

**Opuscles chimiques, faisant suite à la chimie expérimentale et raisonnée  
/ Par Baumé.**

**Contributors**

Baumé, Antoine, 1728-1804.

**Publication/Creation**

Paris : H. Agasse, L'an 6 de la République [1798]

**Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/nar6vgt2>

**License and attribution**

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>






12659/B

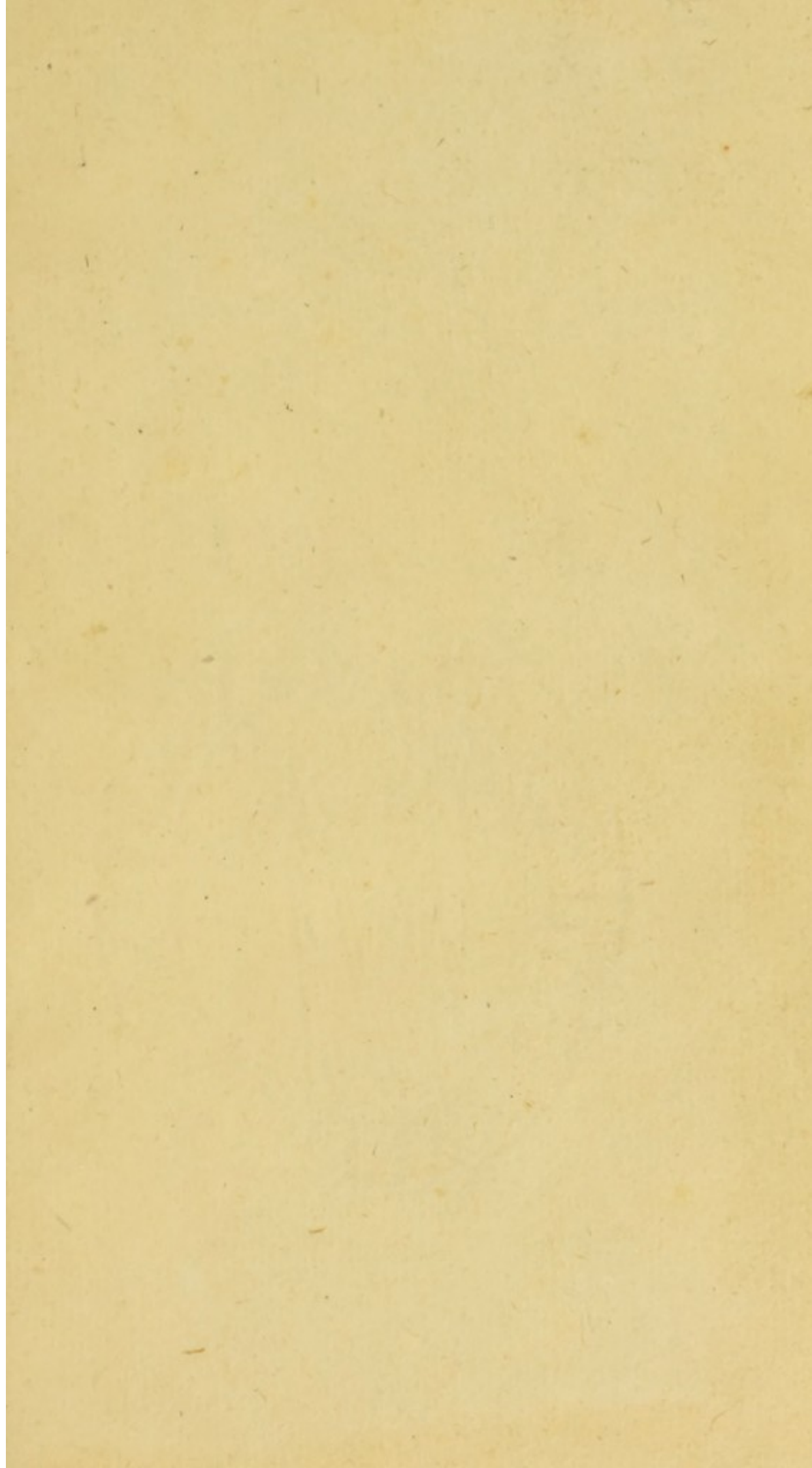




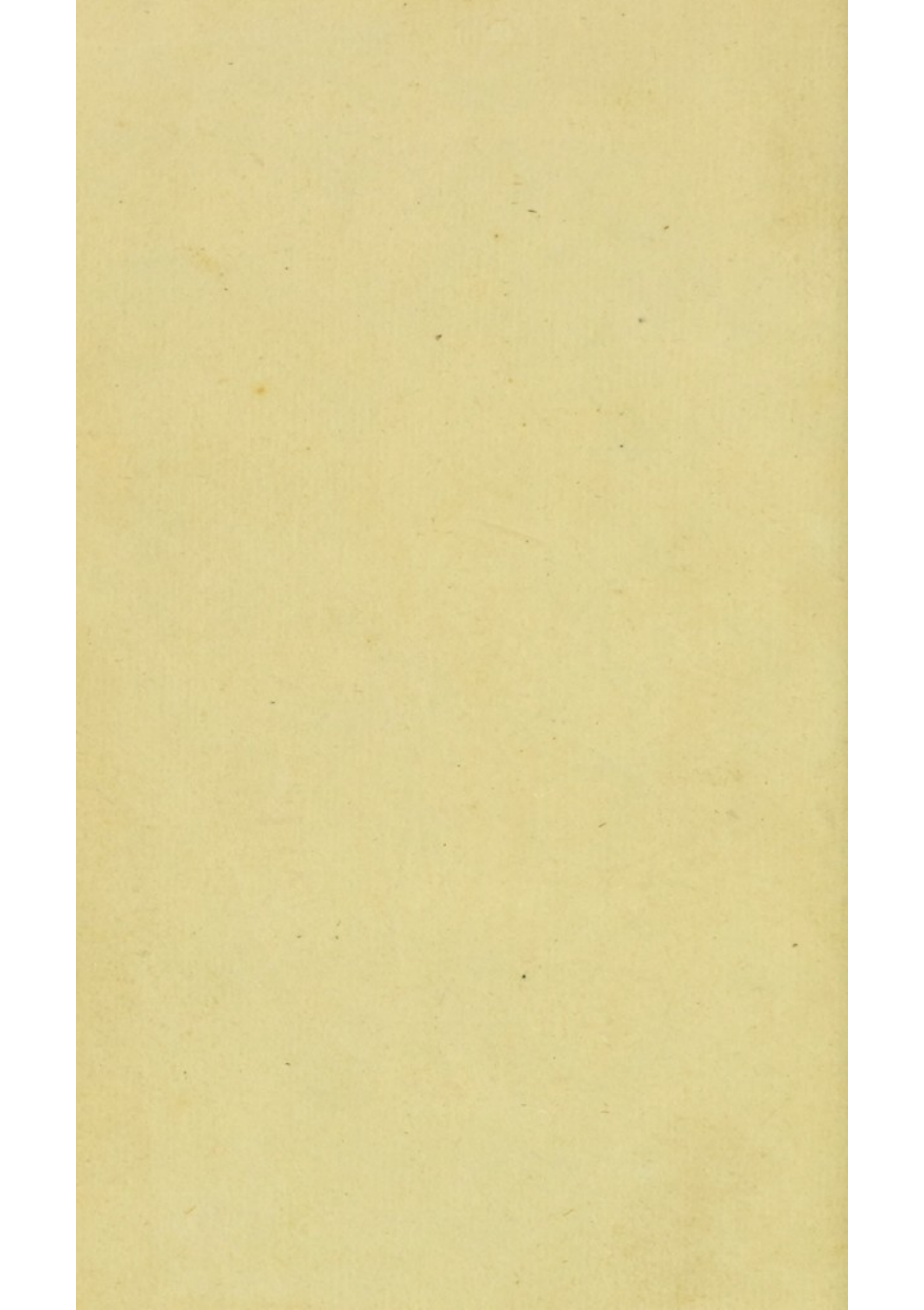


Digitized by the Internet Archive  
in 2016 with funding from  
Wellcome Library

<https://archive.org/details/b28768966>







OPUSCULES  
CHIMIQUES.



OF THE  
CHURCH

# OPUSCULES CHIMIQUES,

FAISANT SUITE

A LA CHIMIE EXPÉRIMENTALE  
ET RAISONNÉE.

Par BAUMÉ, apothicaire de Paris, membre  
de l'Institut national, etc.



A PARIS.

Chez H. AGASSE, imprimeur-libraire, rue des  
Poitevins, n°. 18.

---

L'AN VI DE LA RÉPUBLIQUE.





## A V E R T I S S E M E N T.

J'AVAIS réservé les présentes observations , ainsi que beaucoup d'autres , dans l'espérance de les répartir aux endroits qui leur conviennent, dans une seconde édition de ma Chimie expérimentale et raisonnée ; mais cet ouvrage, brigandé par les libraires , reçoit un si grand nombre d'éditions auxquelles je ne concours point , que je désespère de pouvoir jamais y ajouter la moindre perfection. Si ce brigandage fait présumer quelque mérite à l'ouvrage , je ne puis m'empêcher de remarquer qu'il nuit singulièrement aux progrès de la science : en effet , une vérité neuve, l'application d'un fait utile, publiées seules et dénuées de leur ensemble , n'instruisent ni ne satisfont autant que lorsqu'elles sont à leur place dans un corps d'ouvrage. Je suis donc contraint de renoncer à tout ensemble , et d'imprimer par lambeaux , dans des mémoires particuliers , les observations et additions que je me proposais de faire à ma Chimie. Les brillantes découvertes faites depuis environ 25 ans y donnent puissamment lieu. J'en ai déjà fait quelques applications heureuses dans un mé-



moire , sous le titre d'*Appendice* , inséré dans la septième et huitième éditions de mes *Elémens de Pharmacie*.

Les observations qui font l'objet du présent ouvrage en font une suite , elles contiennent spécialement de grands éclaircissemens que je ne pouvais me dispenser de donner sur la cause de la causticité de la chaux vive et des agens chymiques. Macquer , dans la première édition de son dictionnaire de Chimie , imprimé en 1766 , attribuait la causticité de la chaux à l'union de l'eau avec la terre ; celle des acides à la même cause , mais de plus à la pesanteur de la terre réduite à ses molécules primitives intégrantes. Dans ma Chimie imprimée en 1773 , j'attribue toutes causes de causticité et de saveur , au feu combiné et modifié sous une infinité de formes. Macquer , cinq ans après , dans la nouvelle édition de son dictionnaire de Chimie , imprimé en 1778 , discute cette matiere d'une maniere fort étendue ; et quoique ma Chimie paraisse lui avoir servi de type à beaucoup de changemens de doctrine qu'il a faits de la première à la seconde édition de son dictionnaire de Chimie dans plusieurs articles , cependant il rejette ma doctrine du feu dans



les caustiques , et l'adopte alternativement. Il revient ensuite à son ancien sentiment , mais auquel il ajoute , qu'il pense que la matiere en général est essentiellement douée de la causticité; que si un caillou n'est pas caustique dans son état d'aggrégation , il le devient par l'effet de la pesanteur de la matiere , lorsqu'il est divisé et réduit à ses molécules primitives intégrantes ; il tâche de concilier ses divers sentimens; il en adopte encore un particulier pour la chaux vive et pour les alkalis caustiques , dont il attribue la causticité à l'absence de l'air fixe. Enfin s'il n'adopte pas tout-à-fait le feu pour cause de causticité , on voit qu'il avait la meilleure disposition du monde pour adopter encore ce sentiment , tant il aimait à concilier tous les avis.

Tel est l'état où cette question se trouve aujourd'hui; Macquer a discuté mon sentiment , il est dans l'ordre que je discute les siens. Mais je prie le lecteur de ne point considérer cette controverse comme une querelle polémique ; c'est , au contraire , une discussion profonde qui était indispensablement nécessaire pour débrouiller une matiere qui , quoique simple , était devenue fort obscure par les incertitudes qu'on



y a répandues ; elle est d'ailleurs instructive , importante , en ce qu'elle tient à tout l'ensemble de la chimie. J'ai rapproché des faits très-connus que Macquer passe sous silence , et qui répandent la plus grande lumière sur la question qui nous fait différer de sentiment : j'aurais été sans doute plus satisfait de faire cette discussion avec lui ; il est mort en 1784 , les circonstances et les occupations ne m'ont pas permis de la faire plutôt. Il serait contre les progrès de la science que je laissasse plus long-tems subsister comme des erreurs, des vérités fondamentales les mieux démontrées , et que j'ai développées dans ma Chimie. Macquer , en adoptant le nouveau système sur la cause de la causticité de la chaux , qu'on attribue à l'absence de l'air fixe , a été séduit par des expériences faites avec beaucoup d'apparat , en présence de personnes respectables à tous égards , qui ont donné leur sanction aux conséquences qu'on en a tirées , comme elles l'avaient donnée à la prétendue décomposition et recomposition de l'eau ; il a voulu par ce moyen se concilier tous les sentimens , et il m'a paru qu'au lieu d'éclaircir la question , il a tout embrouillé ce que l'on savait de mieux sur cette matiere.



J'ai été lié d'intimité avec Macquer , nous avons fait ensemble des cours de chimie pendant long-tems ; nous avons entrepris en commun des travaux de recherches chimiques qui ont duré plusieurs années , tels que ceux sur la porcelaine , sur les argilles , etc. Nos recherches ont donné lieu à découvrir en France une argille parfaitement blanche , un véritable *kaolin* , avec lequel on fait depuis vingt-cinq ans , sans fritte , une porcelaine qui surpasse en beauté et en solidité tout ce que l'on connaissait auparavant. Il est difficile que travaillant continuellement ensemble pendant plus de quinze années , les idées ne se confondissent pas un peu , quoiqu'il arrivât que nous ne fussions pas toujours de même avis sur plusieurs points de théorie , témoin celle du feu modifié dans les caustiques , dont il n'a fait non-seulement aucun usage dans la première édition de son dictionnaire , mais qu'il contredit dans la seconde. Toutes ces considérations , ainsi que celle de la réputation d'habile chimiste dont jouissait Macquer , m'interdit toutes expressions qui pourraient l'affecter , s'il vivait encore. Mais je revendique , comme de droit et avec preuves , la théorie du feu modifié à l'infini , et comme la seule cause



de toute causticité et de saveur dans les corps qui ont l'une ou l'autre de ces deux qualités.

J'ai pensé que, pour rendre cette discussion plus utile et plus instructive, je devais rapporter en entier le texte de Macquer; je n'ai supprimé que la première page, qui ne contient que des définitions, et le dernier alinéa, fort court, comme n'ayant point de rapport à la causticité. Si j'eusse donné par extrait les articles que je discute, j'aurais craint d'en altérer le sens, ou d'affaiblir la force de l'objection; d'ailleurs, on aurait pu croire que je n'aurais rapporté que ce qui m'aurait été facile à discuter, et que j'aurais passé sous silence les articles trop difficiles à combattre d'une manière raisonnable. L'importance de la matière exigeait cette méthode; la réputation de Macquer méritait cette considération. J'ai donc distribué son texte par paragraphes, avec des numéros, et j'ai ajouté à la suite de chaque, sous forme de réponse, mes observations. Cet habile chimiste fait sentir les difficultés qu'il faut surmonter pour connaître la véritable cause de la causticité; aussi, dans la crainte de n'être pas entendu une première fois, il répète à plu-



sieurs reprises les mêmes propositions, mais sous des formes différentes, pour ne pas ennuyer son lecteur ; ces répétitions nécessitent aussi de ma part des redites ; mais pour les éviter autant que je l'ai pu, je renvoie au numéro du paragraphe lorsque la réponse à faire est la même ; cependant, quand l'article exige quelques augmentations dans la réponse, j'ai mieux aimé faire la répétition, afin de ne point couper la réponse, et d'éviter au lecteur un renvoi pour une moitié de réponse. J'ai distingué le texte de Macquer par §. *Macq.* Mes réponses sont marquées par ces trois lettres *Rép.*

Macquer, dans la seconde édition de son dictionnaire de Chimie, semble avoir pris à tâche de travestir quelques idées neuves que j'ai exposées dans ma Chimie, telles que celle du feu considéré sous différentes formes et comme la cause de la causticité et de la saveur ; celle d'avoir établi en principe que les corps organisés sont seuls chargés, par la nature, de former toute la matière combustible qui existe sur le globe, etc. Si ces idées n'étaient pas étroitement liées à tout le système général des opérations de la nature et de l'art, je ne ferais point d'observations ; mais comme elles me pa-



raissent utiles à l'instruction et susceptibles de plus de développement que je n'ai fait, il serait, ce me semble, contre les progrès de la science de laisser croire, d'après Macquer, qu'elles n'ont d'autre étendue que celle à quoi il semble vouloir les restreindre. Voici ce que Macquer dit au mot *bitume*, seconde édition de son dictionnaire :

« L'histoire naturelle nous prouve que beau-  
 » coup de végétaux et d'animaux entiers ont  
 » été enfouis en grande quantité, et même à  
 » de grandes profondeurs, par les différens  
 » accidens et les révolutions qui arrivent quel-  
 » quefois sur la terre; car on trouve tous les  
 » jours dans son intérieur des lits immenses de  
 » tourbe, et de grands bancs de bois fossiles  
 » à-demi décomposés, pétrifiés et bitumi-  
 » neux, etc.

» Baumé a adopté entièrement cette idée,  
 » que tout ce que la terre renferme de matière  
 » combustible vient originairement des corps  
 » organisés, végétaux et animaux; que toute  
 » huile appartient essentiellement à cette classe  
 » d'êtres, dans laquelle seule elle peut se for-  
 » mer. Il en parle avec beaucoup de détails  
 » dans quantité d'endroits de sa Chimie, comme



» d'un sentiment tellement neuf, et si éloigné  
 » de ce qu'ont pensé jusqu'à présent les chi-  
 » mistes et les naturalistes, qu'il donne à cette  
 » idée le nom de *surprenante*; mais toute *sur-*  
 » *prenante*, dit cet habile chimiste, *que pourra*  
 » *paraître cette idée, j'espere la démontrer dans*  
 » *tout son jour*. Quant à moi, je ne vois en  
 » aucune manière ce qu'elle peut avoir de sur-  
 » prenant; elle m'a même toujours paru si  
 » naturelle, si vraisemblable, si bien d'accord  
 » avec les observations d'histoire naturelle et  
 » les analyses chimiques, que quand je l'ai pro-  
 » posée tout simplement dans la première édi-  
 » tion de cet ouvrage, telle qu'on la voit dans  
 » l'alinéa ci-dessus, et dans plusieurs endroits,  
 » non-seulement je ne la regardais point comme  
 » un effort de génie, mais même j'avais peine  
 » à me persuader qu'elle ne se fût encore pré-  
 » sentée à l'esprit d'aucun chimiste. En effet,  
 » si elle n'avait pas été expressément dévelop-  
 » pée avant que j'en eusse parlé, *elle avait du*  
 » *moins été bien préparée*, comme on peut le  
 » voir dans les ouvrages de plusieurs chimistes-  
 » naturalistes, et en particulier dans ceux de  
 » Juncker et de Neuman, les seuls que j'aie  
 » cités de la manière suivante :



» *Juncker* rapporte, d'après *Neuman*, la description suivante des minières de succin de Prusse, les plus riches qu'on connaisse. On trouve d'abord à la surface de la terre une couche de sable : immédiatement au-dessous de ce sable est un lit d'argille, rempli de petits cailloux environ de la grosseur d'un pouce ; sous cette argille on rencontre une couche de terre noire ou tourbe, remplie de bois fossile à-demi décomposé et bitumineux. Cette couche est étendue sur un banc de minéraux, contenant peu de métal, si ce n'est du fer : (ce sont par conséquent des pyrites.) Enfin, c'est sous cette couche qu'on trouve le succin, ordinairement dispersé par morceaux, et quelquefois accumulé en tas. »

*Rép.* Au renvoi que *Macquer* fait à la première édition de son dictionnaire de Chymie, on ne trouve que de l'incertitude : les naturalistes, dit-il, ne sont point d'accord sur l'origine des bitumes, et *Macquer* conclut qu'il est vraisemblable qu'ils doivent leur origine aux végétaux. Dans ce que je viens de rapporter de la seconde édition de son ouvrage, il n'hésite plus sur leur formation ; ce que j'ai dit sur



cette matière l'a apparemment rassuré, il prononce affirmativement ; et pour prouver que mes idées sont communes à tout le monde , il cite un procès-verbal de fouille faite en Prusse. Mais ce n'est pas seulement de l'origine des bitumes dont il s'agit dans ce que j'ai dit dans ma Chimie ; j'y présente deux idées ou deux faits sur l'origine et la formation des matières combustibles renfermées dans le sein de la terre ; ce sont ces deux idées bonnes ou mauvaises que Macquer confond exprès , afin de tâcher de faire disparaître le peu de mérite qu'elles peuvent avoir ; il fait ce qu'il peut pour les réduire à une seule idée : cependant il n'a pu s'empêcher de laisser appercevoir que j'ai ajouté quelque chose à ce que l'on savait avant moi sur cette matière, puisqu'il dit lui-même : *en effet , si elle n'avait pas été expressément développée avant que j'en eusse parlé, elle avait été du moins bien préparée.* Qui l'a empêché de profiter des matériaux qu'il trouve si bien préparés ? Pour mettre le lecteur à portée de juger la question , je rapporte ici très-en abrégé ce que j'ai dit sur cette matière dans beaucoup d'endroits de ma Chimie.

« La terre ouvre aussi-tôt son sein pour en-



» gloutir et détruire les corps organisés qu'elle  
 » a fait croître ; elle s'approprie les élémens qui  
 » se sont combinés à sa surface , pour se les  
 » distribuer à son gré : tel est , en deux mots ,  
 » le système général des grandes opérations de  
 » la nature ; mais toute surprenante que pourra  
 » paraître cette idée , j'espère la démontrer dans  
 » tout son jour , et faire voir en son lieu , que  
 » c'est aux corps organisés qu'on doit rapporter  
 » le système général de l'organisation de la  
 » croûte superficielle du globe dans laquelle on  
 » a pénétré. (*Voyez Chimie expérimentale et*  
 » *raisonnée , page 7 , 1er. vol.*)

» La Nature qui avait de plus grandes vues  
 » à remplir que celles de former de simples  
 » mélanges d'élémens , ou de produire des prin-  
 » cipes secondaires , s'est procuré les moyens  
 » de faire un plus grand et un plus magnifique  
 » usage des élémens. Elle a créé des corps or-  
 » ganisés , et d'abord les végétaux , en leur  
 » assignant la faculté de rassembler immédia-  
 » tement les élémens primitifs , de les combiner ,  
 » de les élaborer , et de former des combinai-  
 » sons délicates que l'art est encore fort éloigné  
 » d'imiter : tel a été le but de la nature en créant  
 » les corps organisés. (*Ibid , page 120 et suiv.*)



» Le végétal a été le premier instrument dont  
 » la Nature s'est servi pour former ses plus  
 » grandes et ses plus merveilleuses opérations.  
 » Ce sont les végétaux qui ont mis la nature  
 » en action à la surface du globe , dans l'in-  
 » térieur de la terre et des mers. Ce sont eux  
 » qui sont la cause immédiate des météores  
 » ignés qui se forment dans l'air , etc. (*Ibid.*  
 » *même page.*)

» Mais les corps organisés qui , suivant l'Ecri-  
 » ture , ont été créés immédiatement après les  
 » élémens , sont les premiers et les principaux  
 » instrumens dont la nature s'est servi pour  
 » changer les propriétés de la terre élémentaire,  
 » et la rendre propre à entrer dans les diffé-  
 » rentes combinaisons. Les corps organisés  
 » sont encore les instrumens dont la nature se  
 » sert pour combiner et fixer à la surface du  
 » globe presque tout le feu à mesure qu'il nous  
 » vient du soleil , et pour former ces réservoirs  
 » immenses de matières combustibles sur toute  
 » la surface de notre globe : ce feu sans action,  
 » mais prêt à s'y mettre à la moindre circons-  
 » tance , est ensuite porté dans l'intérieur de  
 » la terre par le balancement des eaux , pour  
 » être employé à la formation d'autres corps.



» La nature qui travaille rarement en petit , ne  
 » se sert guère que de semblables moyens pour  
 » distribuer , dans l'intérieur de la terre , la ma-  
 » tière inflammable que les corps organisés  
 » forment à sa surface. Oui , je le répète , ce  
 » sont les végétaux et les animaux qui , à l'aide  
 » du balancement des eaux , ont changé et  
 » changent journellement la constitution de  
 » notre globe : ce sont les corps organisés qui  
 » ont formé ces immenses carrières de pierres  
 » calcaires ; ce sont eux qui ont fixé le lit des  
 » eaux par des bancs de glaise qu'ils ont formés ;  
 » ce sont eux qui forment le principe com-  
 » bustible , et qui le fournissent ensuite aux  
 » sels , au soufre , au bitume , aux minéraux  
 » métalliques , et généralement à toutes les  
 » combinaisons qui contiennent peu ou beau-  
 » coup de substance inflammable. Ce sont les  
 » corps organisés qui sont la cause des vol-  
 » cans , des tremblemens de terre , de toutes  
 » les inflammations souterraines , et de tous les  
 » météores ignés : ce sont eux qui mettent et  
 » qui entretiennent la nature en action... Sans  
 » eux le globe terrestre redeviendrait , par suc-  
 » cession des tems , un seul crystal pur , homo-  
 » gene , ou une masse de sable , tel qu'il a pu



» être au sortir des mains du créateur. » (3e. vol. page 302. )

Ce que je viens de rapporter prouve d'une manière palpable , que ce que j'ai développé dans ma Chimie présente deux idées bien distinctes et séparées l'une de l'autre. Sur la première , dit Macquer , *l'origine des bitumes est une question intéressante sur laquelle tous les naturalistes ne sont point d'accord ; les uns pensent que ces matières huileuses appartiennent essentiellement au regne minéral ; d'autres , au contraire , croient que les bitumes viennent originairement des substances végétales , et il faut avouer que le sentiment de ces derniers est beaucoup plus vraisemblable.* Mais s'il n'est que *beaucoup plus vraisemblable* , Macquer n'était donc pas encore en état de prononcer affirmativement , quoiqu'il eût sous les yeux les ouvrages de Neuman et de Juncker , lors de la rédaction de la première édition de son dictionnaire de Chimie. C'est donc cette première idée sur laquelle j'ai prononcé sans restriction , qui me serait commune avec les naturalistes qui sont de cet avis.

La seconde idée que présente la question , que Macquer passe absolument sous silence , est



celle où l'on voit que je développe les grandes et belles fonctions que remplissent dans la nature les corps organisés ; ce que j'en viens de citer suffit pour faire connaître en quoi ces idées different de la première , dans laquelle Macquer semble vouloir me resserrer.

---



# RECHERCHES

## SUR LA CAUSE

### DE LA CAUSTICITÉ

#### DES AGENS CHIMIQUES.

---

LA causticité est l'action que certaines substances exercent sur les corps pour les dissoudre et pour se combiner avec eux. On nomme *caustiques* les substances qui ont ces propriétés; elles ont toutes une saveur plus ou moins forte, âcre, rongeante, brûlante, etc. Parmi les substances caustiques de la chimie, les unes sont acides et les autres sont de nature alcaline; les caustiques acides sont les acides minéraux purs et concentrés, ces mêmes acides combinés sous forme de sels avec les substances métalliques, comme la pierre infernale, le beure d'antimoine, le sublimé corrosif, l'arsenic, etc. Les caustiques alcalins sont les alkalis fixes et volatils, ces mêmes alkalis rendus plus caustiques par le concours de la chaux vive, la chaux vive elle-même, etc.

Les caustiques ont des propriétés chirurgicales; nous les passons sous silence pour ne considérer que leurs propriétés chimiques.

L'action des caustiques sur les corps des trois regnes présente des phénomènes chimiques importants, qui tiennent aux grandes opérations de la nature et à toutes celles de la chimie, c'est pour ces raisons que j'examine de nouveau cette matière, à l'effet d'établir d'une manière précise leur cause de causticité.

§ I<sup>er</sup>. *Macquer*. La causticité et l'action dissolvante de tous les agens chimiques n'étant qu'une seule



et même qualité, et d'un autre côté, cette propriété admirable étant la cause prochaine de toutes les décompositions et combinaisons qui se font, soit dans le travail continuel de la nature, soit par les opérations de la chimie, on sent aisément combien il est important d'avoir des idées claires sur ce qui a rapport à la causticité ; de savoir, autant que cela est possible, en quoi elle consiste ; de connaître ce qui peut l'augmenter, la diminuer, la faire naître ou disparaître entièrement dans une substance. Mais c'est là la grande difficulté ; car tout ce qui tient, comme l'objet dont il s'agit, aux premiers ressorts de l'univers, est presque inaccessible aux efforts de l'esprit humain. On ne peut en quelque sorte, dans des matières telles que celle-ci, que former des conjectures ; mais elles ne sont pas sans utilité, quand elles sont propres à lier un grand nombre de faits, et à faire sentir beaucoup d'analogie et de rapports qu'il peut y avoir entr'eux.

Les physiciens ne sont guère occupés à rechercher la cause de la causticité, que depuis que quelques-uns d'entr'eux ont commencé à raisonner sur les grands phénomènes qu'offre la chimie. L'idée la plus naturelle, celle qui devait se présenter la première, était d'attribuer cette qualité à la présence de la matière du feu, à cause de la ressemblance assez frappante qu'il y a entre les effets du feu en action, et ceux des caustiques ou agens chimiques : ç'a été aussi celle qui a été adoptée d'abord, et qui l'est même encore assez généralement aujourd'hui par tous ceux des chimistes qui veulent avoir un sentiment décidé sur cet objet. La belle théorie de *Stahl* sur le phlogistique, ou sur les effets du feu considéré comme un des principes des corps combustibles, n'a pas peu contribué à affermir cette idée. En effet, les propriétés du feu ne permettent point de douter que cet élément ne possède la causticité dans le degré le plus éminent, qu'il ne soit le plus puissant de



tous les caustiques ; et dès qu'il est prouvé que cette matière si active se fixe plus ou moins intimement , en qualité de principe , dans un grand nombre de corps composés , toujours prêts à reprendre avec la plus grande facilité son activité essentielle , en tout ou en partie , suivant les circonstances ; rien n'est plus naturel que d'attribuer à la présence et à l'action des particules ignées ; la causticité de toutes les substances dans lesquelles on observe cette qualité. Enfin il est très-possible , et même assez probable , que le feu contribue directement , et par sa propre causticité , à celle de certains corps et dans certaines circonstances , comme je l'expliquerai bientôt plus en détail : aussi *Lemery* n'a-t-il pas manqué d'attribuer la causticité de la chaux , celle des alkalis , des acides , etc. , aux particules ignées introduites et nichées entre les parties propres de ces substances. Mais cet homme célèbre à juste titre avait le défaut , quoique excellent praticien , de vouloir tout expliquer : il expliquait tout en effet avec une facilité extraordinaire , parce que ses explications n'étaient ni discutées ni approfondies , et qu'il se contentait des premières idées que lui faisaient naître les simples apparences.

*Réponse.* 1<sup>o</sup>. Peu de lecteurs , en lisant ces deux alinéas , sont en état de voir que *Macquer* cherche à s'approprier une idée qu'il n'a pas eue sur la cause de la causticité ; idée que j'ai développée dans ma *Chimie expérimentale et raisonnée* , depuis le commencement jusqu'à la fin de l'ouvrage. *Le feu* , dis-je , *est le caustique par excellence ; c'est lui qui donne cette qualité aux dissolvants ou agens chimiques ; les acides minéraux sont du feu pur ou presque pur dans l'état de liquidité , bridé par le moins de substances possibles , mais assez pour l'empêcher d'être sous forme de feu libre et en action ; le feu est aussi la cause de la saveur des corps qui ne sont que savoureux sans être caustiques , etc.* Si les citations



n'étaient pas trop nombreuses, je pourrais copier ici plus de cent passages de ma Chimie où je développe mon sentiment, conformément aux applications qu'il convient à chaque endroit. On verra dans le cours des présentes observations que Macquer, dans plusieurs endroits, adopte et rejette en même - tems le feu pour cause de causticité.

2<sup>o</sup>. Il est à croire que, jusqu'à moi, personne n'a songé à considérer le feu sous différentes formes, et à le regarder dans ces différens états comme autant de moyens que la nature emploie pour opérer une infinité de phénomènes, ainsi que dans les opérations de l'art, et à le considérer comme la cause de la causticité, de la saveur, etc. Puisque Macquer ne cite personne, si ce n'est *Lemery* et *Meyer*, avec qui il veut me faire partager cette idée, nous en parlerons dans un instant. Cette idée est apparemment de la nature de celles que Macquer appelait de la grande chimie (1); et comme il ne m'accordait que les qualités de chimiste bon manipulateur, il était dans sa manière d'être de m'ôter le peu de mérite qu'elle peut avoir, et encore de me la faire partager avec tout le monde, *comme devant, dit-il, se présenter naturellement la première à tous ceux qui ont commencé à rechercher la cause de la causticité des agens chimiques, à cause de la ressemblance frappante qu'il y a entre les effets du feu en action et ceux des caustiques*: il a cru qu'au moyen de ce début, il voilerait, dans le cours de son mémoire, l'intention de s'approprier une part au gâteau, non pas en une seule fois, mais en détail, en plaçant à propos de petites phrases amphibologiques à double entente, telles que, dit-il, *les propriétés du feu ne permettent pas de douter qu'il possède la causticité dans le degré*

---

(1) Voyez § XII<sup>e</sup>. ce qu'il dit des chimistes qui se mêlent de grande chimie.



le plus éminent, qu'il ne soit le plus puissant des caustiques..... Il est très possible et même assez probable, que le feu contribue directement et par sa propre causticité, à celles de certains corps et dans certaines circonstances, comme je l'expliquerai bientôt plus en détail.... Au § IX<sup>e</sup>. La causticité, dit-il, et la saveur ne sont qu'une même chose, ainsi que je l'ai dit en plusieurs endroits.... Au § XXIV<sup>e</sup>. Il paraît certain que l'impression de la saveur ne diffère point essentiellement de la causticité.... Ibid. La causticité et la saveur ne sont donc point deux qualités, mais une seule et même propriété.... Comme je l'ai dit dans cet article, et ainsi que je l'ai exposé avec plus de détail à l'article SEL de la première édition de cet ouvrage, tome II, page 423 et suivantes.

3°. Le renvoi que Macquer fait ici est plaisant, et découvre le dessein qu'il a de s'approprier mes idées du feu considéré comme seule cause de causticité et de saveur. La première édition de son dictionnaire de Chimie est imprimée en 1766. Ma Chimie ne l'a été qu'en 1773, et la seconde édition de son dictionnaire en 1778. Au moyen de ce renvoi, il prend sur moi une antériorité de sept ans; il l'aurait en effet, si l'on trouvait à ce renvoi la conformité de sentiment qu'il exprime dans les passages ci-dessus rapportés, de la seconde édition de son dictionnaire. Mais point du tout, au lieu de trouver cette conformité, on remarque qu'il attribue, dans la première édition de son ouvrage, la cause de la causticité à la pesanteur ou à l'attraction, qu'il regarde être la même chose, et il n'est point du tout question du feu. C'est par des amphibologies de cette nature, placées adroitement à-propos et de loin en loin, qu'il donne le change au lecteur, qui rapporte nécessairement au feu le sentiment de Macquer, qui n'est en effet que celui de la pesanteur qu'on doit entendre, lorsqu'il dit que la causticité et la saveur ne sont qu'une seule et même chose.

4°. Pour rapporter mot à mot le renvoi de Mac-



quer, et sa doctrine sur cette matière, il me faudrait copier plus de trente pages *in-8°*. petit caractère, tant il est diffus; je m'épargnerai cette peine, ainsi qu'au lecteur celle de les lire, en rapportant fidèlement, par extrait, la doctrine qu'il a exposée dans la première édition de son dictionnaire.

