas simplement les couleurs primitives, mais un grand nombre de couleurs composées. Cela s'observe dans les feux d'artifice colorés, dans la déflagration des huiles essentielles, & dans plusieurs préparations chymiques.

Voici en gros ce qu'on observe à cet égard. Mêlez aux effluves du phlogistique pur, ceux de l'eau rendent la flamme blanchâtre; ceux du camphre la rendent d'un blanc laiteux; ceux des substances sébacées, d'un blanc paille; ceux du nitre, d'un blanc éclatant; ceux de l'acide marin la rendent violette; ceux du cuivre, verte; ceux des huiles par expression, jaunâtre; ceux du karrabé, orangée; ceux de la terre folliée de tartre, rouge, &c.

Et comme les effluves des combustibles ne s'échappent que par le haut; la flamme doit rester pure à sa base, beaucoup moins au centre, beaucoup moins encore au sommet (1): là obscurcie par la fumée, ces effluves crassés lui don-

Exp. 155.

(1) On peut s'assurer de cette vérité, en poussant au Exp. 157. chalumeau des jets de flamme de différente couleur sur un Exp. 158. morceau de sucre bien blanc. La flamme bleue ne ternit point Exp. 159. le sucre, la jaune le noircit beaucoup; l'orange, davantage; la rouge, encore plus; &c.

nent une teinte rouge-brune, comme on le voit en les y refoulant.

LA couleur de la flamme vient de la nature des combustibles : son brillant, de la vivacité du mouvement intestin des globules ignés ; car Exp. 161. elle ne fait qu'acquérir de l'éclat sans changer de teinte, quelque vivement qu'on la pousse au chalumeau. Aussi celle du nitre, où l'air abonde, paraît-elle d'un blanc éblouissant.

VOILÀ quant à la flamme : voici quant au brasier.

Les charbons ardens sont d'un rouge terne ; mais lorsqu'on excite leur feu avec un soufflet, ils deviennent d'abord d'un rouge vif ; ensuite blanchâtres, puis tout à fait blancs.

Au milieu d'une fournaise, le feu concentré paraît plus blanc encore.

Fondus, les métaux les moins fusibles paraissent d'une vive blancheur ; & dans ce moment que les fondeurs nomment l'éclair, ils sont d'un blanc éblouissant.

Tous les corps incombustibles rougissent au feu ; alors leur tissu devient propre à réfléchir les rayons rouges de la lumière qu'ébranle le fluide igné (1) : mais pour les rougir à blanc, il

(1) On se rappelle que le fluide igné décompose peu la lumière.

faut que ce fluide en remplisse les pores, & en recouvre la superficie ; alors la lumière plus abondante & plus fortement ébranlée, couvre la teinte du fond qui la réfléchit, & paroît seule comme cela arrive au foyer d'un miroir ardent. Aussi l'éclat des corps incandescens est-il toujours proportionnel au nombre & à la vitesse des globules ignés.

De la forme de la flamme.

C'EST par la pression de l'air ambiant que la flamme prend toujours une direction verticale ; & c'est par cette pression aussi qu'elle prend toujours la forme d'un cône alongé.

« Plongée dans un fluide plus pesant qu'elle » (disent les Physiciens), elle doit se porter de « bas en haut, suivant les loix de l'hydrostatique que ». Je ne dirai rien ici de la fausse (1) hy-

(1) Les preuves de la fausseté de cette hypothèse se présentent en foule pour peu qu'on examine les phénomènes.

Sous un récipient de verre, on voit la flamme prendre, Exp. 161^e après quelques légers coups de piston, une forme conique régulière, qu'elle conserve un moment ; puis elle se raccourcit, s'arrondit, & finit comme par un point.

Si on place sous ce récipient une chandelle qui ait besoin Exp. 162^e d'être mouchée ; assez souvent la flamme détachée de la m^e.

190 RÉCHERCHES PHYSIQUES
pothèse sur laquelle on établit cette conséquence :
mais il me paraît que ceux qui l'ont tirée n'ont

che s'élève, & toujours avec plus de célérité qu'on fait le vide avec plus de prestesse.

Suivant nos Physiciens, l'air augmenteroit donc en poids à mesure qu'il diminue en densité. Conséquence absurde, qu'ils sont néanmoins forcés d'admettre. Mais leur hypothèse est démentie par le fait d'une manière plus frappante encore : car quand on place une bougie allumée dans l'air chargé de vapeurs alkalinnes ou nitreuses ; sa flamme peu vive s'éteint bientôt ; souvent même elle s'abat ; ces vapeurs ont pourtant beaucoup ajouté au poids de l'air commun.

