
C H A P I T R E V.*Du Feu.*

QUOIQUE nous n'admettions pas entièrement l'acception donnée jusqu'aujourd'hui au mot élément, quoique nous ne pensions pas que ces quatre corps soient immédiatement les principes de tous les autres, & les plus simples que la nature ait produits, nous croyons cependant devoir les examiner avant les autres, soit parce que l'histoire de leurs propriétés sera utile pour concevoir celles des autres substances dont nous traiterons ensuite, soit parce qu'ils ne peuvent être rangés dans aucun ordre relatif à l'histoire naturelle, puisqu'ils n'appartiennent proprement à aucun règne en particulier, & qu'ils conviennent également à tous.

Parmi les quatre corps, appelés *éléments*, aucun n'a paru plus actif & plus simple en même temps que le feu. Les plus anciens philosophes, d'accord en cela avec les physiciens de tous les temps, ont donné ce nom à un être qu'ils supposoient fluide, très-mobile, très-pénétrant, formé de molécules agitées d'un mouvement

vif & continuel, & qu'ils regardoient comme le principe de toute fluidité & de tout mouvement. En réfléchissant sur cet objet, on s'apperçoit bientôt que c'est par conjecture qu'on a attribué ces propriétés à un corps particulier mis au nombre des élémens, puisqu'on n'a jamais pu démontrer son existence, comme on a de tout tems constaté celle des trois autres substances élémentaires. En effet, il est tout naturel de croire que ce mot a d'abord été donné dans tous les idiomes & par tous les hommes, à l'impression que les corps chauds font sur la peau, & qu'il est synonyme du mot *chaleur*, ainsi qu'à la lumière qui s'échappent des corps qui brûlent. C'est même encore l'idée qu'en ont la plupart des hommes; ils ne reconnoissent la présence du feu, qu'à celle de la chaleur ou de la combustion. Le chancelier Bacon est un des premiers qui ait douté de l'existence du feu comme fluide particulier, & qui se soit apperçu que les physiciens avoient toujours pris, en le définissant, une propriété pour un corps. Boerhaave, dont le traité du Feu sera toujours regardé comme un chef-d'œuvre, a senti cette difficulté; & pour connoître les propriétés de ce prétendu élément, il a examiné les effets qu'il produit sur les corps où il est censé exister, de sorte que, comme tous les autres physiciens qui l'avoient précédé, il a fait

l'histoire des corps chauds, lumineux, raréfiés ; brûlans, plutôt que celle du feu. Cet embarras subsistera toujours dans la physique ; les propriétés du feu sont nécessairement liées avec celles des corps sur lesquels il agit ; loin de pouvoir l'isoler, on ne peut même le concevoir seul. Quelqu'avancé que soit aujourd'hui l'art des chimistes, il ne leur a point été possible de saisir & de coërcer cet être que les physiciens sont convenus de regarder comme un fluide, & dont ils expliquent d'ailleurs assez bien les effets, lorsque, subjugués par l'habitude, ils regardent son existence comme réelle. Ces difficultés ont fait penser à quelques chimistes, & en particulier au célèbre Macquer, que le feu n'étoit autre chose que la lumière, & la chaleur qu'une modification des corps due au mouvement & à la collision de leurs molécules. Cette opinion n'existe plus parmi les savans qui cultivent la chimie. Pour concevoir les différentes théories proposées depuis quelques années sur le feu, il ne faut point se borner à traiter cet objet d'une manière aussi générale. Les idées qu'on donneroit seroient aussi vagues que le sujet lui-même ; le seul moyen d'acquérir quelques connoissances exactes & qui puissent éclairer la suite immense de faits qui constituent aujourd'hui la science chimique, c'est de diviser ce sujet, c'est d'en séparer les parties, d'en

examiner les différentes faces, de les retourner, pour ainsi dire, de diverses manières, & de considérer successivement comme autant d'effets particuliers du feu, la lumière, la chaleur, la raréfaction, les changemens produits dans les corps par la chaleur, & ceux qu'on attribuoit au feu combiné, appelé alors *phlogistique*, &c.,

§. I. *De la Lumière.*

On ne peut pas former sur la lumière le même doute que sur le feu en général, puisque son existence & ses propriétés sont très-connues aujourd'hui. Ce corps, que l'on croit lancé par le soleil & les étoiles fixes, est la cause que nous appercevons tous les autres; sans lui tout seroit plongé dans l'obscurité, & nos yeux nous seroient parfaitement inutiles. C'est lui qui réfléchit en droite ligne de la surface des corps éclairés, vient frapper nos yeux & peindre sur la rétine l'image des objets d'où il s'élançe. On a trouvé le moyen de le rassembler dans la chambre obscure, de le rendre visible & distinct des corps éclairés, & d'en examiner les propriétés particulières.

La lumière est douée d'un mouvement si rapide, qu'elle parcourt quatre-vingt mille lieues par seconde, suivant le calcul des plus grands

astronomes. Elle se meut en ligne droite ; elle est formée de rayons qui, après avoir été lancés des astres d'où ils partent, s'écartent, & vont en divergeant à mesure qu'ils obéissent au mouvement qui leur a été communiqué. L'élasticité de ces rayons est telle, que lorsqu'ils tombent sur une surface susceptible de les réfléchir, l'angle de leur réflexion est égal à celui de leur incidence, comme l'apprend la catoptrique. Lorsque la lumière passe à côté d'un corps quelconque, elle s'infléchit plus ou moins ; & cette inflexion, en prouvant sa gravitation vers ce corps, démontre qu'elle est un corps elle-même.

Quelque pénétrante qu'elle soit, & de quelque rapidité qu'elle jouisse, elle ne marche pas continuellement en ligne droite, & les corps qu'elle rencontre dans son chemin sont autant d'obstacles qui la dérangent & lui font éprouver des déviations. En passant obliquement d'un milieu rare dans un milieu plus dense, & réciproquement elle éprouve une réfraction comme tous les corps solides ; mais Newton a découvert que sa réfrangibilité est en raison inverse de celle de tous les autres corps. En effet, ceux-ci s'éloignent de la ligne perpendiculaire toutes les fois qu'ils passent dans des milieux plus denses que ceux qu'ils quittent ; & la lumière en les traversant

se rapproche au contraire de la perpendiculaire. C'est à la dioptrique à faire connoître plus en détail les loix des réfractions lumineuses.

La lumière, parvenue à la surface de la terre, annonce aux animaux qui l'habitent la présence de tous les corps qui les environnent, & leur fait distinguer les matières opaques, transparentes & colorées. Ces trois propriétés sont tellement inhérentes à sa présence, que les corps les perdent dans les ténèbres, & qu'il n'est plus possible de les distinguer. La différence de l'opacité, de la transparence & de la coloration tient donc, dans les corps qui en jouissent, à la manière diverse dont la lumière les affecte, ou dont elle est elle-même affectée par eux. Un corps n'est transparent que parce que les rayons lumineux le traversent facilement, ce qui dépend sans doute de la forme de ses pores. Comme on trouve la transparence dans les matières les plus dures & les plus pesantes, il faut que la lumière qui les pénètre soit d'une ténuité extrême. En passant à travers ces corps, elle éprouve des réfractions qui sont en raison de leur densité, lorsque ces corps sont de nature pierreuse, saline ou vitreuse, & dont la raison ne suit point la loi de leur densité, si les matières transparentes appartiennent à la classe des corps combustibles. C'est ainsi que l'ambre jaune ou le succin transparent

a une force réfringante beaucoup plus considérable qu'un crystal salin, supposé d'une densité égale.

C'est en examinant les réfractions & les réflexions de la lumière, que le grand Newton est parvenu à décomposer ou plutôt à disséquer ce corps, & à démontrer que chacun de ces différens rayons qui composent un faisceau lumineux, est teint d'une couleur particulière, jusqu'à lui on n'avoit que des idées fort inexactes & fort obscures sur la cause des couleurs. Comme chaque rayon lumineux suit des loix particulières dans sa réfrangibilité, ou dans sa déviation à travers des corps denses & transparens, lorsqu'on fait tomber un faisceau de lumière sur l'angle d'un prisme triangulaire de verre, & lorsque l'on tourne ce prisme sur son axe, les rayons qui constituent ce faisceau, éprouvant une réfraction différente, se séparent, s'isolent en passant à travers le verre, & lorsqu'on en reçoit l'image sur un plan blanchi qu'on oppose à leur passage, ils y forment un spectre, ou une bande alongée, peinte des sept couleurs suivantes, en comptant de bas en haut, le rouge, l'orangé, le jaune, le verd, le bleu, l'indigo & le violet.

La surface de corps opaques & diversement colorés, opère sur la lumière une réflexion relative à la ténuité de leurs molécules. C'est de

cet effet que dépend la diversité des couleurs dont ils brillent. En effet, si tous les rayons lumineux qui frappent un corps opaque sont réfléchis ensemble & sans séparation de cette surface, ils portent tout leur éclat sur nos yeux, & il en résulte la couleur blanche; si au contraire tous les rayons sont absorbés sans être réfléchis par la surface des corps, ces derniers présentent une ombre très-foncée, dont le contraste avec les objets bien éclairés constituent la couleur noire ou plutôt l'absence de toute couleur. Enfin, chaque faisceau lumineux étant un composé de sept espèces de rayons teints de couleurs diverses, la réfrangibilité différente qui distingue & caractérise chacun d'eux, est la cause que tel corps ne réfléchit que tel rayon, & laisse passer & absorbe tel autre, d'où naît la variété des couleurs. La coloration dépend donc de la nature & de la surface des différens objets, comme la transparence dépend de la forme de leurs pores; & toutes deux naissent des modifications que la lumière éprouve soit de la surface, soit de l'intérieur des corps sur lesquels elle tombe. Ce que l'on appelle la couleur bleue ou rouge, est produite par la décomposition du faisceau lumineux dont tous les rayons sont absorbés, excepté le bleu ou le rouge.

Telles sont les principales propriétés qui carac-

térifent la lumière libre, ou considérée comme l'émission du soleil & des étoiles fixes. Mais doit-on se borner à la considérer ainsi libre & isolée? ne doit-il pas en être de ce corps comme de tous ceux que nous connoissons? n'obéit-il pas comme eux à l'attraction chimique? Cette conjecture est d'autant mieux fondée, que les effets de la lumière ne paroissent pas se borner aux modifications de sa course ou de son mouvement, produites par la surface des corps; en effet, si les substances qu'on expose à son contact, ou qu'on tient plongées dans ses courans, éprouvent quelque altération & changent de nature sans aucune autre cause connue, il faut bien que ces changemens soient dus à la lumière, que ce corps en soit l'agent, & qu'il les produise par une attraction chimique. Quoique l'art ne soit point encore parvenu à prouver d'une manière positive, si ces altérations dépendent de la décomposition de la lumière, ou de celle des corps qu'elle altère par son contact, ou enfin, de l'une & de l'autre à la fois, ce qui est très-vraisemblable; les faits qui annoncent cette influence sont trop nombreux & trop frappans, pour qu'il soit permis de les oublier. Nous ne présenterons ici que les principaux & les plus démontrés, parce que
nous

nous traiterons cet objet plus en détail dans l'histoire de chaque corps naturel.