5°. A la page 423 et suivantes, tome II, première édition, « il attribue la causticité et la saveur à la pesanteur de la matière réduite à ses molécules primitives intégrantes; elle a, dit-il, dans cet état la plus grande tendance à l'union, à la combinaison; c'est en s'insinuant sous cette forme dans l'organe du goût qu'elle produit, suivant les circonstances, une saveur douce ou caustique. (*Il n'est point question du feu.*)

„ 6°. C'est à l'union de l'eau et de la terre qu'il attribue la formation des acides et des alkalis, et à la pesanteur de la terre les effets caustiques de ces substances salines. (*Il n'est point du tout question du feu.*)

„ 8°. Page 252, I<sup>er</sup>. vol. Il attribue la causticité de la chaux vive à l'union de l'eau avec la terre, union déjà commencée avant la calcination, et que l'extinction dans l'eau achève d'une manière plus intime. (*Il n'est point du tout question du feu.*)

„ 9°. A la page 240, I<sup>er</sup>. vol. Les alkalis fixes et volatils, quoique caustiques par eux-mêmes, le deviennent davantage, lorsqu'ils ont été traités avec la chaux, parce que cette substance leur enlève une grande partie d'une matière grasse ou inflammable, qui lie et qui bride en quelque sorte l'action de leur principe salin, qui devient par-là beaucoup plus à nud. (*Il n'est point du tout question du feu.*)

„ 10°. Page 254, à l'article CHAUX, même vol. Il répète la même proposition, et il ajoute qu'à mesure que la chaux dépouille les alkalis de cette matière grasse, ils sont altérés dans leur pro-



„ priété, et même entièrement décomposés , si  
 „ l'action de la chaux est portée assez loin. ( *Il*  
 „ *n'est point du tout question du feu.* )

11°. A la page 245 , second vol. , il dit : Cette  
 „ causticité de la pierre à cautère est donc due  
 „ à une altération particulière que la chaux occa-  
 „ sionne aux alkalis tant fixes que volatils , la-  
 „ quelle consiste vraisemblablement à les dépouil-  
 „ ler d'une grande partie de la *matière grasse* qui  
 „ enveloppe leur principe salin. ( *Il n'est point du*  
 „ *tout question du feu.* ) „

12°. Enfin, dans aucun endroit de la première  
 édition du dictionnaire de Chimie, de Macquer,  
 il n'est point du tout question du feu, ni comme  
 cause de causticité, ni comme cause de saveur.

13°. Dans la seconde édition de son diction-  
 naire de Chimie, au mot SEL, Macquer a ajouté  
 deux petits alinéas, page 375, II<sup>e</sup>. vol. in-4°. Dans  
 le premier, *il pense à présent que les gaz peuvent être*  
*une des parties constituanes des acides.*

Dans le second, il dit : « Plusieurs chimistes  
 „ pensent que la matière du feu est aussi un des  
 „ principes de toute substance saline. Cela peut  
 „ être, et cela est même démontré à l'égard de  
 „ *quelques matières salines*; mais il faut attendre les  
 „ preuves de cette proposition, si l'on veut l'éta-  
 „ blir *comme générale*; car toutes celles qui sont  
 „ tirées de la causticité et de la saveur sont in-  
 „ suffisantes et caduques, comme je crois l'avoir  
 „ prouvé à l'article CAUSTICITÉ. „

14°. Nous pourrions faire ici quelques observa-  
 tions sur le dégraissage des alkalis, par le moyen  
 de la chaux; mais ce sentiment est si pitoyable,  
 qu'il n'en mérite pas la peine. Il paraît que Mac-  
 quer n'était pas plus disposé à généraliser ses  
 idées que Lemery, et qu'il voyait partiellement  
 les objets; il admet à présent du feu dans quel-  
 ques matières salines, qu'il est embarrassé de  
 nommer, puisqu'il passe leurs noms sous silence.  
 Nous ne pouvons nous empêcher de remarquer



que cette doctrine n'est pas d'un chimiste qui a les idées bien étendues. Mais revenons à notre objet.

15°. Si, dit Macquer, *l'idée la plus naturelle, celle qui devait se présenter la première, était d'attribuer au feu la cause de la causticité, qui l'a empêché de l'avoir cette idée?* Lors de la rédaction de la première édition de son dictionnaire de Chimie, il avait, comme moi, sous les yeux la Chimie de Lemery, et l'ouvrage de Meyer sur la chaux. Il est tout aussi infidèle dans ses citations, lorsqu'il dit : *Aussi Lemery n'a pas manqué d'attribuer la causticité de la chaux, celles des alkalis, celles des acides, etc., aux particules ignées....* Lemery n'a admis de particules ignées que dans la chaux et dans la pierre à cautère, parce que cette dernière, dit Lemery, *est remplie de petits corps de feu qu'elle a prise de la chaux.* Voilà en quoi consiste tout le système de Lemery sur cette matière. Ce chimiste était, comme Macquer, si peu disposé à généraliser ses idées, et d'attribuer au feu la cause de la causticité aux autres substances salines, qu'il ne parle plus du feu comme caustique dans aucun endroit de sa Chimie. Les acides, suivant lui, sont caustiques, parce que leurs molécules sont pointues en aiguilles, et elles se fichent dans les pores de la langue. (*Cette idée quadre assez bien avec celle de la pesanteur.*) Lemery y suppose les alkalis poreux, dans lesquels les pointes acides se nichent. (*Celle-ci quadre encore très-bien avec celle de l'union de l'eau avec la terre, pour la formation des substances salines.*) Lemery n'a pas même attribué au feu la cause de la causticité de l'alkali volatil, dégagé du sel ammoniac par de la chaux; il suppose le feu de cette substance resté dans la chaux, de laquelle on tire, dit-il, un sel alkali aussi caustique, aussi brûlant que la pierre à cautère; ce sel est empreint des parties de feu qu'il a tirées de la chaux.

16°. La doctrine de Lemery sur le feu comme



cause de causticité n'est pas fort étendue, comme on voit, puisqu'elle se borne à la chaux et à la pierre à cautère, à cause de la chaux qu'on fait entrer dans ce dernier composé; Macquer a cru apparemment que pour remplir son objet plus adroitement, il pouvait, par générosité, lui donner plus d'extension en accolant à la même théorie, les ALKALIS, les ACIDES, les ETC. Par ces données, Macquer s'est mis à son aise. Il s'est regardé comme plus en sûreté de conscience pour déprimer, avec un acharnement dont il n'y a peut-être pas d'exemple dans les sciences, le travail inestimable de Meyer sur la chaux, et pour vilipender la doctrine du feu considéré sous différentes formes que j'ai développé dans ma Chimie. Au moyen des ETC. placés très-adroitement, il ne se trouve gêné dans aucune des comparaisons qu'il fait des trois doctrines, celle de Lemery, de Meyer et de la mienne. Tel est le plan que Macquer s'est formé dans ce premier paragraphe, et qu'il va développer successivement en conséquence de ce qu'il vient d'établir.

§ II<sup>e</sup>. *Macq.* Cette explication de la causticité par les particules de feu que Lemery supposait renfermées dans les substances caustiques, serait restée au nombre de ces conjectures qui, n'étant ni appuyées sur un nombre suffisant de preuves solides, ni combattues par des expériences démonstratives, se soutiennent par un certain air de vraisemblance qui suffit à beaucoup de physiciens, si feu Meyer, très-bon chimiste d'Osnabruck, qui n'était pas homme à se contenter si facilement, n'eût entrepris de la mettre au rang de ces grandes théories, qu'on peut avouer et défendre, et qui font beaucoup d'honneur à ceux qui, les premiers, les appuient de toutes les preuves dont elles sont susceptibles. Meyer a fait tout ce qu'il fallait faire pour cela. Un examen très-exact des propriétés des pierres à chaux, des



phénomènes de la calcination , des effets de la causticité de la chaux vive , de celle qu'elle communique aux alkalis tant fixes que volatils , de la manière dont ces différentes substances acquièrent et perdent la causticité ; un grand nombre d'expériences nouvelles ou de faits chimiques constatés antérieurement , mais rapprochés et comparés avec du génie , des raisonnemens profonds , sont devenus , dans l'ouvrage de Meyer , la bête d'un système qu'il s'est rendu propre.

Rép. 1°. Je n'entreprendrai pas de défendre la doctrine de Meyer , dans la crainte de le mal faire ; je bornerai mes observations à faire remarquer l'injustice de Macquer , en accollant la prétendue doctrine de Lemery avec celle de Meyer. J'ai rapporté au §. I<sup>er</sup>. les idées de Lemery , je les ai exprimées en autant de mots qu'il en emploie lui-même pour développer sa doctrine. Meyer , au contraire , a fait sur la chaux un travail suivi et accompagné de plus de douze cents expériences , qu'il a rédigées en deux vol. in-12 , l'un de 364 pag. et l'autre de 348 pages. L'éloge pompeux que Macquer lui prodigue est ironique , et ne peut être trouvé autrement , si l'on fait quelque attention à ce qu'il dit plus bas de cette doctrine ; cet éloge pris au vrai , est néanmoins encore au-dessous du mérite trouvé à cet excellent ouvrage , par tous les chimistes , plus amateurs de bons faits que le laps de tems ne détruit pas , que le clinquant des brillantes théories détruites l'une par l'autre , comme un clou déplace celui qu'il chasse.

2°. Il semble , à entendre Macquer , que Meyer n'a entrepris tout exprès ce grand ouvrage , que pour confirmer les explications de Lemery ; il songeait si peu à lui , qu'il ne le cite pas une seule fois dans tout le cours de ses deux volumes. Lemery n'a pas ajouté un seul mot à ce que les alchimistes avaient dit avant lui sur la chaux ;



Macquer n'était donc pas au courant de ses idées, quand il a écrit son mémoire, lorsqu'il dit que les idées de Lemery seraient restées au nombre des conjectures, etc., si Meyer n'eût entrepris de les appuyer par toutes les preuves dont elles sont susceptibles, et il conclut que Meyer a fait tout ce qu'il fallait pour cela. Meyer a donc, même de l'aveu de Macquer, confirmé les particules de feu de Lemery. Le *causticum* de Meyer n'est donc plus, suivant Macquer, un être de raison, comme il va le dire dans un instant.

§ III<sup>e</sup>. Macq. Ce système qui, pour le fonds, n'est que l'explication de Lemery dont nous venons de parler, consiste à établir qu'il n'y a dans la Nature qu'une seule substance caustique par son essence; que cette substance est la *matière* du feu ou de la lumière; que tous les composés qui ont de la causticité ne la doivent qu'à ce principe; qu'ils perdent cette qualité à mesure qu'on la leur enlève, et l'acquierent à proportion qu'on peut leur en combiner une plus grande quantité.

Ce que Meyer a ajouté à l'explication dont nous parlons, c'est qu'il ne suppose pas, comme Lemery, que ce soit le feu absolument pur qui puisse ainsi se combiner dans les corps pour devenir le principe de leur causticité, mais le feu lié jusqu'à un certain point avec une matière particulière de nature acide, et formant avec cet acide une espèce de *principe composé*, dans lequel la matière du feu, sans avoir toute l'activité du feu pur et entièrement libre, en conserve cependant assez pour être de la plus grande causticité, et pour pouvoir communiquer cette qualité aux différens corps avec lesquels il est susceptible de se combiner. Cela constitue ce qu'il nomme son *acidum pingue* ou *causticum*.

Rép. 1<sup>o</sup>. Macquer, dans ce paragraphe, rapporte



deux sentimens ; le premier, qui *n'est*, dit-il, *que l'explication de Lemery*, est le mien qu'il veut donner à Lemery ; il rapporte même les propres paroles dont je me suis servi pour exprimer mes idées dans ma Chimie. On a vu au § I<sup>er</sup>. l'étendue de la doctrine de Lemery sur le feu. Ce chimiste ne se serait assurément pas douté que plus de cent ans après sa mort, il eût trouvé dans Macquer un défenseur aussi zélé pour défendre, pour revendiquer, pour lui donner des idées qu'il n'a point eues.

2<sup>o</sup>. Le second sentiment que *Macquer* rapporte est celui de *Meyer*. Ce bon chimiste ne se serait assurément point attendu non plus, qu'après sa mort, il eût trouvé dans Macquer l'admirateur et le détracteur d'un travail inestimable, rempli de plus de douze cents expériences ; il paraît, suivant Macquer, qu'elles n'ont été faites que pour éclaircir les explications de la théorie de Lemery. Que de réflexions je pourrais ajouter ! je les laisse faire au lecteur.

3<sup>o</sup>. J'observe que Macquer a ajouté mal-à-propos le mot *lumière* à mon sentiment ; à l'époque où j'ai composé ma Chimie, je regardais déjà la lumière comme un corps composé, mais sans pouvoir me rendre raison de la nature de sa composition ; je pensais que le feu pur, que j'ai désigné comme cause de toute causticité suffisait à mes explications, sans avoir recours à une substance déjà composée, qui ne pouvait avoir d'action qu'à raison du feu qu'elle contient. Depuis l'impression de ma Chimie, le célèbre Priestley a fait la brillante découverte de l'air déphlogistiqué ; il a fait connaître le plus grand nombre des propriétés de cette substance. Mes expériences et mes réflexions m'ont porté à découvrir que ce gaz admirable par sa nature, est une des parties constituantes de la lumière, et qu'il joue un très-grand rôle dans toutes les opérations de la nature et de la chimie ; ce gaz, sous le nom d'oxigène, contri-



bue à la causticité des substances salines par le feu, qui est un de ses principes constituans, comme je l'ai dit dans plusieurs articles de l'Appendice ajouté à la septième édition de mes *Elémens de Pharmacie*. Ces nouvelles observations seront encore sans doute, suivant Macquer, explicatives du sentiment de Lemery.

4°. Je remarquerai encore que Macquer adopte les expressions défectueuses de nos docteurs modernes; il dit la *matière* du feu, cela suppose que le feu est composé; de quoi est-il composé? quelle est cette matière? On dit la matière du pain, la matière du vin, la matière de la lumière, parce que la farine est la matière du pain; le raisin, celle du vin; l'air déphlogistiqué, celle de la lumière: j'ai déjà fait cette observation dans mon Appendice que je viens de citer, mais je crois qu'on ne peut trop la répéter, à cause de l'obscurité que cette expression laisse dans l'esprit.

§ IV. *Macq.* Ce qu'il y a de plus séduisant dans le travail de Meyer, c'est que, dans ses expériences, il a suivi avec beaucoup de sagacité la marche de ce PRÉTENDU *causticum* d'une combinaison dans une autre, observant les changemens qui arrivaient dans les propriétés du corps qui le transmettait, et dans celles du corps qui le recevait, comme Stahl l'a fait à l'égard du phlogistique, ou de la matière du feu entièrement combiné.

*Rép.* 1°. Si Meyer a suivi son *causticum*, comme Stahl l'a fait à l'égard du phlogistique, le *causticum* ne peut pas être une PRÉTENDUE substance; une substance qui n'existe pas, ne peut pas se manier, aller et venir d'un corps dans un autre, changer les propriétés des corps par sa présence ou son absence, etc. Il me semble, par toutes les expériences de Meyer dont j'ai eu occasion de répéter une grande partie, que la substance qu'il désigne n'est pas un être de raison, c'est une subs-



tance positive ; on ne peut la nier , mais on peut discuter sur sa nature ; ce que je ne ferai point , parce que cette question m'entraînerait dans une trop longue discussion ; mais quelle que soit sa nature , je reconnais , par toutes ses propriétés , qu'elle est le phlogistique le plus pur de Stahl. Le nom est indifférent et ne change pas les propriétés de la substance , le *phlogistique* , le *causticum* , l'*oxigene* , sont les noms donnés à la même substance ( au feu ) , combinée dans un grand degré de simplicité , mais pas suffisante pour être du feu pur et en action , parce qu'il est encore dans l'état de combinaison ; nous verrons même , par les diverses propriétés du feu parvenu à cet état de simplicité , qu'il se présente sous des nuances plus simples les unes que les autres.

§ V. *Macq.* Un système fondé d'une part sur des effets naturels , aussi sensible aux ignorans qu'aux savans , et appuyé d'une autre part sur un travail chimique profond et bien entendu , tel que celui de Meyer , ne pouvait manquer d'avoir un très-grand nombre de partisans ; c'est aussi ce qui est arrivé. La plupart des chimistes d'Allemagne , du nombre desquels est M. *Pärner* , l'ont adopté , et le défendent avec chaleur. Plusieurs bons artistes français s'en sont déclarés aussi les partisans : il a tellement plu en particulier à *Baumé* , que cet habile chimiste en a fait la base de toutes les explications qui se trouvent dans la Chimie expérimentale et raisonnée.

*Rép. 1<sup>o</sup>.* Je n'ai point adopté le sentiment de Meyer ; si je l'eusse fait , je n'aurais pas commis une aussi grande erreur que Macquer l'insinue. Sa doctrine ne répugne pas à celle de Stahl. Macquer rapporte , au § III<sup>e</sup>. , mon sentiment qu'il donne à Lemery. Il fait voir en quoi il diffère de celui de Meyer ; il ne faut donc pas dire que le sentiment de Meyer m'a tellement plu , que j'en ai fait la base de toutes mes explications.



2°. Meyer, par son travail inestimable, nous a fait connaître un grand nombre de propriétés du feu dans l'état de combinaison simple qu'il supposait à son *causticum*; les propriétés qu'il assigne à ce principe sont celles du phlogistique le plus pur; je n'hésite point à le nommer tel, comme je l'ai fait ci-dessus. Si Macquer trouve que j'aie adopté le système de Meyer, pourquoi fait-il remarquer continuellement que le mien est différent?

3°. En rédigeant ma Chimie, j'ai passé en revue les corps des trois regnes : il ne m'a pas été difficile de m'appercevoir qu'ils différaient essentiellement entr'eux, quoique composés des mêmes élémens; j'ai distingué ces corps en trois grandes classes; savoir, les *corps combustibles par eux-mêmes*; les *corps qui ne peuvent brûler par eux-mêmes*, mais bien par le concours des premiers, telles sont les matières métalliques, et enfin les *corps incombustibles*, comme sont les pierres et les terres. Ce coup-d'œil général m'a fait appercevoir que le feu n'est pas toujours combiné, ni de la même manière, ni dans les mêmes proportions, dans les différens corps, et que les combinaisons qu'il forme sous ces deux rapports varient à l'infini. La propriété du feu libre est d'échauffer et de brûler; j'en ai conclu que les corps qui échauffent et qui brûlent comme lui, avec les modifications qu'on remarque dans les agens chimiques, doivent contenir du feu, et que ce devait être à cet agent puissant (le feu) qu'on devait rapporter la véritable cause de la causticité des acides minéraux. J'en ai conclu encore que les acides, ayant des propriétés particulières à chacun d'eux, devaient contenir ce feu dans différentes proportions et sous diverses modifications, et je devais en tirer cette conclusion; elle est indiquée par les différens effets des acides.

4°. L'acide vitriolique concentré réduit sur le-champ en charbons noirs les corps organiques;



l'acide marin bien concentré le fait aussi, mais difficilement et lentement; mais le beure d'antimoine les brûle promptement et les réduit en charbons noirs, comme le fait l'acide vitriolique. L'acide nitreux brûle ces mêmes corps plus efficacement; et il agit de deux manières, il les brûle comme les acides précédens, en les réduisant en charbon jaune, à raison de l'air déphlogistiqué qu'il contient, qui fait dépasser sans inflammation l'état charboneux où les autres acides réduisent ces mêmes corps. Quand les corps combustibles sont de nature à être enflammés, il les enflamme, comme cela arrive à un grand nombre d'huiles. Tel est en raccourci le tableau des corps dans lesquels j'ai cherché à reconnaître les différens états de combinaison du feu; j'ai développé les idées que ces recherches m'ont fait naître dans un très-grand détail dans ma Chimie; ce sont les expériences et les observations qui m'ont déterminé à en faire la base de toutes mes explications. Macquer dirait, sans doute, qu'elles ne sont encore qu'une explication des idées de Lemery. Je lui dirais à mon tour qu'il est bien surprenant qu'il admette, dans les agens caustiques, de l'eau, de l'air et même de la terre, qui ne sont nullement caustiques, et qu'il leur refuse la présence du feu qui est le caustique par excellence, dont ces corps possèdent les propriétés dans le degré le plus marqué, à moins que d'être du feu pur et en action.

§ VI<sup>e</sup>. *Macq.* Mais pour en étendre l'usage autant qu'il était possible, Baumé ne s'est pas restreint, comme Mayer, à ne regarder comme le seul caustique et le principe de toute causticité, que la *matière* du feu liée jusqu'à un certain point avec un acide particulier; et après avoir rejeté l'*acidum pingue* de ce chimiste, Baumé déclare par-tout que c'est le feu lui-même, en tant que feu, qui est le seul caustique et le principe de toute causticité; que



que cet élément peut être et se trouve en effet dans toutes sortes d'états de combinaisons, depuis la plus grossière, qui est celle des huiles, des charbons, des métaux et autres, jusqu'à l'état de feu pur ou presque pur, qu'il suppose être celui où il est dans les caustiques les plus violens, tels que les acides minéraux, la chaux vive, les alkalis caustiques et autres.

Rép. 1°. Macquer veut que j'aie adopté le sentiment de Meyer, et il observe à chaque instant que mon opinion en diffère essentiellement, en ce que je ne me suis *pas restreint*, comme lui, à faire emploi d'un principe composé; j'ai pris le feu lui-même pour seule cause de causticité; en cela j'ai suivi le proverbe, il vaut mieux s'adresser au principe primitif qu'à ses accessoires: mais quel est l'objet de son observation? est-ce pour faire voir que j'aurais dû adopter le principe de Meyer, ou est-ce pour diminuer le mérite d'avoir eu des idées plus simples et plus naturelles que n'en a eu ce chimiste? On peut croire l'un et l'autre, puisqu'il dit que j'ai rejeté l'*acidum pingue*. J'observe que je n'ai ni rejeté ni admis le principe de Meyer; à l'époque où j'ai écrit ma Chimie, je n'avais pas connaissance de son ouvrage; pour rejeter un principe, cela suppose une discussion; je l'ai si peu discuté que je n'en parle dans aucun endroit de ma Chimie; ainsi je ne l'ai point rejeté. On ne sait s'il approuve ou s'il désapprouve la déclaration qu'il me fait faire; cependant la matière est assez importante, comme il le dit lui-même dans beaucoup d'endroits, pour qu'il eût dû exprimer son avis; au reste, je ratifie, comme je l'ai déjà fait au § précédent, la déclaration qu'il rapporte: elle contient bien mon avis, je l'ai exposé dans nombre d'endroits de ma Chimie, parce que je suis fermement persuadé que le feu est le seul caustique et le seul principe de toute causticité. Cette vérité me paraît démontrée; s'il y a



des erreurs dans ces propositions, pourquoi Macquer les adopte-t-il, et pourquoi les rejette-t-il l'instant d'après? comme on l'a déjà vu et comme on le verra encore dans le cours de cette discussion, ces tergiversations annoncent qu'il n'est pas bien pénétré des théories qu'il adopte, et qu'il ne sait comment les discuter philosophiquement.

§ VII<sup>e</sup>. *Macq.* Comme en effet le feu est répandu par-tout, en lui supposant ainsi différens degrés de combinaison, on peut rendre raison avec une extrême facilité, d'une bonne partie des phénomènes de la chimie. Ainsi, par exemple, si les pierres à chaux, de douces et non caustiques qu'elles sont dans leur état naturel, deviennent âcres, caustiques et actives, quand elles ont éprouvé pendant un certain tems l'action du feu, *Baumé* voit clairement, avec *Lemery*, la cause de ce changement si étonnant dans l'introduction des parties de feu entre celles de la chaux : toute la causticité de la chaux vive, la chaleur qu'elle excite avec l'eau, ses propriétés salines, etc. sont dues à une quantité de *feu pur* ou *presque pur*, qui s'est combiné avec la pierre pendant sa calcination.

*Rép.* 1<sup>o</sup>. Si l'air et l'eau sont répandus par-tout, comme personne n'en doute, et jouent de si grands rôles dans la nature et dans les opérations de l'art; pourquoi n'attribuer au feu, qui est également répandu par-tout, que des actions inertes et subordonnées; tandis qu'il est doué de la plus grande activité : l'eau, l'air et la terre, qui n'ont aucune saveur caustique, semblent avoir été créés pour tempérer et modifier cette grande action du feu, qui se manifeste sous une infinité de formes et de combinaisons, comme je l'explique dans ma Chimie; il est visible que le plaisir de contredire ma doctrine et de la comparer à celle de *Lemery*, a plus intéressé Macquer, que d'être conséquent avec lui-même. puisque dans un instant il va re-



connaître avec moi des propriétés au feu qu'il lui refuse à présent.

2°. Je suppose au feu des propriétés qu'on ne peut méconnaître en bonne physique, celles de se combiner sous des modifications à l'infini; c'est à ces diverses modifications qu'on doit rapporter les différentes propriétés qu'on remarque aux différens corps; je ne supposerai point que Macquer ignore ces grands principes, quoiqu'il laisse apercevoir le contraire dans cet instant; mais je le rappellerai à ces principes par une comparaison qui, quoique simple, n'en sera pas moins réelle. Un morceau de bois de chêne et une résine sont deux corps combustibles composés essentiellement des mêmes élémens; à quoi rapporter la différence dans les propriétés, si ce n'est à la diverse manière et aux proportions dont les élémens composans se trouvent combinés? Tenons-nous-en au feu seulement, pour ne point sortir de la question; je dis qu'on peut supposer que le feu dans le bois de chêne est autrement disposé, ses molécules autrement isolées, interceptées par les autres élémens, qu'ils le sont dans la résine. Cela prouve ce que j'ai bien conçu, ce que Macquer ne veut pas entendre, que les élémens en formant des combinaisons, prennent entr'eux divers arrangements, divers isolémens les uns à l'égard des autres. Pourquoi Macquer veut-il ôter au feu la propriété de se modifier sous diverses formes, comme les autres élémens. J'ai donc eu raison d'établir ces grands principes, qu'on ne trouve ni dans la Chimie de Lemery, ni dans Meyer, ni dans Macquer. Il fallait les établir avant d'en venir à l'examen des corps où le feu se présente presque à nud; dans cet état de simplicité, il y a encore des modifications à l'infini. J'ai déjà fait connaître au 4<sup>e</sup>. alinéa du cinquième paragraphe, que les acides minéraux qui ont la propriété commune d'être caustiques, le sont différemment, parce que le feu n'est pas combiné également dans



ces acides : maintenant je vais prouver que la chaux contient des particules de feu, et que ces particules y sont nécessairement combinées d'une manière différente que dans les acides; il fallait, quoi qu'en dise Macquer, *pour expliquer avec une extrême facilité un grand nombre de phénomènes chimiques*, faire connaître ces distinctions; c'est aussi ce que j'ai fait.

3°. *Ainsi par exemple*, dit Macquer, *si les pierres à chaux, de douces et non caustiques qu'elles sont dans leur état naturel*, etc. Je conviens que tout le reste de cet alinéa est de moi, quoiqu'il paraisse que Macquer le cite comme contenant des erreurs qui me sont communes avec Lemery. Il est bien surprenant que, depuis plus d'un siècle qu'on recherche la cause de la causticité de la chaux, et qu'après l'avoir développée d'une manière claire dans ma Chimie, je sois obligé de revenir sur les premiers principes, donner de nouveaux éclaircissemens, et prouver que je ne me suis pas trompé. L'air fixe qu'on tire des terres calcaires a dérangé toutes les têtes mal organisées, il a entraîné Macquer dans le torrent pour y chercher des illusions. Dans la première édition de son dictionnaire de Chimie, il attribuait la causticité de la chaux à l'union de l'eau avec la terre; aujourd'hui que l'air fixe est découvert, il attribue cette même cause à l'absence de ce fluide aériiforme; il faut convenir que ce changement de sentiment est autant l'effet des circonstances que le peu de conviction des idées qu'il adopte; mais n'anticipons pas sur le rôle qu'il fait jouer à l'air fixe dans la formation de la chaux, et tenons-nous-en, quant à présent, à la pierre calcaire calcinée à l'air libre.

4°. Les pierres calcaires exposées à un feu convenable perdent à-peu-près la moitié de leur poids et de leur volume, et sont converties en chaux vive. La chaux vive en s'éteignant dans l'eau, produit de la chaleur, et communique à l'eau une



sav<sup>eur</sup> âcre , piquante , amere , et l'eau forme à sa surface des pellicules salines terreuses , qu'on nomme *pellicules de chaux*. Tels sont les faits , ils sont simples , faciles à suivre , à saisir , connus de tems immémorial , et point susceptibles de contradiction. C'est la théorie de ces faits qu'il faut développer et la faire connaître de nouveau , en la déduisant des faits mêmes.

5°. Le feu est un fluide , je l'ai défini le principe de toute fluidité et de toute liquidité ; en cette qualité , il mouille à sa manière les corps soumis à son action , comme l'eau , l'air , le mercure , etc. les mouillent à la leur ; le feu mouille ceux de nature à se laisser imbiber par lui. Je conçois qu'on aura de la peine à admettre cette expression , parce qu'en général on est peu disposé à généraliser ses idées ; mais si adhérer est mouiller , et que du feu adhère à de la pierre calcaire sans être combiné , je suis dans le cas de dire que le feu mouille à sa manière. Il est comme l'eau qui ne mouille que les corps auxquels elle peut adhérer , et avec lesquels elle peut se combiner ; l'eau ne mouille pas une chandelle de suif ou de cire , parce qu'elle ne peut se combiner avec ces substances ; de même le feu ne mouille point un caillou , parce qu'il ne peut se combiner avec cette pierre. Il en est de même du mercure , il mouille à sa manière les corps qu'il peut mouiller et auxquels il peut adhérer ; il mouille facilement l'or , l'argent , le plomb , etc. , parce qu'il adhère à leur surface ; mais il ne mouille point le fer , le platine , etc. , parce que le mercure n'a aucune affinité avec ces substances métalliques. Le platine , par cette raison , nage sur le mercure , quoiqu'il soit d'une pesanteur spécifique beaucoup plus grande. Le mouillage des fluides et des liquides a donc lieu en raison des affinités. Or le feu a beaucoup d'affinité avec la pierre calcaire ; nous allons voir dans un instant qu'elle est , pendant sa calcination , mouillée de ce fluide actif jusque



dans ses plus petites molécules intégrantes, en se convertissant en chaux, comme de l'eau qui aurait mouillé un corps qu'elle peut pénétrer; il y a une très-grande quantité de feu interposé qui mouille cette pierre sans être combiné avec elle, tandis qu'une autre partie est véritablement dans l'état de combinaison. Revenons à notre objet.

6°. Sur la première question, je dis que la chaux contient beaucoup de feu, qu'elle en est saturée, et qu'elle laisse dissiper ce feu excédent à sa nature de chaux; par conséquent le feu y est dans deux états différens, comme on va le voir successivement; prouvons d'abord le feu excédent à la nature de la chaux.

7°. Si l'on fait éteindre quelques morceaux de chaux vive un peu gros avec peu d'eau qu'on jette dessus, la pierre à chaux ne tarde pas à se fendre; si l'on présente dans ses fentes des brins de paille, comme l'a fait Meyer, ainsi que moi, le feu y prend, tantôt en charbons ardents, tantôt avec flamme. 2°. Pelletier, notre confrere, de l'institut national, en éteignant de la chaux vive dans un lieu obscur, a observé à la surface de la chaux, une flamme basse et phosphorique, elle aurait nécessairement enflammé de la paille, s'il en eût présenté. 3°. J'ai renfermé environ quatre cents livres de chaux dans un tonneau percé par ses deux fonds, et j'y ai introduit un tuyau de poêle; j'ai arrosé cette chaux avec de l'eau, par le bondon qui était extrêmement large; pendant son extinction j'ai présenté de la paille dans le tuyau de poêle, elle s'est allumée avec flamme, comme lorsqu'on la présente à une lumière. 4°. On sait que des bateaux de chaux qui prennent l'eau d'une manière insensible, sont incendiés sans qu'aucune cause étrangère y porte le feu. 5°. Il est arrivé plus d'une fois que de grosses voitures de chaux vive, surprises en route par de grands orages, ont été incendiées. 6°. Il a été proposé et exécuté des poêles pour échauffer des appar-



temens sans matières combustibles , en profitant de la chaleur que donne la chaux pendant son extinction ; j'ai vu un de ces poëles en action.

8°. Un amas de soude et de potasse s'étant trouvé humecté dans un des magasins du port de Christiedstadt , en Suede , le feu y prit et incendia le magasin , et 140 dépôts contigus , remplis de combustibles , ont été la proie des flammes. (*Gazette de France*, 1785.)

9°. Macquer passe ces faits sous silence , dont la plupart lui étaient connus , comme à moi , parce qu'il aurait été difficile de les faire quadrer avec la doctrine de l'air fixe qu'il adopte. Au reste , ces faits sont réels , positifs ; c'est leur interprétation , qui n'est ce me semble pas bien difficile , qui éta-  
/ de  
cause

10°. Certainement le feu qui se manifeste d'une manière si frappante , doit nécessairement exister dans la chaux , et même en très-grande quantité , pour produire les incendies dont nous venons de parler. Dira-t-on , avec Macquer , comme il le dit dans la première édition de son dictionnaire de Chimie , que toute cette chaleur et ce feu *sont dus aux frottemens qui s'excitent entre les parties de l'eau et de celles de la pierre avide d'humidité , dont elle a été privée par la calcination* ; cette physique eût été bonne du tems de Lemery. J'ai reconnu , par l'expérience , que les corps durs , par le plus grand frottement , s'échauffent très-peu lorsqu'ils ne contiennent rien de combustible , comme deux cailloux frottés l'un contre l'autre. Ainsi ce sont donc *les particules de feu nichées dans la chaux* qui se dégagent pendant son extinction , qui produisent les incendies dont nous parlons , quoique *ces particules de feu* paraissent déplaire à Macquer.

11°. Il reste à connaître à présent dans quel état est ce feu dans la chaux vive , il ne peut être que disséminé , interposé et isolé entre les molécules primitives intégrantes de la pierre. La chaux vive bien refroidie n'est pas sensiblement pour



nous plus chaude que les autres corps, quoiqu'elle le soit pour les chats, qui recherchent la chaleur, qui se dissipe d'une manière insensible de la chaux qui s'éteint à l'air; cela nous prouve que les molécules primitives intégrantes du feu, isolées les unes des autres, sont sans chaleur, que la chaleur qu'elle manifeste est une preuve de leur réunion. Ce feu en un mot n'est pas combiné; s'il l'était, il ne s'échapperait pas. C'est cette portion non combinée qui se dissipe pendant l'extinction de la chaux qui produit de la chaleur et de la flamme; il était excédent à la nature de la chaux; la chaux après l'extinction reste chaux avec toutes ses propriétés qui la caractérisent telle; le feu excédent à sa nature s'est dissipé.

12°. Je viens de prouver, je l'espère, d'une manière sans réplique, le premier état sous lequel le feu existe dans la chaux vive; il me reste à présent à faire connaître que celui qui existe dans la chaux après son extinction, soit dans de l'eau, soit à l'air, y est dans l'état de combinaison saline.

13°. La chaux, après son extinction, est âcre, caustique et brulante; si, pendant sa calcination, elle a retenu par excès une grande quantité de feu assez légèrement adhérent pour y rester, et pour ne se dissiper que lorsqu'on lui en donne l'occasion, il est difficile de se refuser à croire que les qualités caustiques qu'elle conserve après son extinction, ne viennent pas d'une autre quantité de feu qu'elle retient; et puisqu'il ne se dissipe pas de la même manière, ni avec la même facilité, il faut nécessairement qu'il y soit sous une autre forme; il ne peut y être que dans l'état d'une véritable combinaison; comme l'eau de chaux a quelques-unes des propriétés communes aux alkalis, je puis conclure, sans craindre de me tromper, que la matière saline est de la nature des alkalis fixes. Cette combinaison est formée directement par le feu qui s'est uni à la terre par l'intermède de



l'eau, de l'air et de la matière inflammable restée dans la pierre calcaire, malgré la violence de la calcination.

14°. Si l'on fait dissiper, par une plus forte calcination, la totalité de l'eau, de l'air et du principe inflammable, on détruit la combinaison saline formée, et au lieu d'avoir de la chaux, on obtient pour résultat une matière inerte que j'ai nommée *chaux brûlée*, avec les chauxfourniers; la pierre calcaire est changée de nature, elle est devenue une terre argilleuse, une terre d'alun enfin, avec laquelle on fait de véritable alun. Si au contraire on mêle à la pierre calcaire, avant sa calcination, une certaine quantité de matière inflammable, on produit davantage d'alcali fixe, comme je l'ai fait; je le dis dans ma Chimie à l'article *chaux, sel alkali*, etc.