Non seulement la pesanteur spécifique de l'air au bas de l'atmosphère n'excède pas celle du fluide igné réuni aux effluves des combustibles ; mais elle est moindre que celle de ces effluves seuls. *Lorsqu'une chandelle s'est éteinte*

sous un récipient adhérant à son support, on voit s'en éléver un jet perpendiculaire de fumée, qui, après avoir frappé la voûte, se dilate, & s'abaisse en plusieurs filets ondoyans. De ces filets, ceux qui s'étendent au-dessus de la région qu'occupait la flamme s'agitent en tourbillons : les autres s'abattent le long des parois ; arrivés au bas, ils s'y [i] amassent, & ne s'élèvent plus, lors même qu'on laisse doucement rentrer l'air du dehors. On prétend que la fumée, comme la flamme, s'élève en vertu des loix de la pesanteur. Si cela étoit, pourquoi s'abattoit-elle après avoir frappé le haut du récipient ? — Parce qu'il y a réaction.

[i] Cette expérience réussit mieux lorsque la chandelle a besoin d'être mouchée ; parce qu'alors elle fournit plus de matière fuligineuse.

Si la flamme montoit en vertu du principe de la pesanteur, comme on l'avance, loin de prendre une forme à peu près conique, elle

—Pourquoi donc parvenue au bas s'y amasse-t-elle; & pourquoi ne s'élève-t-elle plus ensuite, pas même par l'intromission de l'air extérieur? Mais quoi la fumée s'élève roit dans l'air en vertu des loix de la pesanteur, lorsqu'elle est condensée en un seul jet; puis elle s'abat-roit, lorsqu'elle est étendue en plusieurs sillons? Et elle ne s'abat-roit pas dans la région qu'occupoit la flamme, où l'air se trouve le plus raréfié? Loin de s'y abattre, elle s'éleveroit de nouveau?

Tant d'inconséquences ne déposent que trop contre le système que je réfute. Mais que l'ascension de la fumée vienne de la force expansive du fluide igné; cela se voit dans la chambre obscure, car à mesure que le feu Exp. 164 de la mèche s'éteint, la fumée s'élève moins rapidement, & s'élève moins haut.

Enfin l'ascension de ce fluide lui-même n'est pas due au principe de la gravitation: car on voit les émanations Exp. 165 ignées d'un corps incandescent s'élever toujours d'autant moins vite que sa chaleur diminue; & celles qui s'élancent de la Exp. 166. flamme monter moins rapidement, dès qu'on ôte de dessous le corps enflammé.

Concluons que l'ascension de la flamme, des effluves combustibles, du fluide igné lui-même, est due à sa force expansive, & leur direction à la différente pression de l'air.

affecteroit toujours une forme contraire — celle d'un cône renversé ; puisque le poids de l'air augmente avec la hauteur de la colonne. Le principe ne rend donc pas raison du phénomène.

Au poids substituons le ressort, & nous verrons s'expliquer de lui-même cet effet , auquel on n'a point encore assigné de vraie cause. A l'aide de la force attractive , le fluide igné fixe son action sur les substances inflammables , où leurs esfluves agités dans sa sphère d'activité forment la matière de la flamme. Au centre de cette (1) sphère , la force expansive du feu a le plus d'énergie , l'effet de la pression de l'air est donc moins sensible : mais cette force s'affoiblit à la circonference , & la pression de l'air augmente d'autant. Que si la flamme a toujours une direction verticale , c'est que l'air plus dense , conséquemment plus élastique dans ses couches inférieures , la presse davantage & l'empêche plus efficacement de s'étendre. Aussi lorsqu'elle vient à former un jet de haut en

(1) Dans la flamme d'une bougie qui vient d'être mouchée , le centre de cette sphère d'activité , est au haut de la mèche ; & c'est-là d'où sortent les jets les plus abondans de fluide igné.

bas

bas (1); bientôt elle se replie sur elle-même & prend une direction verticale, comme si elle trouvoit sur l'air une base solide. Ne pouvant donc aussi facilement pousser en bas, elle pousse en haut : voilà comment la flamme prend toujours la forme d'un cône allongé.

RÉSUMÉ.

ON a vu comment la chaleur, le feu, la flamme, la raréfaction de l'air, la dilatation des solides, le bouillonnement & l'évaporation des liquides, l'effervescence des liqueurs, la fermentation des mixtes ; la fusion, la volatilisation, la calcination des métaux ; la conflagration des combustibles, la détonnation des matières fulminantes ; l'incandescence des corps, leur refroidissement, la forme & la couleur des jets de flamme sont autant d'effets du mouvement intestin d'un fluide particulier, considéré dans ses rapports avec quelques autres fluides de l'univers.