Depuis long-temps, les physiciens ont reconnu l'influence de la lumière dans la végétation ; les cultivateurs ont observé les premiers que les plantes qui croissent à l'ombre sont pâles & sans couleur ; on a donné le nom d'étiollement à ce phénomène, & celui de plantes étiolées aux végétaux qui l'ont éprouvé. L'herbe qui croît sous les pierres est blanche, molle, aqueuse & sans faveur ; les jardiniers savent tirer parti de ce phénomène, pour fournir à nos tables des herbes & des légumes blancs & tendres, en liant & comprimant leurs feuilles les unes sur les autres, pour que celles qui sont à l'intérieur soient défendues du contact de la lumière. Plus les rayons du soleil frappent les végétaux, & plus ces derniers acquièrent de couleur ; telle est l'origine de ces matières colorantes, précieuses par le ton & par la solidité, que beaucoup de peuples orientaux retirent des bois, des écorces, des racines, &c., & que l'art le plus industriel des teinturiers européens ne peut parvenir à imiter,

La couleur n'est pas la seule propriété que les végétaux doivent au contact des rayons lumineux. Ils acquièrent encore de la faveur, de l'odeur, de la combustibilité ; c'est ainsi que

la lumière contribue à la maturité des fruits & des semences, & que sous le ciel brûlant de l'Amérique, les végétaux sont en général plus odorans, plus sapides, plus résineux. C'est par cette raison que les pays chauds semblent être la partie des parfums, des fruits très-odorans, des bois de teinture, des résines, &c. Enfin, l'action de la lumière est si énergique sur l'organisme végétal, que ces êtres frappés par les rayons du soleil, versent par les pores supérieurs de leurs feuilles, des torrens d'air vital dans l'atmosphère; tandis que, privés de l'aspect & du contact immédiat de la lumière de cet astre, ils n'exhalent plus qu'une mofète délétère, ou un véritable acide semblable à celui que nous retirons de la craie. Cette importante découverte due à M. Priestley, & poussée beaucoup plus loin par M. Ingen-Houfz, démontre bien quelle est la puissance des rayons lumineux sur la végétation. Les effets que la lumière produit en grand sur les végétaux se retrouvent avec la même énergie dans un grand nombre d'opérations chimiques. Il n'est pas une substance qui, renfermée dans des vaisseaux de verre bien bouchés, & exposés au contact des rayons du soleil, n'éprouve plus ou moins d'altération par ce contact. Ce sont sur-tout les acides minéraux, les oxides ou *chaux* métalliques, les

poudres végétales & les huiles animales volatiles, dans lesquelles on observe les altérations les plus singulières. Il n'est pas un oxide métallique, surtout parmi ceux de mercure, qui ne change de couleur & ne devienne en général plus foncé à la surface exposée au soleil; on peut se convaincre de ce fait en visitant les couleurs en poudre, destinées pour la peinture, conservées dans des bocaux de verre chez les marchands. Les acides minéraux deviennent plus colorés, plus volatils & fumans, lorsqu'on les tient au soleil; les sels métalliques y noircissent, les huiles animales y prennent une couleur brune & obscure. Tous ces changemens méritent la plus grande attention de la part des chimistes, & ils constituent une suite de recherches immenses dont on ne s'est point encore assez occupé. Schéele est le premier qui en ait décrit quelques-uns; M. Bertholet s'en est aussi occupé, & nous verrons par la suite qu'il a déterminé ce qui se passe dans plusieurs de ces altérations.

§. II. *De la Chaleur.*

Il y a beaucoup plus de difficultés dans l'examen des propriétés de la chaleur, que dans celui de la lumière. On ne peut pas prouver par la pesanteur, que la chaleur est un être existant par

lui-même , & plusieurs grands hommes ont pensé avec Bacon qu'elle n'étoit qu'une modification dont tous les corps sont susceptibles. Ce qu'il y a de certain , c'est que sa présence a toujours indiqué celle du feu pour les physiciens comme pour le commun des hommes , & qu'elle a toujours été prise tantôt pour cet élément lui-même , tantôt pour un de ses caractères.

Ses principales propriétés sont de pénétrer tous les corps , de se répandre uniformément & de tendre à l'équilibre , de dilater les diverses substances qu'elle pénètre , de les faire passer de l'état solide à celui de liquides , & de celui-ci à l'état de fluides élastiques.

La chaleur se communique en général aux corps de trois manières , ou par le contact d'un corps chaud , ou par le mouvement , ou par l'acte de la combinaison. Il n'y a personne qui n'ait observé qu'en mêlant deux fluides d'une température différente , l'un sensiblement chaud & l'autre froid , le premier perd ce qu'il communique au second , & la chaleur devient égale entre les deux ; de même on fait qu'en approchant un corps solide échauffé d'un autre corps solide froid , celui-ci enlève au premier une partie de sa chaleur , & tous les deux prennent une température uniforme. Quant au développement de la chaleur par le mouvement , la

friction opérée entre deux solides , tels que des pierres dures , des morceaux de bois , d'ivoire , des matières métalliques , produit une chaleur qui va souvent jusqu'à l'inflammation , comme tout le monde le fait. La naissance de la chaleur par l'acte de la combinaison n'est pas plus équivoque ; l'union des acides concentrés avec l'eau , la chaux vive , les alkalis purs , les métaux , en produit une très-forte , & elle va jusqu'à l'inflammation entre certains fluides , tels que l'esprit de nitre & les huiles.

Les loix que suit la chaleur , en se communiquant d'un corps à l'autre , étoient regardées en physique comme analogues à celles du mouvement , avant les travaux de MM. Black à Edimbourg , Wilke à Stokholm , Irwine à Glascow , Crawford à Londres , Lavoisier à Paris. Ces savans ont fait voir , par leurs recherches , que rien n'étoit moins connu & plus difficile à connoître que la progression & la communication de la chaleur dans les systèmes de corps inégalement échauffés. Leurs expériences , d'ailleurs très-ingénieuses , ne sont point encore assez multipliées , & ils comptent eux-mêmes encore trop peu sur leurs résultats généraux , pour qu'il soit possible de les regarder comme faisant partie des élémens de la science chimique. Il est cependant très-vraisemblable qu'elles

conduiront à une théorie générale applicable à tous les phénomènes de la chimie , puisqu'il n'en est aucuns dans lesquels elle ne joue un rôle , soit par son absorption , soit par son dégagement.

Les travaux les plus exacts & les plus délicats n'ont encore pu rien apprendre de positif sur la nature de la chaleur , & les chimistes sont partagés , ainsi que les physiciens , sur cet objet important. Les uns , avec Bacon de Vérulam , pensent que la chaleur n'est qu'une modification dont tous les corps naturels sont susceptibles , qu'elle n'existe point par elle-même , & qu'elle ne consiste que dans l'oscillation des petites molécules qui composent le tissu de tous les êtres ; telle étoit l'opinion adoptée par Macquer. Ces savans appuient leur théorie sur les faits suivans. La chaleur suit tous les phénomènes du mouvement , & paroît obéir aux mêmes loix ; elle l'accompagne constamment , augmente avec lui , & diminue en même proportion. Si l'on en excepte les différences qu'elle présente dans sa communication , ou son passage de corps à corps , qui ne suit pas des loix semblables à celles du mouvement ; elle offre une analogie frappante avec lui dans toutes ses autres propriétés ; lorsque la cause qui la produit se ralentit ou cesse entièrement , la chaleur

diminue & se dissipe bientôt. Pour faire concevoir cette hypothèse, les physiciens qui l'ont proposée observent que les corps même les plus denses sont remplis d'une grande quantité de petites cavités ou de pores, dont le volume peut être beaucoup plus grand que celui de la substance qu'ils environnent & qu'ils renferment. Ces vides permettent à leurs molécules de se mouvoir les unes sur les autres, d'osciller dans tous les sens. Si ces oscillations ne sont point apperçues, c'est qu'elles se font sur des parties extrêmement fines qui échappent à nos sens, comme les vides ou pores y échappent eux-mêmes. Enfin, les savans qui regardent la chaleur comme un mouvement intestin, sont encore fondés sur ce qu'aucune expérience positive ne démontre son existence, sur ce qu'on n'a pu y reconnoître aucune pesanteur, &c.

Plusieurs autres physiciens, & quelques chimistes modernes, croient au contraire que la chaleur est un fluide particulier répandu dans tous les corps de la nature, & dont ils sont pénétrés avec plus ou moins d'énergie; ils distinguent ce fluide dans deux états; dans celui de combinaison, & dans celui de liberté. La première n'est pas sensible à nos organes, ni au thermomètre; elle repose dans les corps dont elle constitue un des principes; elle y est dans

un état de compression plus ou moins considérable ; elle se dégage souvent dans la décomposition, & alors elle passe à l'état de chaleur libre ; elle devient susceptible d'agir sur les corps placés dans son atmosphère ; le thermomètre peut en mesurer la force, & en indiquer les degrés. Comme tous les corps qui passent de l'état solide à l'état fluide, & de ce dernier à celui de vapeurs, excitent du froid dans l'atmosphère environnante, ils soupçonnent qu'il y a une grande quantité de matière de la chaleur absorbée par ces corps, & que lorsqu'au contraire les substances qui de fluides deviennent concrètes, produisent de la chaleur, cette dernière est dégagée de ces substances, & passe de l'état de combinaison à celui de liberté.

Schéele, persuadé ainsi que Bergman, que la chaleur est un corps existant par lui-même, a examiné avec beaucoup de soin, les phénomènes qu'elle présente comme agent chimique, & comme susceptible de combinaisons. Il a cru même pouvoir conclure de ses expériences, qu'elle est un composé d'air vital, qu'il appelle *air du feu*, & de feu fixe ou phlogistique ; qu'elle ne diffère de la lumière que par la quantité relative de ce dernier principe ; mais quelques ingénieuses & quelque vraies que soient en

elles-mêmes les recherches auxquelles il s'est livré, les inductions qu'il en a tirées sur la nature & les principes de la chaleur, ne nous ont point paru en découler naturellement, & nous ne pensons point qu'on puisse regarder son analyse de la chaleur comme démontrée. Quelques physiciens pensent que la lumière & la chaleur sont un même corps, & ne diffèrent que par leur état. Ce corps est lumière, lorsque ses molécules rassemblées & jouissant de toute leur attraction, sont lancées avec beaucoup de force; il est chaleur, lorsque ces mêmes molécules divisées se meuvent lentement & tendent à l'équilibre. Ils croient que la chaleur peut devenir lumière; & la lumière chaleur; cependant on ne peut se dissimuler que la lumière ne produise souvent des effets très-différens de ceux de la chaleur, comme cela a lieu dans l'acide nitrique, l'acide muriatique oxigéné, les chaux ou oxides métalliques, les feuilles des végétaux plongés dans l'eau; tous ces corps donnent de l'air vital ou du gaz oxigène, lorsqu'ils sont exposés aux rayons du soleil, & la plupart n'en donnent pas par la seule action de la chaleur. C'est ainsi que la lumière artificielle de nos feux venant à traverser les vaisseaux, change la nature des produits qui s'en dégagent.

Enfin, MM. Lavoisier et de la Place semblent soupçonner que les deux hypothèses sur la chaleur sont vraies & ont lieu en même-temps ; c'est-à-dire, que la chaleur consiste dans l'existence d'un corps particulier, & dans les oscillations intestines des corps excités par sa présence.