15°. Il me semble prouvé, d'après ce que je viens de dire, 1°. que la matière saline alkaline de la chaux est formée directement de feu, d'eau, d'air et de terre; 2°. qu'on augmente la production de l'alkali en augmentant la matière inflammable, parce que les pierres calcaires n'en contiennent jamais beaucoup; mais les coquilles d'huîtres, qui contiennent beaucoup de matière combustible, produisent par cette raison une chaux plus forte et plus caustique; 3°. qu'on détruit cette combinaison saline par une plus forte calcination, parce que la terre change de nature, et ne contient plus les matériaux propres à fixer le feu et à lui faire contracter une combinaison; la terre parvenue à cet état est comme du sable ou un caillou, qui, par ces raisons, ne forme point de chaux, 4°. les expériences et les observations dont je viens de parler, plus développées dans ma Chimie que Macquer avait sous les yeux, prouvent donc que le feu est susceptible de former des combinaisons à l'infini, qu'on peut les suivre par nuances insensibles, depuis l'état de combinaison très-compiquée, comme il



l'est dans la matière combustible, jusqu'à celui où il est tout prêt de rentrer dans l'état de feu libre, pur et en action. J'ai fait connaître, autant que je l'ai pu, les propriétés du feu dans ces différens états; je ne vois pas où sont les erreurs que Macquer voudrait faire remarquer, de m'en être servi comme de *principes féconds pour rendre raison*, dit-il, *avec une extrême facilité, d'une bonne partie des phénomènes de la chimie*. Ces principes sont faux ou vrais; s'ils sont faux, il fallait que Macquer fût connaître l'erreur; s'ils sont évidens, pourquoi m'en serais-je interdit l'application? 5°. Enfin, je me suis engagé dans cet article à prouver que le feu, dans la chaux vive, y est dans deux états; je crois avoir rempli ma tâche; si la chaux éteinte conserve de la causticité, je demande à tout chimiste impartial, si on ne doit pas l'attribuer à un reste de feu très-légèrement combiné qu'elle retient encore, malgré son extinction: car celui complètement combiné, comme il l'est dans les pellicules de chaux, n'a presque plus de saveur caustique, parce qu'il est expulsé par l'air fixe répandu dans l'atmosphère qui est venu se combiner avec cette substance; elle est dans les mêmes circonstances que les alkalis ~~gazeux~~. Il faut convenir, d'après tous ces développemens, dont la plupart sont dans ma Chimie, que Macquer en cet endroit avait de la causticité dans les idées, pour dire ironiquement, *Baumé voit clairement, avec Lemery, la cause de la causticité dans l'introduction des parties de feu entre celles de la chaux.*

res  
fixe.

§ VIII. Macq. Si les alkalis fixes et volatils deviennent plus caustiques et plus deliquesceus, après qu'ils ont été mêlés avec de la chaux vive, et si celle-ci perd sa causticité à mesure qu'elle augmente celle des alkalis, Baumé comprend aussi-tôt, avec Meyer, que cela vient de ce que les alkalis se chargent de tout le *causticum*, ou de tout le feu presque pur qui était contenu dans



la chaux. Si les acides minéraux sont très-caustiques, c'est qu'ils contiennent beaucoup du *causticum* de Meyer, ou du *feu presque pur* de Baumé. Si l'on demande à Meyer et à Baumé pourquoi les acides, qui sont très-acides à cause de leur *causticum* ou de leur *feu presque pur*, en se combinant avec de la chaux ou des alkalis, qui, de leur côté, doivent leur causticité au même principe igné, forme un composé qui n'a plus ou presque plus de causticité, après que la combinaison est faite, ils répondent aussi-tôt que cela vient de ce que le *causticum* ou le *feu presque pur* se sépare de ces caustiques dans cette combinaison; et ils citent en preuve la chaleur qu'on observe dans le tems de leur réaction. Baumé s'est ménagé une ressource de plus que Meyer pour ce cas embarrassant; c'est que, comme il admet du feu dans toute sorte d'états de combinaison, il peut dire aussi que cela arrive, parce qu'alors le *feu presque pur* des acides et des alkalis se met dans un autre certain état de combinaison, différent de celui où il est dans les acides et les alkalis libres.

*Rép.* 1°. Il est prouvé, par mes réponses précédentes, qu'il y a du feu dans la chaux; Macquer l'ignorait; il était par conséquent bien éloigné de penser que le feu, dans cet état, eût des affinités variées, comme en ont les autres corps. Lorsqu'on mêle de la chaux vive avec de l'alkali fixe, il se passe une affinité qui a lieu entre quatre corps; l'alkali s'empare du feu de la chaux, avec lequel il a plus d'affinité; la terre de la chaux reste privée de son feu, et s'empare de l'acide de l'air fixe de l'alkali; elle perd sa causticité et devient à-peu-près ce qu'elle était avant sa calcination; l'alkali devient caustique, parce qu'il s'est saturé du feu de la chaux.

2°. Il en est de même à l'égard de l'alkali volatil, si on le dégage du sel ammoniac par l'inter-



mede de la chaux ; c'est encore une affinité qui se passe entre quatre corps , d'où résulte également deux décompositions et deux nouvelles combinaisons ; le sel ammoniac d'une part , composé d'alkali volatil et d'acide marin ; la chaux , composée de terre et de feu , la terre de la chaux dégage l'alkali volatil qui entraîne avec lui le feu de la chaux , et forme la première combinaison, *l'alkali volatil fluor ou alkali volatil caustique.* L'acide marin du sel ammoniac s'unit à la terre de la chaux et forme avec elle du sel marin à base terreuse , qu'on peut séparer de la matière restée dans le vaisseau.

3°. Au moyen des principes posés ci-dessus , on voit que les explications deviennent simples , nettes et de la plus grande évidence ; que ce soit le *causticum* , que ce soit le *feu pur* ou *presque pur* qui agissent ici , il n'en résulte pas moins la très-grande vérité du jeu des affinités que je viens d'établir. Il est bien surprenant que Macquer ne s'en soit pas douté : cependant Meyer les a établies en une table pour son *causticum* , elle est dans son ouvrage. Si Macquer attribue à l'eau , à l'air , à la terre et aux autres corps composés , des affinités marquées ; pourquoi le feu , dans l'état de combinaison simple , n'aurait-il pas les siennes ? J'ignore absolument ce qui a pu renverser ses idées au point de le rappeler à l'*a* , *b* , *c* de la chimie.

4°. Macquer me fait une question qu'il croit devoir m'embarrasser bien fort , pourquoi la *déliques-  
cence de l'alkali caustique* ? ma réponse est simple , le feu est un fluide par essence , il communique cette propriété à nombre de corps dans lesquels il entre avec une certaine pureté ; il est tel dans la chaux , il passe directement de cette substance dans l'alkali et le rend plus alkali , par conséquent plus déliquescent , puisqu'il est totalement privé de l'acide de l'air fixe qui lui donne au contraire l'état concret ; le feu dans cet état de combinaison simple , comme il l'est dans la chaux , commu-



nique aussi plus de légèreté ; si l'alkali fixe ne se prête pas à l'observation , l'alkali volatil le fait remarquer , parce qu'il est toujours fluor ; il est d'autant plus léger à l'aréomètre , qu'il est devenu plus caustique et chargé de sel ; il a la légèreté des bonnes eaux-de-vie ; celui dégagé du sel ammoniac par le minium est le plus léger , parce que cette chaux métallique ne contient que du feu et point d'eau. Les chaux métalliques sont spécifiquement plus légères que les métaux par cette raison ; ce feu dans les chaux métalliques a été nommé *acidum pingue* ; la nouvelle doctrine les nomme *oxigene*. Je n'admets point d'acide dans le feu presque pur : le feu dans les chaux métalliques quoique légèrement combiné , c'est assez pour perdre ses propriétés de feu libre en action.

5°. Si les acides minéraux sont très-caustiques, etc. dit Macquer ; nous avons déjà répondu à cette question au 4°. alinéa du § V°. J'ajouterai ici , puisqu'il y donne lieu , que j'ai considéré dans ma Chimie les acides comme étant du feu dans l'état de liquidité , bridés assez légèrement par de l'eau , le principe inflammable etc. , pour l'empêcher de paraître sous forme de feu pur et en action.

6°. Si l'on demande , dit Macquer , pourquoi les acides et la chaux , qui sont très-caustiques séparément , perdent-ils leur causticité en se combinant , et de suite il fait la réponse qui convient , sans en sentir la valeur apparemment , puisqu'il ajoute que je me suis ménagé une ressource pour ces cas embarrassans ; je ne me suis ménagé d'autres ressources que celles fondées sur les faits et les observations ; c'est lui qui forme l'embarras , en me suggérant la plate réponse suivante : Il peut dire aussi que cela arrive , parce qu'alors le feu presque pur des acides et des alkalis se met dans un autre certain état de combinaison différent de celui où il est dans les acides et les alkalis libres. Macquer se serait tiré de ce grand embarras , s'il eût lu sans prévention l'article *combinaison* dans ma Chimie ; il aurait vu qu'il faut toujours avoir



présent à l'esprit ce grand principe que j'établis formellement.

7°. Lorsque deux corps DÉJÀ COMPOSÉS se combinent, la totalité des substances qui les composent séparément ne peuvent faire partie de la nouvelle combinaison : sans cela ce serait une aggrégation et non une composition ; c'est pour cela qu'à l'instant, les substances inutiles à la nouvelle combinaison se séparent, le feu de trop se dissipe ; on s'en apperçoit par la chaleur qui se produit ; le feu par défaut produit du froid, l'air ambiant en fournit, l'air de trop se dégage, l'air par défaut, la combinaison en absorbe, la terre excédente se précipite, comme on le remarque en saturant des acides et des alkalis de la plus grande pureté qui laissent toujours précipiter un peu de terre parfaitement blanche, etc. Voilà la raison pour laquelle deux corps très-caustiques forment, après leur combinaison, un nouveau composé qui n'a point de causticité : le feu des deux caustiques se dégage, se dissipe, parce qu'il ne peut faire partie de la nouvelle combinaison.

§ IX<sup>e</sup>. *Macq.* Comme il n'y a point de caustique qui n'ait une saveur très-violente, et que les substances les plus caustiques sont aussi toujours celles qui font la plus forte impression sur l'organe du goût, il est très-probable que la causticité et la saveur ne sont essentiellement qu'une seule et même qualité, ainsi que je l'ai dit en plusieurs endroits : mais cette qualité étant susceptible de plus et de moins, et de toutes sortes de degrés dans son énergie, elle conserve le nom de *causticité*, quand elle est assez forte pour occasionner de la douleur, et prend celui de *saveur*, lorsqu'elle n'a qu'assez de force pour faire une impression sensible sur l'organe du goût, sans aucun sentiment de douleur. Si d'un autre côté le feu est la seule substance caustique qu'il y ait dans la nature, comme le disent *Meyer* et *Baumé*, il s'ensuit



que cet élément est aussi la seule espece de matière qui puisse avoir de la saveur ; qu'il est le principe savoureux par excellence, et celui auquel tous les autres doivent leur saveur : aussi c'est là une proposition que Baumé n'a pas manqué d'établir, et dont il a fait un très-grand usage pour expliquer une infinité de phénomènes et de propriétés des corps. La saveur plus ou moins sensible, par exemple, qu'ont en général toutes les substances salines, et qu'on regarde avec raison comme un de leurs caractères distinctifs, vient, suivant Baumé, de ce qu'il n'y a point de matière saline qui ne contienne du feu pur, ou presque pur, ou dans un certain état, et de ce qu'elles ne peuvent devoir cette qualité qu'au seul principe savoureux qui est le feu. On voit bien qu'avec des principes si féconds, il n'est point difficile de tout expliquer d'une manière très-aisée.

Rép. 1<sup>o</sup>. D'après ce qui vient d'être dit, on voit que Macquer n'avait aucune idée des diverses modifications sous lesquelles le feu se présente dans les combinaisons ; qu'il soupçonnait encore moins que cet élément eût des affinités comme les autres corps en ont, puisqu'il contredit continuellement cette doctrine. Cependant on voit qu'il est aux petits soins, et qu'il ne néglige point les équivoques, pour faire croire qu'il a quelque part à l'idée du feu considéré comme cause de causticité. Il ne manque jamais d'enclaver cette phrase, devant et après avoir parlé du feu, *la causticité et la saveur ne sont qu'une seule et même chose, ainsi que je l'ai dit en plusieurs endroits*. Voyez § 1<sup>er</sup>. Cette phrase, répétée continuellement, est absolument insignifiante, puisqu'elle n'exprime pas le nom de la substance caustique ou savoureuse. On rapporte naturellement l'idée de cette phrase à celle du texte dans lequel elle est enclavée, au feu par conséquent, et c'était là l'intention de Macquer ;



mais comme l'idée que présente cette phrase est commune à tout système de causticité qu'on puisse adopter, le lecteur judicieux et attentif qui voudra la rapporter à la doctrine de Macquer, ne sera pas moins embarrassé de savoir auquel de ses systèmes de causticité la rapporter : est-ce à celui de la pesanteur ? est-ce à celui de l'union de l'eau avec la terre pour la formation des acides ? est-ce à celui de l'absence de l'air fixe pour cause de causticité des alkalis ? ou enfin à celui du feu ? qu'il rejette et qu'il adopte dans dix paragraphes, et qu'il adopte presque complètement sur la fin.

2<sup>o</sup>. La confusion que Macquer met ici, comme par tout le cours de son mémoire, entre le système de Meyer et le mien, est également dans l'intention de diminuer le mérite de mes idées sur une matière que Macquer prouve à chaque instant n'avoir point entendue. Il est certain que son intention eût été remplie, s'il n'eût pas fait connaître à chaque pas, comme il le fait ici, en quoi mon sentiment diffère de celui de Meyer ; il m'évite, par ce moyen, de faire remarquer cette différence. Meyer a composé son *causticum* de feu et d'un acide particulier, qui oblige à des exceptions, à des restrictions, comme Macquer l'observe lui-même. J'ai employé le feu pur dans toutes mes explications comme une idée plus simple, plus heureuse et plus *féconde pour rendre raison avec facilité de tous les phénomènes* que cet élément présente dans les opérations de la nature et de l'art. Si le lecteur cherche à se rendre compte de l'instruction que Macquer a prétendu vouloir donner dans son paragraphe, il sera fort embarrassé d'en trouver, sinon qu'il a voulu dénigrer les travaux de Meyer et les miens qu'il n'a pas entendus.

§ X<sup>e</sup>. *Macq.* Mais cette théorie de Lemery, renouvelée par Meyer, quoique très-bien développée, étendue, appuyée par ce dernier chimiste et adoptée par beaucoup d'autres, semblait destinée



à n'avoir qu'un regne passager; car dans le tems même que Meyer lui donnait son plus grand lustre, le docteur Black, médecin écossais, constatait une de ces découvertes capitales qui font époque dans l'histoire des sciences, et qui s'est trouvée entièrement contradictoire avec la doctrine du chimiste d'Osnabruck; et ce qu'il y a de bien remarquable, c'est que ç'a été en travaillant sur les mêmes substances, sur la chaux et les alkalis, que ces deux chimistes ont été conduits à tirer de leur travail des conséquences tout opposées: tant il est vrai qu'en physique, on ne saurait être trop attentif à examiner toutes les circonstances des expériences que l'on fait, et surtout trop lent et trop réservé dans les conséquences qu'on en peut tirer pour établir des propositions générales.

La chaux et les alkalis ayant la propriété de recevoir une augmentation et une diminution très-considérable dans leur causticité, de se transmettre et de s'enlever réciproquement cette qualité, étaient les véritables matières sur lesquelles il fallait travailler pour acquérir de nouvelles lumières sur la causticité en général. Meyer et Black l'ont très-bien senti l'un et l'autre; et c'est sans doute ce qui les a déterminés à préférer ces matières à toutes les autres, pour en faire l'objet de leurs recherches. On a vu quel a été le résultat de celles de Meyer; il faut pour le présent dire un mot du docteur écossais.

*Rép.* 1°. Ce paragraphe donne lieu à peu d'observations; nous y répondrons très-laconiquement. 1°. Injustice de Macquer de comparer toujours la doctrine de Meyer à celle de Lemery, qui n'en avait pas, sur les matières qui nous occupent. 2°. La doctrine de Lemery, dit-il, est passée; mais je répondrai que ces procédés de chimie, décrits avec clarté et simplicité, resteront à la postérité la plus reculée. Si la doctrine de Meyer est égale-



ment passée, son ouvrage, par rapport aux expériences bien faites, sera éternellement consulté par ceux qui s'occupent de la chimie. *La chaux et les alkalis ayant la propriété de recevoir une augmentation et une diminution de causticité, etc.* dit Macquer. Par la manière dont il s'exprime, on voit qu'il pense que ces effets sont particuliers à ces deux substances; tant il est peu disposé à généraliser ses idées. Pour nous, nous ne voyons rien que de très-général dans ces phénomènes; ils présentent les résultats ordinaires des combinaisons et des décompositions réciproques. ( Voyez 7°. , page 46. ) Nous renverrons souvent à ce numéro, parce qu'il contient l'axiome fondamental de toutes les compositions et décompositions qui s'opèrent dans la nature et dans l'art. Si Macquer n'eût point perdu de vue ce grand principe général qu'on rencontre à chaque pas dans la chimie, il eût apperçu que la chaux et les alkalis, qui perdent ou accroissent en causticité, ne sont ni des phénomènes nouveaux ni particuliers à ces substances; qu'ils sont, au contraire, communs à la combinaison en général. Les acides les plus caustiques perdent leur causticité en se combinant avec les alkalis et les terres calcaires. Ils augmentent, au contraire, en causticité, étant combinés avec la plupart des matières métalliques. Ces différences tiennent essentiellement au principe inflammable, au feu enfin, des matières métalliques qui reste et fixe une plus grande quantité du feu des acides, que ne le peuvent faire les alkalis fixes et les terres calcaires. C'est en raison de la matière inflammable de l'alkali volatil, que les sels ammoniacaux sont plus savoureux que leurs analogues avec les alkalis fixes. 3°. Les expériences de Black ne contredisent nullement celles de Meyer; c'est la théorie que Macquer adopte qui a dérangé toutes ses idées, et qui va faire son champ de bataille pour contredire la doctrine de Meyer. 4°. Macquer aurait bien dû



faire usage du précepte qu'il indique aux autres ; je suis , je crois , fondé à faire cette observation , d'après ce qui vient d'être dit. 5°. On va voir que les plus brillantes théories , quoique préconisées et annoncées pompeusement , ne peuvent pas se soutenir long-tems , si l'on n'a pas pris en très-grande considération , et si l'on n'a pas fait usage de tous les faits qui y ont rapport , pour les faire entrer dans l'explication générale ; un seul fait est isolé et ne peut raisonnablement point servir à établir une grande doctrine , s'il ne quadre pas avec tous les faits antérieurement connus. J'ai déjà développé dans mon Appendice de la 7<sup>e</sup>. édition de mes Elémens de Pharmacie , ce que je pensais sur la causticité de la chaux par l'absence de l'air fixe ; Macquer me donne lieu à un plus grand développement , je profiterai de cette occasion pour le faire.

§ XI<sup>e</sup>. *Macq.* Les recherches de Black lui ont fait découvrir que les pierres et les terres calcaires , dans leur état naturel , étaient saturées d'eau et d'une très-grande quantité d'une substance volatile et élastique ; que l'effet de la calcination de ces pierres était de leur enlever cette eau et cette substance volatile , nommée d'abord *air fixe* ; que les pierres calcaires acquéraient d'autant plus la causticité et les autres qualités de la chaux vive , qu'elles étaient plus exactement dépouillées de cette matière volatile. Les expériences de Black prouvent de plus que les alkalis , soit fixes , soit volatils , tant qu'ils n'ont point souffert d'altération de la part du feu ou de la part de la chaux , sont saturés en grande partie de cette même matière volatile gazeuse ; que cette saturation les rend propres à se cristalliser , et amortit considérablement la causticité dont ils sont susceptibles ; que si on les mêle en proportion convenable avec de la chaux vive , cette dernière leur enlève cette matière gazeuse , et qu'elle s'en sature : d'où il



arrive d'une part que la chaux, qui ne doit sa causticité et ses autres qualités de chaux vive qu'à la privation où la calcination la met de cette matière, reprend avec elle toute la douceur et les autres qualités de la pierre calcaire non calcinée; et d'une autre part, que les alkalis fixes ou volatils, dépouillés de cette même matière par la chaux, acquierent le plus grand degré de causticité, la plus grande déliquescence qu'ils puissent avoir.

La substance qui joue un rôle si décidé dans la causticité de la chaux et des alkalis, se rend très-sensible non-seulement dans toutes les expériences dont on vient de parler, mais elle devient encore palpable et presque visible, lorsqu'on la fait passer, comme on vient de le dire, d'un composé dans un autre. Si l'on calcine la pierre à chaux dans des vaisseaux clos, comme l'ont fait Hales, Black, Jaquin, le duc de la Rochefoucauld et autres, on peut recueillir, dans des récipients, la substance volatile que le feu lui enleve. Lorsqu'on dissout, par un acide quelconque, les matières qui en contiennent beaucoup, telles que les pierres calcaires non calcinées et les alkalis non caustiques, elle devient très-sensible par le bouillonnement et l'effervescence tumultueuse qu'elle excite en se dégageant de ces substances; on peut la retenir et l'enfermer toute pure dans une bouteille, pour la soumettre ensuite à toutes les épreuves qu'on veut, ainsi que l'a fait Priestley, et qu'on le verra plus particulièrement à l'article GAZ.

*Rép. 1<sup>o</sup>.* Je prévien le lecteur que je n'ai nulle intention de diminuer le mérite des expériences faites sur cette matière; je sais trop bien apprécier le travail expérimental, puisque j'ai passé toute ma vie à faire des expériences. C'est la théorie seulement que Macquer a adoptée que je discute, et je déclare de bonne foi que, dans cette lutte,



je n'ai pour objet que la recherche de la vérité.

2°. Si Macquer eût ajouté à son narré, qui fait l'objet de son admiration, que l'air dont il parle est de nature *acide*, comme il le dit lui-même au mot *gaz méphitique*, toute sa surprise aurait peut-être disparu, du moins je le suppose; il fallait en même-tems qu'il ne perdît point de vue cette propriété; c'est pour cette raison qu'on a aussi nommé ce gaz *acide crayeux*, *acide carbonique*, etc. Je me servirai, pour abrégé, du mot *acide crayeux*. Au moyen de ce seul mot, qui fait connaître la nature de ce gaz dont Macquer n'a point senti toute la nécessité, puisqu'il n'en parle pas une seule fois dans tout le cours du mémoire que je discute, tout va s'expliquer naturellement, et on va voir que les expériences qu'il cite rentrent dans l'ordre des combinaisons ordinaires et les plus simples, puisqu'elles ne sont que des saturations d'alkalis, de terre par un acide; c'est à quoi il faut réduire la question qui fait le sujet de son exaltation.

3°. Il n'est pas vrai que *les pierres calcaires acquièrent d'autant plus de causticité et les qualités de la chaux vive, qu'elles sont plus exactement dépouillées d'air fixe*, j'en ai dit les raisons dans mes réponses au § VII<sup>e</sup>., quatorzième alinéa.

4°. Les découvertes vraiment intéressantes sont celles d'avoir reconnu que l'air fixe est acide, que les pierres calcaires dans leur état naturel en sont saturées, que les alkalis fixes et volatils en contiennent toujours une certaine quantité, et qu'on peut achever de les saturer, les rendre cristallisables, et leur ôter leur déliquescence; qu'on dégage cet acide faible par tous les acides, soit minéraux, soit végétaux. Jusqu'ici je ne vois qu'un jeu des affinités ordinaires qui se passe entre trois corps; c'est un acide plus fort qui en dégage un plus faible, et que Macquer n'a point aperçu. Mais ce qu'il est important de remarquer, et qui



fait l'objet de sa surprise, c'est le grand volume d'air qui se sépare des terres calcaires; il est nécessaire, pour la netteté des idées, de considérer à part l'acide dont l'air est chargé, d'avec l'air lui-même, relativement à ce que nous devons dire dans un instant. Ce que nous dirons des pierres calcaires, on doit l'entendre des alkalis relativement au fluide aëriiforme; on l'obtient par la distillation de ces substances dans l'appareil convenable, et celui qu'on recueille n'est point différent de celui qu'on sépare par la dissolution et combinaison avec les acides; les terres calcaires en fournissent davantage: voilà à-peu-près la seule différence; il est de leur nature d'en contenir beaucoup; mais il n'est pas de la nature des sels neutres qui résultent de la saturation de ces terres par les acides, de combiner tout l'air qu'elles contiennent; il se dégage et se manifeste sous forme d'air chargé de son acide léger, que l'acide plus fort a déplacé; pour éviter les répétitions, voyez le reste au § VIII<sup>e</sup>., septième alinéa.

5°. Si l'on sature les alkalis séparément avec les acides minéraux, il résulte autant de sels neutres, les uns et les autres perdent réciproquement leur causticité; pourquoi? parce qu'outre l'air fixe qui se dégage, qui est de trop pour la nouvelle combinaison, la totalité du feu des substances composantes ne peut rester et faire partie des nouvelles combinaisons; il se dissipe. (*Voyez* § VIII<sup>e</sup>., septième alinéa.

6°. Si l'on sature de même de la chaux avec les acides minéraux séparément, il résulte autant de sels neutres que d'acide employé; il se produit une très-grande chaleur pendant la combinaison, et il ne se dégage point d'air; au contraire, la combinaison en absorbe; pourquoi ces deux phénomènes différens? le feu de la chaux ne peut faire partie de la nouvelle combinaison, il se dégage et se dissipe; la chaux ne contient point assez d'air pour la nouvelle combinai-



son; elle en prend dans l'atmosphère; si l'on fait cette saturation dans l'appareil convenable, on sera convaincu de cette absorption.

7°. Si l'on sature de l'eau de chaux avec de l'air fixe, l'acide de l'air fixe se combine avec la terre que l'eau tient en dissolution; il résulte un sel composé de l'acide de cet air et de la terre de la chaux; cette espèce de sel a si peu de dissolubilité qu'il se précipite simultanément à sa formation; ce sel est sans saveur, parce que la totalité du feu de la chaux ne peut faire partie de la nouvelle combinaison; il se mêle avec l'eau: si l'on fait cette saturation dans un appareil convenable, on observe que le composé absorbe une partie de l'air employé. J'ai pris de l'eau de chaux pour exemple de cette expérience, parce qu'on voit mieux ce qui se passe; mais elle réussit de même avec du lait de chaux fort épais, alors on observe quelques degrés de chaleur qu'on ne peut remarquer dans l'eau de chaux, à cause du volume de l'eau qui absorbe la chaleur à mesure qu'elle se dégage.

8°. On voit que ces expériences se réduisent à des affinités ordinaires, qu'elles ne présentent pas plus de difficulté dans leur explication que celles que l'on connaissait ci-devant; elles ont lieu tantôt entre trois corps, tantôt entre quatre, etc. Elles nous apprennent que l'acide de l'air fixe plus faible est toujours déplacé par les autres acides. Macquer accoutumé à voir des acides dans l'état de liquidité, n'a pu concevoir qu'un acide sous forme d'air ~~pur~~, pût avoir des propriétés communes aux autres acides, et avoir comme eux des affinités marquées; c'est ce manque de coup-d'œil qui l'a induit d'erreur en erreur.

9°. Si l'on mêle (les alkalis), dit Macquer, avec de la chaux vive, cette dernière leur enlève cette matière gazeuse et s'en sature, l'alkali devient caustique. L'explication de cette expérience ne présente pas plus de difficulté que les précédentes, d'après les prin-



cipes vrais et démontrés que je viens d'exposer. C'est une affinité qui se passe entre quatre corps, comme je l'ai déjà dit, d'où résulte deux décompositions et deux nouvelles combinaisons. La chaux d'une part, composée de terre et de feu; l'alkali d'une autre part, composé de sa personne et d'acide crayeux. Le feu quitte la chaux pour s'unir à l'alkali, l'acide crayeux quitte l'alkali pour s'unir à la terre de la chaux; on a de l'alkali caustique d'une part, et de l'autre une sorte de terre calcaire régénérée. Cette expérience nous fait connaître l'affinité du feu plus grande avec l'alkali qu'avec la terre calcaire, et l'affinité de l'acide crayeux plus grande avec la craie qu'avec l'alkali.

10°. Cette théorie est simple, et me paraît de la plus grande évidence, d'après les preuves complètes que j'ai données de la présence du feu dans la chaux vive. Macquer ne voulant point admettre ce feu, et ne pouvant concevoir que du feu *presque pur*, pût se fixer dans les corps, et sous cette forme avoir des affinités marquées dans les opérations de la nature et de l'art, s'est exalté en raisonnemens dont on peut maintenant apprécier la valeur.

11°. Ce n'est donc point par l'absence de l'air fixe que la chaux est caustique, comme Macquer le prétend, mais bien, suivant moi, par la présence du feu; comment peut-on concevoir que l'absence de l'acide crayeux pût donner à la chaux un caractère aussi caustique que celui qu'on lui connaît? mais il me semble qu'en bonne physique, les effets sont proportionnés à la cause qui les produit.

12°. Il n'est pas vrai, comme le dit Macquer, que la chaux vive, après sa saturation *avec l'acide crayeux*, est régénérée telle qu'elle était auparavant. J'ai démontré rigoureusement, dans l'Appendice de la septième édition de ma Pharmacie, qu'elle en diffère essentiellement par des propriétés que



n'a point la terre calcaire dans son état naturel; la terre calcaire pure, dissoute dans un acide quelconque, n'est que partiellement précipitée par l'alkali volatil; la chaux régénérée en terre calcaire, dissoute de même, est totalement précipitée par l'alkali volatil; n'y eût-il que cette différence, elle est suffisante pour ne la point confondre avec la terre calcaire dans son état naturel. On peut voir dans ma Chimie, que cette altération vient de ce que la terre calcaire, par la calcination, tend au caractère de son origine et à redevenir terre vitrifiable; il n'est plus possible de lui combiner la même proportion d'eau que la nature lui avait donnée, etc. etc.

13°. Les alkalis fixes se supersaturent de feu pendant leur calcination, comme la chaux; la soude et la potasse accumulées en grande masse s'échauffent par l'eau, et incendient les corps combustibles, de même que la chaux vive. (*Voyez mes réponses au § VII<sup>e</sup>., huitième alinéa.*) Si ces sels ne présentent pas ce phénomène aussi fréquemment que la chaux, on peut l'attribuer à la compacité de leurs masses, qui ne permet à l'eau de pénétrer que successivement de surface en surface; les premières molécules de feu dégagées se dissipent à mesure; mais lorsque ces matières sont couvertes de corps combustibles capables de les arrêter pour quelque tems, elles s'accumulent comme dans une masse de foin humide qui s'enflamme spontanément au centre, et porte l'incendie général. Les plus grosses pierres de chaux, au contraire, se laissent pénétrer très-promptement jusqu'au centre par l'eau; le feu se dégage plus abondamment et avec plus de rapidité; par cette raison la chaux qui s'éteint porte l'incendie sans avoir besoin d'être couverte. Tous ces faits et ces observations nous prouvent donc que le feu dans les alkalis fixes secs, comme dans la chaux vive, s'y fixe en grande quantité par excès, et que cet excès se dégage et se dissipe pendant



l'extinction de l'un et pendant la dissolution des autres, sans changer la nature de la chaux ni celle des alkalis; cet excès de feu à leur nature se sépare, parce qu'il ne peut plus faire partie des nouvelles combinaisons que ces substances contractent avec l'eau. On sait que les alkalis bien secs et en poudre, quoiqu'employés en petite quantité, comme au poids d'une livre par exemple, s'échauffent considérablement; Macquer ne devait point ignorer ce fait, connu de tous les chimistes; il était une des expériences de nos cours qui me servait à démontrer l'existence du feu dans ces matières salines alkalines et dans les acides. On sait encore que ces alkalis fixes sont plus caustiques immédiatement après leur fusion, qu'un certain tems après, parce qu'ils perdent l'excès de feu dont ils se sont chargés d'une manière insensible, comme la chaux qui s'éteint à l'air. L'alkali fixe ordinaire, ou celui saturé d'air fixe, ainsi fondu, est privé de l'acide crayeux; il ne peut éluder son action, il se dissipe: attribuer son augmentation de causticité à la seule privation d'air fixe, est attribuer un effet plus grand que la cause qui le produit; il me paraît plus raisonnable de penser que la calcination a détruit une combinaison, et que le feu a remplacé l'acide qu'il a fait dissiper, pour former une nouvelle combinaison d'alkali et de feu: c'est un fait qui me paraît démontré, d'après les observations que je viens de rapporter.

14°. L'alkali n'augmente pas en causticité proportionnellement à la violence du feu qu'on lui applique, parce qu'il ne peut s'imbiber que d'une quantité de feu relative à sa nature; la pierre calcaire, au contraire, paraît en admettre davantage.

15°. Le feu par la voie sèche paraît donc se combiner en plus grande quantité avec la terre calcaire qu'avec l'alkali; c'est le contraire par la voie humide, l'alkali enleve le feu de la chaux.



Toutes les matières terreuses, même vitrifiables, qui seules ne retiennent point de feu par la calcination, en fixent beaucoup pendant leur fusion avec l'alkali, quand la proportion de terre est bien inférieure à celle nécessaire à produire du verre, et ces terres, dans le cas dont nous parlons, augmentent la causticité des alkalis, comme le fait la chaux vive : c'est ce que l'on remarque dans le *liquor silicum*.

Toutes les substances dont nous parlons ne sont pas les seules qui fixent ainsi le feu et qui soient propres à augmenter la causticité des alkalis : le charbon en poudre, projeté en petite quantité dans de l'alkali en fusion, se dissout en partie avec effervescence, et fait une assez bonne pierre à cautère très-caustique. Tous ces alkalis, quoique très-caustiques et saturés de feu, sont effervescens ; ainsi la non-effervescence qu'on remarque à l'alkali caustique ordinaire, paraîtrait ne pas être une preuve de la plus grande causticité que les alkalis peuvent acquérir ; mais la non-effervescence de cette substance paraît dépendre seulement de l'état de combinaison sous lequel le feu est entré dans l'alkali qu'il a rendu caustique, état que je suis bien éloigné de connaître.