Ce principe établi d'une manière incontestable ; tout est rapproché avec soin des connaissances physiques, & l'explication des phéno-

(2) Ce phénomène s'observe souvent, lorsque les combustibles n'ont été attaqués qu'en dessous par le feu,

N

194 RECHERCHES PHYSIQUES, &c:
mènes n'est tirée que des loix de la méchanique
rationnelle. Ainsi en comparant cette doctrine à
celle du prétendu feu élémentaire , on trouvera
qu'elle éclaircit tous les phénomènes dont l'au-
tre ne peut rendre raison.



OBSERVATIONS ESSENTIELLES

Sur ma méthode d'observer dans la chambre obscure.

POUR être propre à des expériences de divers genres, une chambre obscure doit être construite en un lieu dont rien ne borne la vue : on y fera ouvrir une croisée au levant, une au midi & une au couchant. Quant à ses dimensions elle aura 30 pieds en longueur, sur 15 en largeur. Construite de la sorte, elle réuniroit à l'avantage de pouvoir y observer à toutes les heures du jour, celui d'y faire en même tems des observations comparatives.

Si elle n'est destinée qu'aux expériences sur le feu, il suffira qu'elle ait 15 pieds en longueur sur 12 en largeur : mais il importe qu'elle soit exposée au sud-est, & percée d'une croisée au midi. Dans presque toutes ces expériences la lumière ne doit y entrer que par le canon du microscope solaire ; & le microscope solaire doit être armé d'un objectif de sept pouces de foyer.

Le plan où l'image sera projetée doit être un carton de cinq pieds en carré, tendu sur un cadre, & suspendu à deux perches fixées sur un pied courant à roulettes. Il est nécessaire que

N-ij

le carton se hausse & se baisse à volonté , à l'aide d'une poulie ; & il importe qu'il soit préparé avec le blanc des carmes , sans colle , mais poncé de maniere à présenter une surface unie d'un blanc mat.

Comme les rayons de lumière se replient constamment à la circonference de tout corps dont ils traversent la sphère d'attraction , on ne doit point se flatter d'appercevoir à l'aide de cette méthode , des corpuscules isolés ; & quoiqu'elle serve à rendre visible l'air même , les particules du fluide le moins subtil ne peuvent néanmoins s'appercevoir qu'en masse.

Aucun fluide n'est visible dans un milieu identique , tant qu'il est d'égale densité ; il suit de là qu'on ne fauroit voir les émanations ignées d'un corps chaud , si l'air ambiant est à la même température : aussi les expériences délicates réussissent-elles incomparablement mieux par un tems froid que par un tems chaud . En hiver les plus petites émanations des corps très - légèrement échauffés sont sensibles , elles cessent de l'être en été .

Lorsque plusieurs corps enflammés ou incandescens , d'un certain volume , sont en expérience , la chambre obscure est bientôt remplie d'effluves ignés ; il faut donc avoir soin d'y adapter un ventilateur pour faciliter la dissipation de ces effluves .

Le point précis du cône lumineux où l'objet doit être placé varie avec la longueur de la chambre obscure & le foyer de l'objectif du microscope solaire : mais il sera facile de le trouver, en faisant aller lentement l'objet le long de l'axe du cône, & s'arrêtant à l'endroit où l'image paraît le plus distinctement.

Cela même ne suffit pas encore : certains objets ne deviennent sensibles que dans un seul point du cône lumineux : or pour trouver ce point unique, il faut les placer sur une petite table, qui s'avance & s'éloigne imperceptiblement à l'aide d'une crémaillère à large denture.

Comme il est assez simple que j'aille cherché à tirer parti d'une méthode de mon invention, je ferai voir dans différens Ouvrages à combien de nouvelles connoissances elle peut conduire ; & dans chaque Ouvrage se trouveront les observations particulières relatives au sujet.

Si je ne donne pas ici la description de mon appareil sur le feu, c'est que des occupations indispensables ne me laissent pas le loisir de la faire : mais on trouvera cet appareil complet & très-bien traité chez M. SIKES (Opticien du Roi , place du Palais Royal à Paris), seul Artiste à qui j'en aie confié l'exécution ; sous condition que les principaux instrumens, dont la justesse demande des soins infinis, seroient soumis à mon

examen, & qu'il se contenteroit d'un gain modique afin d'en faciliter l'acquisition aux Physiciens.