Quelle que soit, au reste, la nature de la chaleur, les phénomènes qu'elle présente dans les combinaisons et les décompositions chimiques n'en sont pas moins certains, & ne doivent pas moins être observés avec soin. Un grand nombre de faits ont démontré que ce corps ou cette modification est inaltérable en elle-même, qu'elle ne se perd point, & c'est ce qui a porté MM. Lavoisier & de la Place à présenter un axiome ou un principe général sur son apparition ou sa disparition. Comme ce principe est de la plus grande importance pour la théorie chimique, nous croyons devoir le rapporter ici.

« Si dans une combinaison, ou dans un chan-
 » gement d'état quelconque, il y a une dimi-
 » nution de chaleur libre ; cette chaleur repa-
 » roîtra toute entière, lorsque les substances
 » reviendront à leur premier état ; & récipro-
 » quement, si dans la combinaison ou le chan-
 » gement d'état, il y a une augmentation de

» chaleur libre, cette nouvelle chaleur disparoit-
 » tra dans le retour des substances à leur état
 » primitif ».

En généralisant encore plus ce principe, & en l'étendant à tous les phénomènes de la chaleur, ils l'ont exposé de la manière suivante.
 « Toutes les variations de chaleur, soit réelles,
 » soit apparentes, qu'éprouve un système de
 » corps, en changeant d'état, se reproduisent
 » dans un ordre inverse, lorsque le système
 » revient à son premier état ».

Pour mesurer la quantité de chaleur absorbée, ou dégagée dans les différens phénomènes chimiques, mesure qui devient aujourd'hui de la plus grande importance, d'après ce que nous avons exposé, les physiciens modernes ont cherché des moyens capables de suppléer aux thermomètres, dont les échelles n'ont point l'étendue convenable, & dont la marche n'est pas aussi certaine qu'on l'avoit cru d'abord. M. Wilke avoit proposé d'employer la fonte de la neige par les corps dont il vouloit connoître la chaleur; mais MM. Lavoisier & de la Place ont trouvé une méthode plus sûre & plus facile à pratiquer. Elle consiste en général à exposer les corps, qui produisent de la chaleur par leur combinaison, après les avoir réduits, ainsi que le vase qui les renferme, à la

température de 0, dans un vaisseau entouré de glace, dont la couche intérieure ne peut être fondue que par la chaleur dégagée de ces corps pendant leur union, & à mesurer la quantité de cette chaleur par celle de l'eau fondue & recueillie avec soin. Ils sont aussi parvenus par ce procédé à connoître sûrement la chaleur spécifique des corps, à mesurer celle qui est absorbée dans certaines combinaisons, & enfin à déterminer jusqu'à celle qui se dégage dans la combustion & la respiration. La précision que nous nous sommes imposée, & les longs détails qu'il seroit nécessaire de donner ici pour faire connoître l'instrument ingénieux, imaginé par ces deux savans académiciens, & la manière dont ils s'en servent pour déterminer la chaleur spécifique des corps, ainsi que celle qui est absorbée ou dégagée dans les combinaisons chimiques, nous forcent de renvoyer à leur ouvrage même (1).

Arrêtons-nous encore ici sur le rapport qui paroît exister dans quelques cas entre la lumière & la chaleur, & sur les différences qui les caractérisent dans les procédés de la nature & de

(1) Voyez Mémoire sur la chaleur, lu à l'académie royale des sciences, le 28 juin 1783, par MM. Lavoisier & de la Place, de la même académie.

Part. De ce que la lumière des rayons du soleil échauffe les corps qu'elle frappe, on ne doit pas en conclure que la lumière & la chaleur soient une seule & même substance : comme il existe au contraire un grand nombre de cas dans lesquels il y a beaucoup de lumière sans chaleur, ainsi que de ceux où l'on rencontre beaucoup de chaleur sans lumière, plusieurs physiciens croient que la lumière diffère beaucoup de la chaleur. En effet, les phosphores, les diamans, le bois pourri, les matières animales en putréfaction, les insectes & les vers lumineux, les rayons de la lune réfléchis & concentrés par les miroirs métalliques & les lentilles, offrent une lumière très-vive & très-éclatante, sans présenter de chaleur sensible; & tous les corps naturels peuvent être fortement échauffés sans devenir lumineux.

Les rayons solaires ne paroissent produire de la chaleur que par la percussion des corps sur lesquels ils sont reçus, & par le frottement qu'ils éprouvent de la part de ceux qui s'opposent à leur passage. Si les corps opaques, colorés en rouge, & particulièrement en noir, s'échauffent plus & sur-tout plus vite que les surfaces blanches & brillantes, c'est sans doute parce que les rayons éprouvent des réfractions plus fortes, & peut-être même parce qu'ils se combinent avec

la substance même de ces corps très-colorés, tandis que les surfaces blanches les réfléchissent plutôt que de les absorber.

Quant à la production de la lumière par la chaleur forte & continuée, comme on l'observe dans la combustion des huiles, des bois, des graisses, dans l'incandescence des métaux, des pierres, elle tient encore à des causes qui ne supposent, en aucune manière, une identité entre la lumière & la chaleur. Lorsqu'on chauffe fortement les corps combustibles, ils finissent par produire de la flamme, qui supplée à l'absence des rayons du soleil, & donne naissance aux mêmes effets. Mais cette lumière, le produit de l'inflammation, pouvoit être contenue ou dans le corps combustible, ou dans l'air, dont la présence est nécessaire à sa production, & rien ne démontre que c'est la chaleur qui se change en lumière. L'incandescence des corps incombustibles, tels que les pierres dans lesquelles on ne peut point admettre la présence de la lumière combinée, au moins comme dans les corps combustibles, a été expliquée d'une manière très-ingénieuse par M. Macquer. Suivant ce chimiste, elle dépend des vibrations fortes, excitées dans les molécules de ces corps par la chaleur; ces vibrations disposent les particules de sorte que leurs facettes, sans cesse

agitées, sont comme autant de petits miroirs, qui réfléchissent & lancent directement vers nos yeux les rayons de lumière, qui existent dans l'air pendant la nuit autant que pendant le jour, & qui ne sont insensibles & ne produisent les ténèbres, que parce que leur direction ne se fait pas sur les organes de la vue.

Telles étoient les idées de Macquer, & d'un assez grand nombre de physiciens; mais des faits mieux observés & plus nombreux sur la différence de chaleur contenue dans chaque corps, sur leur aptitude à l'absorber, sur les attractions électives auxquelles elle paroît obéir, rendent l'opinion de l'existence de la chaleur, comme corps particulier, beaucoup plus forte que jamais. On pense qu'il est souvent un des principes des corps composés; que c'est le plus léger de tous les corps naturels, & que c'est pour cela qu'on ne peut pas en reconnoître l'existence par la pesanteur. On distingue deux espèces de chaleur, ou plutôt on distingue la chaleur elle-même en deux états différens, dans toutes les substances naturelles; l'une qui est intimement combinée, & qu'on appelle *chaleur latente*, ou *calorique*, parce qu'elle n'y est pas sensible; l'autre qui y est simplement disséminée. Celle-ci peut en être chassée par la seule pression ou par des moyens mécaniques; c'est ainsi que

lorsqu'on frappe une barre de fer, & qu'on rapproche ses molécules par le choc, la chaleur s'en échappe, comme l'eau sort d'une éponge humide que l'on presse. La chaleur vraiment combinée ne sort des corps que par de nouvelles combinaisons chimiques. Toutes les matières solides qui contiennent ces deux espèces de chaleur peuvent prendre une plus grande quantité de l'une & de l'autre; celle qu'on y ajoute en écarte de plus en plus les molécules; son premier effet est le ramollissement du corps solide; son second, à mesure qu'elle s'accumule, est la fusion ou la liquéfaction; son troisième, toujours lorsque sa quantité augmente, est la fluidité élastique; mais nous traiterons de ces phénomènes dans les deux paragraphes suivans.

§. III. *De la Raréfaction.*

L'effet le plus frappant que les physiciens attribuent au feu, & qui est constamment produit par la chaleur, est la raréfaction. Nous avons déjà fait remarquer que la principale action de la chaleur étoit d'augmenter le volume de tous les corps, sans augmenter leur pesanteur absolue, & de diminuer au contraire leur pesanteur spécifique. Cette raréfaction indique l'intermission d'une substance quelconque dans les petites cavités des corps raréfiés; cette substance,

tance, qui est la chaleur elle-même, ou plutôt le calorique, agit comme des coins ou des ressorts qui séparent & éloignent les molécules de ces corps. Si ceux-ci, lorsqu'ils sont raréfiés par la chaleur, n'ont pas acquis plus de poids, & si leur pesanteur spécifique est moins considérable qu'auparavant, c'est que la raréfaction ne consiste que dans un simple écartement des parties du corps chaud, dont les pores sont alors agrandis, de manière qu'il contient plus de vide & moins de parties solides qu'auparavant dans un espace donné; cet écartement est dû à la matière de chaleur, dont le poids est nul pour nous.

Si l'on considère que les corps raréfiés par la chaleur éprouvent dans leurs molécules un mouvement intestin, qui tend à les désunir & à les séparer les unes des autres, & que le froid au contraire les rapproche & les resserre les unes contre les autres, on sera convaincu que la chaleur est une force opposée à la gravitation des parties des corps les unes sur les autres, & qu'elle détruit leur attraction particulière; car il est nécessaire d'observer que l'attraction, trouvée par Newton, a trois modifications, pour ainsi dire, ou trois manières d'être, qui méritent d'être bien distinguées les unes des autres. Le premier état de l'attraction constitue celle qui, combinée avec une première impulsion préexistante, retient les pla-

niées dans leurs orbites, & les empêche de s'écarter du soleil, à l'égard duquel leur distance croîtroit sans cesse, si la force projectile agissoit seule. On pourroit appeler cette première, *attraction planétaire*, pour la distinguer des deux autres. Le second état, ou la seconde modification de l'attraction, comprend celle qui fait tendre les corps plongés dans l'atmosphère de notre globe vers son centre; c'est la *gravitation terrestre*. Enfin, la troisième modification de cette force générale appartient à celle par laquelle les diverses parties d'un corps particulier, d'une pierre, ou de toute autre substance compacte, pèsent sur leur centre; cette dernière donne naissance à l'agrégation; c'est celle-ci que la chaleur diminue & tend à détruire, & c'est en la diminuant qu'elle opère un grand nombre d'effets qui entretiennent les combinaisons, les décompositions, la végétation, l'animalisation, &c.

Boerhaave, qui a considéré les effets du feu, plutôt en physicien qu'en chimiste, a établi sur la raréfaction, prise en général, trois loix que nous allons examiner.

PREMIÈRE LOI DE LA RARÉFACTION.

Tous les corps sont dilatés par la chaleur.

Quoiqu'il soit vrai en général, que presque tous les corps de la nature sont dilatés & rarifiés par la chaleur, il est cependant nécessaire de faire quelques remarques sur ce phénomène. Premièrement, toutes les substances minérales, sans exception, éprouvent une dilatation & une raréfaction d'autant plus grandes, que la chaleur à laquelle on les expose est plus forte. Cette raréfaction va même jusqu'à détruire entièrement l'agrégation d'un grand nombre d'entr'elles; mais si l'on applique cette loi aux matières végétales & animales, elle paroît souffrir quelques exceptions. En effet, une chaleur douce dilate, à la vérité, leurs fibres, les écarte & diminue la densité de leur tissu; mais par une chaleur brusque & forte, le parchemin, les membranes, les tendons se retirent, se resserrent sur eux-mêmes; propriété qui paroît tenir à l'irritabilité, ou plutôt à la contractibilité des fibres animales, pour lesquelles la chaleur semble être un stimulus, tant que leur organisation n'est pas détruite.