16°. Le feu *presque pur*, dans les chaux métalliques, est encore, par la voie sèche, dans l'état convenable à augmenter la causticité des alkalis ; je n'ai pas fait d'expériences pour connaître ce qui arriverait par la voie humide. Jean Rey a attribué la cause de l'augmentation du poids des métaux à l'air atmosphérique qui s'y fixait ; Meyer l'a attribué à son *causticum* ; je l'ai attribué au *feu pur* qui s'y fixe ; la nouvelle doctrine l'a attribué à de l'air *déphlogistique* pris de l'atmosphère ; j'ai discuté cette matière dans mon Appendice déjà cité ; il serait trop long de rapporter ici ce que j'ai dit ; mais comme les chaux métalliques augmentent la causticité des alkalis, je crois devoir attribuer encore la cause au *feu pur* ou *presque pur* ; le feu dans les



chaux métalliques y est certainement dans un autre état que dans le charbon, dans la chaux, etc. Il y a donc, comme on voit, une grande latitude dans les différens états sous lequel se rencontre le feu combiné, qui avoisine de bien près l'état de feu pur et en action, et propre à augmenter la causticité des alkalis fixes et volatils; états réels, démontrés par les faits et par des nuances différentes, qui dépendent de l'état de combinaison qu'il a contracté: il est certain que les alkalis devenus caustiques par ces différens corps, doivent différer entr'eux comme l'état du feu qui en est la cause. Macquer a donc entièrement méconnu les différens états que le feu prend par nuances insensibles jusqu'à celui de feu pur; il n'a pas même soupçonné les rôles que cet élément peut jouer dans la nature et dans les opérations de l'art, puisqu'il cherche à mettre du ridicule sur ce que j'en ai dit, et d'observer ironiquement, *qu'avec des principes si féconds, il n'est point difficile de tout expliquer d'une manière très-aisée.* ( Voyez § VII<sup>e</sup>. et IX<sup>e</sup>. )

17<sup>o</sup>. Quoique je renvoie à mon Appendice pour connaître ce que j'ai dit sur les chaux métalliques, je ne puis m'empêcher de donner encore quelques éclaircissemens en conformité de ce que j'ai avancé; on ne saurait trop discuter cette matière; nos docteurs modernes ont embrouillé, par mille obscurités, ce que l'on savait de mieux d'après Jean Rey et d'après ce que j'ai dit dans ma Chimie: ils prétendent aujourd'hui que les chaux métalliques doivent leur forme à la présence de l'oxigene; cette substance, disent-ils, leur ôte le brillant métallique, et si on leur enleve cet oxigene par l'appareil pneumato-chimique, elles reprennent leur forme de métal. En effet, ces phénomènes ont lieu avec les chaux de mercure, et un peu avec les chaux de plomb; ce sont les seules matières métalliques qui, à cause de leur facile réduction, se prêtent à donner ces résul-



tats ; mais il est bon de remarquer que le plomb ne s'y prête qu'en partie, c'est-à-dire que les neuf dixièmes environ de ces chaux ne se réduisent point en métal et restent chaux, quoiqu'elles aient fourni leur contingent d'air déphlogistique, et qu'elles en soient entièrement privées. Les autres chaux métalliques, traitées de même, fournissent leur gaz oxigene ; mais toutes restent dans l'état de chaux, sans se réduire en métal : on ne peut pas dire qu'elles retiennent de l'oxigene opiniâtrément qui s'oppose à leur réduction, puisque si on leur applique un plus grand feu, sans addition de matière phlogistique, bien entendu, elles ne fournissent plus de gaz oxigene, et se convertissent toutes en verre plutôt que de se réduire en métal. Il faut donc pour opérer ces réductions, autre chose que la seule séparation du gaz oxigene. Cependant ce sont ces deux faits, dont l'un, celui avec le plomb, est fort éloigné d'être complet, qui ont servi de bête pour établir les nouvelles théories sur la cause de la calcination des métaux, sur celle de l'augmentation de leur poids, et enfin sur celle de leur réduction en métal. Ces théories sont encore établies sur d'autres incertitudes, les partisans de cette prétendue nouvelle doctrine disent eux-mêmes ne point connaître la nature de la bête du gaz oxigene ; néanmoins ils présentent ces théories comme certaines et générales, quoique les faits soient bornés aux seules chaux de mercure et un peu avec celles de plomb, et n'ont point du tout lieu avec les autres matières métalliques ; aucune autre chaux n'est réduite en métal en lui enlevant son oxigene par les procédés indiqués.

18°. Le gaz oxigene, fourni par l'air atmosphérique pendant la calcination, se brûle conjointement et réciproquement l'un par l'autre avec le phlogistique du métal, et ne fait nullement partie de la chaux ; l'oxigene dont la chaux est chargée, est formé immédiatement du feu pur, fixé et com-



biné avec le métal pendant sa réduction en chaux; c'est lui qui est la cause de l'augmentation de leur poids, comme je l'ai développé d'une manière plus étendue dans mon Appendice inséré dans la septième édition de mes Elémens de Pharmacie.

19°. L'oxigene ou le gaz oxigene, comme je l'ai démontré dans l'ouvrage que je cite, est le principe inflammable ou phlogistique dans le plus grand état de pureté et de rectification où il puisse peut-être parvenir. Ce changement de nom de *phlogistique* en celui d'*oxigene*, a donné lieu à d'autres dénominations impropres qui répandent la plus grande obscurité sur la nature des chaux métalliques; on les a nommés *oxides*, et *oxider* l'opération qui réduit les métaux en chaux: les commençans qui rapportent à la racine du mot la signification, croient que ces chaux sont de nature acide, tandis qu'excepté l'arsenic dont la chaux est acide, toutes les autres ont des propriétés alkales semblables à celles de la chaux; aussi toutes les chaux métalliques, soit qu'elles soient pourvues de leur oxigene, ou qu'elles en soient entièrement privées, dans l'un et l'autre cas, elles augmentent également la causticité des alkalis fixes et volatils, comme le fait la chaux vive, et par la même cause à raison du feu qu'elles contiennent. Il est visible que Macquer n'avait aucun de ces faits présens à sa mémoire, quand il a rédigé son article sur la causticité, puisque ce qu'il dit de plus positif pour faire connaître son sentiment sur la cause de la causticité, est directement contraire à tous les faits que je viens de rapporter.

§ XII<sup>e</sup>. *Macq.* L'impossibilité de recueillir une substance, et de l'enfermer ainsi dans une bouteille, ne peut assurément pas servir, en bonne physique, à en nier l'existence ou à la révoquer en doute, quand on en a d'ailleurs nombre de



preuves démonstratives ; ce qui n'a pas empêché que quelqu'un, qui veut se mêler de raisonner de grande chimie sans rien entendre à cette science, n'ait employé ce mauvais argument contre le phlogistique de Stahl, qu'on a traité tout récemment d'être imaginaire et supposé : mais enfin, on ne peut pas avoir même cette ressource contre le gaz dont il s'agit, puisqu'on l'enferme, tant qu'on veut et tout pur, dans une bouteille.

D'un autre côté, il n'est pas moins démontré par les faits, que la chaux et les alkalis ont toute leur causticité, quand ils sont dépouillés de ce gaz, et qu'ils perdent leur causticité lorsqu'on les en sature. Cette découverte, une des plus importantes qui aient été faites depuis qu'on cultive la chimie, renvoie bien loin, comme il est aisé de le sentir, et les *particules ignées*, et le *causticum*, et le *feu pur ou presque pur* : aussi a-t-elle déplu souverainement à tous ceux des chimistes qui se servaient si commodément de la *matière du feu* pour expliquer les phénomènes de la causticité.

Rép. 1°. Macquer s'était attribué pour domaine ce qu'il appelait les grandes théories de la chimie ; il ne voyait pas d'un œil de sécurité quiconque s'en mêlait : cependant il lui arrive souvent de ne pas mieux remplir sa tâche que ceux qu'il apostrophe ici. J'ai mis un pied sur son domaine, il n'en fallait pas davantage pour m'attirer son animadversion. Son enthousiasme pour la nouvelle doctrine qu'il adopte, et que nous avons réduite à sa juste valeur, lui a fait oublier d'exprimer même une seule fois, dans tout le cours de son mémoire, que le gaz dont il parle est *acide*, parce qu'apparemment il n'a pas senti que c'était en cette qualité qu'il agissait dans les expériences qu'il cite ; il faut recourir au mot *gaz méphitique* près de quatre cents pages plus loin pour l'apprendre de lui. Lorsqu'il emploie quelquefois le mot saturer, on ne sait pas s'il entend que c'est le fluide



aëriiforme qui sature, comme fluide; son silence sur la nature acide de ce fluide ne donne pas même la ressource de sous-entendre qu'il est chargé d'un acide, tant il se doutait peu que cette qualité fût nécessaire pour opérer les changemens qu'elle produit dans les expériences.

2°. *La chaux et les alkalis*, dit-il, *ont toute leur causticité, quand ils sont dépouillés de ce gaz*; mais quel est leur degré de causticité, quand ils sont entièrement dépouillés de ce gaz sans rien introduire en place? La terre calcaire devient *chaux brûlée*, et dans cet état elle n'a pas plus de saveur qu'un caillou, parce qu'elle est entièrement dépouillée de ce gaz. (*Voyez § VII<sup>e</sup>. , treizième alinéa.*) Ce n'est donc pas à l'absence de ce gaz qu'on doit attribuer la cause de la causticité de la chaux; ainsi sa nouvelle doctrine ne renvoie pas bien loin, comme il est aisé de le sentir, et les particules ignées, et le causticum, et le feu pur ou presque pur, comme Macquer le prétend.

3°. Quant à l'alkali, il est dans des circonstances différentes, il augmente un peu en causticité pour les raisons dites au § XI<sup>e</sup>. , treizième alinéa.

4°. *Et qu'ils perdent*, dit Macquer, *leur causticité, lorsqu'on les en sature*; avec quoi sature-t-on un alkali? est-ce avec du gaz qui ne contiendrait rien de propre à produire un sel neutre; la saturation qui s'opère ici, et que Macquer ne fait pas connaître, est due à l'acide de l'air fixe et non à l'air, comme je l'ai dit ci-devant; il est dans l'ordre qu'en vertu de cette saturation, l'alkali perde sa causticité, puisque l'acide dégage le feu qui était combiné avec l'alkali. (*Voyez § VIII<sup>e</sup>. , septième alinéa.*)

J'ai fait remarquer, dans mes réponses au § XI<sup>e</sup>. quatrième alinéa, ce que la découverte de l'air fixe présente de neuf et d'intéressant: je ne me prête point à l'enthousiasme de Macquer; mais je pense que les découvertes de l'air déphlogistiqué,

de



de l'air nitreux, du gaz acide marin oxigéné, l'acide marin oxigéné, le muriate de potasse oxigéné de Berthollet, etc. sont encore bien plus capables d'exciter l'admiration. Rien, dans les sublimes découvertes faites depuis une vingtaine d'années, ne m'a déplu; j'ai témoigné le contraire toutes les fois que j'en ai eu l'occasion: je serai toujours admirateur zélé des faits nouveaux aussi importants que ceux que je viens de citer; et quand ils détruiraient de fond en comble le peu de doctrine que j'ai publié, je les admirerais encore davantage, parce que je suis, j'ose le dire, un des plus grands amateurs de la vérité, en me réservant cependant de dire mon avis sur les théories qui ne me paraîtront ni mieux fondées, ni plus raisonnables que celles que Macquer adopte.

§ XIII<sup>e</sup>. *Macq.* Quelques-uns en éludant cette question épineuse de la cause de la causticité, se sont contentés de disputer sur le nom d'*air fixe* qu'on donnait en effet mal-à-propos, d'après Hales, au gaz dont il s'agit, et qu'on rendait commun à d'autres substances gazeuses qui paraissent d'une nature différente. Ils ont tiré avantage de cette confusion, pour traiter lestement cette grande découverte, en la présentant comme un réchauffé de celle de Hales, quoiqu'elle en diffère beaucoup, sur-tout en ce que cet excellent physicien n'a point du tout fait servir ses expériences à la théorie de la causticité. Nous dirons à l'article GAZ ce qui a été répondu et ce qu'on doit répondre aux autres objections contre les nouvelles découvertes des gaz et de leurs propriétés. D'autres partisans du feu comme cause immédiate de la causticité, ont pris le parti de nier ou de contester plusieurs des faits sur lesquels était établie la théorie du docteur Black: la plupart des physiciens qui s'occupaient à les vérifier et à les étendre, en y joignant de nouvelles expériences confirmatives et analogues, y ont répondu solidement.



Rép. Cet alinéa ne donne lieu à aucune observation chimique, si ce n'est que, si le *docteur Black* n'a point fait servir ses expériences à la théorie de la causticité de la chaux, c'est qu'il a senti que l'absence seule de l'air fixe ne pouvait en être la cause; en cela je suis fort de son avis, comme on l'a vu jusqu'à présent.

§ XIV<sup>e</sup>. *Macq.* Mais parmi ces derniers, personne ne l'a fait avec plus de succès que *Lavoisier*, l'un des chimistes de l'académie des sciences. Ce physicien est venu, les mesures et les balances à la main, donner le sceau de la plus grande authenticité à ces mêmes faits, en les vérifiant avec toute l'exactitude qu'on puisse desirer, en présence des commissaires nommés par l'académie pour cette vérification.

Il est donc bien démontré que l'état caustique ou non caustique de la chaux et des alkalis, n'est point dû à la présence ou à l'absence d'une quantité plus considérable que dans les autres corps, de *particules de feu*, de *causticum* ou de *feu presque pur*, mais à la séparation ou à l'union d'une substance volatile gazeuse, et de l'eau qui les met dans un état de saturation plus ou moins complete ou imparfaite, suivant la regle générale de toutes les autres opérations de la chimie. Que pourront donc opposer à une telle démonstration, les chimistes qui ne peuvent concevoir une autre cause directe et immédiate de la causticité, que l'action propre des particules de feu? Diront-ils que le gaz dont il s'agit n'est lui-même que de l'air et du *feu presque pur*? Cette réponse serait bonne, si la chaux et les alkalis devenaient d'autant plus caustiques, qu'on les combinerait avec une plus grande quantité de ce gaz chargé de *causticum* ou de *feu presque pur*: encore faudrait-il prouver que cette substance qui éteint le feu, contient réellement plus de ce feu actif que les autres corps; mais c'est tout le contraire, comme



on vient de le voir : ainsi cette supposition prouverait bien plutôt que le *feu presque pur* n'est point du tout la cause immédiate de la causticité, puisqu'alors il en résulterait que l'énergie de cette qualité diminuerait d'autant plus qu'on augmenterait la cause qui la produit, et qu'on l'augmenterait en diminuant cette même cause, ce qui assurément ne peut se soutenir. Serait-il possible qu'on portât l'attachement pour le *causticum* ou le *feu presque pur*, jusqu'au point de prétendre lever la contradiction d'une pareille conséquence, en disant que le *causticum* ou le *feu presque pur* de la chaux et des alkalis caustiques, est dans un *certain état*, différent d'un autre *certain état* où il est lorsqu'il fait partie du gaz ? Il n'y aurait, j'en conviens, aucune réplique à faire à une pareille réponse, par la même raison qu'il est inutile d'en faire aux épicycles et à tous les cieux de cristal qu'imaginaient les défenseurs du système de *Ptolémée*, à mesure qu'on découvrirait dans le cours des astres quelque nouveau phénomène qui ruinait ce système.

*Rép.* 1°. Point de doute sur les faits, ils sont exacts et bien constatés : les terres calcaires fournissent beaucoup d'air fixe en devenant chaux ; si on lui restitue l'air fixe, elle reprend l'insipidité naturelle à la pierre calcaire. Les commissaires n'ont constaté que cela ; c'est la théorie de ces faits que *Macquer* adopte et que je combats.

2°. *Il est donc bien démontré*, dit *Macquer*, etc. Les faits dont je viens de parler seuls sont bien démontrés. Mais il est bien prouvé, d'après tout ce que j'ai dit précédemment, que les conséquences que *Macquer* en tire sont fausses : l'absence seule de ce fluide gazeux n'est pas la seule cause de la causticité de la chaux. Ne nous engageons pas dans des répétitions inutiles auxquelles il donne lieu à chaque instant, en représen-



tant la même question sous toutes sortes de formes.

3°. Il est bien prouvé, par exemple, que Macquer a méconnu les effets de la présence de l'acide de l'air fixe, comme cause immédiate qui ôte la causticité de la chaux en la saturant de cet acide, comme le font les autres acides; qu'il a pareillement méconnu que la totalité des substances qui composent séparément deux corps qu'on veut combiner, ne peuvent rester et faire partie de la nouvelle combinaison, comme je l'ai dit au § VIII<sup>e</sup>. septième alinéa; qu'il a de même méconnu, etc. etc. puisqu'il insiste toujours à faire croire qu'il attribue l'insipidité donnée à la chaux par la partie aëriforme de ce gaz, et non à son acide, qu'il affecte de ne point faire connaître et de ne point nommer une seule fois dans tout le cours de son mémoire sur la causticité.

4°. Macquer fait ici beaucoup de questions aux chimistes qui ne sont pas de son avis, parce que, pour rendre sa cause meilleure, il leur suggère des réponses qu'il avait formées d'avance; mais je présume qu'on sera plus satisfait de celles que j'ai faites précédemment à la même question qu'il remet ici sous une autre forme. Je m'abstiens de répondre au ridicule de la réponse qu'il me suggère par ce jeu de mots, *de feu dans un certain état, différent d'un autre certain état*; il est visible que ne pouvant discuter raisonnablement, il pensait se tirer d'embarras par des mots qu'il croyait plaisans.

§ XV<sup>e</sup>. Macq. Après des faits qui démontrent clairement, comme ceux qui viennent d'être exposés, que ce n'est point à l'action propre des particules de feu plus ou moins lié ou développé, qu'on doit attribuer comme à une cause immédiate l'effet de la causticité, il serait superflu d'ajouter des preuves moins fortes, si cet objet n'était point



d'une telle importance pour la théorie la plus générale de la chimie qu'on ne doit rien négliger de ce qui y a quelque rapport. J'ajouterai donc encore ici quelques considérations qui tendent à éclaircir cette matière, et qui prouveront d'une manière générale et applicable non-seulement à la causticité de la chaux et des alkalis, mais à celle de tous les autres caustiques possibles, que la cause de la causticité ou de l'état contraire ne consiste réellement que dans les différens états de la saturation.

*Rép.* Nous voyons toujours la même question présentée sous une nouvelle forme; Macquer ne voit dans les faits qu'il relate que la combinaison de deux corps, qui se combinent en entier sans rien perdre réciproquement et sans rien gagner; mais s'il eût su que la chaux est un composé de terre et de feu, et qu'elle est même supersaturée de ce fluide; que l'air fixe est composé d'acide crayeux et d'air mofétique, il se serait apperçu que l'expérience dont il s'agit est une affinité qui se passe entre quatre corps, d'où résulte deux décompositions et deux nouvelles combinaisons, comme nous l'avons déjà dit bien des fois. Macquer observe cependant à la fin de son alinéa, *la cause de la causticité ou de l'état contraire*, etc. prouve qu'il n'avait pas une idée parfaitement nette de la combinaison, puisqu'il ne fait pas entrer en considération les phénomènes qui se passent pendant la saturation, laquelle donne lieu à la séparation d'une partie des principes des corps qui se combinent, et à l'absorption d'air, quand les substances composantes n'en contiennent pas assez; il ne considère que le résultat de la combinaison, comme si les corps se fussent combinés avec l'intégrité qu'ils avaient avant leur combinaison; voilà à quoi se réduit l'état de la question qui l'embarasse si fort, et qu'il n'a jamais ni su ni conçu. *Les différens états de la saturation* dont il parle, ne



formeraient que des aggrégations et jamais de nouvelles combinaisons.

§ XVI<sup>e</sup>. *Macq.* La première observation que je ferai, aura pour objet la comparaison des propriétés des substances les plus caustiques avec celles du feu. Je dis donc que si l'action des caustiques n'est point, à proprement parler, leur action, mais seulement celle du feu qui leur est uni, plus leur causticité est grande, plus ils doivent avoir de propriétés analogues à celles du feu, puisque cette causticité est supposée n'être due qu'à du feu plus abondant et plus libre ou pur dans ces corps caustiques, que dans ceux qui ne le sont pas. D'un autre côté, la propriété caractéristique du feu libre et en action, est celle d'occasionner la sensation de chaleur, et la raréfaction des corps sur lesquels il agit. Cela posé, le *causticum* ou le *feu presque pur* des caustiques doit nécessairement produire ces effets du feu libre et en action, d'une manière d'autant plus marquée, que les caustiques sont doués d'une plus grande causticité : or, l'expérience prouve décidément le contraire. Qu'on plonge un thermomètre dans des alkalis caustiques, dans les acides vitrioliques et nitreux les plus concentrés et corrosifs, dans les dissolutions d'argent, de mercure, de beure d'antimoine, en un mot dans les caustiques les plus violens qui soient connus, il n'y aura pas dans la liqueur du thermomètre le moindre degré de raréfaction de plus que si on l'eût laissé dans l'air, ou qu'on l'eût plongé dans de l'eau, dans de l'huile, ou dans toute autre liqueur aussi douce et aussi peu caustique. On peut donc conclure de-là que le prétendu feu des caustiques n'est ni plus abondant, ni plus pur, ni plus libre, ni plus en action que celui des autres corps.

*Rép.* Toute comparaison cloche, dit le proverbe; celle que Macquer fait est de cette nature



et est de bien mauvaise physique. Je n'ai point admis de feu libre et en action dans les caustiques, mais combiné et assez pour cesser d'être feu libre; ce feu des caustiques ne peut agir sur le thermomètre qui est de verre, parce qu'il n'a aucune action de combinaison avec lui, et ne peut manifester aucune chaleur; mais ces mêmes caustiques appliqués sur du bois, sur de la paille, sur la peau, etc. produisent une sensation de chaleur, une brûlure, comme je l'ai dit dans mes réponses du § V<sup>e</sup>., quatrième alinéa. Il est si vrai que le feu dans ces états de combinaison simple, ne manifeste son action que sur les corps avec lesquels il peut se combiner, et qu'il n'indique point sa présence sur ceux sur lesquels il n'a point d'action, c'est que l'air fixe, l'air déphlogistiqué, etc. qui sont des gaz pleins de feu, légèrement combinés, mais assez pour n'être point du feu libre et en action, n'indiquent point de chaleur sensible sur les thermomètres, et ils en ont une puissante sur les corps vivans; il les pénètre, les chauffe, comme du feu pur et en action. On peut donc conclure de-là que le feu des caustiques, quoique légèrement combiné, l'est cependant assez pour ne se manifester que sur les corps avec lesquels il peut se combiner, et point du tout sur ceux de verre sur lesquels il n'a point d'action de combinaison. Toutes les matières caustiques que Macquer vient de désigner, brûlent les corps organiques; la brûlure est même au point que plusieurs sont enflammés; tels sont beaucoup d'huiles par l'acide nitreux concentré. Que de réflexions je pourrais faire sur la defectuosité des objections de Macquer dans ce paragraphe!

§ XVII. *Macq.* Il est bien vrai que, dans le tems que les caustiques ou dissolvans chimiques exercent leur action, il s'excite dans beaucoup de cir-



constances un degré de chaleur, quelquefois même des plus considérables, et qui peut aller jusqu'à l'ignition. Ceux qui ne reconnaissent que le feu pour cause de la causticité, ne manquent pas de tirer un grand avantage de ce phénomène, en disant que cette chaleur est un effet sensible du *causticum* ou du *feu presque pur* que contiennent les caustiques ou dissolvans, lequel ne pouvant faire partie du nouveau composé qui résulte de la dissolution, se dégage et s'échappe pendant qu'elle se fait, et manifeste sa présence de la manière la plus démonstrative : et c'est là, il faut en convenir, une des preuves les plus séduisantes de leur sentiment. Je pense néanmoins qu'elle ne peut paraître telle qu'à ceux dont toute l'action est absorbée par un fait particulier, qui les frappe assez pour les empêcher d'appercevoir dans ce phénomène les effets d'une cause beaucoup plus générale.

*Rép.* Macquer rétorque ce que je viens de lui répondre précédemment, et pour le faire d'une manière spécieuse, il copie les propres paroles avec lesquelles j'ai exprimé, dans ma Chimie, les phénomènes qui accompagnent toutes combinaisons; j'ai dit, *le feu qui ne peut faire partie du nouveau composé se dégage et s'échappe*. Il trouve cette observation séduisante, me la fait partager avec Meyer qui n'en parle pas, et finit par dire qu'elle est fondée sur un fait particulier, tandis qu'elle est générale et frappante dans toutes les combinaisons où le feu se trouve par excès; toutes les observations dont j'ai parlé jusqu'ici ont cela pour objet : au reste, si on lit l'article *combinaison* dans le dictionnaire de Chimie de Macquer, on verra que ses idées sur cette grande et merveilleuse opération de la nature et de l'art, sont bien circonscrites ; qu'il n'a pas connu les phénomènes qu'elle présente, et qu'il a pensé que le



résultat contenait les corps combinés dans toute leur intégrité , sans avoir rien perdu ni rien gagné.

§ XVIII<sup>e</sup>. *Macq.* C'est un fait démontré par des expériences nombreuses et incontestables, que les chocs et les frottemens des corps durs produisent de la chaleur, et même une chaleur qui va jusqu'à l'incandescence. Il arrive de-là qu'il n'y a point de corps durs qui ne s'échauffent plus ou moins, et même ne deviennent lumineux, à proportion des percussions, des chocs et des frottemens extraordinaires, lorsqu'ils sont dans le cas de les éprouver : or, c'est là précisément celui où se trouvent les parties solides des caustiques ou agens chimiques, et celles des corps sur lesquels elles exercent leur action, et dont elles éprouvent une réaction égale dans le tems des dissolutions, ou dans l'acte même de toutes les combinaisons qui se font avec violence et rapidité. La chaleur qui se produit dans toutes ces opérations chimiques, n'est donc pas plus l'effet de la portion du feu presque pur ou du *causticum*, qu'on suppose être la cause immédiate de la causticité des dissolvans, qu'elle n'est l'effet d'un pareil principe caustique dans deux cailloux frottés violemment l'un contre l'autre, et qui n'ont assurément aucune propriété qui approche en rien de la causticité.

*Rép.* 1<sup>o</sup>. Certainement les chocs et les grands frottemens entre les corps durs et de volumes à pouvoir les recevoir, produisent de la chaleur ; mais cette chaleur est toujours proportionnelle à la quantité de feu combiné dans les corps soumis à l'expérience, comme je l'ai expliqué au § V<sup>e</sup>., troisième alinéa, et plus particulièrement dans ma Chimie. Ici, comme Macquer l'observe très-bien, les frottemens et les chocs se passent dans les corps qui se combinent entre les molécules primitives



intégrantes : cela ne change nullement ni la nature ni l'état de la question ; la chaleur est toujours proportionnelle à la quantité de feu combiné dans les corps, et à l'état sous lequel il se trouve, quoique ces différens états lui déplaisent.

2°. Les acides minéraux les plus concentrés, combinés avec de l'eau, donnent autant de chaleur que celle de l'eau bouillante. La chaleur est produite certainement par le feu de l'acide seul qui se dégage et se dissipe, parce que la quantité de feu qu'ils contenaient sous forme concentrée, ne peut rester en totalité sous cette forme affaiblie, et que l'eau d'une autre part ne contient rien de combustible qui puisse donner une plus grande suite au dégagement qui s'en fait ; mais ces mêmes acides minéraux, mêlés convenablement aux huiles, produisent, comme on le sait, une véritable incandescence. Ainsi, mêmes phénomènes résultant des chocs et des frottemens entre les corps durs en masse, et entre les molécules primitives intégrantes. Mais quand même il se présenterait des différences, comme il s'en présente en effet entre les corps qui agissent dans ce dernier état, et dans les circonstances dont nous allons parler, cela ne prouve encore rien contre le dégagement des *particules de feu* ou du *feu presque pur* de la chaux vive, et contre les particules de feu mieux combiné dans les autres corps ; cela prouve seulement que le feu est un Protée qui se manifeste de plus d'une manière, et qu'il produit même des effets contraires, lorsque les circonstances ne sont plus les mêmes ; c'est à quoi Macquer n'a nullement fait attention, tant il est vrai, lorsqu'on veut établir des théories générales, qu'il faut connaître tous les faits qui y ont rapport, et les avoir toujours présens à l'esprit.

3°. Par exemple, les acides minéraux dont nous venons de parler s'échauffent en se combinant avec de l'eau, ils produisent au contraire beau-



**coup de froid en se combinant avec de la glace,** qu'ils fondent et réduisent en eau liquide avec la plus grande promptitude. La chaux vive, combinée avec de l'eau, produit assez de chaleur pour incendier les corps combustibles, cependant lorsqu'on la combine avec de la glace, elle produit un degré et demi de froid au-dessous de zéro.

4°. Le sel desséché pour faire la pierre à cauter s'échauffe en se dissolvant dans l'eau. Huit onces de ce sel et autant de glace produisent assez de froid pour faire baisser un thermomètre à cinq degrés et demi au-dessous de la glace. Deux onces de lessive des savoniers et une once d'eau produisent trois degrés de chaleur; et quatre onces de cette lessive et autant de glace ont produit dix degrés de froid au-dessous de la glace, la température du lieu pour ces dernières expériences étant à quinze degrés au-dessus de zéro.

5°. Dans toutes ces expériences, les chocs et les grands frottemens se passent nécessairement entre les molécules primitives intégrantes; cependant ils produisent des effets contraires à ceux dont nous venons de parler: les frottemens entre les molécules primitives intégrantes ne produisent donc pas toujours de la chaleur, comme le dit Macquer. Admirons les faits, ne les expliquons pas, quand ils sont au-dessus de nos connaissances actuelles; mais n'employons pas quelques petits faits particuliers mal interprétés, comme fait Macquer pour établir ce qu'il appelle ses grandes théories générales.

6°. Je puis, je erois, tirer ce corollaire des observations que je viens de rapporter, et d'après ce que j'ai dit ci-devant. Le feu est caustique, lorsqu'il est sous forme à produire une sensation de chaleur; il est encore caustique, lorsqu'il se présente sous la forme à produire une sensation de froid, puisque son intensité produit des effets de brûlure analogues à ceux du feu qui chauffe.



On ne peut, ce me semble, n'attribuer qu'au feu le froid et le chaud qu'il manifeste dans ses diverses circonstances; quel arrangement a-t-il quand il produit de la chaleur? quelle disposition a-t-il quand il produit du froid? Je n'en sais rien: voilà les faits; je me garderai bien de les expliquer. Il n'en résulte pas moins que Macquer a eu tort de me nier que le feu se modifie sous des formes infinies, et qu'il a des propriétés différentes à mesure que ses états changent, etc. etc.

7°. Deux cailloux frottés violemment l'un contre l'autre, dit Macquer, n'ont aucune propriété qui approche en rien de la causticité. Il est visible que Macquer commet ici une nouvelle erreur, et qu'il confond, par une comparaison vicieuse, la nature des corps; il compare ceux qui ne contiennent point de feu avec ceux qui en sont le plus abondamment pourvus, dans l'état de la plus grande pureté: ce n'est pas en raison des percussions que les corps s'échauffent, c'est en raison du feu combiné qu'ils contiennent, comme nous venons de le dire, et comme je le dis dans ma Chimie, où je distingue les corps de la nature en trois classes, relativement à leur degré de combustibilité. Voyez aussi mes réponses au § V<sup>e</sup>., troisième alinéa. Deux cailloux contiennent si peu de feu combiné qu'ils s'échauffent fort peu par le frottement le plus violent; si l'on frotte avec la même violence une lame de fer sur un caillou, celui-ci s'échauffera encore peu, mais la lame de fer deviendra rouge et produira alors les effets caustiques du feu en action. On ne peut disconvenir que c'est le feu pur du fer développé et mis en action qui produit les effets caustiques, etc.

8°. Le feu en action présente même des phénomènes différens, suivant la nature du corps qui en est pénétré: un charbon ardent, un tison bien enflammé, etc. s'éteignent subitement, lorsqu'on les plonge dans de l'air fixe ou dans de l'air mofétique, tandis qu'un caillou, une barre de fer



rouge ne s'éteignent pas plus vite que dans l'air de l'atmosphère. Je ne finirais pas, si je rapportais ici, contre la théorie de Macquer, tout ce que je pourrais dire sur les propriétés du feu dans les différens états, et de ses divers effets avec les corps qu'on présente à son action.

§ XIX. *Macq.* Le phlogistique ou le feu entièrement lié et combiné, qui entre dans la combinaison d'un si grand nombre de composés, peut sans doute produire et produit réellement, dans beaucoup d'opérations de cette espèce, un effet considérable, puisqu'il est susceptible de devenir libre toutes les fois que les parties des corps qui le contiennent reçoivent un ébranlement suffisant pour produire l'incandescence, et qu'il peut en être séparé par l'intermède de l'air. Il augmente donc alors la chaleur et la lumière; et c'est par cette raison que le frottement de deux morceaux de bois produit non-seulement une chaleur brûlante, mais même une grande flamme et un véritable incendie durable, tandis que celui de deux cailloux n'excite qu'une chaleur moindre, et une lumière faible et passagère; mais il faut prendre garde que cet embrâsement du feu combiné, est une chose qui peut accompagner l'effet de la causticité, mais qui cependant lui est totalement étrangère, de l'aveu même de Meyer, qui a grand soin de distinguer son *causticum* du phlogistique; et de Baumé qui, nommant *feu presque pur* le prétendu principe de la causticité, est bien éloigné de confondre ce principe avec le phlogistique, puisque ce dernier est du feu si peu pur et tellement lié, que les composés dans lesquels il se trouve le plus abondamment, tels que les graisses, les huiles, les charbons, etc. sont précisément les substances les plus douces, et, de l'aveu de tout le monde, les moins caustiques. Le phlogistique n'est donc, dans aucun de ces cas, la cause première de la chaleur produite par l'action des



caustiques ou dissolvans chimiques , mais seulement une cause concomitante de cette chaleur, une cause auxiliaire propre à l'augmenter et à la rendre plus durable.

Rép. Macquer bat la campagne , et s'éloigne de la question. On savait, sans qu'il l'eût dit, que la matière combustible enflammée, d'une manière quelconque , produit chaleur, lumière, brûle et cautérise quand on s'approche trop près de son feu. On ne sait ce qu'il veut exprimer, lorsqu'il dit, *il faut prendre garde que ce feu peut accompagner l'effet de la causticité, mais qu'il est étranger à la causticité, suivant Meyer*; et suivant Macquer, qu'est-ce qu'il est? Meyer n'a rien dit de pareil. Au reste, Macquer, sans approuver mes idées sur cette matière, convient que j'ai raisonné plus juste que Meyer, en ne confondant point le phlogistique des graisses, des huiles, etc. avec le feu presque pur des caustiques ou agens chimiques. Mais quel rapport le feu tellement bien combiné dans ces corps, ainsi que le phlogistique dans l'inaction pour ne laisser appercevoir aucune saveur caustique, ont-ils avec les agens caustiques de la chimie? Ces questions sont oiseuses, étrangères à l'objet, et n'apprennent rien. Si du moins il eût dit qu'il y a dans la nature des substances dont la saveur est très-douce d'abord, et qui cautérise beaucoup peu de tems après. telles que l'huile de pignons d'Inde, le lait des tithymales, les cantharides, le garou, etc., il aurait fait des comparaisons plus justes, et qu'il y a des caustiques qu'on pouvait ne point rapporter au feu pur ou presque pur qui le tourmente si fort. Si l'on peut faire quelques conjectures sur la cause très-obscur de ces caustiques, je dirai qu'il est à croire qu'à mesure qu'ils se combinent avec la substance de notre corps, le feu dont ils sont essentiellement composés change d'état, se développe et produit l'effet caustique; si cette raison ne vaut rien,



qu'on en donne une meilleure, je l'adopterai avec plaisir; mais il paraît certain que les substances en changeant d'état, les unes perdent, les autres gagnent en causticité; le régule d'arsenic, par exemple, est absolument sans saveur; sa chaux, comme on le sait, est un poison très-caustique: le mercure en masse est sans saveur, sans causticité; lorsqu'il est bien divisé, comme il l'est dans l'onguent de mercure, il produit des effets qui ont du rapport à la causticité; lorsque le mercure est réduit en précipité *per se*, il l'est encore davantage, etc.

§ XX. *Macq.* Le meilleur moyen, quand on veut trouver la vérité et la montrer aux autres, dans des matières difficiles où elle ne se présente point d'abord d'elle-même, c'est d'être de bonne-foi, de ne rien dissimuler de ce qui peut être favorable aux opinions que l'on combat, de rechercher aussi avec soin toutes les objections qu'on peut faire contre l'opinion qu'on adopte, de les présenter dans toute leur force; c'est en même-tems le seul moyen d'approfondir et d'éclaircir les matières enveloppées de quelque obscurité, comme l'est celle-ci. Je me garderai donc bien de passer ici sous silence celui de tous les faits bien constatés qui me paraît le plus favorable au sentiment qui attribue la causticité à la *matière* du feu.

*Rép.* Après avoir répandu du ridicule sur les opinions d'autrui, après avoir passé sous silence de principaux faits, tel que celui du feu qui se dégage de la chaux pendant son extinction, qui seul renverse toute opinion contraire à celle du feu pour cause de causticité de la chaux; après avoir passé sous silence l'acide de l'air fixe, qui produit son effet comme les autres acides; après avoir divagué sur la question, Macquer y revient, il va l'examiner de nouveau, parce que la *matière* est difficile, obscure; il sera de bonne-foi et ne



négligera rien pour faire valoir les opinions contraires aux siennes ; cet aveu est presque pathétique : nous verrons qu'il ne tient pas ce qu'il annonce , et qu'il continue à dissimuler les faits dont nous parlons , contraires à l'opinion qu'il adopte ; c'est donc ici qu'il entre en matière pour la seconde fois , et qu'il va répéter de nouveau , sous d'autres formes , tout ce qu'il a déjà dit précédemment.