Au reste, voici la liste des instrumens qui composent cet appareil,

Un microscope solaire armé d'un objectif, en verre bien pur, de sept pouces de foyer sur vingt lignes en diametre. Une lentile de trois lignes en diametre sur quatre lignes de foyer. Un porte objet en cuivre avec plusieurs cases en verre extrêmement mince.

Des boulets de différens diametre avec leurs chaînettes. Des pincettes concaves pour saisir ces boulets rouges.

Un candelabre avec un support qui s'élève & qui s'abaisse, à l'aide d'une vis de pression. Plusieurs petits vases s'adaptant à la tige du candelabre, destinés à contenir des esprits ardens & des huiles essentielles enflammées.

Deux entonnoirs de verre de dix-huit pouces en hauteur, pour rassembler les émanations ignées destinées à enflammer des combustibles.

Un entonnoir de verre à large ouverture, & de quelques pouces en hauteur, pour empêcher la flamme de vaciller.

Trois petites boîtes, contenant des lamelles de cuivre, d'argent, d'or, des fils de cuivre en

O B S E R V A T I O N S.

flocons & quelques bouts de minces cordes en acier, pour servir de porte objets lorsqu'on fait fondre les lamelles métalliques.

Un fort soufflet à bout de verre & deux écrous pour le fixer sur table.

Une excellente machine pneumatique à éprouvette. Un récipient à glaces planes, ayant au sommet un robinet à entonnoir.

Des boulets en cuivre de six, douze, quinze lignes en diamètre, s'adaptant à des tiges de hauteur convenable.

Un tube recourbé, se fixant sur la platine de la pompe.

Une lentille de six pieds de foyer & de six pouces en diamètre, montée dans un cercle fixé sur un pied, & s'inclinant à l'aide de deux vis de pression.

Un plateau à roulettes, avec deux tiges ; dont l'une en crochet pour tenir suspendus des boulets incandescens, l'autre en anneau pour supporter la boule vidée. Au milieu s'ajuste une tige droite, avec des pinces, pour fixer les lamelles métalliques qui seront exposées au foyer des rayons solaires. Au bout s'adapte un tube pour assujettir de petites fusées.

Une boîte contenant des lamelles métalliques & quelques anneaux servant (en cas de besoin) d'alonges aux chaînettes des boulets.

Un porte-feu composé d'une balance à bras égaux de nouvelle construction ; d'un poids de marc ; de deux boîtes métalliques très-minces , fermant à vis avec la plus grande exactitude ; d'un boulet d'argent du poids de seize onces ; d'une broche pour placer le boulet incandescent dans la cavité de platre ; d'une boîte remplie de dragées de plomb , pour faire la tare.

Trois tubes fort minces, de neuf lignes en calibre, sur dix pouces en longueur.

Un petit entonnoir de verre , pour rabattre sur la flamme d'une bougie.

Un bougeoir à quatre bobeches.



T A B L E
DES MATIERES.

Contenues dans ce Volume.

<i>INTRODUCTION,</i>	page 1
<i>Examen du système des Physiciens sur la nature</i>	
<i>du feu ,</i>	3
<i>De la nature du feu ,</i>	15
<i>Du fluide igné considéré d'une manière absolue ,</i>	23
<i>Du fluide igné considéré d'une manière relative ,</i>	41
<i>Du mouvement d'ignition ,</i>	57
<i>De la chaleur produite par le soleil ,</i>	71
<i>Solution d'une objection ,</i>	84
<i>De la quantité du fluide igné répandu dans l'univers ,</i>	86
<i>Nécessité du concours de l'air à la déflagration ,</i>	88
<i>De la force expansive du fluide igné ,</i>	102
<i>De la sphère d'activité du fluide igné ,</i>	104
<i>De la manière d'agir du fluide igné ,</i>	112
<i>Des différens états par où le fluide igné fait passer</i>	
<i>les corps avant de les résoudre en leurs principes ,</i>	116
<i>De la rarefaction de l'air ,</i>	117
<i>De la dilatation des solides & des liquides ,</i>	ibid.
<i>De la fusion ,</i>	118

262 TABLE DES MATIERES

<i>De la volatilisation,</i>	120
<i>De l'évaporation,</i>	124
<i>De la calcination,</i>	129
<i>De la dissolution,</i>	131
<i>De l'explosion,</i>	132
<i>De l'aliment du feu;</i>	148
<i>Du degré de chaleur dont les différens corps sont susceptibles,</i>	158
<i>Du refroidissement des corps;</i>	171
<i>De l'inflammabilité des combustibles;</i>	181
<i>Des couleurs du feu,</i>	184
<i>De la forme de la flamme;</i>	189
<i>Résumé;</i>	193
<i>Observations essentielles sur ma méthode d'observer dans la chambre obscure,</i>	194

Fin de la Table.