SECONDE LOI DE LA RARÉFACTION.

Les corps raréfiés par le feu éprouvent une dilatation dans toutes leurs dimensions.

Une barre de fer chauffée augmente en longueur & en largeur. Les phyficiens ont imaginé plusieurs instrumens pour connoître & pour mesurer même cet effet de la raréfaction. Le pyromètre, dont l'invention appartient à Muffchenbroëck, annonce par le mouvement d'une aiguille sur un cadran, jusqu'à la mille quatre-vingtième partie d'une ligne de dilatation dans les barres métalliques chauffées. Cette sensibilité est due à la réunion de plusieurs leviers plus longs les uns que les autres. Le dernier peut faire un assez grand chemin pour mouvoir, à l'aide d'une roue ou d'un rateau, une aiguille dont la marche mesurée sur le cadran, indique les degrés les plus petits de l'allongement de la barre. Comme le pyromètre n'annonce que l'allongement des barres métalliques, les phyficiens se servent d'un cylindre traversant un anneau de métal quand l'un & l'autre sont froids; si l'on chauffe le cylindre, il ne peut plus passer à travers l'anneau, ce qui démontre que les corps sont dilatés dans leur diamètre comme dans leur longueur.

C'est d'après ce phénomène, très-connu des chimistes, qu'il est nécessaire de laisser du jeu aux grilles qui entrent dans les fourneaux, & de ne point trop ferrer tous les vaisseaux qu'on lute ensemble; sans cette précaution on ne pourroit éviter les fractures, ni les inconvéniens qui les accompagnent.

TROISIÈME LOI DE LA RARÉFACTION.

La dilatation a lieu en raison directe de la rareté, ou inverse de la densité des corps.

Boerhaave, pour établir cette troisième loi, n'a comparé l'effet de la chaleur que sur trois corps solides très-différens les uns des autres, tels que du bois, une pierre & un métal; il avoit observé qu'en effet le bois se dilatoit le plus, ensuite la pierre, puis le métal, & que la raréfaction ou l'écartement des molécules des corps suivoit leur densité; il en avoit conclu que plus le tissu des corps est rare, & plus ils se dilatent, & qu'au contraire plus il est dense, moins ils se raréfient. Mais en répétant l'expérience de la raréfaction par la chaleur sur un grand nombre de corps solides, différens les uns des autres, Buffon a prouvé que la chaleur les dilate en raison de leur altérabilité par le feu; c'est-à-dire, les pierres en raison de leur calcinabilité,

& les métaux , en raison de leur fusibilité. Boerhaave, qui avoit étendu cette loi jusqu'aux fluides , ne l'avoit établie que d'après la dilatation respective de l'air , de l'esprit-de-vin & de l'eau. S'il avoit comparé la raréfaction du mercure à celle de ces premiers fluides , il n'auroit pas généralisé cette loi comme il l'a fait , puisque cette matière métallique , beaucoup plus dense que l'esprit-de-vin & l'eau , se dilate spécifiquement plus que ces deux fluides. Cette expérience prouve que ce n'est ni l'inflammabilité , ni la fusibilité des fluides , qui déterminent les degrés ou la vitesse de leur raréfaction par la chaleur. MM. Bucquet & Lavoisier , qui ont fait une longue suite d'expériences sur la dilatation des fluides , & sur la marche de leur raréfaction par la chaleur , n'ont pas pu trouver la cause de la diversité singulière qu'ils y ont observée , & ils se sont contentés de les décrire sans en tirer de résultat.

Outre les loix de la raréfaction que la chaleur produit , & qui ne sont pas encore , à beaucoup près , connues , il est essentiel de savoir , 1^o. que les corps en passant de l'état solide à celui de fluidité , produisent toujours du froid , comme les sels en se dissolvant dans l'eau , l'éther qui s'évapore , &c. 2^o. que les fluides susceptibles de passer à l'état concret , laissent dégager de la chaleur en

devenant solides; ainsi, l'eau qui se gèle lorsqu'on la tient plongée dans un bain de glace, ne donne jamais un aussi grand degré de froid que l'alcool plongé dans le même bain. Cet effet général dépend de ce qu'un corps qui, de solide devient liquide, absorbe plus de chaleur qu'il n'en avoit auparavant, tandis que, dans la circonstance contraire, il laisse échapper la quantité de chaleur qui le tenoit fondu.

§. IV. *Du Phlogistique de Stahl.*

Beccher, frappé de la propriété qu'ont certains corps de produire du feu, c'est-à-dire, de la chaleur & de la lumière, par le mouvement répété, ou par le contact d'autres corps en ignition, avoit imaginé qu'elle dépendoit d'un principe particulier qu'il appeloit terre inflammable. Stahl, qui s'est beaucoup occupé de cette doctrine, a pensé que ce principe étoit le feu pur ou la matière du feu, fixée dans les corps combustibles; il a donné à cet élément, ainsi combiné, le nom particulier de *phlogistique* ou *principe inflammable*, pour le distinguer du feu libre ou en action. Ses propriétés sont alors toutes différentes de celle qu'il présente dans son état de liberté, & on ne peut plus le

reconnoître à la chaleur & à la lumière qui sont les deux indices du feu; mais il les reprend dès qu'il se sépare des corps qui le retenoient, & il reparoît avec l'éclat & la chaleur qui l'accompagnent, lorsqu'il est isolé & libre. Telle étoit l'idée simple & grande que Stahl s'étoit formée sur la nature des corps combustibles en général. Il est en effet naturel de penser que des matières qui, une fois échauffées ou percutées fortement, prennent feu & continuent à brûler jusqu'à ce qu'elles soient entièrement consumées, doivent cette propriété au feu qu'elles recèlent, & que leur combustion n'est autre chose que le dégagement du feu & son passage à l'état de liberté. Tous les corps inflammables contenoient donc, suivant Stahl, le feu fixé ou combiné qui étoit le principe de leur inflammabilité. D'après cela, il regardoit ce principe comme parfaitement identique dans toutes les substances qui le recéloient, de quelque nature qu'elles fussent, & quelque différence qu'elles présentassent. Il suffisoit qu'elles fussent combustibles, pour qu'il y admît la présence d'une grande quantité de feu fixé ou de phlogistique. Ainsi, dans cette théorie, le soufre, le charbon, les métaux, les huiles, le phosphore, &c. doivent toutes leurs propriétés à la présence du feu fixé; & s'ils présentent des différences dans le tissu, la forme, la couleur, la consis-

tance, la pesanteur, &c. ces différences dépendent de celles des principes divers auxquels le phlogistique est uni; car ce dernier est toujours le même, & ne peut jamais cesser de l'être, à moins qu'il ne quitte ses combinaisons, & ne passe à l'état de feu libre.

Pour reconnoître les propriétés du feu fixé & dans l'état de phlogistique, Stahl a comparé les corps qui le contiennent à ceux dans la composition desquels il ne paroît point entrer; il a observé que les premiers ont en général de la couleur, de l'odeur, de la fusibilité, de la volatilité, de la combustibilité, tandis que les seconds sont ordinairement incolores, inodores, plus ou moins fixes, infusibles, & sur-tout incombustibles. Il a également reconnu que les substances manifestement phlogistiquées perdoient la plus grande partie de leurs propriétés, lorsqu'on leur enlevoit le phlogistique, & qu'on les faisoit reparoître en le leur restituant.

C'est spécialement sur le soufre & les matières métalliques qu'il a étendu sa doctrine, & c'est d'après les phénomènes que ces corps présentent, qu'il l'a le plus solidement établie. Les métaux sont, suivant lui, des composés de terres particulières & de phlogistique; lorsqu'on les calcine, leur phlogistique s'en dégage en feu libre, & ils perdent conséquemment leur fusibi-

lité, leur ductilité & leur inflammabilité. On leur rend ces propriétés, en leur restituant le phlogistique, & en les chauffant avec des huiles, des charbons, & toutes les autres matières qui le contiennent. Le soufre est formé d'acide sulfurique et de phlogistique, sa combustion consiste dans le dégagement de ce dernier principe; & s'il est entièrement dissipé, il ne reste plus que son acide; lorsqu'on traite cet acide avec le charbon, les huiles, les métaux, il leur enlève leur phlogistique & reforme du soufre, ou un corps coloré, odorant, fusible, volatil & inflammable.

Quelque brillante que soit cette théorie, il est aisé de concevoir qu'elle est sujette à une grande difficulté; en effet, Stahl & tous ceux qui l'ont suivi n'ont point assez spécifié ce que c'est que le phlogistique; ils se sont énoncés d'une manière trop vague & trop obscure. Macquer, qui a bien senti cette difficulté, après avoir long-temps médité sur la nature du feu & du phlogistique, a pensé que la lumière en avoit toutes les propriétés, soit en la considérant comme libre, agitée & jouissant de tous ses droits, soit en la concevant comme principe des corps, & tendant à s'en séparer par le mouvement. En présentant un système admis dans les sciences, il est nécessaire d'en faire connoître

en même temps les difficultés, & d'en indiquer les erreurs. Nous croyons donc devoir exposer ici les objections que l'on fait aujourd'hui à la doctrine de ce grand chimiste, doctrine qui n'a perdu son éclat qu'après avoir constitué une des plus brillantes époques de la chimie.

On peut réduire à trois chefs les principales difficultés qui se présentent dans la théorie du phlogistique. 1°. Les propriétés que Stahl a attribuées à la présence de ce principe, ne se rencontrent pas toujours dans les corps où il l'a admis. Le charbon, & en particulier celui des résines, qu'il regarde comme le phlogistique presque pur, n'est ni odorant, ni volatil, ni fusible; il y a même quelques charbons, qui ne sont que très-peu combustibles. Le diamant très-infusible, très-fixe, très-transparent, très-inodore, est peut-être le corps le plus inflammable qui soit connu, puisqu'il brûle en entier & sans résidu. L'esprit-de-vin, l'éther, plusieurs huiles essentielles n'ont point de couleur.

2°. Souvent les corps, en perdant le phlogistique, acquièrent des propriétés, que Stahl attribuoit ordinairement à sa présence, & qui étoient même peu énergiques avant qu'il fût dissipé. La plupart des métaux prennent dans leur calcination une couleur beaucoup plus foncée,

comme le cobalt, le mercure, le plomb, le fer, le cuivre, &c.

3°. Stahl, en s'occupant beaucoup des corps combustibles, d'après la nature desquels il a cherché à fixer celle du phlogistique, n'a presque point fait d'attention à la nécessité de l'air pour la combustion, & semble avoir oublié qu'il y contribue essentiellement. C'est d'après cet oubli qu'il n'a pas prévu la plus forte objection qu'on pût lui faire, & qui ne lui a cependant été proposée par aucun chimiste de son temps. Si la combustion n'est que le dégagement du phlogistique, il est clair que c'est une décomposition dans laquelle le corps combustible perd un de ses principes; or, comment se peut-il faire qu'une substance dont un des principes se dissipe, ait une pesanteur absolue plus considérable, après cette perte, qu'elle n'en avoit auparavant? C'est ainsi que cent livres de plomb donnent cent dix livres de minium; que le soufre donne plus d'acide sulfurique en poids après sa combustion, qu'il ne pesoit lui-même. C'est encore par cette raison que seize onces d'esprit-de-vin brûlé, fournissent dix-huit onces d'eau pure, suivant la belle découverte de M. Lavoisier. (1)

(1) Séance de l'académie royale des sciences, du 4 septembre 1784.