§ XXI<sup>e</sup>. *Macq.* Nous venons de voir qu'il s'excite ordinairement de la chaleur lorsque les caustiques exercent leur action ; et j'ai exposé comment je conçois qu'on peut expliquer cet effet , sans admettre dans les caustiques une plus grande quantité de feu que dans les autres corps ; mais il y a , dans les détails de ces effets , une circonstance singulière et bien remarquable ; je veux d'autant moins dissimuler , qu'elle m'a fait à moi-même une très-grande impression : c'est que le degré de chaleur qui se produit , lorsque les acides se combinent avec les alkalis , soit salins , soit terreux , est très-différente , suivant que ces alkalis sont caustiques ou ne le sont pas. Il est bien certain que la chaleur qui se produit , lorsqu'un acide exerce son action sur un alkali fixe ou volatil non caustique , ou sur de la pierre calcaire non calcinée , est peu considérable , et qu'elle est au contraire des plus fortes , lorsque les mêmes acides agissent sur des alkalis caustiques ou sur de la chaux. J'ai moi-même réitéré nombre de fois ces expériences , et j'ai été toujours surpris de la différence : j'avoue que , n'appercevant qu'une chaleur à peine sensible , quand je saturais avec des acides les alkalis et les terres calcaires non caustiques , et qu'au contraire , en éprouvant une très-brûlante lorsque je saturais ces matières dans leur état de causticité avec les mêmes acides , et toutes choses étant d'ailleurs égales , il me paraissait presque démontré par ce seul fait , que le feu était  
la



la cause immédiate de la causticité ; et j'étais comme forcé de dire, avec les partisans de cette opinion : la terre calcaire non calcinée et douce ne contient pas plus de feu que les autres corps, et c'est à cause de cela qu'elle ne produit que très-peu de chaleur, lorsqu'elle se combine avec les acides ; mais quand elle a éprouvé l'action d'un très-grand feu pendant sa calcination, elle a retenu une partie de ce feu ; c'est cette portion de feu qui lui donne ses propriétés de chaux vive, qui la rend caustique ; c'est ce même feu en un mot qui s'échappe, lorsque je combine cette chaux vive avec un acide, et qui produit la chaleur violente que j'éprouve ; je le sens, il me brûle : comment résister à une preuve si démonstrative ? La même différence de chaleur ayant lieu entre les alkalis caustiques et non caustiques, j'avais peine à ne pas tomber d'accord avec Meyer et Baumé, que ces sels n'acquérant de la causticité qu'après qu'ils ont éprouvé l'action de la chaux vive, ne doivent cette propriété qu'au *causticum* ou au *feu presque pur* qui quitte la chaux pour s'unir à ces alkalis, ce qui est d'ailleurs encore indiqué par l'adoucissement que prend la chaux, après avoir ainsi communiqué sa causticité ou son principe de causticité aux alkalis.

Rép. 1<sup>o</sup>. Macquer a, dit-il, *exposé comment il concevoit que les caustiques ne contiennent pas plus de feu que les autres corps* ; les moyens qu'il a employés pour acquérir cette conception, sont d'avoir plongé un thermomètre dans les caustiques, § XVI<sup>e</sup>., et la comparaison defectueuse qu'il vient de faire au § XIX<sup>e</sup>. entre les caustiques et les matières combustibles ordinaires ; tous moyens insuffisans pour connaître les différens états du feu dans ces divers corps, et ses propriétés dans ces différens états.

2<sup>o</sup>. Il est bien surprenant que Macquer ait apperçu que la chaux vive et les alkalis caustiques



manifestent, pendant leur saturation, une chaleur *qui le brûle*, et qu'il n'ait pas conçu que c'est le feu de ces corps qui se dissipe, parce qu'il ne peut faire partie du nouveau composé; qu'il ait aussi observé que ces mêmes corps non caustiques ne manifestent que peu ou point de chaleur pendant la saturation avec ces mêmes acides, parce que les mêmes corps dans ce nouvel état ne contiennent point de feu excédent à ce qui convient aux nouveaux composés qui résultent. Il tire bien les conséquences telles que je les ai déduites dans ma Chimie; mais c'est sans être pénétré de la vérité qu'elles présentent, parce qu'il n'a pas conçu que ces expériences offrent des affinités ordinaires qui se passent entre trois corps, comme je l'ai déjà dit bien des fois et spécialement § VIII<sup>e</sup>., sixième alinéa, et § XI<sup>e</sup>.; et qu'il refuse au feu des affinités, quoiqu'il en admette à l'air, à l'eau et à la terre; s'il se fût rendu raison pourquoi les terres calcaires laissent échapper leur air pendant leur saturation, il aurait apperçu qu'il n'est pas plus difficile de concevoir pourquoi les alkalis caustiques laissent échapper leur feu excédent aux nouveaux composés résultans de leur saturation. Nous voyons, au reste, que c'est la même question que Macquer remet toujours sur le tapis, sous des formes nouvelles, et qu'il a entièrement méconnu dans le cours de ses expériences le rôle que joue l'*acide* de l'air fixe.

§ XXII<sup>e</sup>. *Macq.* Ces effets remarquables, et les réflexions qu'ils font naître naturellement, m'ont tenu, j'en conviens, pendant quelque tems, dans une sorte d'incertitude; j'avais, d'une part, de la peine à résister à cette espece de démonstration, fondée sur une expérience si sensible; et de l'autre part, je continuais à sentir la plus grande répugnance à attribuer la cause immédiate de la causticité aux parties de feu, parce que ce système m'a toujours paru contraire à la nature du feu et à tous les



*grands phénomènes de la chimie.* Je ne savais donc à quoi m'en tenir, lorsque j'ai pris sur cette expérience si embarrassante le seul parti qu'il y ait à prendre sur toutes les expériences en général, quand il est question de se décider sur les conséquences qu'on en doit tirer. Il consiste à se bien donner de garde de ne faire attention qu'à une seule circonstance frappante de l'expérience, et, au contraire, à en considérer avec le plus grand soin jusqu'aux moindres détails, parce qu'un fait ne prouve réellement jamais autre chose que ce qui résulte de l'ensemble de toutes ses particularités. Or, dans le fait dont il s'agit à présent, il y en a une d'autant plus essentielle, qu'elle me semble donner la solution la plus satisfaisante de toute la difficulté; et cette particularité, c'est l'effervescence très-considérable qui accompagne toujours la combinaison des acides avec les alkalis ou les terres non caustiques, et le défaut de cette effervescence dans la saturation des mêmes matières, lorsqu'elles sont dans l'état de causticité. Il est démontré présentement que toutes les effervescences qu'on remarque dans beaucoup de dissolutions et de combinaisons, ne sont dues qu'au dégagement et à l'évaporation des matières volatiles gazeuses qui se séparent, pendant l'acte même de la combinaison, d'une des substances ou des deux substances qui s'unissent l'une à l'autre. On sait, d'une part, que l'évaporation des fluides volatils, ou du moins d'une grande partie de ces fluides, produit du froid, et même un degré de froid proportionné à leur volatilité et à leur évaporabilité. Cela posé, quelle que soit la cause de cet effet, il n'en est pas moins constant, et il est très-aisé de sentir que si, comme je n'en doute point, il n'y a pas plus de feu dans la chaux vive et dans les alkalis caustiques, qu'il n'y en a dans les mêmes matières non caustiques, ces dernières produiraient, dans leur dissolution par les acides, un même degré de chaleur que les



premières, sans la circonstance de l'évaporation de leur gaz, qui, occasionnant du froid, diminue nécessairement en proportion l'intensité de cette chaleur. Ainsi les matières alkales caustiques qui ne contiennent aucun gaz, et qui se dissolvent sans effervescence, produisent, en se dissolvant, par le seul ébranlement de leurs parties, toute la chaleur qu'elles sont capables de produire, parce que rien ne peut amortir cette chaleur; et au contraire, les mêmes matières alkales non caustiques se dissolvent avec une chaleur beaucoup moindre, parce que l'évaporation de leur gaz et le froid qui en résulte amortit considérablement la chaleur qui, sans cette circonstance, serait toute aussi grande.

*Rép. 1<sup>o</sup>.* Nous venons de faire connaître, dans le paragraphe précédent, les causes d'incertitudes que Macquer témoigne dans celui-ci. Il insiste toujours, comme on voit, à n'attribuer au feu aucune action ou que des actions faibles, inertes, puisqu'il répète encore *qu'il a la plus grande répugnance d'attribuer la causticité aux particules de feu, qu'elle est contraire à sa nature et à tous les grands phénomènes de la chimie.* A présent, il attribue le défaut de chaleur, pendant la combinaison des substances non caustiques avec les acides, à l'évaporation du *fluide volatil* qui, sans cette circonstance, manifesterait autant de chaleur qu'en donnent les alkalis caustiques dans les mêmes circonstances de dissolution par les acides.

2<sup>o</sup>. Nous ferons ici plusieurs remarques contraires au sentiment de Macquer. 1<sup>o</sup>. On distingue en physique les fluides d'avec les liquides, parce que leur manière d'être et leurs propriétés sont différentes; Macquer veut attribuer au fluide gazeux les propriétés qui ne sont dues qu'à un certain nombre de liquides. J'ai démontré, dans ma dissertation sur l'éther, et dans deux mémoires lus à l'académie des sciences, que beaucoup de



liquides en s'évaporant produisent du froid, et qu'il était d'autant plus intense qu'ils étaient plus évaporables; l'éther, par conséquent, en produit plus que tous les autres liquides. 2°. Mais que les fluides, comme l'air, l'éther réduit sous forme de fluide, l'esprit volatil de sel ammoniac réduit sous cette même forme, etc. appliqués naturellement sur la boule d'un thermometre, ne produisaient ni froid ni chaleur; qu'il en était de même, lorsque je suspendais dans la partie vide des flacons un thermometre, et que j'appliquais ces mêmes liquides devenus sous forme fluide, d'une manière forcée par le moyen d'un soufflet, je n'observais ni froid ni chaleur; ainsi il résulte que les fluides n'ont pas la propriété de produire du froid en s'évaporant, comme le font un grand nombre de liquides. 3°. La supposition que Macquer fait ici, que l'air fixe produit du froid en quittant les alkalis non caustiques, est gratuite et est absolument sans nulle vérité et dénuée de toutes preuves. On est bien mal à son aise, quand on s'accroche à des branches trop faibles.

§ XXIII<sup>e</sup>. *Macq.* Tous ces phénomènes intéressans prouvent bien la nécessité de ne point se déterminer sans réflexions, d'après les apparences même les plus imposantes. Qui ne croirait que les frottemens, produisant en général de la chaleur, ceux qui sont si sensibles dans les dissolutions des matières non caustiques et effervescentes, devraient en occasionner une bien plus grande que les combinaisons des matières caustiques, qui se font en apparence avec la plus parfaite tranquillité? Cependant c'est tout le contraire; tous ces grands mouvemens d'effervescence ne sont accompagnés ou suivis que d'une chaleur à peine sensible, tandis qu'on ne peut éprouver sans surprise l'espece d'ardeur brûlante qui résulte de la dissolution paisible et silencieuse des caustiques. Cela prouve bien aussi que les



collisions les plus fortes, qui occasionnent les plus grands effets de chaleur dans les combinaisons des agens chimiques, ne sont point celles des parties sensibles des corps, mais ne se font qu'entre des particules élémentaires d'une petitesse inconcevable, dont les mouvemens, quoique très-violens, sont absolument insensibles à nos yeux : c'est une action et une réaction des plus puissantes, mais qui sont sourdes à notre égard, et nous présentent, sous l'aspect trompeur d'une liqueur homogène et tranquille, une multitude infinie d'atomes que nous verrions dans une agitation incroyable, s'il n'était pas refusé à nos yeux, même aidés de tous les secours de l'art, de contempler ces grandes merveilles de la nature.

*Rép.* 1°. Si Macquer ne rencontre pas juste, ce n'est pas faute de réflexions, et de représenter les mêmes questions sous des formes différentes; ce qu'il dit ici est une répétition de ce qu'il a déjà dit au § XVIII<sup>e</sup>. sur la chaleur produite par les frottemens qui ont lieu entre les molécules primitives intégrantes des corps. Nous ajouterons à ce que nous lui avons répondu, les réflexions suivantes :

2°. *Qui ne croirait, dit Macquer, que les grands frottemens qui se passent entre les corps non caustiques ne dussent produire plus de chaleur que ceux qui ont lieu entre les corps caustiques, qui se combinent avec l'apparence de la plus parfaite tranquillité? Cependant c'est tout le contraire.* La surprise de Macquer vient de ce qu'il ignorait absolument que le frottement, soit qu'il ait lieu entre des corps en masse ou entre des molécules primitives intégrantes, n'est qu'un moyen pour faire manifester leur feu, qui ne devient sensible qu'au prorata de ce que les substances agissantes en contiennent. La terre calcaire contient peu de feu, aussi elle ne donne que peu ou point de chaleur pendant sa dissolu-



tion dans les acides; il est inutile d'en attribuer la cause au gaz qui se dégage et qui ne produit point de froid en s'évaporant, l'effort que ce fluide fait pour s'échapper, culbute et bouleverse le liquide de la dissolution; c'est ce mouvement qu'on nomme l'effervescence.

3°. Les matières caustiques contiennent beaucoup de feu, il se dégage pendant leur combinaison, et se manifeste par la chaleur : les acides minéraux bien concentrés, tels que l'acide vitriolique et l'acide nitreux fumant, produisent chaleur, et bouillonnent en se dissolvant dans l'eau; le sel de la pierre à cautère, l'alkali fixe bien sec, etc. se dissolvent dans l'eau avec chaleur, sans effervescence : ainsi chaque caustique a sa manière de se comporter : la chaleur qui se développe pendant leur combinaison est plutôt l'effet du dégagement de ce feu, que l'effet du frottement entre les parties; il est impossible de faire développer de la chaleur à des corps qui ne contiennent point de feu sous aucune forme de combinaison.

§ XXIV°. *Macq.* Une seconde considération que je crois devoir ajouter ici, relativement à la causticité, a pour objet l'impression que font sur l'organe de notre goût les substances qu'on nomme *savoureuses*. Il paraît certain que cette impression ne diffère point essentiellement de la causticité, mais seulement par le degré de son énergie; car nous voyons que les matières les plus caustiques sont aussi celles dont la saveur est la plus forte, et que celles qui sont absolument privées de causticité, manquent aussi totalement de saveur. La causticité et la saveur ne sont donc point deux qualités différentes, mais une seule et même propriété, plus ou moins forte et marquée dans ses effets, comme je l'ai dit dans cet article, et ainsi que je l'ai exposé avec plus de détail à l'article



SEL de la première édition de cet ouvrage, tome II, page 423 et suivantes.

*Rép.* 1<sup>o</sup>. Macquer entortille si bien ses phrases, que tout lecteur n'est pas à portée d'en découvrir la ruse; il dit bien que la saveur et la causticité sont la même chose, mais il passe sous silence la cause qui produit ces effets, il se contente de dire : *comme je l'ai dit dans cet article et dans la première édition de cet ouvrage*; mais comme il exprime deux sentimens, celui de l'absence de l'air fixe et celui de la pesanteur, il n'est pas aisé de deviner duquel il entend parler. Au renvoi qu'il cite se trouve celui de la pesanteur pour cause de causticité; le lecteur, au reste, trouvera le mot de l'énigme dans mes réponses au § 1<sup>er</sup>. et au § IX<sup>e</sup>.

§ XXV<sup>e</sup>. *Macq.* Si cela est, et qu'il n'y ait point d'autre causticité que celle qui résulte de l'action propre et immédiate des particules de feu, il s'ensuit nécessairement qu'il n'y a point d'autre matière essentiellement savoureuse que le feu; et que toutes celles qui ont de la saveur doivent cette qualité à l'action particulière du feu qu'elles contiennent, par la même raison que les caustiques lui doivent leur causticité. C'est une conséquence nécessaire et très-juste de ce système; cependant autant que je sache, aucun de ses partisans n'en a tiré cette conséquence, excepté Baumé, qui l'a fort bien sentie, et qui, raisonnant très-juste d'après l'idée qu'il avait adoptée sur la causticité, n'a pas balancé de déclarer (*Chimie expérimentale et raisonnée*), que le feu est la seule substance de la nature qui ait essentiellement de la saveur; que c'est le corps savoureux par excellence, le seul principe prochain de toute saveur. Comme l'impression simple que le feu absolument pur fait sur notre toucher et sur notre goût, n'est que la chaleur et la brûlure;



il suit de cette dernière supposition, que la saveur la plus simple de toutes, celle qui, s'il est permis de s'exprimer ainsi, est l'élément de toute saveur, n'est elle-même que la chaleur ou la brûlure, et que, lorsque nous savourons un corps quelconque, notre langue et notre palais ne sont essentiellement qu'échauffés, ou plus ou moins brûlés. La diversité prodigieuse des saveurs ne fait aucune difficulté dans ce système, parce qu'en admettant que le feu se trouve dans les composés, dans une infinité d'états différens, comme le dit Baumé, cette diversité si multipliée des saveurs s'expliquera très-aisément par la diversité toute aussi grande des états que le feu peut avoir dans les différens corps savoureux.

*Rép.* Tout ce que Macquer rapporte dans cet alinéa, je l'ai exposé dans ma Chimie, et je m'y réfère entièrement; ainsi point d'observations, si ce n'est cependant qu'on remarque une espee d'approbation ironique, en rapportant mes propres paroles.

§ XXVI<sup>e</sup>. *Macq.* Cela va très-bien de cette manière. Mais l'espee de sensation directement opposée à celle de la chaleur, celle qui lui est tellement contraire que cela en fait deux impressions destructives l'une de l'autre, et qu'on ne peut éprouver en même-tems de la part du même sujet, la sensation du froid, en un mot, qu'en fera-t-on dans ce système? Cette difficulté qui n'a pas été prévue, me paraît des plus embarrassantes; car si l'impression du chaud a le droit d'être regardée comme une saveur simple et principe des autres, pourquoi celle du froid, qui est toute aussi simple, toute aussi réelle, qui affecte l'organe de notre goût d'une manière toute aussi sensible, n'aurait-elle pas le même droit? Il ne paraît pas qu'on puisse alléguer aucun motif raisonnable pour le lui refuser. Je fais chauffer de



l'eau très-pure ; je la goûte : elle fait sur ma langue et sur mon palais une impression de chaleur : on me dit que cette impression est une saveur uniquement due à l'action propre des parties de feu dont elle est pénétrée tant qu'elle est chaude, parce que ce feu est la seule matière savoureuse qu'il y ait dans la nature. A merveille. Je laisse refroidir cette eau jusqu'au degré de chaleur animale ; je la goûte de nouveau : elle ne me fait plus aucune impression, du moins bien sensible : on me dira, sans doute, que l'eau étant aussi insipide par elle-même que tous les autres corps de la nature, à l'exception du feu, ne peut avoir, dans ce cas-ci, plus de saveur sensible que tous les autres corps regardés comme insipides, parce qu'elle ne contient pas plus qu'eux du seul corps savoureux, qui est le feu. Encore très-bien. Mais je fais refroidir cette même eau autant au-dessous du degré de chaleur animale, qu'elle était échauffée au-dessus dans ma première expérience ; je la goûte une troisième fois : elle fait sur l'organe de mon goût une impression toute aussi forte que la 1<sup>re</sup>., mais toute opposée ; et je demande la cause de cette nouvelle impression : que répondra-t-on ? Dira-t-on que cette impression de froid n'est pas une saveur ? Je demande aussi-tôt à quel titre celle du chaud en serait une plutôt que celle du froid ? Si l'on convient, comme on ne peut s'en dispenser, que le froid a autant de droit que le chaud d'être regardé comme saveur, je dirai alors que le froid n'étant produit que par l'absence des parties de feu, la saveur froide ne peut pas être l'effet de l'action propre des parties de feu, puisqu'elle n'a lieu que par la privation et l'absence de ce même feu ; et j'en conclurai que toute saveur en général ne dépend donc point de l'action immédiate des parties de feu.

*Rép. 1<sup>o</sup>.* Je répondrai à Macquer que le cas dont il parle, et qui l'embarrasse, a été prévu dans le



premier volume de ma Chimie, page 77, et dans plusieurs mémoires imprimés devant et après ma Chimie ; il n'a tenu qu'à lui d'en prendre connaissance. Dans ma Chimie, je fais voir qu'une grande intensité de froid a des propriétés communes avec celles du feu, puisqu'il dilate les corps après les avoir contractés. Il est vrai que je n'en ai pas tiré de corollaire relatif à la causticité et à la saveur, parce que tout le monde sait qu'un grand froid brûle et cautérise comme le feu. Si je puis prouver, par les faits et les observations, qu'une grande intensité de froid, appliqué sur des corps inanimés, a des propriétés communes à celles du chaud, je pourrai, je crois, conclure que les effets du froid et du chaud étant les mêmes, se rapportent à une seule et même cause, au feu enfin ; il faut alors supposer que le feu, dans ces circonstances si opposées, doit avoir nécessairement une disposition, un arrangement différens, pour produire sur les corps des effets semblables, et sur nos organes des sensations si différentes. J'ignore absolument quelle disposition a le feu dans l'un et dans l'autre cas, et je me garderai bien d'entreprendre de donner aucune explication : mais il est visible que ce qui fait l'embarras de Macquer, c'est qu'il n'a considéré, avec tout le monde, que la privation d'une partie du feu dans un corps refroidi, et qu'il n'a fait aucune attention sur ce qui se passe dans ce même corps, après avoir éprouvé une certaine intensité de froid. Or, si la dilatation est une propriété du feu, si le froid intense produit le même effet, je dois nécessairement rapporter au feu les mêmes effets que j'observe. Ainsi la saveur froide que j'éprouve, en buvant un verre d'eau à la glace, vient toujours du feu, quoiqu'elle soit différente de celle d'un verre d'eau chaude ; la saveur froide d'ailleurs est une saveur réelle et tout aussi positive que celle produite par la chaleur, et dépend de la même cause. Je vais rapporter plusieurs ex-



périences en preuves de ce que j'avance.

2°. On n'exigera pas sans doute que je rapporte toutes celles qui seraient favorables à mon opinion, elles seraient trop nombreuses; j'en ai déjà cité une partie au § XVIII<sup>e</sup>.; elles m'ont servi à prouver à Macquer que les frottemens qui ont lieu entre les molécules primitives intégrantes des corps, ne produisent pas toujours de la chaleur, comme il le prétendait; à présent, ces mêmes expériences vont me servir à lui prouver que les effets du froid sont de mettre certains corps en fusion, et de dilater ceux dont l'intensité n'est pas suffisante pour les faire fondre; tous effets communs avec le feu. On trouvera les détails des expériences dont je vais parler, dans un ouvrage qui a pour titre : *Mémoire sur plusieurs phénomènes que l'eau présente au moment de sa congélation*, imprimé à la suite de mon *Mémoire sur la meilleure manière de construire les alembics*.

3°. L'eau purgée d'air, prise à dix degrés au-dessus de zéro, est dans les circonstances telles qu'elle occupe le moins de volume possible; si on l'échauffe de deux, de quatre ou six degrés, on conçoit qu'elle augmente de volume; si ensuite on la rappelle à sa première température, et qu'on la refroidisse du même nombre de degrés qu'on l'avait échauffée, elle augmente de volume précisément de la même quantité que dans le premier cas; dans l'une et dans l'autre expérience le froid et le chaud donnent exactement les mêmes résultats.

4°. De l'eau refroidie à 20 degrés au-dessous de la glace, reste liquide par le seul repos de masse; elle n'est point gelée, elle est cependant privée de beaucoup de chaleur; un léger mouvement trouble le repos de masse, l'eau se gele, et produit subitement 19 degrés et demi de chaleur, c'est-à-dire le thermomètre remonte à un demi-degré au-dessous de la glace; le feu qui se dégage où était-il niché? Cependant il fait geler l'eau



subitement. Si la glace a une saveur de froid ; pourquoi ne l'attribuerais-je pas au feu , puisqu'elle en contient ; mais je conviens en même-tems qu'il est dans un autre état que celui qui donne une sensation de chaleur : dans quel état est-il , me dira-t-on ? Je n'en sais rien. On peut m'objecter que la chaleur qui se manifeste vient du frottement qui a lieu entre les parties de l'eau, qui prennent un nouvel arrangement en se gelant ; mais je puis assurer que ce phénomène tient aussi à quelques autres causes que je ne connois pas : je le prouve par l'eau de la rivière non gelée , tandis que le thermometre était à 16, 18 et 20 degrés au-dessous de la glace , comme il a descendu à Paris pendant l'hiver de 1794 à 1795, et l'eau de la rivière n'avait qu'un demi-degré au-dessous de zéro : je m'en suis assuré , le thermometre à la main.

5°. Le froid cautérise comme le feu, il fait lever des ampoules qui se remplissent d'eau comme dans la brûlure ; il ne brûle pas en charbon noir, comme le feu ; il agit relativement à l'état sous lequel le feu se trouve. Dans les pays très-froids, que d'accidens n'arrive-t-il pas en posant sa langue ou les mains mouillées sur du fer, sur un caillou très-froid ; les parties frappées de froid sont cautérisées avec autant de rapidité que le ferait un fer rouge. Nous avons vu, au reste, au § XVIII<sup>e</sup>. que l'acide vitriolique, le beure d'antimoine brûlent en charbons noirs les corps organiques, et que l'acide nitreux les charbonne en jaune, quand il ne les enflamme pas ; cela nous prouve que, quoique le feu ait toujours la propriété de cautériser, il varie la manière de le faire, comme les modifications sous lesquelles il se trouve ; par conséquent le froid est une modification, une manière d'être du feu que je ne connais pas, mais que je reconnais pour être du feu par les effets qu'il produit.

6°. Le froid dans d'autres circonstances porte



son action jusqu'à la fusion, comme nous l'avons dit au § XVIII<sup>e</sup>. Le sel ammoniac, le sel marin qu'on fait entrer dans les expériences de froid artificiel, sont dissous, liquéfiés en aussi grande quantité par le froid produit, qu'ils le seraient par de l'eau très-chaude; tous effets qu'on ne peut attribuer qu'au feu sous forme de froid.

7<sup>o</sup>. Les métaux éprouvent de la part du froid des effets semblables à ceux produits par la chaleur; si on leur applique un grand froid, ils se contractent et se resserrent, diminuent de volume; mais si on leur applique un plus grand froid, ils se dilatent, augmentent de volume, le fer devient cassant : j'ai nommé *métal gelé* cet état du fer; j'avais même projeté de faire faire un *glacomètre* pour apprécier les degrés de dilatation des métaux par le froid. Je pourrais rapporter un plus grand nombre de faits qui prouveraient la même proposition que j'ai déjà exprimée bien des fois, que le feu est un protée qui varie ses effets autant que les modifications sous lesquelles il se présente. Si Macquer avait eu tous ces faits présents à l'esprit, il est à croire qu'il n'aurait pas fait les objections qu'il me propose.

§ XXVII<sup>e</sup>. *Macq.* Pour épuiser toutes les réponses qu'on peut imaginer à des difficultés si pressantes, entreprendra-t-on de prouver que la saveur froide vient, aussi bien que la chaude, de l'action immédiate des parties de feu, en disant que, lorsque nous mettons dans notre bouche de l'eau plus chaude que notre corps, les parties du feu agissent sur notre goût en passant, pour se distribuer avec égalité, de la substance de l'eau dans celle de notre organe; et qu'au contraire, lorsque nous mettons dans notre bouche de l'eau plus froide qu'elle, c'est le feu plus abondant de la substance de notre corps qui le quitte, pour passer jusqu'à l'équilibre dans la substance plus froide de l'eau, et que, dans ce dernier cas qui produit la saveur



du froid, comme dans le premier qui produit celle du chaud, l'une et l'autre de ces sensations résultent de l'action immédiate des parties du feu sur nos organes, avec la seule différence que, dans le chaud, l'action du feu irrite les parties de notre corps en quittant le corps étranger pour y rentrer, et que, dans le froid, il ébranle nos parties sensibles par le mouvement qu'il fait pour passer de notre corps dans le corps étranger. S'il en était ainsi, répondrais-je à mon tour, il s'ensuivrait nécessairement de-là que l'impression du chaud et celle du froid, venant également de l'action propre du choc des parties de feu, leur différence dépendrait uniquement de la direction du mouvement de ces mêmes parties de feu, ensorte que cet élément aurait la propriété de produire du chaud, en allant dans une certaine direction, par exemple, de droite à gauche, et du froid lorsqu'il irait dans une autre direction, par exemple, de gauche à droite. Je n'insisterai pas davantage sur cette matière; car j'ai trop bonne opinion du jugement de ceux dont je combats le sentiment, pour les croire incapables de sentir tout ce qu'il y aurait d'absurde, même de ridicule, dans une pareille réponse. Je regarde comme inutile, par la même raison, de parler ici du fluide frigorigène de Muschembroeck, dont on pourrait supposer que les parties ont une action propre à exciter la sensation ou la saveur du froid, de même que les parties du feu sont propres à exciter celles du chaud; car si l'on admettait un pareil fluide, dont aucun des effets du froid ni du chaud ne prouve d'ailleurs l'existence, ce serait bien convenir, sans doute, que le feu ne serait pas le seul corps savoureux; et ce serait un abandon formel de la proposition établie en principe.

*Rép.* 1°. Il est plus que croyable que Macquer n'avait pas la tête meublée des faits qu'il aurait dû connaître, avant de rédiger son mémoire; il est



encore plus extraordinaire qu'il persiste toujours à ne vouloir admettre aucune modification au feu, et de ne lui reconnaître que des actions subordonnées aux autres élémens. Son mémoire semble n'être fait que pour ridiculiser ce que j'ai dit sur la même matière ; il formait vraisemblablement les réponses qu'il voulait me faire faire , avant d'avoir projeté ses objections ; il serait peut-être plus satisfait de mes propres réponses.

2°. Ce qu'il dit sur l'eau, goûtée froide et chaude, est vrai ; mais il paraît qu'il ne l'a pas senti, puisqu'il en fait une ironie : certainement le transport du feu de l'eau goûtée chaude, et le transport du feu de la bouche à l'eau goûtée à la glace, a lieu ; il est inconcevable que Macquer rejette cette idée reconnue pour vraie par tous les physiciens ; je ne m'en suis pas servi dans mes explications précédentes, parce qu'elle est accessoire, et que je n'en avais pas besoin ; mais elle n'en est pas moins réelle : il est démontré que, dans toutes les circonstances, le feu tend à se mettre en équilibre et à se répandre uniformément.

§ XXVIII<sup>e</sup>. D'après toutes ces observations, il paraît démontré aussi solidement qu'un point de théorie puisse l'être en physique, que ce n'est point à l'action propre et immédiate des parties, soit du *feu pur*, soit du *feu presque pur*, ou d'*aucun causticum* que ce soit, qu'on doit attribuer la cause prochaine de la causticité et de la saveur. D'ailleurs, il est bien aisé de sentir que, quand même on admettrait la matière ignée ou l'élément du feu comme caustique unique, comme le seul principe de la causticité et de la saveur de toutes les autres substances, ce ne serait point là établir une théorie générale de la causticité ; car on n'en aurait point pour cela une idée plus claire et plus précise de la causticité, c'est-à-dire, de l'état où doit être la matière en général pour avoir la propriété caustique, ou être douée d'une action dissolvante,



solvante, puisqu'en supposant que le feu fût la seule substance susceptible de cette disposition, il resterait toujours à demander en quoi consiste cette même disposition dans le feu; et en physique, on ne peut pas se flatter d'avoir approfondi les causes des grands effets de la nature, autant que l'esprit humain en est capable, tant qu'on peut espérer de remonter plus haut que les causes particulières de l'espece de celle-ci, auxquelles on s'est d'abord arrêté. Ainsi, en attribuant la causticité, comme on a fait, à l'action propre et immédiate des parties de feu, ce n'est point là assigner véritablement la cause de la causticité et de la saveur, puisqu'il reste toujours à demander pourquoi le feu lui-même a de la causticité et de la saveur, et en quoi consistent ces qualités.

Rép. 1°. D'après tout ce que je viens de dire dans les deux paragraphes précédens, il est aisé, je crois, d'appercevoir que Macquer est bien éloigné d'avoir donné une démonstration aussi solidement établie qu'il le croit contre le système du feu, pour cause de la causticité; il me semble que, s'il eût fait attention, sans prévention, à ce que je dis dans ma Chimie, il y aurait reconnu cet ensemble dans l'ouvrage qui établit une théorie générale; s'il eût connu en outre les réponses que je pouvais faire à ses allégations, il aurait été convaincu qu'elles valent mieux que celles qu'il fait pour moi.

2°. C'est bien mal raisonner, ce me semble, lorsqu'il dit, *il faut connaître l'état où doit être la matière en général pour avoir la propriété caustique, ou être douée de l'action dissolvante... En quoi consiste cette même disposition dans le feu.... Il reste toujours à demander pourquoi le feu a de la causticité, en quoi consistent ces qualités, etc.* Je répondrai à cela que le feu est caustique, parce qu'il l'est; c'est un fait. Je n'ai pas besoin de mieux connaître dans quelle disposition le feu est dans les acides, dans la



chaux vive , etc. : ils sont caustiques, comme le feu , c'est un autre fait ; je leur reconnais des propriétés communes avec cet élément, ils laissent appercevoir le feu qu'ils contiennent ; ils brûlent les corps avec flamme , comme lui ; cela me suffit pour assigner leur cause de causticité à la présence du feu que je ne peux méconnaître, quel que soit l'état sous lequel il se trouve. Quoi ! parce qu'il m'est impossible de savoir pourquoi le feu est caustique, il faut rejeter en doute le feu, comme cause de causticité, des corps qui doivent leur causticité à cet élément ! c'est là, si je ne me trompe, une bien mauvaise physique, pour ne rien dire de plus.

3°. D'ailleurs, si l'on peut hasarder quelques conjectures sur une matière aussi difficile, on pourrait, ce me semble, déduire la cause de la causticité de cet élément, de ses principales propriétés. C'est un fluide si actif, si délié, si tenu, si mobile, qu'il s'insinue entre les parties des corps, en faisant fonction d'une multitude infinie de petits coins, et par l'impétuosité de leur mouvement divergent en tout sens, dilate, déchire et détruit l'organisation des corps sur lesquels il agit. Si cette raison, que je ne donne que comme une conjecture, ne vaut rien, qu'on en donne une meilleure, je l'adopterai avec plaisir.

§ XXIX<sup>e</sup>. *Macq.* Mais quelle est donc enfin cette véritable cause de la causticité, me demandera-t-on à mon tour ? Je pourrais répondre tout simplement que je n'en sais rien, sans que pour cela le sentiment dont je crois avoir démontré le peu de fondement en fût plus véritable. Mais il n'est plus tems que je fasse cette réponse, qui pourtant serait peut-être la plus sage et la plus raisonnable. J'ai exposé mon opinion à ce sujet dans nombre d'articles de la première édition de cet ouvrage : il faut bien, par conséquent, que je la rappelle ici, et que je l'explique le plus claire-



ment qu'il me sera possible. Mais avant tout, dans les discussions quelconques, sur-tout lorsqu'elles sont épineuses comme celle ci, on doit commencer par se bien entendre; je ferai donc d'abord les observations préliminaires qui suivent.

Je conviens premièrement que, si le feu libre est une substance essentiellement fluide, la seule même qui ait cette propriété par sa nature, et qui soit la cause unique de la fluidité de toutes les autres, comme je le pense, cet élément ne peut être méconnu pour une cause éloignée de toute causticité, attendu que l'effet de l'action des caustiques ou dissolvans ne peut avoir lieu sans la fluidité du caustique et du corps sur lequel il exerce son action, ou au moins l'un des deux: ainsi le feu libre influe à cet égard dans l'effet de toute causticité; mais il faut bien prendre garde que ce n'est pas comme cause immédiate, c'est-à-dire, par l'action directe de ses parties propres sur le corps qui éprouve l'effet du caustique, mais seulement comme pouvant seul mettre les parties du corps dans l'état de mobilité nécessaire, pour que la causticité ait son effet: ainsi l'action du feu libre n'est dans la causticité qu'une cause conditionnelle, *conditio sine quâ non*.