APPROBATION.

J'AI lu par ordre de Monseigneur le Garde des Sceaux, les *Recherches physiques sur le feu*; je n'y ai rien trouvé qui pût empêcher l'impression de cet Ouvrage qui renferme des expériences nouvelles & intéressantes. A Paris, ce 26 Janvier 1780. SAGE.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, par la grâce de Dieu, Roi de France & de Navarre, à nos amés & fâux Conseillers, les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conseil, Prévôt de Paris, Baillis, Sénéchaux, leurs Lieutenants-Civils, & autres nos Justiciers qu'il appartiendra: SALUT. Notre bien aimé, le sieur MARAT, Nous a fait exposer qu'il désireroit faire imprimer & donner au Public un Ouvrage de sa composition, intitulé : *Recherches physiques sur le feu*, s'il Nous plaît lui accorder nos Lettres de privilège à ce nécessaires. A ces causes, voulant favorablement traiter l'Exposant, Nous lui avons permis & permettons de faire imprimer ledit Ouvrage, autant de fois que bon lui semblera, & de le vendre, faire vendre par tout notre Royaume. Voulons qu'il jouisse de l'effet du présent Privilège, pour lui & ses héritiers à perpétuité, pourvu qu'il ne le rétrocede à personne; & si cependant il jugeoit à propos d'en faire une cession, l'acte qui la contiendra sera enregistré en la Chambre Syndicale de Paris, à peine de nullité, tant du Privilège que de la cession; & alors par le fait seul de la cession enregistrée, la durée du présent Privilège sera réduite à celle de la vie de l'Exposant, ou à celle de dix années à compter de ce jour, si l'Exposant décède avant l'expiration desdites dix années. Le tout conformément aux Articles IV & V de l'Arrêt du Conseil du 30 Août 1777, portant Réglement sur la durée des priviléges en Librairie. Faisons défenses à tous Imprimeurs, Libraires & autres personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangère dans aucun lieu de notre obéissance: comme aussi d'imprimer, ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter, ni contrefaire ledit Ouvrage, sous quelque prétexte que ce puisse être, sans la permission expresse & par écrit dudit Exposant, ou de celui qui le représentera, à peine de saisie & de confiscation des exemplaires contrefaits;

de six mille livres d'amende , qui ne pourra être modérée pour la première fois , de pareille amende & de déchéance d'état en cas de récidive , & de tous dépens , dommages & intérêts , conformément à l'Arrêt du Conseil du 30 Août 1777 , concernant les contrefaçons : A la charge que ces Présentes seront enrégistrées tout au long sur le registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris , dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impression dudit Ouvrage sera faite dans notre Royaume & non ailleurs , en bon papier & beaux caractères , conformément aux Réglements de la Librairie , à peine de déchéance du présent Privilege ; qu'avant de l'exposer en vente , le manuscrit qui aura servi de copie à l'impression dudit Ouvrage , sera remis dans le même état où l'approbation y aura été donnée , ès mains de notre très - cher & fidèle Chevalier Garde des Sceaux de France , le sieur HUE DE MIROMENIE ; qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothèque publique , un dans celle de notre Château du Louvre , un dans celle de notre très - cher & fidèle Chevalier , Chancelier de France , le Sieur DE MAUPEOU ; & un dans celle dudit sieur HUE DE MIROMENIE ; le tout à peine de nullité des Présentes , du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouter ledit Exposant & ses fils , hoiros pleinement & paisiblement , sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement . Voulons que la copie des Présentes , qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage , soit tenue pour dulement signifiée , & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & fâux Conseillers-Sécrétaires , soi soit ajoutée comme à l'original . Commandons au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis , de faire , pour l'exécution d'icelles , tous actes requis & nécessaires , sans demander autre permission , & nonobstant clameur de haro , Chartre Normande , & Lettres à ce contraires : Car tel est notre plaisir . DONNÉ à Paris , le cinquième jour d'Avril , l'an de grâce mil sept cent quatre - viingt , & de notre règne le sixième . Par le Roi en son Conseil . LE BEGUE .

Registre sur le Registre XXI de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, n°. 1973, fol. 276, conformément aux délibérations énoncées dans le présent privilége, & à la charge de remettre à ladite Chambre les huit Exemplaires préférés par l'article CVIII du Règlement de 1723. A Paris, ce
11 Avril 1780, GOGUÉ, Adjoint.