La force de cette objection, jointe à la difficulté de démontrer la présence du phlogistique, ont fait prendre à quelques chimistes modernes le parti de nier entièrement son existence. Il ne faut cependant entendre ceci qu'avec quelques restrictions; malgré les recherches immenses, faites depuis quelques années sur les corps combustibles & sur la combustion, on n'a point encore pu renoncer à la matière du feu fixé dans les corps, & on a changé son nom de phlogistique en celui de *calorique*, ou de chaleur combinée; mais ce n'est point à cette matière que l'on attribue la propriété combustible. Sa présence dans les corps inflammables n'est pas ce qui détermine leur inflammabilité.

Depuis que les chimistes ont cherché à apprécier la nécessité de l'air dans la combustion, ils ont fait plusieurs découvertes importantes, dont la principale est qu'une portion de l'air atmosphérique est absorbée par les corps qui brûlent, & que c'est cette partie d'air fixé ou combiné qui augmente la pesanteur absolue des métaux, du soufre, du phosphore, du gaz inflammable, de l'esprit-de-vin, après leur combustion. Comme on a aussi découvert que cette augmentation de pesanteur correspond parfaitement au poids de l'air absorbé, quelques

chimistes, à la tête desquels on doit placer MM. Lavoisier & Bucquet, avoient d'abord admis une théorie nouvelle, entièrement fondée sur cette absorption de l'air, & dans laquelle il n'étoit fait aucune mention du phlogistique. Cette théorie étoit absolument l'inverse de celle de Stahl, & elle étoit renfermée en entier dans les quatre principes suivans.

1°. Les corps phlogistiqués de Stahl sont, suivant cette doctrine, des êtres qui ont beaucoup de tendance pour s'unir avec l'air, tendance qui constitue en général la combustibilité.

2°. Toutes les circonstances où Stahl pensoit que le phlogistique se dégage, ne présentent que des combinaisons avec l'air vital: telles sont la combustion en général, la respiration, la formation des acides sulfuriques & phosphoriques par la combustion du soufre & du phosphore.

3°. Toutes celles au contraire où le phlogistique se combine suivant la doctrine de Stahl, offrent le dégagement de l'air dans la théorie pneumatique; telles sont la réduction des métaux, opérée par la réaction des oxides métalliques & du charbon, la décomposition des acides par les corps combustibles, & en particulier celle de

l'acide sulfurique & de l'acide nitrique par le fer, le charbon, &c.

4°. Tous les corps que Stahl croyoit être des composés où le phlogistique entroit, sont regardés, dans cette théorie, comme des êtres simples, qui ont une grande affinité avec l'air vital, & qui tendent à s'y combiner toutes les fois qu'ils sont exposés à son contact; de sorte que toute combustion, toute inflammation n'est qu'une combinaison de l'air dans le corps combustible; & toute opération dans laquelle un corps est censé reprendre du phlogistique, n'est que le dégagement de l'air vital, ou le passage de la base d'un corps dans un autre.

Cette opinion, qui avoit été adoptée par Bucquet dans ses derniers cours, explique, à la vérité, la plus grande partie des phénomènes de la combustion, de la réduction des oxides métalliques; mais elle ne rend pas entièrement raison de la flamme produite par les corps combustibles en ignition, du mouvement rapide excité dans l'inflammation, & de tous les changemens qui l'accompagnent. Macquer, qui a bien connu toute l'influence des découvertes modernes sur les théories chimiques, a pensé qu'elles ne renverfoient point entièrement celle de Stahl, & il a réuni la doctrine pneumatique que nous

venons d'exposer , avec la théorie du phlogistique , en regardant ce principe comme la lumière fixée. Après avoir fait voir que la lumière pure , & telle qu'elle est versée sur notre globe par le soleil , peut être regardée comme la véritable matière du feu , & qu'en la concevant fixée dans les corps , elle constitue le phlogistique de Stahl ; il a pensé que , dans toute combustion , l'air pur dégage la lumière ou le phlogistique des corps combustibles , qu'il en prend la place , & qu'on peut regarder , d'après cela , la calcination des métaux comme la précipitation de l'air & le dégagement de la lumière. Lorsqu'au contraire on restitue le phlogistique aux oxides métalliques dans la réduction , la matière de la lumière sert , suivant lui , à séparer ou à dégager à son tour l'air qui étoit fixé dans ces substances , & elles reparoissent alors à l'état métallique. Dans cette théorie , qui paroissoit remplir l'objet que l'auteur s'étoit proposé , d'accorder la doctrine de Stahl avec celle des modernes , Macquer pensoit que le phlogistique peut s'unir aux corps même dans les vaisseaux fermés , puisque la lumière , qu'il regardoit comme le véritable phlogistique , traverse les vases de verre , comme tout le monde le fait , & pénètre même les vaisseaux de terre & de métal , lorsqu'ils sont échauffés jusqu'au point d'être

d'être rouges. Schéele a proposé une théorie différente, & qui a eu des partisans parmi les chimistes du nord. Il croyoit que le feu, la chaleur, la lumière, étoient des composés d'air vital & de phlogistique; qu'en traversant les vaisseaux, la lumière étoit décomposée; qu'elle déposoit son phlogistique, & que l'air vital se dégageoit, comme dans la réduction des *chaux* ou oxides métalliques. Mais cette ingénieuse théorie, à l'aide de laquelle Schéele expliquoit l'influence de la lumière solaire & de la chaleur diversément modifiée, sur un grand nombre de phénomènes chimiques, ne rend pas raison de l'augmentation de poids des métaux, du soufre, du phosphore, &c. après leur combustion.

M. Lavoisier, dont l'opinion doit avoir autant de poids en chimie, que ses expériences ont eu d'influence sur ses progrès, a présenté une nouvelle doctrine, que beaucoup de chimistes françois ont adoptée, & qui me paroît être celle de toutes qui explique le mieux les phénomènes de la nature. Il pense que la lumière, la chaleur & tous les grands phénomènes que présentent les corps combustibles dans leur inflammation, dépendent plus de l'air qui favorise cette dernière, que de leur nature propre; que la flamme qui a lieu dans cette opération,

est plutôt due à la lumière dégagée de l'air vital qu'à celle qui est séparée du corps combustible. La décomposition qui a lieu, suivant Stahl & Macquer, dans la substance inflammable, il l'attribue à l'air vital, qu'il regarde comme un composé de la matière du feu & d'un autre principe dont nous parlerons plus bas; & le feu fixé, dont le dégagement joue le principal rôle, est, suivant lui, séparé de l'air vital plutôt que du corps combustible. Nous ne pouvons en dire davantage ici sur cet ingénieux système; nous y insisterons avec plus de détail dans l'histoire de l'air, qui appartient au chapitre suivant; nous nous contenterons de faire observer que la matière du feu ou de la chaleur, que M. Lavoisier admet dans l'air vital, & dont le dégagement est, suivant lui, la cause de la flamme éclatante & de la chaleur vive, qui accompagnent la combustion rapide produite par cet air, joue à-peu-près le même rôle que le phlogistique de Stahl, ou la lumière fixée de Macquer, & que les chimistes sont tous d'accord sur son existence; mais qu'ils diffèrent, en ce que les uns l'admettent dans les corps combustibles, & la regardent comme la cause de l'inflammabilité; les autres croient qu'elle existe dans l'air, & que ce n'est point elle qui détermine la combustion. Nous exposerons, dans les chapitres suivans, les raisons

qui nous font regarder cette dernière opinion comme la plus vraisemblable.

§ V. *Des effets de la chaleur sur les corps considérés chimiquement.*

On a vu dans le troisième paragraphe, qu'un des principaux effets de la chaleur est de raréfier les corps, d'en augmenter le volume en écartant leurs molécules, & d'en diminuer la pesanteur en agrandissant leurs pores. Telle est la simple idée physique ou mécanique, que nous en avons donnée en parlant de la raréfaction en général; mais en considérant cette première action de la chaleur avec plus de soin, on reconnoît qu'elle est suivie de plusieurs autres effets très-importans à bien apprécier.

La première & la plus frappante considération chimique qui se présente sur les effets de la chaleur, c'est qu'en écartant les molécules des corps, elle diminue leur agrégation. Comme la force d'agrégation & l'attraction de composition sont toujours en raison inverse l'une de l'autre, ainsi que nous l'avons exposé dans le troisième chapitre, il est aisé de concevoir que la chaleur favorise singulièrement la combinaison, en détruisant l'agrégation. Cette propriété a fait regarder le feu comme le principal

agent des chimistes, & ils se font eux-mêmes qualifiés du titre de *philosophes par le feu*. On verra cependant par la suite qu'on s'en sert aujourd'hui beaucoup moins qu'on ne le faisoit autrefois.

L'action de la chaleur, considérée sous ce point de vue, c'est-à-dire, comme tendant à détruire l'agrégation, & à favoriser la combinaison, paroît être modifiée de quatre manières, suivant les corps sur lesquels elle exerce sa puissance.

1°. Il est des corps qu'elle n'altère en aucune façon, & qu'elle ne fait que dilater. Les substances de cette nature sont inaltérables & *apyres*; c'est ainsi que le cristal de roche, exposé au feu le plus fort & le plus long-temps soutenu, n'éprouve aucune altération, ne perd rien de sa dureté, de sa transparence, & sort de cette épreuve aussi dense & aussi beau qu'il étoit auparavant. Il n'y a que très-peu de matières aussi peu altérables que celle-là.

2°. La chaleur détruit entièrement l'agrégation de beaucoup de corps, & les fait passer de l'état solide à l'état fluide. Ce phénomène se nomme *fusion*; les corps qui l'éprouvent sont appelés *fusibles*. Il y a différens degrés de fusibilité, depuis celle du platine, qui est extrêmement difficile à fondre, jusqu'à celle du mercure

qui est toujours fluide. Cette fusibilité, poussée à l'extrême, est la volatilisation. Un corps se volatilise ou se répand dans l'atmosphère, lorsque de l'état de liquide, il passe, par une grande raréfaction, à celui de fluide élastique. Alors entraîné & soulevé par sa chaleur, il s'élève dans l'air atmosphérique, & il y reste suspendu ou dissous, jusqu'à ce qu'il acquiert plus de densité & de pesanteur par le froid. On nomme *volatils* les corps susceptibles de cette propriété. Ceux qui n'en jouissent point sont appelés *fixes* par opposition. Il y a beaucoup de degrés entre la fixité & la volatilité; il paroît même qu'on ne peut supposer aucun corps absolument fixe, & que plusieurs ne le paroissent que parce que nous n'avons pas de chaleur assez forte en notre pouvoir, pour leur faire éprouver ce changement d'état. La même réflexion doit être faite sur l'infusibilité; il n'en est point d'absolue. Si l'on ne parvient point à fondre le cristal de roche, c'est parce que nous ne pouvons point lui appliquer un assez grand degré de chaleur. Lors donc que nous parlons de l'infusibilité ou de la fixité de certains corps, cela ne doit s'entendre que des propriétés relatives, en les considérant dans l'ensemble des êtres que nous connoissons, & relativement au feu qu'il est en notre pouvoir de produire.