En second lieu, je conviens de plus que le feu libre est lui-même, dans le sens que je l'expliquerai, un caustique très-violent; et que d'ailleurs son influence étant nécessaire dans l'effet de la causticité, par la raison que je viens de dire, il joue un rôle dans cet effet; que dans bien des circonstances il peut l'augmenter, et l'augmente réellement, comme on le voit dans les dissolvans, dont l'activité est plus grande, et dans les alimens, dont la saveur est plus marquée quand ils sont chauds que quand ils sont froids.

Rép. 1<sup>o</sup>. Quoique Macquer ait disserté longuement, en rejetant et en admettant, de tems en tems alternativement, le feu pour cause de caus-



ticité, il croit à présent n'avoir encore rien dit sur la véritable cause de la causticité des agens chimiques, puisqu'il se demande à lui-même : *Quelle est donc enfin cette véritable cause de la causticité ?* Il paraît qu'à cet endroit il avait oublié qu'il avait déjà exprimé deux sentimens différens : d'abord, il attribue la causticité des acides à la pesanteur de la matière réduite à ses molécules primitives intégrantes, par l'union que contracte la terre avec l'eau ; c'est son sentiment sur la formation des acides : ensuite il attribue la causticité des alkalis fixes et volatils, augmentée par la chaux vive, à l'absence de l'air fixe. Peu content de ces deux opinions, il insinue à présent que le feu est caustique, et qu'il communique cette qualité à d'autres corps ; mais pour partager cette idée avec moi, il donne adroitement le change à son lecteur. *J'ai exposé, dit-il, mon opinion à ce sujet dans nombre d'articles de la première édition de cet ouvrage.* Pourquoi renvoyer à la première édition de son dictionnaire de Chimie ? Il est visible que c'est pour réclamer, d'un manière oblique, une antériorité qu'il n'a pas. Dans le second alinéa de ce paragraphe : *Si le feu, dit-il, est essentiellement fluide.... il ne peut être méconnu pour une cause éloignée de toute causticité.* C'est par des gradations et des nuances insensibles que Macquer croit parvenir à s'approprier mes idées. Le feu vient d'être reconnu pour être *une cause éloignée de causticité* ; il devient, dans l'alinéa suivant, *un caustique très-violent, dont l'influence est nécessaire dans l'effet de la causticité ; il l'augmente réellement.* Il confond ici exprès l'action naturelle du dissolvant avec celle donnée à ce même dissolvant par un feu étranger ; ces distinctions ne vont point à l'objet et expliquent ce que tout le monde sait, que la chaleur augmente l'activité des liquides, etc.

2<sup>o</sup>. Il a cru apparemment qu'au moyen de ses distinctions et de ses gradations, il voilerait mieux ses intentions ; le renvoi qu'il fait à la première



édition de son dictionnaire est bien fait pour donner le change, et pour faire croire qu'il avait avant moi l'idée que le feu est la cause de la causticité des agens chimiques. *J'ai exposé, dit-il, mon opinion à ce sujet dans la première édition de cet ouvrage : il faut bien, par conséquent, que je la rappelle ici.* Ne croirait-on pas qu'en effet il en ait parlé. Au lieu de cela on trouve, aux endroits cités, la doctrine que j'ai rapportée fidèlement au cinquième alinéa du § 1<sup>er</sup>, où je renvoie le lecteur pour éviter les répétitions. On verra que le feu n'est entré pour rien dans les explications qu'il donne.

§ XXX<sup>e</sup>. *Macq.* Troisièmement, il est bien essentiel de se rappeler ici ce que j'ai dit au commencement de cet article sur l'action des caustiques et des dissolvans; c'est qu'il résulte constamment et nécessairement deux effets de cette action; savoir, la désunion des parties du corps sur lequel elle se porte, et l'union de ces mêmes parties avec celles du caustique ou dissolvant; ensorte que cette séparation et cette nouvelle union sont deux effets simultanés et inséparables d'une même cause. En disant que ces deux effets sont inséparables, je ne veux point faire entendre que l'union des parties du corps dissous ou rongé par le caustique, avec les parties de ce même caustique, soit toujours proportionnée à son action, ou même qu'il n'arrive jamais qu'elle n'ait point lieu; car cette assertion serait contraire à l'expérience: mais je dis que la nouvelle union est le but de la causticité ou de l'action dissolvante; qu'elle en est une suite, une dépendance nécessaire, et qu'elle s'effectue toujours aussi complètement que les circonstances peuvent le permettre. La nouvelle union est tellement le but, et même le but unique de la dissolution; elle en est une dépendance et une suite si nécessaire, que sans elle la dissolution n'aurait jamais



lieu ; la preuve en est que l'action du dissolvant ou du caustique est absolument proportionnée à cette union , c'est-à-dire que , si après que le caustique a produit tout son effet de dissolution , ses parties n'ont pu contracter aucune union avec celles du corps dissous , le dissolvant conserve , après cette dissolution , tout autant de causticité ou d'action dissolvante qu'il en avait auparavant ; que si , au contraire , une union intime et parfaite des parties du dissolvant avec celles du corps dissous , a suivi la dissolution , il ne reste plus au dissolvant ou caustique , après cette union , la moindre apparence d'action dissolvante ou de causticité ; et qu'enfin si cette union , suivante ou plutôt compagne , se fait plus ou moins complètement , il reste toujours au caustique un degré de causticité très-exactement proportionné , en raison inverse , à l'intimité de cette union. Ce sont là des faits établis sur autant de preuves expérimentales qu'il y a d'opérations de chimie , et que , par conséquent , ne peuvent contester aucuns de ceux qui possèdent véritablement cette science.

*Rép.* Macquer fait ici encore trois distinctions bien verbeuses , mais qui n'ont nul rapport à l'opinion qu'il avait promis de développer au § XXIX<sup>e</sup>. Au reste , ce que contient ce paragraphe est conforme aux faits , et n'est susceptible d'aucune discussion.

§ XXXI<sup>e</sup>. *Macq.* Cela posé , quelle autre idée raisonnable peut-on se former de l'état d'une substance quelconque , qui a cette qualité que nous nommons *causticité* , laquelle est démontrée par le fait n'être autre chose qu'une tendance à l'union , sinon de considérer les parties intégrantes de cette substance caustique comme tellement disposée , soit par leur figure , soit par l'interposition de quelqu'autre substance , que , ne pou-



vant se joindre entre elles avec l'intimité à laquelle elles tendent, il leur reste une force non satisfaite, en vertu de laquelle elles sont déterminées à s'unir avec les parties intégrantes de toute autre espèce de corps, avec lesquelles elles auront la liberté de contracter une union plus intime que celle qu'elles ont entre elles?

*Rép.* 1<sup>o</sup>. La causticité, suivant Macquer, est la tendance que certaines substances ont pour s'unir avec d'autres : bien ; mais tendance est un mot, un fait synonyme à affinité, à attraction ; tendance enfin veut dire qui veulent s'approcher, qui veulent s'unir, et n'explique rien de plus. On ne demande pas l'explication du fait, cela est impossible ; mais on observe que beaucoup de corps, sans être caustiques, s'unissent en vertu de cette tendance générale de la matière ; ainsi la causticité est une autre propriété du corps qui la possède : le corps caustique peut bien posséder cette tendance dans un degré plus fort que les autres corps ; mais il n'en est pas moins réel que c'est une qualité de plus que la simple tendance à l'union. Si l'on considère les parties intégrantes qui composent les corps caustiques, un acide, par exemple, on remarque qu'il doit entrer dans sa composition quelques substances actives, indépendantes du fluide aqueux, inerte, qui tempère son action, puisqu'à mesure qu'on le délaie dans de l'eau, on diminue sa force et *vice versa*. Ainsi je demande le nom de la substance qui donne à cet acide, ainsi qu'aux autres agens chimiques, cette propriété dissolvante, cette propriété caustique enfin. Hé bien ! considérons les parties intégrantes d'un acide. Je puis d'abord conclure que ce n'est point l'eau qu'il contient qui dissout les métaux, etc. ; elle n'est que le véhicule ou le délayant de la substance qui a la propriété caustique. C'est la nature de cette substance qu'il faut chercher à connaître, et le mot de l'énigme sera connu. Mais



je ne puis la connaître que par les effets. Or, je reconnais que ces effets sont communs à ceux du feu libre et en action, comme je l'ai déjà dit bien des fois ; mais ce feu dans l'acide a moins d'activité que celui pur et libre, parce que son action est mitigée par la combinaison qu'il a contractée pour former l'acide. Je puis conclure, sans craindre de me tromper, que la substance caustique de cet acide est *du feu dans l'état de liquidité*, légèrement combiné. Dans quel état ce feu est-il combiné ? je n'en sais rien ; cela est aussi difficile à connaître que la cause pour laquelle le feu brûle, dissout, liquéfie les corps, etc. Les caustiques en font autant avec un peu moins d'activité ; voilà toute la différence.

2°. Ici Macquer laisse appercevoir, pour la première fois, que la causticité pourrait être autre chose que la simple tendance à l'union, puisqu'il propose *de considérer la figure des parties intégrantes du caustique*, ainsi que ce qui peut être *interposé entre ses parties*. Au lieu de suivre cette idée, il se perd tout de suite dans l'obscurité, lorsqu'il dit : *il leur reste une force non satisfaite, en vertu de laquelle ils s'unissent à d'autres corps pour former des unions plus intimes qu'elles ont entre elles*. Nous venons de dire que le feu était la substance des caustiques ; il est impossible de connaître la figure des molécules de cet élément, ainsi que celles qu'elles ont lorsqu'elles sont entrées en combinaison. *L'interposition de quelqu'autre substance*, entre les caustiques dont parle Macquer, me paraît si obscure, qu'il m'est impossible de deviner ce qu'il a voulu dire ; qu'est-ce que cette autre matière, est-elle indépendante du caustique, et le caustique est-il encore caustique par l'absence de cette même matière, etc. ? Il n'est pas plus facile de deviner ce qu'il veut dire, par la *force non satisfaite que les caustiques conservent, etc.* Il est de la nature des acides d'être acides, et les parties qui les composent d'être mieux unies entre elles que



les combinaisons subséquentes qu'ils peuvent former, puisque, jusqu'à présent, on n'est point encore parvenu à décomposer les acides. Cette force non satisfaite est insignifiante, il est de la nature des acides d'être tels; on ne peut pas dire que ce soit une force qui leur reste; d'ailleurs si l'on satisfait cette force, c'est en les combinant; alors ils cessent d'être acides.

§ XXXII<sup>e</sup>. *Macq.* J'examine un alkali fixe végétal mis dans l'état de la plus grande causticité; je vois que cette substance a une activité extrême pour ronger et dissoudre tout ce qu'elle touche; sa saveur est portée jusqu'à l'âcreté la plus douloureuse; s'il est privé d'eau, il saisit avec une force surprenante celle avec laquelle on le mêle, ou même celle qui est contenue dans l'air; sa *déliquescence* est extrême, il corrode et réduit en pâte toutes les matières végétales et animales auxquelles on l'applique; il dissout les huiles et les graisses avec énergie, et les transforme en savons. Mais que résulte-t-il de toutes ces dissolutions faites avec une si grande activité? Il en résulte que son action dissolvante ou sa causticité diminue constamment dans la même proportion qu'elle s'exerce, ou plutôt, comme je l'ai dit, en raison de l'intensité et de la force de l'union que ce caustique contracte avec les substances sur lesquelles il porte son action. S'est-il saisi, par exemple, de la substance volatile gazeuse qu'on peut séparer des pierres calcaires et de beaucoup d'autres matières? Comme cette substance légère et presque aérienne a trop peu de corps pour contracter avec lui l'union la plus intime, il a conservé encore, après cette union, une portion de son action dissolvante; on lui retrouve toutes les propriétés qui le caractérise alkali fixe. Mais aussi, comme il s'est combiné jusqu'à un certain point avec ce gaz, sa causticité a dû diminuer, et est diminuée en effet en proportion de cette nouvelle



union : non-seulement l'âcreté de sa saveur s'est beaucoup adoucie , mais encore il ne cautérise plus les chairs des animaux ; loin d'avoir la même déliquescence que dans son état de plus grande causticité , il est susceptible de se cristalliser et de se conserver tant qu'on veut , en plein air , en cristaux secs ; il n'a plus assez de force pour dissoudre les huiles et les graisses avec l'efficacité nécessaire à la combinaison savoneuse : il en est de même de toutes ses autres propriétés.

*Rép. 1<sup>o</sup>. Macquer , comme on voit , rappelle souvent les propriétés de l'alkali caustique , qu'il confond avec la causticité , et il oublie continuellement que la question qu'il a posée est de faire connaître la nature de la matière qui produit la causticité ; si du-moins il tirait des conséquences indiquées par les effets de l'alkali caustique qu'il expose avec tant de complaisance , on supporterait mieux ses répétitions ; il reconnaît que cette substance saline ronge , dissout , a une saveur portée jusqu'à l'âcreté la plus douloureuse , etc. au lieu de reconnaître dans ces effets ceux du feu pur , presque libre et en action. Il en résulte , dit-il , que la causticité diminue dans la proportion qu'elle s'exerce , en raison de l'intimité de l'union qu'elle contracte avec les substances sur lesquelles elle porte son action. Il ne s'apperçoit pas que le résultat qu'il tire est un fait qui prouve une décomposition de l'alkali caustique ; un fait n'est point une explication , et ce fait en lui-même n'apprend rien sur la nature de la substance qui est la cause de la causticité et de la saveur.*

2<sup>o</sup>. L'erreur de Macquer vient de ce qu'il suppose que les alkalis caustiques , dans leurs combinaisons avec les acides , ne perdent aucun de leurs principes. Mais s'ils doivent leur causticité au feu , et que cet élément ne puisse faire partie de la nouvelle combinaison , et qu'il se dissipe , l'alkali restant ne doit plus avoir la même causticité qu'au-



paravant. Macquer admet dans d'autres combinaisons le dégagement de l'air, et il s'obstine toujours à ne vouloir accorder au feu aucune action de déplacement; enfin, dans son imagination, cet élément est un être passif et subordonné.

3°. Il en est de même sur ce qu'il dit de la *substance volatile gazeuse qui a trop peu de corps*. Il n'a, dans ce gaz des pierres calcaires, considéré que la substance aériforme, et non l'acide qu'elle contient; il a entièrement méconnu, dans son article *causticité*, que cet acide sature l'alkali caustique, en fait un sel neutre, et que c'est parce qu'il devient sel neutre qu'il perd ses propriétés caustiques, déliquescentes, etc., comme cela lui arrive avec les autres acides; c'est le propre des acides de cristalliser avec les alkalis: dans cet état de sel neutre, il n'a plus la même action sur les substances, parce que l'action des sels neutres est nulle sur les substances qu'il désigne. Au reste, on voit qu'il fait continuellement le cercle vicieux, et que c'est toujours la même question remise sur le tapis, sans jamais rien éclaircir. L'intimité et la force de l'union sont des mots qui ne disent que le fait et n'expliquent rien: le vinaigre, dans la terre foliée tient moins à l'alkali que l'acide vitriolique; chaque acide a sa manière d'être et sa manière de se combiner, mais sans qu'on en puisse rien inférer dans la recherche de la cause de la causticité: tout cet article de Macquer est étranger à l'objet.

§ XXXIII<sup>e</sup>. *Macq.* Si, au lieu de présenter à l'alkali caustique le gaz dont nous venons de parler, on lui fait porter son action sur les huiles et les graisses, il épuise une partie de sa causticité sur ces substances d'une manière encore plus marquée que sur le gaz, parce qu'il contracte avec elles une union plus intime; aussi les propriétés alkalines et l'action dissolvante, quoiqu'encore un peu sensible dans les savons, le sont infiniment



moins que dans l'alkali simplement saturé de gaz.

*Rép.* Sans doute , l'alkali caustique forme , avec les matières graisseuses , d'autres combinaisons qu'avec l'air fixe ; mais comme le feu déjà combiné dans cet alkali a beaucoup d'affinité avec les matières grasses , il en reste la plus grande partie ; et si le savon , quand il est vieux fait , a moins de saveur que l'alkali simplement saturé d'air fixe , c'est que les matières grasses enveloppent mieux ce feu ; mais c'est à la portion restante de cet élément combiné qu'on doit attribuer les propriétés que l'on connaît au savon. Enfin le savon n'est plus dans la classe d'un simple sel neutre ; la comparaison que Macquer fait ici n'est point exacte , parce qu'il ne se doutait pas que l'air fixe faisait , avec l'alkali , un véritable sel neutre.

§ XXXIV<sup>e</sup>. *Macq.* Avec les acides en général , mais particulièrement avec l'acide vitriolique , l'action de la causticité des alkalis , et son abolition qui en est la suite , se manifeste encore d'une manière plus frappante. Qu'on fasse attention à ce qui arrive à l'alkali fixe le plus caustique , lorsqu'il agit sur l'acide vitriolique qui , dans son genre , est un autre caustique tout aussi puissant ; les parties intégrantes de ces deux corrosifs sont disposées de manière que les unes peuvent contracter avec les autres une union beaucoup plus intime , qu'avec celles de la plupart des autres substances ; aussi se portent-elles les unes vers les autres avec une violence extrême ; elles s'unissent avec une très grande force ; elles épuisent réciproquement leur action par cette union , et à tel point , qu'après que cette union est faite , il ne reste plus , ni à l'acide vitriolique , ni à l'alkali caustique , la moindre apparence de causticité ; à peine le nouveau composé qui résulte de cette union , le tartre vitriolé , conserve t il une mé-



diocèse saveur saline , et un peu de dissolubilité dans l'eau ; il n'y a presque plus aucun corps sur lequel il puisse donner des marques de sa faible action.

*Rép.* La causticité de ces deux caustiques puissans est perdue pour les raisons que j'ai déduites au § VIII<sup>e</sup>. , septième alinéa ; au § XI<sup>e</sup>. , quatrième alinéa ; aux § XV<sup>e</sup>. , XVII<sup>e</sup>. et XXI<sup>e</sup>. , deuxième alinéa. Au moyen de ces renvois , je n'ennuierai pas le lecteur par de nouvelles redites ; nous voyons que c'est la même question que Macquer ne se lasse pas de représenter.

§ XXXV<sup>e</sup>. *Macq.* Enfin si , au lieu de combiner l'alkali caustique avec l'acide vitriolique , on lui fait porter son action sur une matière purement terreuse ( ce qui exige la fusion au grand feu , à cause de la force de l'aggrégation des parties intégrantes de la terre ) , l'action de ce caustique s'exerce si complètement sur la matière terreuse , et l'union que les parties de ces deux substances contractent entre elles , à raison de cette action , est si forte , que le nouveau composé , le verre qui en résulte , loin de donner le moindre signe de causticité , n'a pas même la plus légère apparence de saveur , ni d'aucune des propriétés salines. ☉

*Rép.* Le verre ne conserve point de causticité pour les raisons que j'ai dites au § VII<sup>e</sup>. , quatorzième alinéa ; il est dans les mêmes circonstances que la *chaux brûlée* : l'eau et l'air ne peuvent faire partie de la vitrification , ces deux substances sont nécessaires pour fixer et combiner le feu sous forme saline dans la chaux ; aussi , pour peu que le verre ne soit pas suffisamment cuit , l'alkali n'est pas complètement combiné dans l'état vitreux avec la terre ; alors le verre attire l'humidité de l'air ; cette humidité est très salée , et il y a bien des nuances dans ces propriétés du verre



mal cuit. Je les détaille dans ma Chimie, il serait trop long de les rapporter ici. Mais sans prendre d'alkali caustique, les mêmes phénomènes ont lieu avec l'alkali fixe ordinaire : ainsi ce n'est point à l'alkali caustique qu'on doit rapporter les phénomènes de vitrification, comme Macquer voudrait l'insinuer ici ; l'alkali caustique perd sa causticité par la violence du feu, comme la chaux perd la sienne par la même cause, et parce que la qualité caustique ne peut point faire partie d'un verre bien fait. Mais quel rapport ces détails ont-ils avec la recherche de la cause de la causticité des agens chimiques, que Macquer avait promis de faire connaître ?

§ XXXVI<sup>e</sup>. *Macq.* Quoique toutes ces choses soient connues en chimie jusqu'au point d'en être triviales, je suis forcé de les rappeler ici, et d'en former un tableau qu'on puisse saisir d'un même coup-d'œil, parce que les efforts qu'on a faits pour expliquer la causticité par l'action propre des parties du feu ou d'un *causticum* particulier, prouvent clairement qu'on n'a pas assez senti les conséquences naturelles de cette *saturation* qui accompagne l'action des caustiques, ou qui en est l'effet et la suite. Je ferai encore, par la même raison, quelques réflexions sur plusieurs circonstances des combinaisons des caustiques avec les corps sur lesquels ils exercent leur causticité.

*Rép.* Oui certainement toutes ces choses sont très-connues, je les ai expliquées d'une manière simple dans ma Chimie, à l'article *combinaison* : mes explications sont déduites des faits et des observations. Macquer, avec ses distinctions, dont la plupart n'ont aucun rapport à la matière, y répand comme à plaisir toute l'obscurité qu'il peut, j'ose dire sans rien donner de raisonnable en place de ce qu'il veut détruire.

§ XXXVII<sup>e</sup>. *Macq.* Il faut remarquer d'abord, dans tous les exemples dont je viens de parler,



la proportion exacte qui se trouve entre la diminution de la causticité de l'alkali, et le degré de la force avec laquelle ce caustique adhère aux substances auxquelles il s'unit. De toutes ces substances, le gaz est celle avec laquelle il contracte l'union la moins intime et la moins forte, puisque les simples terres calcaires calcinées, et tous les acides, jusqu'aux plus foibles, peuvent lui enlever ce gaz à froid, et avec la plus grande facilité; aussi tout l'effet de diminution de causticité que ce gaz soit capable de produire sur l'alkali, en l'en supposant même saturé autant qu'il puisse l'être, se réduit à le rendre cristallisable, moins déliquescent, moins âcre, moins propre à se combiner avec les huiles et matières grasses; mais lui laisse, dans un degré très-marqué, toutes ses propriétés alkali-nes, ensorte que, quand il est dans cet état, on le nomme *alkali fixe ordinaire ou non caustique*.

*Rép.* La proportion que Macquer veut établir entre la diminution de causticité, et le degré de force avec lequel l'alkali caustique adhère aux substances avec lesquelles il s'unit, est fort indifférente à la recherche de la causticité, quelle qu'en soit la cause, et n'éclaircit rien sur cette matière; que la diminution soit comme 4, et que la force soit comme 8, qu'importe à la question? mais ce qu'il importe le plus de savoir, et ce qui a induit Macquer en erreur, est qu'il a entièrement méconnu, dans tout le cours de son mémoire, l'existence et le jeu de l'acide de l'air fixe; qu'il a de même méconnu ses affinités marquées, comme les ont les autres acides. Il a toujours considéré le gaz lui-même, ou le fluide aériforme, sans considérer cet acide en aucune manière; cet acide est le plus faible, il est déplacé par tous les autres; l'alkali qui en est saturé conserve encore ses propriétés alkali-nes; mais la terre foliée la mieux faite, sans être manifestement alkali-que, conserve de l'alkali une grande déliquescence et une saveur fort âcre;



ainsi chaque acide a sa manière de se comporter dans les combinaisons qu'il peut former. Tout ceci n'a point de rapport à l'opinion que Macquer avait promis de développer, et qu'il ne développe que d'une manière si obscure qu'il est difficile de deviner ce qu'il veut dire.

§ XXXVIII<sup>e</sup>. *Macq.* Quoique les huiles et les graisses ne contractent point une union bien intime avec l'alkali caustique, dans la combinaison des savons, puisqu'elles peuvent en être séparées, comme le gaz, à froid et par les acides les plus faibles, cette union est cependant plus forte que celle du gaz; car ces matières grasses n'en peuvent être séparées, comme le gaz, par les simples terres calcaires calcinées; et nous voyons aussi que la causticité de l'alkali est plus amortie par les matières grasses que par le gaz. Tout le monde sait, en effet, que le savon est moins caustique, moins dissolvant, moins alkalin, que l'alkali le plus gazeux et le plus cristallisable.

C'est encore une vérité reconnue et avouée de tous les chimistes, que les acides quelconques contractent une adhérence plus complète et plus forte que les huiles avec l'alkali caustique; et nous voyons aussi que, dans tous les sels composés d'acide et d'alkali, la causticité alkaline est tellement diminuée, qu'elle n'est plus reconnaissable, et disparaît d'autant plus complètement, que l'acide uni avec l'alkali est plus simple et plus puissant.

*Rép.* 1<sup>o</sup>. Ce paragraphe donne une nouvelle preuve que Macquer ignorait absolument le jeu des affinités de l'acide de l'air fixe, dans les expériences qu'il rapporte; il compare l'alkali gazeux avec le savon; et pour prouver que la composition de ce dernier est plus intime et plus forte, il fait remarquer que la chaux qui décompose l'alkali gazeux, ne décompose pas le savon; et il conclut de cette

différence



différence que la combinaison du savon est plus intime et plus forte que celle de l'alkali gazeux. C'est certainement un raisonnement de bien mauvaise physique, pour ne rien dire de plus : la chaux est une des substances constituantes du savon, qui ne peut le décomposer pas plus que de l'alkali ou de l'huile. Vouloir que le savon se décompose par de la chaux ou de l'eau de chaux, serait vouloir décomposer du nitre par de l'acide nitreux ; du sel marin par de l'acide marin, etc. S'il eût connu les affinités des substances dont il parle, il aurait su que l'acide de l'air fixe décompose le savon, comme le font les autres acides.

2°. Ce que dit Macquer, dans le second alinéa de ce paragraphe, vient à l'appui de la justesse de mes observations ; il dit, *que les acides quelconques contractent avec l'alkali caustique des unions plus fortes qu'avec les huiles*, et cela est vrai ; et cependant il ne tire aucune conséquence du principe qu'il établit pour reconnaître l'affinité de l'acide de l'air fixe, plus grande avec ce même alkali qu'avec les huiles, tant il est vrai qu'il a méconnu le jeu de l'acide crayeux dans toutes ces expériences.

§ XXXIX<sup>e</sup>. *Macq.* Je pourrais suivre ainsi les combinaisons de l'alkali caustique avec un très-grand nombre d'autres substances, telles que *le soufre, les métaux, l'arsenic, le sel fédatif, les charbons, la matière colorante du bleu de Prusse, etc.*, et faire remarquer la même proportion, entre la diminution de sa causticité et l'intimité de l'union qu'il est susceptible de contracter avec chacune de ces substances. Mais pour ne point étendre cet article, qui n'est déjà peut-être que trop long, je me borne à l'union de l'alkali par la fusion avec des substances purement terreuses, que j'ai déjà citées ; et j'observe que cette union, dans une vitrification parfaite, est la plus forte de toutes, puisqu'elle ne peut être détruite par au-



cun intermede connu, et qu'elle résiste à l'action d'un feu des plus violens : elle est, par cette raison, de toutes les combinaisons d'alkali fixe caustique, celle dans laquelle sa causticité, et jusqu'à ses plus faibles propriétés salines, sont le plus parfaitement abolies : elles le sont à tel point, que si l'on ignorait la composition du verre, aucune de ses propriétés ne pourrait faire naître le moindre soupçon qu'il contient réellement beaucoup d'alkali.

Rép. 1<sup>o</sup>. Il est certain qu'on peut suivre, tant qu'on voudra, l'action de l'alkali caustique sur toutes les substances de la nature ; mais si elles ne font pas mieux découvrir la cause de la causticité des agens chimiques que Macquer vient de promettre de rechercher, il est inutile de multiplier les êtres sans nécessité. *Ce rapport, qui l'occupe tant, entre la diminution de la causticité et celui de l'intimité de l'union, est pour donner le change à la question, et est absolument oiseux.*

2<sup>o</sup>. Macquer se trompe manifestement sur l'état de la portion de l'alkali qui reste dans le verre bien fait ; il fait partie du verre, il ne peut être sous forme d'alkali caustique, pour les raisons que j'ai déduites au § VII<sup>e</sup>. , quatorzième alinéa, et au § XXXV<sup>e</sup>. spécialement. Macquer se trompe encore, lorsqu'il dit *que cette union ( de la terre avec l'alkali caustique ), dans une vitrification parfaite, ne peut être détruite par aucun intermede connu.* Au contraire, on décompose le verre le mieux fait avec la plus grande facilité : il suffit pour cela de le réduire en poudre, de le faire fondre dans un creuset avec quatre parties de sel alkali pour le réduire en *liquor silicum*, dissoudre dans de l'eau la matière, précipiter la terre par un acide quelconque, la laver, la faire sécher et la peser : on saura par ce moyen, à peu de chose près, dans quelle proportion la terre est entrée dans la composition du verre.



§ XL<sup>e</sup>. *Macq.* Ce que je viens de dire sur la causticité de l'alkali fixe , est applicable à celle des acides , et en général à tous les autres caustiques ou dissolvans. Si je n'écrivais que pour les lecteurs très-profonds dans la chimie , ils feraient ces applications d'eux-mêmes ; il serait inutile que je rapportasse d'autres exemples , et ceux mêmes dont je viens de parler auraient été de trop ; mais comme le développement de la vraie cause de la causticité me paraît être le fondement unique de toute théorie raisonnable dans cette vaste science , je ne puis me dispenser d'éclairer et de convaincre sur cet objet , autant qu'il est en moi , ceux dont la vue est la moins étendue , et qui , par cette raison , ont de la peine à saisir tous les rapports et à contempler l'ensemble d'un grand nombre de faits.

Voici donc encore un exemple , que je choisis entre beaucoup d'autres , parce qu'il renferme une circonstance particulière , à laquelle il est bon de donner quelque attention.

Lorsqu'on applique de bon acide nitreux à de la chaux , la causticité de cet acide s'exerce avec violence et chaleur sur cette matière terreuse : si l'on applique une autre portion du même acide nitreux à de l'étain , on observe que ce caustique agit sur le métal avec la même violence et la même chaleur que sur la chaux ; mais en examinant ce qui résulte de ces deux mélanges , on y trouve une différence bien frappante : celui de l'acide et de la chaux n'a plus ni la causticité , ni la saveur , ni aucune propriété caractéristique des acides : celui du même acide avec l'étain conserve , au contraire , toute la causticité et toute l'acidité propre à l'acide nitreux. D'où vient une différence si singulière ? Les partisans du *feu pur* ou *presque pur* , ou *causticum* , ne peuvent dire autre chose , sinon que , dans le tems que l'acide nitreux et la chaux ont agi l'un sur l'autre , le feu dont ces deux caustiques sont tout pleins , et auquel ils doivent leur caus-



ticité, s'en est séparé en produisant la chaleur qu'on a éprouvée, et qu'en perdant ce feu, ils ont par conséquent perdu leur causticité. Cette réponse est assez simple et assez claire. Mais il n'en sera pas de même de celle qu'on pourra faire de la causticité qui reste toute entière à l'acide nitreux, après qu'il a agi sur l'étain; il faudra supposer que cet acide, qui perd son feu ou son *causticum* en agissant sur la chaux, ne le perd point quand il agit sur l'étain, quoique la chaleur et le mouvement qui accompagnent cette action, soient pour le moins aussi considérables que celle qui naît de l'action du même acide sur la chaux; il faudra supposer que la chaleur de la dissolution de l'étain n'est due qu'au développement du feu combiné dans ce métal, qui s'en sépare par préférence à celui qui est combiné dans l'acide nitreux, sans pouvoir assigner aucune raison de cette préférence, puisqu'au contraire le phlogistique paraît plus étroitement combiné dans les métaux que dans l'acide nitreux.

*Rép. 1<sup>o</sup>. Si, comme Macquer le dit, et comme je n'en doute pas moi-même, la vraie cause de la causticité est le fondement unique de toute théorie raisonnable dans cette vaste science, il est important de faire les recherches pour la découvrir; j'ose croire avoir fait cette découverte en l'attribuant au feu: elle a servi à toutes mes explications dans ma Chimie, qui jusqu'ici ont été trouvées simples et naturelles; j'ose croire encore que tout ce que Macquer a objecté contre cette doctrine, ne fait que l'assurer et la confirmer davantage. Macquer n'est pas heureux dans le choix des expériences qu'il compare, pour infirmer la doctrine du feu pour cause de la causticité; elles sont toujours mal adroites et sans rapports entr'elles, comme on va le voir encore une fois: ce qui l'embarrasse va s'éclaircir avec la plus grande facilité; mais ce n'est pas tout-à-fait avec les réponses qu'il me suggère*



encore à la fin de son paragraphe. Il est question ici de deux expériences auxquelles Macquer met beaucoup d'importance, parce qu'elles lui paraissent semblables dans son sens et contradictoires à la théorie du feu, à cause des résultats différens. Mais pour plus de clarté et d'ordre, nous séparerons l'une de l'autre les réponses que nous allons faire à ces deux expériences, afin d'éviter toutes confusions.

2°. L'acide nitreux et la chaux se combinent avec une chaleur très-considérable ; il résulte, après leur union, du nitre à bâte terreuse ; ce sel n'a plus ni la causticité de la chaux, ni celle de l'acide nitreux. C'est un fait incontestable. Cette expérience renferme toujours la même question que Macquer présente à chaque instant ; pour ne point ennuyer le lecteur par une nouvelle redite, je le prie de recourir, pour connaître la réponse toute faite, au § VIII<sup>e</sup>., septième alinéa ; au § XI<sup>e</sup>., cinquième alinéa, et aux § XV<sup>e</sup>., XVII<sup>e</sup>. et XXI<sup>e</sup>., deuxième alinéa.

3°. L'acide nitreux présenté à l'étain agit avec la même action, même développement de chaleur brûlante ; après que tout le fracas est passé, on trouve l'étain calciné réduit en chaux blanche, et la portion d'acide échappée à l'évaporation non combinée, surnager la chaux d'étain avec toute la causticité qu'il avait auparavant. Tels sont les faits, et Macquer voit, dans ces deux expériences, une contradiction à la théorie du feu, comme caustique.

4°. D'abord l'acide nitreux n'est point combiné à l'étain ; dès qu'il n'est pas combiné, il n'a pas dû perdre ses propriétés caustiques acides ; il a fait, d'une manière plus efficace et en moins de tems, ce que l'action seule du feu aurait fait, c'est à-dire enlever le principe inflammable à ce métal. Ainsi, en supposant que l'acide perdît de son feu pendant cette calcination, il n'est pas bien éloigné du foyer d'activité pour s'approprier de



l'étain celui qu'il peut perdre pendant cette action. Dans cette expérience, l'acide nitreux n'est qu'un instrument qui opère la calcination de l'étain sans se combiner ; rien de surprenant de le trouver par conséquent tel qu'il était avant ; c'est comme si on l'eût fait chauffer seul, et qu'on en eût fait dissiper une partie : ce qui reste n'est point changé de nature ; il ne perd ses propriétés acides et caustiques que lorsqu'il se combine réellement et non autrement. Cela prouve seulement que l'acide nitreux n'a aucune tendance à l'union avec l'étain, mais bien avec le principe inflammable de ce métal ; qu'il brûle comme il brûle d'autres substances, sans qu'on puisse recueillir aucune combinaison. Cette idée va être mieux développée dans mes réponses au paragraphe suivant, Macquer m'en fournit l'occasion.