Il faut bien distinguer cette volatilité essentielle de celle qui n'est qu'apparente, & qui n'a lieu qu'en raison du mouvement communiqué par le courant de la flamme ou des vapeurs; c'est ainsi, par exemple, que le zinc oxidé est enlevé par la rapidité de la flamme, excitée pendant sa combustion.

3°. Lorsque la chaleur agit sur des corps composés de deux principes; dont l'un est volatil & l'autre fixe, elle les sépare souvent, en volatilisant le premier; ces corps sont décomposés, mais sans altération, de sorte que l'on peut les recomposer ou les faire reparoître avec toutes leurs propriétés, en unissant les deux principes séparés; cette séparation de principes constitue une analyse vraie ou simple. Le feu appliqué aux corps composés de deux substances, dont les propriétés sont très-différentes relativement à la volatilité, réduit en vapeur celle qui est volatile, & laisse intacte celle qui est fixe. Mais pour que cette analyse vraie ait lieu, il faut que la substance volatile & la substance fixe du composé soient l'une & l'autre également inaltérables par la chaleur qu'on leur applique, ou qu'on ne leur donne que le degré de feu convenable pour ne point en changer entièrement les propriétés. Alors la matière volatilisée n'ayant pas subi plus d'altération que la sub-

tance fixe, on pourra les unir ensemble & reproduire le corps composé tel qu'il étoit avant sa décomposition; ce qui indique que l'on a fait une analyse simple ou vraie. Comme il est rare qu'un corps ne soit composé que de deux substances, l'une volatile & l'autre fixe, comme il est souvent très-difficile, & quelquefois même impossible, de n'appliquer que le degré de chaleur convenable pour volatiliser l'une sans altération, & laisser l'autre intacte, on conçoit que le nombre des corps sur lesquels la chaleur agit de cette manière est très-petit. Telle est la raison pour laquelle les chimistes font aujourd'hui beaucoup moins de cas qu'autrefois de l'action du feu. Les substances sur lesquelles la chaleur produit l'effet qui nous occupe, sont *décomposables sans altération*. Quelques matières minérales, telles que des sels cristallisés, des dissolutions de sels neutres, appartiennent à cette classe.

4°. Si les corps que l'on expose au feu sont composés de plusieurs principes volatils & fixes, les principes volatilifés s'unissent ensemble, les fixes se combinent également entre eux, & il résulte de cette opération une décomposition telle que les produits, réunis de nouveau avec les résidus, ne peuvent plus reformer les premiers composés. C'est alors une analyse fautive

ou compliquée. Les corps sur lesquels la chaleur agit de cette manière, sont *décomposables avec altération*.

Le plus grand nombre des substances naturelles sont de cette classe; leur ordre de composition est trop multiplié, elles sont composées d'un trop grand nombre de principes, pour que la chaleur puisse en opérer la séparation sans les altérer. Comme la force d'affinité de composition existe dans tous les corps, comme elle est même favorisée par la chaleur, à mesure que quelques principes d'un composé de cette nature sont volatilisés par l'action du feu, ils réagissent les uns sur les autres, ils s'unissent & forment un autre ordre de combinaison que celui qui existoit auparavant; la même union a lieu entre les principes fixes qui se combinent autrement qu'ils ne l'étoient auparavant. C'est ainsi que, lorsqu'on chauffe un bois, une écorce, ou une matière végétale quelconque, la matière huileuse & le charbon, qui en sont des principes, décomposent une partie de l'eau qui y est contenue, & forment un acide, des fluides élastiques, une huile brune, qui n'existoient pas tels dans le bois, &c. Tout est donc altéré dans cette action de la chaleur; les phénomènes qu'elle présente annoncent donc une analyse fautive, compliquée, dont les résultats induiroient les chimistes en

erreur, s'ils n'étoient prévenus de leur incertitude & de leur insuffisance. Il est certain que l'art ne peut point reproduire le bois ou l'écorce traitée de cette manière, en mêlant ensemble le phlegme, l'huile, l'acide, le charbon, obtenus dans cette analyse, & que les principes qu'elle fournit ont subi de grandes altérations. Malheureusement les corps susceptibles d'être ainsi altérés par le feu, sont les plus nombreux de tous. Toutes les matières animales & végétales, une grande quantité de substances minérales appartiennent à cette classe; mais les découvertes modernes pourront faire déterminer la vraie nature des principes qui constituent ces matières, d'après ceux qui se dégagent.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des effets d'une chaleur forte, & telle qu'on l'administre communément dans les différentes opérations de l'art; mais une chaleur douce & long-temps continuée dans les opérations de la nature, donne naissance à une foule de phénomènes importans que la chimie doit apprécier. Les vibrations & les oscillations excitées par sa présence dans les molécules solides des corps, la raréfaction & l'agitation produites dans leurs parties fluides, y entretiennent un mouvement intestin & continu, qui change peu-à-peu la forme, la

dimension, le tissu des premières, & qui altère sensiblement la consistance, la couleur, la saveur; en un mot, la nature intime des secondes. Telle est l'idée générale qu'il faut se former de l'existence & du pouvoir de tous les phénomènes chimiques qui ont lieu dans les corps naturels, de la décomposition & de la recombinaison spontanée des minéraux, de la cristallisation, de la dissolution, de la formation des sels, de la vitrification & de la métallisation, de la vitriolisation & de la minéralisation, qui ont lieu dans l'intérieur du globe. C'est à cet agent puissant qu'il faut également avoir recours pour concevoir les altérations physiques, dont les corps des végétaux & des animaux sont susceptibles, le mouvement de la sève, la fermentation douce qui produit la maturation, la formation des huiles, de l'esprit recteur, des mucilages, du principe colorant, la composition des humeurs animales, leur décomposition, leurs changemens réciproques, la putréfaction. Tous ces grands phénomènes tiennent plus ou moins aux opérations chimiques, & la chaleur répandue sur le globe y préside. Il suffit pour le moment d'avoir jeté un coup - d'œil général sur cette source commune du mouvement, de la vie & de la mort; il suffit d'avoir présenté l'esquisse

légère de ce grand tableau ; nous essaierons par la suite d'en dessiner les traits avec plus de précision & d'exactitude.

Ces effets si variés de la chaleur étant dus à l'écartement qu'elle produit entre les molécules, considérons encore ce premier effet, & tâchons d'en apprécier toute l'influence.

L'eau en glace est ramollie par un certain degré de chaleur, fondue & rendue coulante par un plus grand degré, & enfin plus fondue, pour ainsi dire, ou réduite en vapeurs ou en fluide élastique, par un degré encore plus grand ; de sorte qu'on pourroit dire que la vapeur d'eau contient trois principales sommes de chaleur : celle qui la constitue glace de telle densité, celle qui la met dans l'état de liquide à telle raréfaction, & enfin celle qui la tient fondue en fluide élastique.

En appliquant cette théorie générale à tous les corps de la nature, il n'en est aucun qu'on ne puisse concevoir susceptible de passer par tous ces états, à l'aide d'une chaleur suffisante ; & ils ne paroîtront différer les uns des autres, eu égard à cette propriété, qu'en raison de la quantité de chaleur nécessaire pour les mettre chacun dans cet état ; ainsi, c'est faute de chaleur suffisante, qu'on ne peut ni fondre ni réduire en vapeurs le cristal de roche, & il n'est pas plus

difficile d'en concevoir la possibilité, qu'il ne l'est de concevoir que le fluide le plus habituellement élastique, comme l'air, peut acquérir une grande solidité, comme cela lui arrive dans plusieurs combinaisons.

Il est aisé d'expliquer, d'après ces principes, la formation des fluides élastiques, qui se dégagent dans un grand nombre d'opérations de la nature & de l'art. Elle a lieu toutes les fois qu'un corps reçoit & absorbe assez de chaleur pour passer à cet état de divisibilité qui constitue la fluidité aériforme. Tous les fluides qui jouissent de cette propriété la doivent donc à la matière de la chaleur; mais il faut aussi que la pression des corps ambiants, & sur-tout de l'air, ne s'oppose pas à cette extrême dilatation, ou que celle-ci soit arrivée au point de vaincre l'obstacle que lui oppose la pesanteur de l'air. De-là un corps plus ou moins voisin de la fluidité élastique pourra y arriver tout-à-coup, si le poids ou la pression de l'atmosphère est soustraite, comme cela a lieu dans le vide. De-là l'évaporation plus forte & plus rapide sur les hautes montagnes. De-là la nécessité d'indiquer exactement, dans le détail des expériences, à quelle pression tel corps a pris la forme de fluide élastique, ou à laquelle au moins il peut s'y maintenir; car on doit encore observer que

tous les corps susceptibles de prendre plus ou moins facilement cette espèce de fluidité vaporeuse ou élastique, ne la conservent pas également, & qu'il existe à cet égard des différences si grandes entre eux, qu'on les a distingués en permanens & non permanens. Les premiers restent fluides élastiques pendant très-long-temps, & jusqu'à ce qu'une combinaison leur enlève la matière de la chaleur qui les tient dans cet état; les seconds, qu'on peut désigner par le nom de vapeurs, perdent la fluidité élastique par une pression ou par un refroidissement faciles à déterminer, & se laissent enlever par tous les corps environnans la matière de la chaleur, qui les constituoit fluides aëriiformes. Tels sont l'eau, l'alcool ou l'esprit-de-vin & l'éther; ces trois fluides se réduisent en vapeurs, & conservent leur état aëriiforme, le baromètre étant à 28 pouces, l'eau à 80 degrés du thermomètre de Réaumur, l'esprit-de-vin à 66, & l'éther à 32, &c. On voit donc 1^o. que l'état de fluide élastique est une manière d'être des corps, due à la chaleur combinée; 2^o. que tout fluide élastique est un composé d'une base plus ou moins solide, & de la matière de la chaleur; 3^o. que chacune de ces bases exige plus ou moins de chaleur pour être fondue en état de vapeur ou de fluide élastique, & que c'est sans

doute en raison de ces propriétés que tous les fluides élastiques présentent des différences dans leur pesanteur , leur ressort , &c.

M. Lavoisier a exposé cette théorie d'une manière très-lumineuse dans un Mémoire imprimé parmi ceux de l'académie , en 1777.

Quoique nous ayons distingué les fluides élastiques en permanens & non permanens , il faut observer que cette distinction n'existe point réellement dans la nature ; qu'elle n'est relative qu'à l'état de chaleur & de pression moyennes, que nous avons dans nos climats , & sur le plus grand nombre des points de notre globe , & que si le froid & la pression étoient considérables , les fluides reconnus actuellement pour les plus permanens cesseroient bientôt de l'être ; ainsi , par une raison inverse , l'éther & l'esprit-de-vin feroient des fluides élastiques permanens à une certaine hauteur de l'atmosphère , ou à la température élevée de quelques climats situés sous l'équateur , &c.