§ XLI<sup>e</sup>. *Macq.* Mais au lieu de toutes ces suppositions dénuées de preuves, j'examine l'état des deux dissolutions : je vois que dans celle de la chaux, cette terre a disparu entièrement ; qu'elle s'est combinée avec l'acide, de manière qu'il ne reste plus qu'une liqueur transparente et homogène : en un mot je m'assure, par l'expérience, que le résultat de l'action de l'acide nitreux sur la chaux, a été que chacune de ses parties s'est unie à chacune de celles de la chaux ; et j'en conclus que la tendance à la combinaison qu'avaient les parties de ces deux substances avant leur union, en quoi consistait essentiellement leur causticité, ayant été satisfaite par cette union qu'elles ont contractée les unes avec les autres, leur causticité doit nécessairement être abolie ou diminuée en proportion de l'intimité de cette même union. J'examine ensuite l'état de la dissolution de l'étain, et je trouve que ce métal ou sa terre, après avoir éprouvé toute l'action caustique et corrosive de l'acide nitreux, n'a été que divisé par cette action ; qu'il s'est précipité en un dépôt blanc au



fond de la liqueur ; en un mot , que ses parties n'ont point contracté d'union avec celles de l'acide ; et j'en conclus que , comme la causticité de l'acide nitreux n'est autre chose que la tendance que ses parties ont à l'union , et qu'il a exercé cette tendance sur l'étain , mais sans qu'elle ait été satisfaite par son union subséquente avec ce métal , cet acide doit conserver , après cela , la même causticité , la même acidité qu'il avait auparavant ; et cela se trouve très-conforme à l'expérience. Je demande maintenant laquelle de ces deux explications est la plus simple et la mieux d'accord avec tous les phénomènes des dissolutions , combinaisons , saturations , c'est-à-dire avec tous les grands effets dont la connaissance , ainsi que celle de leurs rapports , constituent vraiment la science de la chimie.

*Rép. 1<sup>o</sup>. Par suppositions dénuées de preuves*, Macquer entend les réponses qu'il a eu la bonté de faire pour moi , et il a grandement raison de les regarder comme telles. Mais celles que j'ai substituées aux siennes ont , si je ne me trompe , plus de clarté et de vérité. La première expérience , comme je viens de le dire , présente une véritable combinaison. Il n'est pas vrai , comme le dit Macquer , que chaque partie de la chaux se soit unie à chaque partie de l'acide ; le feu de la chaux fait partie de cette substance , et ne s'unit à rien dans la combinaison ; il se dégage , produit la violente chaleur et se dissipe : pendant que cela se passe , le mélange absorbe de l'air. Macquer conçoit toujours que deux corps qui se combinent , s'unissent en totalité , sans rien perdre et sans rien gagner ; si cela était , deux caustiques , comme l'acide vitriolique et l'alkali caustique , formeraient , par leur union , un composé plus caustique que les deux pris séparément , ou au moins aussi caustique que l'un des deux. Cela ne peut pas être autrement , suivant toutes les lois de la physique : deux forces



qui s'unissent sans rien perdre augmentent réciproquement leur force. La chaleur qui se manifeste à l'instant du mélange de l'acide nitreux et de la chaux reste-t-elle dans ce mélange, ou se dissipe-t-elle ? Or, le mélange se refroidit ; donc cette chaleur qui est nécessairement du feu, se dissipe et ne fait point partie de la nouvelle combinaison. Ainsi voilà deux phénomènes qui se passent dans presque toutes les combinaisons, absorptions ou dégagemens d'air, évacuations de feu ou emprunts de feu dans l'air ; voilà ce qu'il fallait que Macquer prît en très-grande considération, pour avoir des idées nettes sur la nature de la combinaison en général.

2°. Macquer croit avoir tout dit et tout fait connaître sur le chapitre de la combinaison, avec ses grands mots favoris, *tendance à l'union, tendance satisfaite, tendance non satisfaite, intimité d'union, etc.* Tendance est un mot qui exprime la propriété, la disposition que deux corps ont à s'unir ; tendance n'est pas l'union, mais l'union fait disparaître la causticité de deux substances caustiques ; dans le système de Macquer, *l'intimité de l'union* n'apprend rien sur la cause de la déperdition réciproque de la causticité de deux corps caustiques : dire qu'ils ont épuisé réciproquement leurs propriétés, cela ne veut rien dire, à moins de dire comme je l'ai dit il y a un instant ; ils ont expulsé réciproquement le caustique qu'ils contenaient, ne pouvant faire partie du nouveau résultat, c'est-à-dire le feu. Dans le système de Macquer, on n'apprend rien non plus sur ce qui se passe pendant que la *tendance se satisfait* ; il ne parle, dans aucun de ses ouvrages, des phénomènes qui précèdent l'intimité de l'union : la découverte de l'air fixe est venue ; il conçoit qu'on dégage de la craie, par le moyen des acides, *une substance volatile*, un gaz, et il en est resté là ; il ne peut concevoir que, dans d'autres circonstances, la combinaison absorbe du *gaz volatil* : il conçoit encore moins que, dans



l'expérience de la chaux et de l'acide nitreux, il se dégage du feu, et que dans d'autres circonstances où il se produit du froid, la combinaison absorbe du feu qu'elle prend de l'air ambiant. Toutes ces questions sont développées dans ma Chimie aux endroits qui leur convient.

3°. Quant à ce que Macquer dit sur l'étain, on voit que son explication personnelle est plus raisonnable que celle qu'il avait faite pour moi ci-devant, et qu'elle est conforme à celle que je viens de donner au paragraphe précédent; mais j'en reviens toujours à mon objet : quel rapport ces digressions éternelles ont-elles avec son opinion sur la recherche de la cause de la causticité qu'il avait promis de développer.

§ XLII<sup>e</sup>. *Macq.* J'ai choisi exprès l'exemple de l'action de l'acide nitreux sur l'étain, non-seulement pour prouver que les caustiques conservent leur causticité, lorsqu'après avoir exercé toute leur force sur une substance, ils ne contractent point d'union avec cette substance; mais encore pour avoir occasion de faire quelques remarques sur ce phénomène, qui est plus ou moins marqué dans presque toutes les dissolutions et combinaisons. En effet, il n'arrive presque jamais, dans aucune de ces sortes d'opérations, qu'après la dissolution, les parties du dissolvant et celles du corps dissous se trouvent unies avec toute la force dont elles sont douées; c'est pour cette raison que les caustiques, après avoir exercé leur action sur certains corps avec toute l'activité qui leur est propre, conservent encore plus ou moins de leur causticité, de leur action dissolvante sur d'autres corps, et de leur saveur; quelquefois même ils conservent ces qualités tout entières ou presque entières, comme dans notre exemple de l'acide nitreux avec l'étain. Il y a sur cela des cas encore plus singuliers et plus remarquables; ce sont ceux dans lesquels, malgré une union très-forte des



parties du dissolvant avec celles du corps dissous, le nouveau composé qui en résulte a une causticité ou action dissolvante plus forte que n'était celle de l'une et de l'autre substance avant leur union. Le *sublimé corrosif* et plusieurs autres combinaisons des acides avec les métaux, sont des exemples de cet effet si digne d'attention; mais bien loin que ce phénomène fournisse une objection, comme cela le paraît au premier coup-d'œil, contre la règle générale de diminution de causticité, proportionnée à l'intimité de l'union des parties du caustique avec celles du corps sur lequel il agit, on verra à l'article *sublimé corrosif*, et dans plusieurs autres endroits de cet ouvrage, que c'est là une nouvelle preuve de toute la théorie de la causticité, telle que je la conçois.

*Rép. 1<sup>o</sup>.* Le caustique acide nitreux n'a sur l'étain exercé son action que sur le phlogistique de ce métal, et non sur le métal lui-même; la tendance de cet acide à l'union n'a lieu que sur cette substance inflammable, elle est incapable de neutraliser son acidité: cet acide brûle cette substance de surface en surface jusque dans les endroits les plus retranchés de l'étain; alors privé de son phlogistique, il se présente sous forme d'une terre blanche, sans que l'acide présente une combinaison qu'on puisse palper et appercevoir. L'acide nitreux enfin, malgré l'activité avec laquelle il agit sur l'étain, n'a aucune tendance à s'unir avec lui, puisqu'il ne s'y unit pas. Les deux exemples que Macquer a choisis, loin de contredire mon opinion, la prouvent davantage. Le premier est de nature à saturer complètement l'acide, et à donner un sel à base terreuse pour résultat. Le second ne forme aucune combinaison, parce que la matière inflammable de l'étain est brûlée par cet acide, qui, loin de perdre sa causticité, en acquiert, parce que l'acide restant s'empare d'un peu du feu du métal: il doit en cela suivre plus



ou moins l'ordre de la nature des sels métalliques, qui sont ordinairement plus caustiques que les substances qui les ont formés. Telles sont les raisons pour lesquelles l'acide nitreux conserve son acidité, après tout le fracas qu'il a fait à l'étain, parce qu'il n'a produit qu'un incendie et rien de plus, puisqu'il n'est pas combiné.

2°. Mais lorsque l'acide peut s'unir en même-tems avec le métal et avec le plus possible de son principe inflammable, comme cela arrive à la plupart des sels métalliques, le feu de l'acide et celui du métal sont réunis; il en résulte alors des sels de la plus grande causticité, et ce sont aussi les métaux les moins calcinables qui forment les sels métalliques les plus caustiques, tels que les cristaux de lune, les cristaux de mercure pour l'acide nitreux. Il en est de même des autres acides qui calcinent moins bien les métaux que l'acide nitreux; ils forment, par ces raisons, des sels métalliques de la plus grande causticité, comme le sublimé corrosif, le beure d'antimoine, le vitriol de mercure, le vitriol de cuivre, etc. parce que ces sels réunissent deux forces sous un grand point de concentration, le feu de l'acide et le feu du métal. *Bien loin, dit Macquer, que ce phénomène fournisse une objection, etc.* elle en est une très-forte, au contraire, et sans réplique, contre toutes opinions contraires à celle du feu pour cause de causticité, ou bien il faut nier que les métaux contiennent un principe inflammable, quoiqu'il soit impossible de les leur enlever complètement par aucun moyen connu, puisqu'ils ne le perdent pas même en entier par la vitrification. Il est difficile de concevoir autrement la cause de la grande causticité de ces sels; on ne connaît dans la chimie aucun sel purement terreux ou purement alkalin pour bête, qui soit aussi caustique que le plus faible sel caustique métallique. Or je demande,



d'après ces éclaircissemens, le cas qu'on doit faire des raisonnemens de Macquer.

§ XLIII<sup>e</sup>. *Macq.* Mais pour revenir au cas plus simple où le caustique conserve toute sa causticité, après son action sur une substance, faute de l'union subséquente avec les parties de cette substance, j'observe à ce sujet que c'est celui de *la causticité du feu libre*. Je suis bien éloigné de *refuser de la causticité, et même une très-grande causticité, à cet élément*, lorsqu'il n'est point combiné, *ainsi que je l'ai dit*; il doit avoir, et il a en effet à cet égard, la même propriété que toute autre espece de matière : dès que ses parties intégrantes sont disposées ou figurées de manière qu'elles ne peuvent épuiser les unes sur les autres, et dans l'aggrégation, la tendance qu'elles ont à l'union, cette tendance leur reste toute entière, et par conséquent est capable de s'exercer ou d'avoir une action sur toute autre matière. Je ne dis donc point *que le feu ne soit pas un caustique*; au contraire, *je conviens qu'il en est un très-puissant* : mais ce que je dis, c'est qu'il ne possède point la causticité à l'exclusion de toute autre espece de matière, qu'il n'est point le caustique unique, le principe et la cause efficiente de toute autre causticité et de toute saveur, *comme un grand nombre de chimistes le disent et s'efforcent de le prouver*. Ce que j'ai à faire remarquer pour le présent, c'est que, de tous les caustiques, le feu paraît être celui dont les parties intégrantes, quoiqu'ayant autant et peut-être même plus de tendance à l'union que celles d'aucun autre, s'unissent pourtant le moins fréquemment aux parties des autres corps sur lesquels il exerce sa causticité; ensorte que, malgré les effets violens de dissolution et de séparation qu'il produit, sa causticité lui reste presque toujours toute entière, faute de demeurer combiné avec les corps sur lesquels il agit. Le feu libre qui



a porté son action sur la plupart des corps , est après cela dans le même état que l'acide nitreux qui a porté la sienne sur l'étain ; ce n'est que dans des cas particuliers , après avoir agi comme feu libre sur certains corps , qu'il demeure combiné avec les parties de ces mêmes corps , et perd sa causticité comme tous les autres caustiques , en suivant la regle générale , c'est-à-dire , en raison de l'intimité de l'union qu'il contracte.

Rép. 1°. Macquer rappelle ici le cas le plus simple du paragraphe précédent ; nous avons fait voir qu'il n'a apperçu que la moitié des phénomènes de la véritable cause pour laquelle l'acide nitreux reste acide , après avoir exercé son action sur l'étain. A présent il tâche de rendre commune à tout le monde , la théorie du feu pour cause de causticité : *Le feu* , dit-il , *n'est point le caustique unique et la cause de toute saveur , comme un grand nombre de chimistes le disent et s'efforcent de le prouver.* Observez , lecteur , que je suis le premier et encore le seul qui ait développé cette idée d'une manière très-étendue dans ma Chimie , et que ce grand nombre dont parle Macquer se réduit à deux , Lemery et Meyer , avec qui il m'a fait ci-devant partager cette idée.

2°. A présent que Macquer a établi ses expériences , il tire ses conséquences : *L'acide* , dit-il , *resté après avoir porté son action sur l'étain , a la causticité du feu libre ; je suis bien éloigné de refuser de la causticité à cet élément , lorsqu'il n'est pas combiné , ainsi que je l'ai dit ; je ne dis donc point que le feu ne soit pas un caustique ; au contraire , je conviens qu'il en est un très-puissant.* Ces idées , comme il le dit au § 1<sup>er</sup>. , sont naturelles et devaient se présenter les premières ; pourquoi ne se sont-elles présentées à lui que les dernières ? Qui lui a empêché de les avoir lors de la rédaction de la première édition de son dictionnaire de Chimie ? dans lequel il n'a eu que des idées contraires ; dans aucun des articles où il



parle des substances caustiques, le mot *feu* n'y est pas exprimé une seule fois, et dans les articles *feu phlogistique*, le mot caustique ne s'y trouve pas non plus. Le lecteur voudra bien supporter ces répétitions auxquelles Macquer donne lieu; elles sont inévitables, puisque mon objet est de revendiquer ce qui m'appartient. Mais revenons à notre objet.

3°. *Le feu*, dit Macquer, *ne possède point la causticité à l'exclusion de toute autre espece de matière*; il semblerait insinuer qu'il y a, outre le feu et les caustiques chimiques, encore quelqu'autres especes de matières caustiques qu'il ne nomme pas, et qu'il aurait dû nommer. Il refuse toujours, comme on voit, au feu la propriété de se combiner avec les corps sur lesquels il exerce son action, puisqu'il dit, *malgré les effets violens de dissolutions et de séparations qu'il produit, sa causticité lui reste presque toujours entière, comme elle reste à l'acide nitreux, après avoir porté son action sur l'étain*. Sans doute, on peut croire que le feu qui agit sur des matières combustibles ordinaires conserve, après les avoir dissoutes et brûlées, toute sa causticité; il ne nous reste aucun résultat palpable qui puisse faire juger autrement; mais l'acide nitreux ne se comporte pas avec beaucoup d'autres corps comme avec l'étain, il forme des combinaisons où son acidité est anéantie. Il en est de même du feu: la chimie offre des exemples sans nombre, où cet élément se fixe dans les résultats, en exerçant son action sur les corps qu'on lui a présentés. La restriction de *presque toujours* que Macquer a placée à propos, fait croire que, malgré sa répugnance, il commençait à penser que le feu se fixe quelquefois en perdant sa causticité.

§ XLIV<sup>e</sup>. *Macq.* Je crois pouvoir conclure de ces différentes réflexions et observations :

Que la causticité, l'action dissolvante, la saveur, toute action, en un mot, d'une substance maté-



rielle quelconque sur une autre, n'est que l'effet de la force générale avec laquelle toutes les parties de la matière tendent à se joindre et à s'appliquer les unes aux autres, avec toute l'intimité que peuvent leur permettre leur masse, leur figure, le voisinage ou l'interposition de molécules d'une substance d'espece différente, et autres circonstances de ce genre;

Qu'en conséquence, tout corps dont les parties intégrantes sont appliquées les unes aux autres de toute la force avec laquelle elles tendent en général à l'union, n'a aucune causticité, aucune saveur, aucune action dissolvante;

Qu'il en est de même de tous les corps dont les parties intégrantes sont unies aux parties intégrantes d'un autre corps avec toute l'intimité possible, c'est-à-dire, que le mixte ou composé qui résulte de cette union, n'a, tant qu'elle subsiste, ni causticité, ni saveur, ni action dissolvante;

Que tout corps dont toutes les parties sont disposées les unes à l'égard des autres, de manière que la force avec laquelle elles tendent en général à l'union, ne peut pas être épuisée par celle que leur état leur permet d'avoir entr'elles ou avec d'autres, a un degré de causticité, de saveur, d'action dissolvante, exactement proportionnée à ce qui lui reste de tendance à l'union non épuisée;

Qu'enfin un corps, dont les parties intégrantes les plus petites ou primitives, quoique voisines les unes des autres, seraient tellement disposées, par une cause quelconque, qu'elles ne pourraient contracter aucun degré d'union ni d'adhérence entr'elles, et jouiraient par conséquent de toute la tendance à l'union qui leur est propre; une substance, en un mot, telle que paraît être le feu libre, aurait, par cette raison, le plus grand degré possible de causticité, de saveur et d'action dissolvante.

*Rép.* 1<sup>o</sup>. Ces cinq alinéas présentent, ce me



semble , la question de la cause de la causticité d'une manière bien métaphysique : je me dispenserai d'y répondre sur le même ton ; pour ne pas ennuyer le lecteur , je me contenterai de faire quelques observations purement chimiques.

2°. Par le premier alinéa , Macquer attribue la causticité et la saveur qui en dépend à une force générale qui tend à unir toutes les parties de la matière. Cette force générale dont il entend parler, ne peut être que l'attraction ; mais il y a beaucoup de corps qui s'unissent en vertu de cette propriété de la matière , sans qu'il en résulte ni causticité ni saveur , comme l'aimant et le fer , deux surfaces polies qui adhèrent avec beaucoup de force , etc. On n'apprendrait dans ce système rien de plus satisfaisant sur la cause de la causticité , quand même on découvrirait celle de l'attraction ; la causticité présente , par ses effets , des phénomènes de plus que la simple attraction.

3°. Il me semble que le second alinéa présente une contradiction avec les faits bien connus : un morceau d'arsenic dur , compact et même vitreux , présente un corps dont les parties intégrantes sont appliquées les unes aux autres avec toute la force qui leur est propre ; cependant , dans cet état , il n'en est pas moins un poison caustique très-violent.

4°. Le troisième alinéa nous paraît bien obscur ; il eût été à désirer que Macquer l'eût éclairci par un exemple. Le sublimé corrosif est composé de deux substances ; il me semble qu'elles sont unies avec toute l'intimité possible ; cependant elles produisent leurs effets caustiques ensemble et sans se désunir. Si , au contraire , elles se séparent pendant leur action , l'effet cesse aussi-tôt ; c'est ce qui arrive , lorsqu'on donne de l'eau de savon à qui , par malheur , a avalé du sublimé corrosif. Les acides sont nécessairement des corps composés , leurs principes composans sont nécessairement dans l'union de l'intimité possible , puisqu'on  
n'est



n'est pas encore parvenu à les séparer; cependant ils sont très-caustiques. *Tant que cette union subsiste*, dit Macquer; veut il dire que le corps se décompose en exerçant son action; s'il l'entend ainsi, il est encore dans l'erreur, d'après ce que je viens de dire.

5°. Cet alinéa ne nous paraît pas plus clair que le précédent. On peut présumer que Macquer entend parler des sels métalliques, qui sont acides, parce que leur action d'union, dit-il, n'est point épuisée; ils ont un degré de causticité proportionné à ce qui leur reste d'acide non épuisé. Si j'ai deviné le vrai sens de cet alinéa, on peut voir au § XLII<sup>e</sup>., second alinéa, ce que je dis sur la cause de la causticité des sels métalliques.

6°. Il paraît que Macquer pense ici que le feu libre a le plus grand degré de causticité, de saveur et d'action dissolvante, dans les cas qu'il indique; je me crois dispensé d'en dire davantage, d'après mes observations précédentes: c'est ainsi que, petit-à-petit, il s'empare des idées d'autrui.

§ XLV<sup>e</sup>. *Macq.* Cela posé, si la terre en général, si un caillou, par exemple, n'a aucune causticité; aucune saveur, aucune action dissolvante; cela vient uniquement de ce que ses parties intégrantes sont telles, qu'elles peuvent reposer pleinement les unes sur les autres, et adhérer entr'elles avec toute la force avec laquelle elles tendent en général à l'union. La grande dureté même des pierres les plus homogènes et les plus simples, qui sont les plus durs de tous les corps que nous connaissons dans la nature, est une preuve évidente et sensible de la force extrême avec laquelle leurs parties primitives intégrantes sont appuyées et appliquées les unes sur les autres. Et en effet, si l'on n'admettait point cette force, comment serait-il possible de se former, je ne dis pas seulement une idée nette de la dureté, mais même aucune espece d'idée de cette qualité? Dirait-on,



avec les Cartésiens et avec Lemery, que les parties propres des terres et des pierres sont des particules crochues ou branchues, qui sont accrochées les unes aux autres? Mais comment concevoir que ces particules crochues ou branchues résisteront à leur séparation, si l'on ne suppose pas qu'elles sont dures elles-mêmes? Et alors, n'est-ce point là bien évidemment expliquer la dureté par la dureté, c'est-à-dire, ne la point expliquer du tout?

*Rép.* Il est difficile de croire que la seule aggrégation des parties d'un caillou empêche sa matière de paraître caustique; c'est le sentiment de Macquer : dans un instant, il me donnera lieu à prouver le contraire. Quant à la cause de la dureté des corps, elle est très-difficile à connaître; j'ai donné dans ma Chimie un petit article sur cette matière qu'on peut consulter : cette question est étrangère à celle qui nous occupe, et inutile au système que Macquer va développer.

§ XLVI<sup>e</sup>. *Macq.* S'il était possible de séparer les unes des autres les parties primitives intégrantes du caillou le plus dur, et de les isoler de manière qu'elles ne pussent épuiser les unes sur les autres, comme dans l'aggrégation du caillou, l'effort de leur pesanteur particulière ou de leur tendance à l'union, il me paraît évident qu'elles seraient capables alors d'exercer cette force dans toute son étendue, sur toute autre substance à laquelle elles pourraient s'appliquer; que, posées sur la langue, non-seulement elles y feraient une sensation de saveur très-forte, mais encore qu'elles la cautériseraient avec violence, ainsi que toutes les autres parties du corps; qu'elles se joindraient avec une activité singulière aux parties de l'air, à celles de l'eau, en un mot à celles de toutes les substances auxquelles elles pourraient toucher.

*Rép.* 1<sup>o</sup>. Ici Macquer commence à développer



son système de causticité, qu'il attribue à la pesanteur de la matière. Ne pouvant savoir avec précision ce qu'il entend par séparer les parties primitives intégrantes du caillou, voici ce que l'art donne sur cette division, et que j'ai exécuté avec soin.

2°. J'ai broyé, sur une table de grès, du caillou noir avec de l'eau distillée, en prenant bien garde qu'il ne s'y mêlât pas de la poussière; j'ai conservé la matière broyée et délayée dans de l'eau distillée, dans un flacon bouché de cristal, jusqu'à ce que l'eau devînt parfaitement claire. Quatre onces de cette eau mise à évaporer au bain de sable dans un gobelet de verre, taré auparavant avec des balances d'essai, et couvert de plusieurs papiers pour éviter toute poussière, ont laissé un quart de grains de caillou qui était en dissolution dans l'eau. Non content de cette expérience, j'ai filtré l'eau qui me restait dans un entonnoir de verre, sans papier, au travers de pareil caillou broyé, et j'ai fait évaporer de même quatre onces de l'eau filtrée, qui ont fourni également un quart de grains de poudre de caillou semblable à la première. L'une et l'autre poudre, exposées au feu, n'ont point subi d'altération, et j'ai reconnu qu'elles étaient bien véritablement de la silice qui s'est dissouté dans l'eau distillée par ce moyen simple.

3°. Mais ce qui est essentiel à remarquer, est que l'eau, filtrée ou non filtrée, et à tout point d'évaporation, loin d'être caustique, n'avait pas la moindre saveur étrangère à l'eau. Je crois cependant que la substance du caillou, dans cette dissolution, peut être considérée comme réduite à ses molécules primitives intégrantes, et que si elles étaient caustiques, ce serait là le vrai moyen de l'apprendre. Un seul grain de pierre à cautère, dans huit onces d'eau distillée, lui donne une saveur marquée qu'on ne peut méconnaître. L'eau de rivière la mieux déposée laisse un grain de terre rousse alumineuse, sur quatre onces évapo-



rées de même , et l'eau de rivière n'est nullement caustique.

4°. Je connais , dans le parc du château de Bruyere , près Arpajon , une fontaine dont l'eau traverse des montagnes de sablon blanc très-considérables : cette eau est aussi légère que de l'eau distillée , pesée à un aréomètre dont les degrés ont deux pouces et demi d'étendue ; cette eau , la plus excellente à boire que je connaisse par sa finesse , laisse , après son évaporation , un quart de grains de sable qu'elle tient en dissolution , sur quatre onces d'eau. Cette eau ne fait rien avec la dissolution d'argent , de mercure , etc. ; elle se comporte comme l'eau distillée : je ne l'ai point essayée avec la dissolution de spath pesant ; ce bon moyen d'épreuve n'était pas encore connu lorsque j'en fis l'analyse. On ne peut pas objecter que la terre vitrifiable dissoute dans l'eau est saturée d'air fixe , et que c'est lui qui empêche sa causticité de se manifester , comme Macquer va le dire pour les pierres calcaires : les pierres et les terres vitrifiables qui ont quelques degrés de pureté ne se combinent , tant qu'elles sont seules , ni avec l'air fixe , ni avec le feu par la calcination. Ainsi la causticité que Macquer suppose aux molécules primitives intégrantes des substances terreuses , est absolument illusoire.

§ XLVII<sup>e</sup>. *Macq.* Ce que nous n'avons pu faire jusqu'à présent à l'égard de la terre par aucune opération de l'art , la nature le fait habituellement , du moins jusqu'à un certain point , à l'égard de la terre qui sert de base aux coquilles des animaux marins et autres. Cette terre est tellement divisée et atténuée par l'action vitale et organique des animaux , que les parties intégrantes se trouvent assez isolées , assez libres pour agir sur les matières aqueuses et gazeuses , et pour s'unir avec elles en un nouveau composé qu'on nomme *terre calcaire*. Les parties intégrantes de la terre calcaire ,



composées chacune de terre , d'eau et de gaz , ont une moindre adhérence entr'elles que celles de la terre pure et simple , parce que l'union que les parties purement terreuses de la terre calcaire ont contractée avec celles de l'eau et du gaz , sature jusqu'à un certain point , leur tendance à la combinaison ; mais comme elle ne l'épuise point entièrement , il s'ensuit que la terre calcaire doit avoir plus d'action dissolvante , plus de disposition à se combiner avec d'autres substances , que toute autre espèce de terre qui n'est pas disposée de cette même manière : aussi l'expérience prouve-t-elle que les pierres calcaires sont en général moins dures que les autres pierres , et qu'elles se combinent facilement , non-seulement avec tous les acides libres , mais encore avec ces acides , lorsqu'ils sont déjà combinés avec certaines espèces de bases , telles que la terre de l'alun , les substances métalliques et peut-être plusieurs autres.

*Rép.* J'ai fait sur les pierres calcaires un travail très-considérable , qui a donné lieu à Macquer de parler ici avec plus de précision qu'il n'avait fait dans la première édition de son dictionnaire de Chimie ; ce qu'il dit sur la décomposition de l'alun par les terres calcaires , est une suite de ce travail. J'ai distribué mes expériences , dans tout le cours de ma Chimie , aux endroits qui leur convenaient ; elles sont rassemblées dans mon mémoire sur les argilles. Il est résulté de mon travail que la pierre calcaire est de la terre vitrifiable , travaillée , élaborée d'abord par les végétaux , et ensuite par le concours des animaux et spécialement par ceux à coquilles , et qu'on peut la ramener au caractère de son origine par l'action du feu en terre vitrifiable ; que le foyer du miroir ardent faisait cette opération en quelques minutes , en la réduisant en un verre verdâtre , mais net et transparent ; que



la nature à qui le tems ne coûte point, faisait ce changement par le laps de tems.

§ XLVIII<sup>e</sup>. *Macq.* On peut, par le seul effet d'une chaleur convenable, appliquée à la terre calcaire, lui enlever l'eau et le gaz, qui sont deux de ses parties constituantes; elle éprouve alors, suivant le degré de chaleur qui lui est appliqué, deux changemens bien différens, mais bien remarquables et bien parfaitement d'accord avec la théorie que je tâche d'éclaircir. Si le degré de chaleur qui est appliqué à la terre calcaire est assez fort, non-seulement pour lui enlever ses parties aqueuses et gazeuses, mais pour la mettre elle-même en fusion; alors, dès qu'elle cesse d'éprouver le degré de chaleur nécessaire pour la tenir en fonte, ses parties terreuses propres se rapprochent, s'unissent entr'elles en une aggrégation vitreuse à-peu-près aussi forte que celle des terres non calcaires; et il ne reste plus au verre qui résulte de cette fusion, aucune des propriétés des terres calcaires, aucune action dissolvante, aucune disposition à s'unir aux acides et autres substances sur lesquelles les terres calcaires ont une action manifeste.

*Rép.* Ce paragraphe nécessite, de ma part, la même réponse que je viens de faire au précédent; l'expérience dont parle Macquer est une de celles que j'ai faites pour me convaincre que la terre calcaire est de la terre vitrifiable, changée de nature par les corps organisés. Il est vrai qu'en en rendant compte, je me suis exprimé simplement; je n'ai pas employé de contours de phrases pour dire, il résulte du verre; mais Macquer en avait apparemment besoin pour déguiser la source où il avait pris ce fait.

§ XLIX<sup>e</sup>. *Macq.* Si, au contraire, le degré de chaleur qu'on applique aux terres calcaires est tel,



qu'il puisse leur enlever leurs parties aqueuses et gazeuses, mais trop faible pour faire entrer en fusion les parties terreuses qui restent; alors ces parties terreuses ne peuvent, d'une part, se rejoindre entr'elles, faute de la liberté de se mouvoir, que la fusion seule peut leur donner; et d'une autre part, privées de l'eau et du gaz sur lesquels s'épuisait en grande partie leur tendance à l'union, elles restent, par cette privation même, douées de presque toute l'énergie de cette tendance, c'est-à-dire, de la causticité, de l'action dissolvante. en un mot, de toutes les propriétés qui caractérisent la *chaux vive*.

*Rép.* 1°. Voilà certainement une belle description mécanique sur la manière dont se fait la *chaux vive*; il ne lui manque que la vérité. Macquer, en s'emparant de mes expériences, oublie, l'instant d'après, d'en faire l'application; le verre calcaire dont il vient de parler aurait dû, ce me semble, lui faire remarquer l'intervalle entre la conversion en chaux et la vitrification de la pierre calcaire, pour reconnaître les propriétés de cette terre dans les différens états de calcination.

2°. Pour faire de bonne chaux vive, il faut, contre le sentiment de Macquer, qu'il reste une certaine quantité d'eau et d'air qui servent à fixer, à retenir et à combiner du feu pendant la calcination, comme nous l'avons déjà dit.

3°. Si l'on enlève toutes leurs parties aqueuses et gazeuses, les parties terreuses qui restent ne peuvent se joindre entr'elles, faute de la liberté de se mouvoir, que la seule fusion peut leur donner, et sans être fondues, ce qui reste n'est plus de la chaux, c'est de la pierre brûlée, que j'ai nommée *chaux brûlée*, comme je l'ai dit au § VII<sup>e</sup>., quatorzième alinéa. Ce qui reste ainsi privé de son eau et de son gaz, n'est doué d'aucune énergie, d'aucune causticité, en un mot, n'a plus que des



propriétés contraires à celles de la chaux vive. Tels sont les faits.

4°. L'erreur de Macquer vient de ce qu'il pense que la terre calcaire est naturellement caustique, comme il va le dire dans un instant, et de ce qu'il ne peut admettre des particules de feu combinées et interposées dans les parties propres de la chaux.

§ I.<sup>e</sup>. *Macq.* A l'égard de l'objection qu'on pourrait tirer de l'eau et de l'air, qui, quoique fluides, semblent n'avoir aucune causticité, pas même le plus faible degré de cette qualité, qui est la saveur, j'ose dire qu'une pareille objection ne peut avoir le moindre fondement qu'aux yeux de ceux qui jugent comme le peuple, sans réflexions, et d'après de simples apparences. Mais un physicien qui fera une attention convenable aux propriétés de ces substances, sera bientôt convaincu qu'elles ont, comme tous les autres fluides, le degré d'action dissolvante, et même de saveur qui convient à leur nature. Des expériences sans nombre prouvent que l'air et l'eau sont peut-être les deux plus grands dissolvans qu'il y ait dans la nature, quoiqu'ils ne soient pas les plus forts; et dès-lors, il n'est pas possible qu'ils n'aient une saveur proportionnée à leur action dissolvante. Il est bien vrai que cette saveur ne nous est pas sensible; mais qui ne sait que les sensations qu'excite en nous l'impression des corps étrangers sont relatives à la disposition de nos organes, et que l'habitude surtout nous empêche d'appercevoir des impressions qui, sans elle, nous paraîtraient très-fortes, et peut-être même douloureuses et insupportables? Depuis le premier instant de notre existence, nous ne cessons pas un seul moment d'éprouver l'impression de l'eau et de l'air, qui probablement est d'abord très-vive, comme l'indiquent assez les cris de douleur des enfans qui respirent pour la pre-



mière fois ; mais l'oubli total où nous sommes des premières sensations que nous avons éprouvées, et l'habitude non interrompue d'en éprouver quelques-unes, nous rendent ces dernières bientôt insensibles. Les saveurs de l'eau et de l'air deviennent donc nulles pour nous, quoiqu'elles soient très-réelles, par la même raison que nous ne sentons nullement la pression de l'air, qui est pourtant très-forte et très-démontrée.

*Rép.* Il me semble que Macquer s'éloigne considérablement de la question, la cautérisation de l'eau et de l'air n'ont guère de rapport avec celle des agens chimiques dont il faut rechercher la cause de la causticité ; sans doute l'air et l'eau ont chacun la saveur qui leur est propre ; mais pourquoi ne pas l'attribuer au feu, dont ces élémens ne sont jamais exempts ? D'ailleurs, à quelle autre cause la rapporter, ainsi que leur action dissolvante ; l'eau est liquide à cause du feu qu'elle contient, son action dissolvante augmente à mesure qu'on la chauffe davantage ; il en est de même de l'air, etc. Le reste du paragraphe de Macquer ne vaut pas la peine d'être discuté relativement à la cause de la causticité.