Comme la matière de la chaleur, qui contribue à la formation des fluides élastiques permanens , y est intimement combinée ou *latente* , & qu'elle ne devient sensible que lorsque ces corps perdent cette fluidité en se combinant avec d'autres substances, nous avons cherché une expression qui pût rendre cet état de combinaison dans la cha-

leur; nous avons adopté le mot *calorique*, parce qu'en effet quand ce corps est fixé, il n'est plus chaleur, & il ne le devient que lorsqu'il est mis en liberté. Cette dénomination évite d'ailleurs les périphrases de ces mots *matière de la chaleur*, *chaleur latente*, qui ont été les expressions reçues jusqu'actuellement. Le refroidissement ou le passage de la chaleur à l'état de calorique, l'échauffement ou le passage du calorique à l'état de chaleur, tiennent à la loi générale que nous avons établie, que tous les corps qui prennent plus de densité, laissent exhaler de la chaleur; ainsi, toutes les fois qu'un fluide aériforme ou qu'un gaz se combine de manière à devenir liquide ou solide, il perd une grande partie de sa matière de la chaleur; & pour le faire passer à cet état de densité, il faut lui présenter un corps qui ait plus d'affinité avec sa base que celle-ci n'en a avec le calorique; telle est en général la cause de la fixation des fluides élastiques, & la manière de concevoir qu'ils perdent cette forme, en se fixant dans les corps liquides ou solides. On observera encore que chacun de ces fluides perd ou laisse dégager des quantités diverses de chaleur, suivant qu'il devient plus ou moins solide dans sa nouvelle combinaison, ou suivant que celle-ci est susceptible de retenir

ou de conserver plus ou moins de calorique spécifique. Cette observation explique la différence des combustions, relativement à leur rapidité, à la chaleur ou à la flamme qui les accompagne, à l'état plus ou moins solide ou dense du résidu, &c. phénomènes dont il fera question dans le chapitre suivant.

Enfin, si la pression & le froid sont les deux moyens de condenser tous les corps réduits en fluides élastiques, peut-être pourra-t-on parvenir, en employant l'une & l'autre très-forts, à leur faire perdre l'état de gaz, & à obtenir les bases séparées & pures, en chassant la matière de la chaleur, ou le calorique qui les tient fondues. On sauroit par ce moyen quelles sont les bases de l'air vital, du gaz azote, du gaz hydrogène, &c. Cela a déjà été fait avec succès pour le gaz acide sulfureux, que M. Monge a rendu liquide par un grand froid.

§. V I. *De la chaleur considérée comme agent chimique, & des différens moyens de l'appliquer aux corps.*

Les diverses altérations que la chaleur fait éprouver aux corps sont employées par les chimistes

chimistes pour parvenir soit à décomposer, soit à combiner les différens produits naturels. La première attention qu'ils doivent avoir, c'est de mesurer exactement les degrés de chaleur nécessaires pour opérer les changemens dont les matières qu'ils traitent sont susceptibles. Ils en reconnoissent en général deux classes; la première comprend les degrés de chaleur au-dessous de l'eau bouillante, & la seconde renferme ceux qui sont au-dessus. L'échelle du thermomètre sert à distinguer les uns; quant aux autres, on ne les détermine que d'après la fusibilité connue de différentes substances.

Degrés de chaleur inférieurs à l'eau bouillante.

Le premier degré s'étend de cinq à dix au dessus de 0, du thermomètre de Réaumur: cette chaleur favorise la putréfaction, la végétation, l'évaporation lente, &c. On ne s'en sert point communément dans les opérations de chimie, parce qu'elle n'est pas assez considérable; elle a lieu cependant dans quelques macérations que l'on fait l'hiver. Elle est aussi utile pour la cristallisation des dissolutions salines, que l'on porte, après une évaporation convenable, dans les lieux dont la température est de 10 degrés tels que les caves.

Le second degré, fixé à quinze jusqu'à vingt, continue à entretenir la putréfaction. Il excite la fermentation vineuse dans les liquides sucrés. Il facilite l'évaporation, la cristallisation lente. C'est celui qui règne ordinairement dans les pays tempérés. On le met en usage pour les macérations, les dissolutions salines, les fermentations, &c.

Le troisième degré s'étend de vingt-cinq à trente; la fermentation acide ou acéteuse s'établit dans les végétaux, l'exsiccation des plantes s'y pratique avec succès. On s'en fert pour quelques dissolutions salines & pour des fermentations.

Le quatrième degré, porté à quarante-cinq, est appelé degré moyen de l'eau bouillante, c'est celui que prennent les vaisseaux appelés *bain-marie*. Il désorganise les matières animales, volatilise la partie la plus ténue des huiles essentielles, & sur-tout l'esprit recteur. On l'emploie pour la distillation des matières végétales & animales dont on veut retirer le principe odorant & le phlegme.

La chaleur de l'eau bouillante, ou le quatre-vingtième degré, sert dans les décoctions, l'extraction des huiles essentielles, &c.

Degré de chaleur au-dessus de l'eau bouillante.

Le premier degré rougit le verre, brûle les matières organisées, fond le soufre.

Le second degré fond les métaux mous, tels que le plomb, l'étain, le bismuth & les verres fusibles.

Le troisième degré produit la fusion des métaux d'une moyenne dureté, comme l'antimoine, l'argent & l'or.

Le quatrième degré cuit la porcelaine, fond les métaux réfractaires, le cobalt, le cuivre, le fer, &c.

Le dernier degré, & le plus fort de tous, existe dans le foyer du verre ardent. Cette chaleur extrême calcine, brûle & vitrifie en un instant tous les corps qui en sont susceptibles. On excite une chaleur semblable, en versant sur un charbon de l'air vital, ou gaz oxigène, à l'aide d'un soufflet ou d'un chalumeau. M. Monge pense qu'en présentant aux corps combustibles enflammés dans les fourneaux, de l'air atmosphérique comprimé, on produira un effet semblable à celui qu'excite l'air vital. Ce procédé pourra être appliqué quelques jours aux travaux en grand.

Quoique ces degrés supérieurs à celui de l'eau bouillante, soient déterminés par des phénomènes bien connus des chimistes, leur mesure n'a

cependant pas toute la précision qu'on peut y désirer. Il étoit donc de la plus grande importance d'avoir un instrument capable d'indiquer avec exactitude les degrés de chaleur employés dans ces opérations. M. Wedgwood a construit en Angleterre un thermomètre de cette nature ; il est formé de petits morceaux d'argile, d'un demi-pouce de diamètre. Ces pièces, contractées par la chaleur, avancent plus ou moins entre deux règles de cuivre, convergentes l'une vers l'autre, sur une plaque du même métal, & désignent ainsi par l'échelle tracée sur ces règles, le degré de contraction, & conséquemment de chaleur qu'elles ont éprouvé. (*Journ. de Ph. an.* 1787.)

La chaleur dont on a besoin dans les opérations de chimie, est produite par la combustion du charbon de bois ou du charbon de terre. On se sert pour cela de fourneaux qui ont différentes formes & différens noms, suivant leurs usages ; tels sont les fourneaux de digestion, de fusion, de reverbère, le fourneau à soufflet, celui de coupelle. Souvent un seul fourneau, fait avec soin, peut remplacer tous ceux-là, & alors on l'appelle fourneau Polychreste. On peut consulter sur cet objet le Dictionnaire de chimie de Macquer, qui a imaginé un fourneau particulier, très-bon & très-utile ; la chimie de M. Baumé ; la Lithogéognosie

de Pott; le Journal de Physique de M. l'abbé Rozier, dans lequel on trouvera la description de plusieurs fourneaux proposés par différens chimistes. On emploie aussi quelquefois la flamme de l'huile ou de l'esprit-de-vin, dans des fourneaux de lampe appropriés à cet usage.

La manière dont le feu est appliqué aux corps dans les divers procédés chimiques, mérite aussi quelques considérations. Si c'est sur la matière combustible même qu'est appliquée la substance chauffée, on opère alors à feu nud. Souvent on met un corps quelconque entre le feu & la matière qu'on y expose; de-là les dénominations de bain-marie, bain de sable, bain de fumier, bain de cendre. *

La forme des vaisseaux qu'on emploie pour traiter les corps par le feu, les différens phénomènes que ces corps présentent par l'action de la chaleur, ont fait distinguer un assez grand nombre d'opérations, qui portent des noms particuliers. Telles sont le grillage, la calcination, la fusion, la réduction, la vitrification, la coupellation, la cémentation, la stratification, la détonation, la décrépitation, la fulmination, la sublimation, l'évaporation, la distillation, la rectification, la concentration, la digestion, l'infusion, la décoction, la lixiviation. Chacune de ces opérations, qui se fait à l'aide du feu, constitue

la pratique de la chimie, & nous allons les faire connoître en abrégé.

Le grillage est un procédé par lequel on divise les matières minérales, on volatilise quelques-uns de leurs principes, on change plus ou moins leur nature, & on les dispose à subir d'autres opérations dont on peut le regarder comme le préliminaire. On le fait subir aux mines pour en séparer le soufre, l'arsenic, & pour en diviser les molécules. C'est dans des capsules de terre ou de fer, dans des creusets, dans des rêts à rôtir, & le plus souvent avec le contact de l'air, que l'on grille les matières minérales; quelquefois on les grille dans des vaisseaux fermés, on se sert alors de deux creusets placés l'un sur l'autre.

La calcination est, pour ainsi dire, un grillage plus avancé; ainsi on enlève aux minéraux l'eau & les sels. On réduit les matières calcaires à l'état de chaux-vive, & les métaux à celui d'oxides métalliques. On emploie les mêmes vaisseaux que dans le grillage.

Par la fusion on fait passer un corps solide à l'état fluide par le feu. Les sels, le soufre, les métaux sont les principaux sujets de cette opération; des creusets d'argile cuite, de porcelaine, de grès grossier, de fer & de platine, des tutes ou creusets renflés dans leur milieu, & terminés

par une patte, des cônes, des lingotières constituent l'appareil des vaisseaux nécessaires à cette opération. Ils déterminent la forme des matières fondues, coulées & refroidies en calots, en lingots, en boutons.

Dans la réduction, ou revivification, on restitue aux oxides des métaux, à l'aide du feu & du charbon ou des huiles, l'état métallique perdu par la calcination.

La vitrification est la fusion des matières susceptibles de prendre l'éclat, la transparence & la dureté du verre. Les terres vitrifiables, avec les alkalis & les oxides métalliques, y sont principalement soumis.

La coupellation est la purification des métaux parfaits, & l'extraction des métaux imparfaits, qui les altèrent par le moyen du plomb dont la vitrification entraîne celle de ces derniers, sans altérer les premiers. Le nom de cette opération vient de celui des vaisseaux qu'on y emploie. Ce sont des espèces de creusets plats, semblables à de petites coupes que l'on appelle *coupelles*, & dont la matière, qui est la terre des os, est assez poreuse pour absorber & retenir le plomb scorifié par la chaleur.

On donne le nom de *cément* aux substances en poudre, dans lesquelles on renferme exactement certains corps que l'on veut soumettre à

l'action de ces substances. C'est ainsi qu'on entoure le fer de charbon en poudre, pour le convertir en acier, le verre de plâtre ou de filex pour le changer en une espèce de porcelaine. La cémentation est le procédé lui-même qui demande le concours d'un feu quelquefois très-fort.

La stratification est une opération à-peu-près semblable à la précédente; elle consiste à arranger dans un creuset ou dans un autre vaisseau capable de résister à l'action du feu, diverses substances solides, & le plus souvent applaties en lames, avec des matières pulvérulentes destinées à altérer les premières, & à en changer la nature. La forme & la disposition de ces matières, par lits ou par couches, *strata super strata*, a fait adopter le mot de stratification. C'est ainsi qu'on traite le cuivre, l'argent avec le soufre, pour les combiner. Elle rentre dans la classe de la fusion, de la calcination, de la vitrification, &c. & n'en diffère que par l'arrangement particulier des substances qu'on y traite.

La détonation est particulière au nitre & à tous les mélanges où il entre: elle consiste dans le bruit plus ou moins fort que font entendre ces mélanges chauffés subitement ou lentement, & par degrés dans des vaisseaux ouverts ou fermés. La décrépitation, qui ne diffère de la détonation

que par le bruit léger ou l'espèce de pétitement qu'elle présente, est particulière à quelques fels dont l'eau de la cristallisation s'échappant rapidement par la chaleur, brise avec éclat les molécules cristallines; c'est dans le sel ordinaire ou muriate de soude, qu'on l'observe particulièrement. La fulmination est une détonation vive & subite; elle existe dans l'or fulminant, la poudre fulminante, la combustion du gaz inflammable & de ~~de~~ avec l'air vital, &c.

On appelle sublimation, l'opération par laquelle on volatilise à l'aide du feu des matières sèches, solides & souvent cristallisées. Les vaisseaux sublimatoires, employés pour cela sont des terrines de terre vernissées, des cucurbites de terre recouvertes de chapiteaux de verre, des pots de terre ou de faïence ajustés les uns sur les autres, & nommés *aludels*, des matras, &c. Le soufre, l'arsenic, le cinabre, & beaucoup de préparations mercurielles, quelques matières végétales, & en particulier le camphre, les fleurs de benjoin, sont les substances dont on opère communément la sublimation.

L'évaporation est l'action de la chaleur sur les liquides, dans l'intention d'en diminuer la fluidité, la quantité, & d'obtenir seuls les corps fixes qui y sont dissous. C'est ainsi qu'on évapore l'eau de la

mer & des fontaines salées pour en retirer le sel. Cette opération se fait dans des capsules, des terrines, des évaporatoires de terre, de verre, & des bassines d'argent, suivant la nature des liquides qu'on évapore. On évapore à feu ouvert ou avec le contact de l'air, afin que l'eau, qui est le corps qu'on désire séparer & volatiliser, se répande dans l'atmosphère, que l'air lui-même facilite la volatilité de ce fluide par la propriété qu'il a de le dissoudre.

La distillation est une opération à-peu-près semblable; que l'on fait dans des vaisseaux fermés. On l'emploie pour séparer les principes volatils des principes fixes, par le moyen du feu. Les vaisseaux distillatoires sont des alambics ou des cornues. Les premiers consistent en un vaisseau inférieur appelé *cucurbite*, destiné à contenir la matière que l'on veut distiller, & auquel est ajusté à la partie supérieure un chapiteau, dont l'usage est de recevoir le corps volatilisé, de le condenser en raison de la température refroidie par le contact de l'air, ou de l'eau qui l'entourne; dans ce dernier cas, le vase qui entoure le chapiteau, & qui contient l'eau destinée à rafraîchir les vapeurs, s'appelle *réfrigérant*. Le chapiteau se termine à sa partie inférieure par un rebord ou gouttière, dont l'obliquité bien ménagée conduit à un canal

qui reçoit la vapeur condensée en liquide, & la porte dans d'autres vaisseaux ordinairement sphériques, que l'on appelle *récipiens*. Ces récipiens ont différens noms d'après leur forme : on les appelle matras, ballons, &c. Les cornues sont des espèces de bouteilles de verre, de grès ou de métal, de figure conique, dont l'extrémité est recourbée, & fait un angle plus ou moins aigu avec le corps ; telle est la raison de la dénomination de cornues ou retortes. On a distingué mal-à-propos la distillation en trois espèces, savoir la distillation ascendante, *per ascensum* ; la distillation descendante, *per descensum*, & la distillation latérale, *per latus*. Ce n'est que la forme extérieure des vaisseaux qui a paru autoriser cette distinction. La matière volatilisée tend toujours à monter ; mais la distillation que l'on fait dans les alambics de verre ou de métal a reçu le nom particulier d'ascendante, parce que le chapiteau est au-dessus de la cucurbite, & que les vapeurs montent sensiblement. Celle que l'on fait dans des cornues a été appelée *latérale*, parce que le bec ou le col de ce vaisseau semble sortir du côté de l'appareil, quoique la voûte de la cornue soit plus haute que son col, & que les vapeurs n'y passent qu'après avoir été condensées par le froid extérieur dans la partie la

plus haute, ou la voûte. Quant à la distillation descendante, c'est une très-mauvaise opération, qu'on n'emploie plus du tout, parce qu'elle donne des produits en mauvais état, & parce qu'elle en fait perdre la plus grande partie. Elle se faisoit en chauffant sur une toile étendue au-dessus d'un verre à patte une matière végétale que l'on reconvroit d'un plateau de balance, ou d'une capsule de métal dans laquelle on mettoit du charbon. On distilloit ainsi dans les anciennes pharmacies & dans les parfumeries, le girofle & quelques drogues odorantes pour en avoir l'huile essentielle. Ce produit passoit à travers le linge, & tomboit dans le verre qu'on remplissoit à moitié d'eau pour refroidir l'huile; mais on perdoit la plus grande partie de cette essence qui s'échappoit entre le linge & le plateau métallique. Une distinction plus utile pour la distillation, est relative à la manière dont on chauffe les corps qu'on distille. Elle se fait ou au bain-marie, en plongeant la cucurbite dans l'eau bouillante, ou au bain de vapeur, ou au bain de sable, de cendre, ou à feu nud; on la pratique encore par le moyen de la flamme des lampes, & même par celle de l'esprit-de-vin.

La rectification est une distillation dans laquelle on se propose de purifier une matière liquide, en

enlevant par une chaleur ménagée sa partie la plus volatile & la plus pure, comme on le fait pour l'esprit-de-vin, l'éther, &c. & en la séparant de la portion de matière étrangère moins volatile qui l'altéroit.

La concentration est l'inverse de la rectification, puisqu'on s'y propose de volatiliser la portion d'eau qui affoiblit les fluides que l'on veut concentrer. Elle suppose, comme l'on voit, que la matière à concentrer est plus pesante que l'eau; cette opération a lieu pour quelques acides, & en particulier l'acide sulfurique & l'acide phosphorique; on l'emploie aussi pour les dissolutions alkales, & pour celles des sels neutres.

On appelle digestion une opération dans laquelle on expose à une chaleur douce & longtemps continuée, les matières que l'on veut faire agir lentement les unes sur les autres. C'est particulièrement pour extraire des substances végétales les parties solubles dans l'esprit-de-vin ou autres fluides, qu'on se sert de la digestion. Les anciens chimistes avoient une grande confiance dans cette opération. Quoique cette confiance ait paru méritée, depuis qu'on a découvert, après de longs & pénibles travaux, qu'un feu trop actif ou trop rapide altéroit la plûpart des substances végétales

& animales , on ne la porte plus aujourd'hui jusqu'à l'enthousiasme , comme l'avoient fait les alchimistes. Ces hommes plus laborieux que leur prétendu art ne l'exigeoit , avoient la patience de faire des digestions de plusieurs années de suite , & croyoient opérer ainsi un grand nombre de merveilles. On a réduit la digestion à l'usage des teintures , des élixirs , des liqueurs de table ; on s'en sert toujours avec succès , pour extraire sans altération les principes des matières végétales & animales. On l'emploie aussi avec avantage dans plusieurs opérations sur les minéraux. L'infusion est connue de tout le monde ; elle consiste à verser de l'eau chaude à différens degrés jusqu'à l'ébullition sur les substances dont on veut extraire les parties les plus solubles , sur les matières dont le tissu est tendre , & se laisse facilement pénétrer , telles que les écorces minces , les bois tendres & en copeaux , les feuilles , les fleurs , &c. Elle est très-utile pour séparer les matières très-dissolubles , & on s'en sert dans un grand nombre d'opérations chimiques.

La décoction ou l'ébullition continuée de l'eau avec tous les corps sur lesquels elle a de l'action , est employée pour séparer les parties qui ne sont dissolubles qu'à ce degré de chaleur. Elle altère beaucoup de matières végétales & ani-

males, elle en change souvent les propriétés; elle coagule la lymphe, elle fond les graisses & les résines, elle durcit les parties fibreuses; mais quand on fait apprécier tous ces effets, on l'emploie souvent avec avantage dans les opérations chimiques.

L'on entend par lixiviation l'opération par laquelle on dissout, à l'aide de l'eau chaude, les parties salines & très-solubles, contenues dans des cendres, des résidus de distillation, de combustion, des charbons, des terres naturelles dont on veut faire l'analyse. Comme on retire presque toujours par cette opération des sels de la nature de ceux que l'on a appelés lixiviels, il étoit tout naturel de lui donner le nom qu'elle porte. On emploie aussi souvent pour synonyme le mot *lessive*, qui est même plus en usage aujourd'hui que celui de *lixiviation*. Cette opération n'est donc qu'une dissolution faite à l'aide de la chaleur; elle se rapproche aussi de l'infusion, dont elle n'est distinguée que parce que celle-ci s'applique spécialement aux matières végétales & animales, tandis qu'on n'emploie la lixiviation que pour obtenir des substances qui ont les propriétés des corps minéraux.

Telles sont toutes les différentes opérations que l'on pratique en chimie à l'aide du feu :

comme on ne faisoit rien autrefois sans cet agent, cette science n'étant alors qu'un art, portoit le nom de Pyrotechnie. Aujourd'hui on s'en sert beaucoup moins, depuis qu'on a trouvé des moyens plus sûrs & moins susceptibles d'erreurs; d'analyser les corps naturels. L'action des dissolvans ou des menstrues employés à froid, ou à la simple température de l'air, suffit souvent pour opérer les changemens les plus singuliers, & elle a le grand avantage d'éclairer la marche des expériences. C'est cette méthode qu'on suit avec succès dans l'examen des sels, des terres, des matières végétales, &c. La chaleur n'est plus qu'un moyen secondaire, une espèce d'auxiliaire destiné à favoriser les combinaisons. Comme on l'emploie à différens degrés, il seroit très-important d'avoir un procédé pour la donner toujours égale. Depuis long-tems les chimistes & les physiciens cherchent un fourneau dans lequel on puisse donner un degré de feu uniforme; l'art seul des manipulateurs a servi jusqu'à ce jour à remplir cet objet si désirable; mais on conçoit qu'il lui est impossible d'arriver à ce point de précision dont l'utilité seroit si grande. M. Black a imaginé des fourneaux qui paroissent propres à produire une chaleur réglée & uniforme, au moyen des registres qu'on ouvre ou qu'on ferme
à

à volonté ; nous n'avons point encore de renseignements assez positifs , pour en faire construire de semblables ; mais comme l'art chimique doit gagner beaucoup à cette découverte , il faut espérer qu'elle sera bientôt répandue en France.

C H A P I T R E V I.

De l'Air atmosphérique.

L'AIR commun est un fluide invisible , inodore , insipide , pesant , élastique , jouissant d'une grande mobilité , susceptible de raréfaction & de condensation , qui entoure notre globe jusqu'à une certaine hauteur , & qui constitue l'atmosphère. Il pénètre aussi & remplit les interstices , ou les pores qui existent entre les parties intégrantes des corps. L'atmosphère , telle qu'elle existe autour de notre globe , n'est pas , à beaucoup près , de l'air pur. Comme elle reçoit dans son sein toutes les vapeurs qui s'élèvent de la surface de la terre , on doit la considérer comme une espèce de cahos ou de mélange confus. Nous verrons cependant qu'on est parvenu à en reconnoître assez bien la nature. L'eau , les exhalaisons minérales , les fluides élastiques dégagés des végétaux & des mé-