§ LI<sup>e</sup>. *Macq.* D'ailleurs, quoiqu'il soit vrai que l'aggrégation d'une substance soit plus forte dans l'état de solidité que dans celui de fluidité, et que, par cette raison, l'action dissolvante soit plus marquée dans ce dernier état que dans le premier, il ne s'ensuit pas pour cela que l'aggrégation d'un fluide ou liquide soit nulle : une substance peut être très liquide, sans que son aggrégation soit abolie. Cette aggrégation doit nécessairement subsister, toujours plus ou moins complètement, tant que les parties intégrantes du liquide ne sont point assez isolées, assez écartées les unes des autres, pour être absolument hors de leur sphère d'activité mutuelle ; ce n'est cependant que dans



ce dernier cas, que ces parties peuvent jouir de toute la causticité ou tendance à la combinaison qui leur est propre : or, nous ne connaissons point quelle pourrait être alors la causticité de l'air et de l'eau ; probablement elle serait moins forte que celle de la terre et du feu ; mais il est certain qu'elle serait beaucoup plus sensible que celle que nous leur connaissons dans leur aggrégation de fluide ou de liquide, qui est le seul état dans lequel on ait, jusqu'à présent, fait quelque attention à leurs propriétés. On ne peut guère douter néanmoins que l'eau et l'air ne deviennent des agens, et même très-puissans, dans un grand nombre d'effets physiques et chimiques, de même que le feu et la terre. Ces considérations offrent aux chimistes une carrière aussi neuve qu'elle est importante à parcourir, et il y a lieu d'espérer que des hommes de génie ne tarderont pas à s'y engager : la découverte des gaz, qu'on peut regarder comme toute récente, et qui ne fait, à proprement parler, que commencer, en annonce beaucoup d'autres prêtes à éclore. Après avoir bien constaté l'existence et les propriétés essentielles des gaz, on cherchera sans doute à connaître la nature de ces substances, si différentes de toutes celles auxquelles on a fait attention jusqu'à présent ; et qui sait si l'examen des combinaisons où l'eau et l'air entreront pour beaucoup, et qu'on n'a pas même encore soupçonnés, ne répandra pas le plus grand jour sur la nature et les principes des matières gazeuses ? Parmi ces substances, il y en a quelques-unes qui contiennent évidemment du principe inflammable ; telles sont celles qui se dégagent du foie de soufre, et de la dissolution de plusieurs métaux par les acides vitrioliques ou marins. Mais celle que je nommerai gaz *méphitique* ; celle qui, loin d'être inflammable, éteint subitement toute flamme par son contact, et tue les animaux en un instant, dont les propriétés participent d'ailleurs beaucoup de celles de l'eau et de l'air, ne semble-



t-elle pas composée principalement d'eau et d'air? Et est-il hors de la vraisemblance que ces deux principes qui, dans leur état d'aggrégation, ne peuvent ni l'un ni l'autre se combiner assez intimement avec la chaux vive et avec les alkalis caustiques, pour leur enlever leur causticité, acquièrent cette propriété, et par conséquent une action dissolvante, une vraie causticité, lorsqu'elles se trouvent disposées de manière que leur aggrégation étant beaucoup moins forte que dans leur état ordinaire, leurs parties intégrantes ne soient pas d'ailleurs liées par une union réciproque assez intime pour amortir toute la tendance à la combinaison que leur laisse, dans ce nouveau mixte, l'abolition de leur aggrégation? Nous ne pouvons encore rien prononcer sur cela: mais peut-être un jour parviendra-t-on, à l'aide de l'expérience, à établir sur cet objet important une théorie satisfaisante.

*Rép.* 1°. Tout ce paragraphe me paraît bien obscur, et contenir des propositions oiseuses et étrangères à la causticité: il est difficile de deviner ce que Macquer veut dire sur l'air et sur l'eau qui deviendraient caustiques, en isolant leurs parties intégrantes. Ces deux élémens ont été bien examinés, il n'y a pas d'apparence qu'ils puissent jamais devenir caustiques par eux-mêmes et sans mélange de matière caustique, quelque changement de formes et d'état qu'on puisse leur donner: Macquer présume qu'ils deviendraient moins caustiques que le feu et la terre; ils le deviendraient donc, suivant lui; on ne voit point du tout sur quoi il peut avoir fondé une pareille présomption: quant à la terre, il n'y a pas de raison pour croire que la seule division en ses molécules primitives intégrantes puisse la rendre caustique; mais c'est son avis qui n'est pas mieux fondé, d'après ce que nous avons dit au § XLVI<sup>e</sup>.

2°. Il fait entendre que l'eau et l'air, réduits à



leurs molécules primitives intégrantes , deviendraient des agens chimiques ; mais l'eau est employée depuis long-tems ; d'abord dans la machine de Papin , l'action qu'elle manifeste dans cet état est due à son union avec le feu ; elle ne peut s'évaporer , et elle prend des degrés de chaleur bien supérieurs à l'eau bouillante : en second lieu , les physiciens et les chimistes n'ont pas moins bien reconnu les propriétés de l'eau dans l'état de vapeurs ; on en fait usage dans beaucoup d'opérations de chimie , dans les pompes à feu , etc. Quant à l'air , il est déjà sous forme de gaz , il a de même été examiné dans tous les degrés de dilatation qu'il peut éprouver , et on a reconnu qu'on doit rapporter au feu dont il est associé les nouvelles propriétés qu'il a dans cet état.

3°. Le gaz méphitique dont parle Macquer en cet endroit est l'air fixe. Il paraît certain qu'à l'époque où il a écrit son article *causticité* , il ignorait absolument que ce gaz fût acide , puisqu'il ne le considère encore ici que comme composé d'eau et d'air , et que ces deux principes dans leur état d'aggrégation , dit-il , ne peuvent ni l'un ni l'autre ôter à la chaux vive et aux alkalis caustiques leur causticité , deviennent , par leur combinaison gazeuse , un dissolvant , un caustique propre à produire cet effet. Cet endroit , dans le texte de Macquer , est , comme on voit , fort obscur ; mais je crois avoir rendu fidèlement sa pensée. Il doit paraître bien surprenant que l'eau et l'air deviennent caustiques , en s'unissant sous forme gazeuse ; et en supposant que cela soit , il doit paraître encore plus extraordinaire qu'un caustique , un dissolvant de cette espèce , sans acidité , comme on doit l'entendre dans le sens qu'il exprime , ôte à la chaux et aux alkalis caustiques leur causticité.

§ LII<sup>e</sup>. *Macq* Il me paraît résulter de tout ce que j'ai exposé dans cet article , que la causticité n'est autre chose que l'effet de la force avec laquelle les



parties des caustiques tendent à s'unir aux parties des autres corps ; et si presque tous les chimistes qui ont voulu établir une théorie de la causticité ont pris le change , comme je crois l'avoir prouvé , cela vient de ce qu'ils n'ont fait attention qu'à une partie de l'effet de la causticité , en fermant , pour ainsi dire , les yeux sur les circonstances les plus essentielles ; faute énorme en physique , et bien étonnante de la part de plusieurs très-bons chimistes. Affectés uniquement de la dissolution des parties des corps sur lesquels agissent les caustiques ou dissolvans , et du tumulte , de la douleur , de la chaleur , de l'inflammation même qui accompagnent ces dissolutions dans certaines circonstances ; et voyant d'un autre côté que le feu libre et en action produit constamment ces effets , ils en ont conclu , comme le ferait le vulgaire le moins physicien , que la causticité n'est que l'effet du feu contenu dans les caustiques et dissolvans , sans faire la moindre attention à la nouvelle union qui résulte des parties du caustique avec celles du corps sur lequel il a exercé son action , sans considérer que la causticité diminue toujours exactement en proportion de l'intimité de cette nouvelle union ; que le caustique reste aussi caustique qu'il l'était , s'il ne s'est uni au corps qu'il a divisé ; qu'il n'a plus au contraire la moindre apparence de causticité , s'il s'est combiné le plus fortement qu'il est possible avec les parties du corps dissous ; enfin , sans se rappeler que tout dissolvant , dont la causticité a été même le plus complètement abolie par l'union qu'il a contractée avec un corps capable de produire cet effet sur lui , reprend sa causticité toute entière , dès qu'on le dégage par un moyen quelconque des liens de cette union.

*Rép. 1<sup>o</sup>.* La causticité , suivant Macquer , est l'effet de la force avec laquelle les parties des caustiques tendent à s'unir aux parties des autres corps. Il me semble d'abord que cette définition convient éga-



lement à l'attraction chimique, aux affinités, à la tendance à l'union; si ces termes sont synonymes, à la bonne heure, entendons-nous.

2°. J'observe que la causticité, dans ce sens, serait une propriété commune à la matière en général; qu'elle serait la cause de toutes les combinaisons et décompositions, et n'explique rien sur ce qui nous intéresse à connaître; toutes les combinaisons ne se présentent pas de la même manière. Je ne demande pas quelle est la cause de la tendance à l'union, c'est-à-dire, quelle est la cause de l'attraction: cette question est au-dessus de nos connaissances actuelles, et peut-être y sera-t-elle éternellement. Mais :

3°. Je demande à connaître la cause pour laquelle les caustiques ou agens chimiques sont caustiques, brûlans, etc. La cause qui produit ces effets, quoique subordonnée à la tendance de la matière en général, peut être considérée à part, parce qu'elle est de surplus, et qu'elle est une cause particulière, que l'imagination peut sans efforts séparer de la première. Un exemple bien simple va éclaircir cette idée.

4°. Je mets du sucre dans de l'eau, ces deux substances s'unissent en vertu de leur causticité réciproque ( pour me servir des expressions de Macquer ); cette union se fait tranquillement avec quelques degrés de froid. Mais je mêle, d'une autre part, du sucre et de l'acide nitreux; je vois, peu de tems après, bien d'autres effets, une chaleur, un bouillonnement, des vapeurs rouges abondantes, une quantité d'air qui se dégage. L'acide employé est liquide, et contient de l'eau; ce n'est pas elle qui produit ces effets différens de ceux de la première expérience; c'est donc l'acide qui les produit. Or je vois dans ces effets quelque chose de plus que la simple tendance à l'union; je vois encore une grande *tendance à l'expulsion* d'une partie des substances des deux composans, qui ne peuvent rester et faire partie de la nouvelle combinai-



son ; ce qui n'en peut faire partie se sépare tumultueusement ; la chaleur forte qui se manifeste est le feu dégagé, des substances, qui se dissipent, l'air de trop se débarrasse également, il souleve la liqueur comme un bouillonnement, etc. Macquer n'a fait attention qu'à la tendance à l'union dans la combinaison, il n'a nullement remarqué qu'il y a aussi *tendance à l'évacuation* de ce qui ne peut faire partie du nouveau composé ; il n'a pas même remarqué que l'air fixe qu'on dégage des pierres calcaires est expulsé, parce qu'il ne peut faire partie du sel neutre qui résulte de cette terre avec l'acide employé à le dégager ; du moins est-il très-certain qu'il n'en parle dans aucun endroit sous ce point de vue, ni directement, ni indirectement. Voilà la cause de toutes les erreurs de Macquer sur la causticité et sur la combinaison, *qui*, comme il va le dire au paragraphe suivant, *constituent, à proprement parler, toute la science de la chimie*. D'après les observations ci-devant faites, et d'après ces dernières, je demande qui de nous deux donne une meilleure théorie de la causticité, et qui de nous deux a pris le change, en fermant les yeux sur les circonstances les plus essentielles à toutes combinaisons. Je pourrais lui retorquer tout ce qu'il dit ensuite ; mais cela n'éclaircirait rien. Quant à ce que dit Macquer à la fin de son paragraphe, que le caustique reste aussi caustique, s'il n'est uni au corps, nous avons répondu à cette proposition au § XL<sup>e</sup>., quatrième alinéa, et au § XLII<sup>e</sup>., premier alinéa.

§ LIII<sup>e</sup>. *Macq.* Je sens parfaitement bien que cette tendance à l'union, que je regarde avec plusieurs physiciens comme cause unique de la causticité, et en même-tems de la dureté des corps, ne sera pas adoptée, ni peut-être même entendue par beaucoup de chimistes ; que bien des artistes, quoique d'ailleurs très-habiles, regarderont comme chimérique une théorie qui attribue à une seule et même



cause la dureté, l'insipidité, le défaut absolu d'action dissolvante des cailloux, et la causticité violente des dissolvans les plus actifs : mais dans un sujet comme celui-ci, il faut bien se résoudre à ne pas réunir tous les suffrages. J'abandonne donc sans regret celui des physiciens qui, ne pouvant généraliser assez leurs idées pour voir la nature tout-à-fait en grand, aiment mieux imaginer autant de causes particulières qu'ils trouvent de phénomènes à expliquer, que de rapporter à une même cause commune et universelle un nombre presque infini d'effets, à cause des différences considérables et même opposées qu'ils croient remarquer entre beaucoup de ces effets; qui, voyant que le feu est une substance très-caustique, et toujours extrêmement active lorsqu'elle est libre, ou qui reprend si facilement cette activité, aiment mieux regarder cet élément comme le principe unique de toute causticité, et par conséquent comme la seule matière active qu'il y ait dans la nature, que de reconnaître que cette même force active n'est point bornée de la sorte et affectée à une espece particulière de matière, mais qu'elle est générale, universelle, commune et essentielle à tout ce qui est matière. Je sens enfin qu'on aura peine à comprendre que cette force active n'est autre chose que la tendance ou la pesanteur qui porte toutes les parties de la matière les unes vers les autres, et qui est aussi bien la cause de l'intimité avec laquelle les parties intégrantes de l'acier le plus dur adhèrent les unes aux autres, que celle de l'activité étonnante avec laquelle un acide corrosif dissout et dévore ce corps si dur.

Je prévois bien toutes les objections qu'on pourra faire contre une pareille théorie; mais d'un autre côté, j'aurai atteint mon but, et suffisamment développé mon idée, si les physiciens qui sentent toute la simplicité et la généralité de la philosophie de *Newton*, trouvent que j'en ai fait une application raisonnable aux phénomènes chimiques



chimiques de la causticité, des dissolutions, combinaisons et autres de cette nature, qui, comme je l'ai dit, constituent, à proprement parler, toute la science de la chimie.

*Rép.* 1°. Macquer prétend avoir fait une application de la philosophie de Newton aux explications qu'il donne sur les opérations de la chimie; j'ai conçu, comme lui, que la doctrine de ce célèbre philosophe pouvait être employée avec avantage, pour rendre raison d'une infinité de phénomènes qui se présentent à chaque instant. Mais il paraît que Macquer n'a pris de son système que la moitié de ce qui peut s'appliquer à la chimie. Newton a reconnu deux propriétés générales à la matière, l'attraction, en vertu de laquelle les corps tendent à s'approcher, et la répulsion, en vertu de laquelle ils ne peuvent s'approcher que jusqu'à un certain point; il résulte de ces deux propriétés un mouvement composé, qui fait tourner les corps célestes les uns autour des autres, et les empêche de se confondre. J'ai fait dans ma Chimie l'application de cette belle théorie à la constitution des corps sublunaires, et il m'a paru démontré que les molécules primitives intégrantes des corps ont de même la tendance à s'approcher jusqu'à un certain point, suivant leur nature, et qu'arrivés là, la propriété répulsive exerce son action et les empêche de s'approcher davantage; j'ai fait usage de ces deux propriétés de la matière, qui agissent simultanément, pour rendre raison de la diverse densité des corps, et de la diverse pesanteur spécifique qu'on leur remarque; sans ces deux propriétés qui agissent ensemble, les corps de la nature seraient d'une homogénéité parfaite, et seraient tous de même pesanteur spécifique.

2°. La tendance à l'union expliquerait la cause de la causticité, si toutes les parties de la matière avaient de la causticité; mais je vois que les quatre élémens sont doués de propriétés qui leur



sont propres , et qu'il n'y a que le feu qui soit caustique ; que les trois autres semblent avoir été créés pour modérer son action dans les corps où cet élément actif entre comme un de leurs principes. L'eau , l'air et la terre ont une tendance à l'union , comme les autres parties de la matière ; mais comme ils ne sont pas caustiques , on a beau les diviser et les réduire à leurs molécules primitives intégrantes , ils ne peuvent jamais , sans la présence du feu , former de combinaisons caustiques. Le feu n'est-il pas une matière comme les autres élémens ? Pourquoi lui refuserait-on la tendance à l'union , lui qui se modifie sous des formes infinies que Macquer refuse de connaître ?

3°. La tendance à l'union est donc une propriété commune à toute matière ; mais comme chaque matière a des propriétés qui la font différer d'une autre , la tendance à l'union entre des corps non caustiques n'en fera point de substance qui aura de la causticité. Si au contraire le grand caustique , répandu aussi universellement dans la nature que la pesanteur , que la tendance à l'union peuvent l'être ; si le feu enfin contracte des unions simples , dans lesquelles il se montre en grande quantité sous un petit volume , et que la combinaison ne soit que suffisante pour l'empêcher de paraître sous forme de feu libre et en action , comme il l'est dans les agens chimiques , alors le composé sera de la plus grande causticité , mais moins que le feu libre ; aussi il n'y a point de caustique aussi prompt ni aussi généralement actif qu'une barre de fer rougie à blanc.

4°. Sans doute les caustiques en exerçant leur action , le font en vertu de cette tendance générale à l'union ; mais leur causticité est indépendante de cette propriété commune : le feu libre et en action surmonte toutes les tendances qui voudraient s'opposer à son union ; il a de l'affinité avec tous , il les pénètre tous , parce qu'il est le principe général de toute causticité ; il se fixe



en partie dans les corps qui peuvent le retenir : il n'en est pas de même des agens caustiques de la chimie ; comme ils ne sont pas du feu pur et libre , leurs effets sont subordonnés à l'état de combinaison sous lequel cet élément se trouve ; l'observation de leurs effets variés a assigné à ces agens des affinités entre les corps sur lesquels on a éprouvé leur action.

5°. D'après ces observations , on voit que la simple tendance à l'union , l'attraction , la gravitation , la pesanteur , etc. sont des mots mal employés par Macquer , pour expliquer la cause de la causticité , puisque seuls ils ne peuvent rendre raison de la cause des effets caustiques. La causticité n'est point une propriété générale , comme Macquer l'insinue ; elle n'est affectée qu'à un très-petit nombre de corps dans lesquels entre en combinaison simple , comme je viens de le dire , le grand caustique universellement répandu dans la nature , le feu. Je ne changerai assurément point mes idées sur cette matière , malgré les invitations que Macquer me fait de me rendre aux siennes ; si je persiste dans mon sentiment , ce n'est point , comme il le soupçonne , faute de n'avoir pas compris son système ; je crois l'avoir suffisamment combattu par des raisons fortes , pour faire présumer que je l'ai bien entendu , et pour persister dans celui que j'ai adopté. Le feu est aussi universellement répandu dans la nature que les effets de la pesanteur , il est un agent si actif , si puissant , présent par-tout , qu'il faut nier son existence pour ne pas rapporter à sa présence les effets qu'il produit. Je vois la chaux vive produire , pendant son extinction , chaleur et flamme ; dois-je rapporter la cause de ces effets à la *pesanteur* ou au *frottement des parties de l'eau contre celles de la terre* , etc. Il est certain que Macquer n'a pas prévu toutes les objections qu'on pouvait faire contre sa théorie ; s'il eût prévu celles que je lui fais ,



il est à croire qu'il aurait donné une autre forme à son mémoire sur la causticité.

§ LIV<sup>e</sup>. *Macq.* Il est vrai que la force active et générale de la matière que Newton a désignée par le mot d'*attraction*, n'est pas susceptible d'être établie dans la physique particulière, sur des preuves du même genre que celles par lesquelles la supposition de cette force et de sa loi est devenue la théorie la plus satisfaisante des mouvemens des corps célestes et du système du monde. Le soleil, les planetes et les cometes sont de grandes masses de matière assez peu nombreuses, et séparées les unes des autres par des espaces assez considérables, pour que, d'après les observations de leurs mouvemens, et à l'aide d'une géométrie profonde, on ait pu trouver et démontrer la correspondance parfaite de ces grands effets, avec la force que Newton avait supposé en être la cause; et cet accord vraiment admirable a changé la supposition en une vérité presque démontrée aux yeux de tous les bons esprits. Mais on ne peut avoir les mêmes avantages dans la physique particulière. Ici une multitude infinie d'atomes invisibles et d'une petitesse inconcevable, agissent les uns sur les autres, à des distances infiniment petites et inappréciables: on ne peut avoir aucune idée de leurs masses, de leurs vitesses, de leur figure, qui, comme l'a dit Buffon, doit nécessairement influencer dans leur action: les perturbations sont innombrables; et par conséquent il est comme impossible de démontrer, à l'aide d'aucun calcul, la loi suivant laquelle tous ces corpuscules agissent les uns sur les autres. Mais quoique cette connaissance, s'il est possible de l'acquérir, fût une nouvelle et très-forte preuve de l'action générale de toutes les parties de la matière les unes sur les autres, sur-tout si l'on pouvait démontrer que la loi de leur action est la même que celle des grands



corps célestes, ou en dérive nécessairement, cette connaissance n'est cependant pas indispensable pour sentir en général que, si les grandes masses de matière agissent les unes sur les autres à de grandes distances, les plus petites particules de la même substance doivent agir aussi entr'elles à de petites distances proportionnées à leur masse.

*Rép.* 1°. L'attraction, cette propriété de la matière découverte par Newton, en vertu de laquelle il a développé et fait connaître le système planétaire, a été reconnue jusque dans les molécules primitives intégrantes des corps; Macquer semble faire des souhaits pour qu'on puisse soumettre au calcul le jeu des perturbations, et connaître la loi suivant laquelle ces corps agissent les uns sur les autres. Mais quoiqu'il soit difficile, et même impossible, de pouvoir jamais soumettre aux calculs l'action réciproque des petits corps, cela n'a pas empêché les progrès de la chimie. Elle en aurait fait encore davantage, ce me semble, si l'on eût mieux observé ce qui se passe dans ces déplacements de principes des corps les uns par les autres dans ce que l'on nomme affinités chimiques, et qu'on n'en eût pas fait une comparaison trop exacte avec l'attraction des corps célestes.

2°. Les corps célestes en vertu de deux lois, l'attraction et la répulsion, qui agissent simultanément, tiennent ces corps à-peu-près toujours à égales distances, sans qu'ils se joignent et sans qu'il arrive de décomposition. Dans les affinités chimiques, c'est tout le contraire; les corps sont à la plus grande proximité; ceux de nature à agir les uns sur les autres se décomposent réciproquement en échangeant leurs principes. On s'en est tenu là; on a négligé, et Macquer sur-tout, de remarquer que, dans ces déplacements ou échange de principes, il arrive que, tantôt il y en a quelques-uns de tellement bien déplacés qu'ils deviennent surabondans au nouvel ordre de choses; dans



une autre circonstance , il arrive le contraire , il manque quelques substances au nouvel ordre de choses ; alors il y a absorption , c'est toujours le feu et l'air qui se trouvent tantôt en excès et tantôt en moins. C'est à force de voir et de revoir les mêmes objets , que j'ai été bien convaincu de ces vérités , que j'ai établies à l'article *combinaison* dans ma Chimie , et qu'on retrouve ici dans mes réponses au § VIII<sup>e</sup>. , septième alinéa.

3<sup>o</sup>. Peu de tems après l'impression de cet ouvrage , est venue la découverte de l'air fixe , qui a confirmé ma théorie , quant à l'air qui se dégage des combinaisons , mais qui n'a pas encore convaincu Macquer que l'air qu'on dégage des pierres calcaires , par le moyen des acides , ne s'évacue que parce qu'il ne peut faire partie du nouveau composé ; il est déplacé , il ne trouve aucune substance dans le nouvel ordre de choses qui puisse le fixer ni le combiner ; il est isolé , il s'échappe. Ce que je viens de dire de l'air , on doit l'entendre également du feu , il n'y a pas plus de difficulté à concevoir sa séparation , lorsqu'il est dans les deux composans en excès au nouvel ordre qui résulte de leur union , et de même d'en prendre de l'air environnant , lorsque le nouvel ordre de choses en a besoin. Ce qui a ralenti les progrès de la chimie sur cette matière est que , jusqu'aux nouvelles expériences sur les gaz , on avait très-peu tenté de recueillir l'air qui se dégage dans beaucoup de combinaisons ; mais je l'avais bien observé , sans l'appareil propre à le rassembler par la rupture des vaisseaux , lorsque je ne donnais pas issue à l'évacuation de cet air. Quant au feu qui se dégage dans les combinaisons , il est plus difficile de convaincre les incrédules , parce qu'il est impossible de le conserver ; mais la manière dont il se manifeste , par la chaleur qui se développe , est la plus grande preuve qu'il est en excès au nouvel ordre de choses qui s'établit , et de même lorsqu'il se trouve par défaut pour le nouvel ordre



de choses, il se produit du froid; alors la nouvelle combinaison prend le feu qui lui manque dans l'air environnant. Je conviens que ce que je viens de dire, est une répétition de ce qui a été dit précédemment; mais Macquer y donne lieu; d'ailleurs ces principes sont si utiles, et influent tellement dans tout l'ensemble de la chimie, qu'on ne saurait trop les remettre sous les yeux, sous différentes formes; c'est à quoi je me suis le plus attaché, puisque j'étais forcé à ces redites; si du moins l'on n'a pas compris sous une forme, ce qui a échappé revient sous une autre.

---



## M É M O I R E

*Sur les moyens de purifier les Alkalis fixes.*

LES alkalis fixes dont on fait usage dans la chimie et dans les arts, sont au nombre de trois; savoir, la *potasse*, la *cendre gravelée* et la *soude*. Il y a encore d'autres matières salines du même genre, connues sous d'autres noms, telles que les *cendres du levant*, qu'on nomme *roquette*; la *perlasse*, qui vient d'Amérique, et dont on fait usage dans les Antilles pour les sucreries; ce sont des cendres des forêts du continent, etc. Mais je n'ai point eu occasion de les examiner; elles sont d'ailleurs de peu d'usage dans la chimie. Les matières salines dont nous parlons sont tirées de la cendre de plusieurs végétaux, et nous parviennent par la voie du commerce. Dans l'état où elles arrivent, elles n'ont pas le degré de pureté convenable à presque toutes les opérations de la chimie, et même à celles de la plupart des arts. Ces sels sont mêlés de beaucoup de terre végétale, de sels neutres et de matière phlogistique dans un singulier état de combinaison, qui donne à ces sels différentes couleurs; on y trouve aussi des matières charboneuses. Pendant la combustion des végétaux, une partie de la matière inflammable se combine avec l'alkali et la terre propre du végétal, et forment une substance âcre caustique, absolument de même nature que la pierre à cautère ordinaire, et qui en est en effet. C'est cette substance qui altère la pureté des alkalis fixes ordinaires, lorsqu'on ne la sépare pas pendant leur purification.

Macquer, comme on l'a vu dans l'article précédent, a beaucoup disserté sur la cause de la causticité; il a exposé tour-à-tour ses différens systèmes, et les a défendus contre toute autre doctrine. Loin d'avoir répandu quelque lumière, il a au contraire



apporté la plus grande obscurité sur cette matière ; il est même difficile de savoir auquel des systèmes qu'il discute, il donne la préférence. Il attribue la causticité des acides à la pesanteur de la matière, et celle des alkalis caustiques tantôt au feu, comme je l'avais dit, mais plus particulièrement à l'absence de l'air fixe : ce dernier sentiment, publié et préconisé par nos docteurs modernes, l'a plus intéressé que tout autre. Comme eux il n'a point apperçu que la pierre à cautère est une substance très-composée, et qu'elle est décomposée par l'acide de ce gaz, comme elle l'est par tout autre acide en vertu des affinités ordinaires. Ce n'est point, comme je l'ai prouvé, la partie aëriforme de l'air fixe, ni l'eau des acides qui décomposent la pierre à cautère, mais bien les substances salines acides tenues en dissolution dans ces deux véhicules. Je ne puis trop répéter ces distinctions ; c'est faute de ne les avoir point faites, qu'on a été d'erreurs en erreurs dans l'interprétation des faits, et qu'on a donné des théories invraisemblables, comme je l'ai observé en plusieurs endroits de mon Appendice, et comme il m'est aisé de le prouver encore sur la matière qui nous occupe.

La nouvelle nomenclature nomme, par exemple, alkalis les plus purs, ceux rendus caustiques par la chaux vive, parce qu'ils ne font plus d'effervescence avec les acides, comme s'il était démontré qu'il est de la nature des alkalis purs, de ne point faire d'effervescence avec les acides. Nous ne pouvons nous empêcher de remarquer qu'il y a ici erreur de dénomination et erreur de doctrine. L'alkali caustique, comme on le verra dans ce mémoire, est un sel très-composé, formé d'alkali, de feu pur, fixé par une matière inflammable ou phlogistique et de terre ; combinaison que je désigne sous le nom de *savon de feu*, parce qu'elle a plusieurs propriétés communes aux savons alkalis. Quant à sa non effervescence, on n'en peut rien inférer de sa pureté ; tout ce qu'on peut dire de



mieux , c'est la chaux qui lui ôte cette propriété : on verra que d'autres substances inflammables , telles que le charbon , le soufre , les chaux métalliques pourvues de leur oxigene , ou complètement dépouillées de ce principe , etc. , augmentent , comme la chaux , la causticité des alkalis fixes et volatils , sans leur enlever la qualité effervescente. Tous ces alkalis n'en sont pas moins rendus caustiques par ces différens intermedes ; ils sont effervescens , et sont tout aussi composés que celui produit par de la chaux vive. On les décompose tous par les mêmes procédés ; on en sépare les substances qui les rendaient caustiques , et on les ramene à l'état d'alkali pur où ils étaient auparavant , même sans avoir recours à de l'air fixe. Ce sont donc de fausses dénominations , que d'appeller alkali pur , l'alkali caustique ; et alkali impur , l'alkali fixe ordinaire ; c'est donner de la pureté et de la simplicité des substances , des idées contraires à celles qu'on a naturellement. Une substance est réputée d'autant plus pure et plus simple , qu'elle est moins chargée de matières étrangères ; l'alkali fixe purifié est infiniment plus simple et plus pur , quoiqu'effervescent , que le composé nommé alkali caustique non effervescent : on voit , par conséquent , que la nouvelle nomenclature et la nouvelle doctrine donnent souvent des idées contraires aux faits , et induisent les commençans en erreur , comme je l'ai déjà fait remarquer bien des fois.

Le savon de feu , qui constitue l'alkali caustique ou la pierre à cautère , se rencontre en très-grande quantité dans les alkalis non purifiés du commerce , tels que dans la potasse , dans la soude , dans la cendre gravelée , etc. Pendant la combustion des végétaux , la combinaison de ce savon se forme , les matériaux propres à le produire s'y trouvent en abondance. C'est lui qui se dissout dans les lessives alcalines , et qui leur donne la couleur rouge et l'âcreté qu'on leur connaît. C'est pour ne l'avoir



pas connue qu'on éprouve souvent des difficultés à les purifier de cette couleur étrangère. Mon objet, dans ce mémoire, est d'indiquer une méthode simple que j'ai pratiquée pendant plus de quarante ans, au moyen de laquelle, dès la première dissolution de la potasse, par exemple, on obtient l'alkali parfaitement blanc, et dépouillé de ce savon de feu qui altere sa blancheur et sa pureté.

### *De la Potasse,*

La potasse est tirée particulièrement de la cendre de plusieurs especes de bois, qu'on fait brûler exprès dans les pays où les forêts sont abondantes, comme en Russie, en Pologne, dans plusieurs parties de l'Allemagne, etc. On pourrait y joindre concurremment beaucoup de grosses herbes inutiles à la nourriture des animaux ; mais il paraît qu'on n'est point dans cet usage dans les pays où le bois est abondant et plus commode à rassembler.

Au Bas-Hartz en Saxe, on tire de la potasse par occasion, en faisant du charbon, dont on consomme beaucoup pour l'exploitation des mines. On recueille l'eau acide que le bois laisse dissiper pendant sa conversion en charbon, on fait évaporer cette eau jusqu'à siccité, on fait calciner le sel, et on obtient un bon alkali. (*Voyez Hellot, traduction de Schluther.*) Le plus grand commerce de la potasse se fait à Dantzick. Nous passerons sous silence la manière dont on prépare la potasse : les manipulations varient beaucoup d'un pays à l'autre ; elles nous entraîneraient dans de grands détails inutiles à notre objet.

*Purification de la Potasse du commerce, pour en séparer l'Alkali fixe dans le plus grand état de pureté.*

On met dans une terrine de grais environ quinze



livres de potasse du commerce, on verse par-dessus à-peu-près quatre pintes ou huit livres d'eau de rivière froide ; on agite ce mélange plusieurs fois par jour, avec une spatule de fer : il se produit une chaleur bien considérable ; on laisse le mélange pendant quatre ou cinq jours, et même davantage, jusqu'à ce que la potasse soit parfaitement divisée et réduite en une sorte de bouillie fine et claire ; alors on filtre la liqueur, sans papier, au travers d'un linge tendu par les quatre coins sur un chassis de bois. Dans le premier moment, la liqueur passe trouble ; mais peu d'instans après, elle passe très-claire et absolument sans aucune couleur : on change de terrine, et on remet sur le filtre la première liqueur qui a passé ; la liqueur filtrée donne 45 degrés à mon pese-liqueur des sels. Chaque livre de cette liqueur contient huit onces et demie de sel alkali sec. Lorsque le filtre est bien égouté, on fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité dans une marmite de fer bien propre ; le sel étant bien sec, on le met tout chaud dans des bouteilles bien seches, ou dans des cruches de grais bouchées de liége. Ce sel est très-pur à plusieurs égards, nous en parlerons dans un instant ; mais il est parfaitement blanc et absolument privé de tout sel neutre.

On met dans une terrine de grais le marc resté sur le filtre, on le délaie dans deux ou trois pintes d'eau de rivière froide, et lorsqu'il est bien délayé, on met le tout sur le filtre : la première liqueur qui passe est trouble, comme dans la première filtration ; lorsqu'elle coule claire, on change de terrine ; on remet sur le filtre la portion de liqueur coulée trouble. La lessive de ce second lavage est également claire, transparente ; mais elle a une couleur rousse, comme de la bière blanche. Lorsque le marc est bien égouté, on fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité, comme la précédente, dans une marmite de fer ; le sel alkali qu'on obtient est roux, terreux, contient beaucoup



de terre , mais peu ou point de sel neutre. Lorsqu'il est desseché , on le fait torréfier dans la marmite de fer , en lui donnant , sur la fin de la dessication , un degré de chaleur un peu plus fort que celui qui a été nécessaire pour le dessécher ; il devient noirâtre à raison d'une certaine quantité de matière charbonneuse qui achève de se séparer , et que l'alkali tenait en dissolution , ainsi qu'une certaine quantité de terre. Alors on tire la marmite du feu , on met le sel dans une terrine de grais , et lorsqu'il est entièrement refroidi , on verse dessus une suffisante quantité d'eau froide , pour en former une bouillie un peu liquide , qu'on remue plusieurs fois dans la journée ; au bout de vingt-quatre heures , on filtre la liqueur sur un linge propre , ou au travers du papier sur un entonnoir de verre : la liqueur passe très-claire absolument sans couleur. On la fait évaporer dans une marmite de fer jusqu'à siccité , et lorsque le sel est bien sec , on le mêle avec le premier , comme étant aussi pur et également dépouillé de sel neutre. On est surpris de la quantité de terre noirâtre qui reste sur le filtre ; cette terre contient le peu des sels neutres qui ont pu être dissous. On mêle ce marc avec celui resté sur le premier linge , et on les traite ensemble de la manière suivante :

On met ce marc dans une marmite de fer , avec beaucoup d'eau de rivière ; on fait prendre quelques bouillons à ce mélange , et on le filtre au travers du même linge : la liqueur passe claire , mais haute en couleur , semblable à une lessive de cendres ordinaire ; on met cette liqueur à part , on refait bouillir le marc encore une seconde fois , et même davantage , dans une suffisante quantité d'eau de rivière chaque fois , jusqu'à ce qu'il soit épuisé de sel , et que la terre devienne insipide ; lorsqu'elle est bien égoutée , on la jette comme inutile.

On réunit les liqueurs , on les fait évaporer dans une marmite de fer jusqu'à siccité ; on sépare , à



mesure qu'ils se précipitent, les sels neutres pendant l'évaporation ; et sur la fin, on donne un peu plus de feu pour calciner ce sel ; il devient très-noir, très-caustique et fort âcre : lorsqu'il est suffisamment calciné et froid, on le met dans une terrine de grais, on le délaie dans une suffisante quantité d'eau de rivière froide, pour en former une bouillie pas trop claire ; elle est d'une couleur noire très-trouble, à raison de la terre charbonneuse qu'elle contient ; au bout de vingt-quatre heures, on filtre ce mélange au travers d'un linge ou sur un entonnoir de verre garni de papier : la liqueur passe claire, sans couleur ; elle contient presque tout l'alkali, les sels neutres restent sur le filtre avec la terre charbonneuse. La liqueur mise à évaporer fournit un alkali fixe très-blanc, et débarrassé de tout sel neutre, si cependant l'on n'a pas mis trop d'eau en délayant le sel, après sa calcination. Si l'on a bien opéré, le sel alkali se trouve aussi pur que les précédens, on peut les mêler ensemble.

Le marc terreux resté sur le filtre est un mélange de terre noire charbonneuse, de sel marin, de tartre vitriolé, et encore d'un peu d'alkali : on peut séparer le reste de l'alkali, en faisant calciner cette matière dans un pot de terre non vernissé, en le tenant rouge seulement, sans le faire entrer en fusion, pendant environ une demi-heure, et le lessivant de la manière que nous venons de le dire, on sépare, pendant l'évaporation de la liqueur, les sels neutres, à mesure qu'ils se présentent ; il reste enfin un alkali roux, qui, dans cet état, peut servir dans les occasions où sa grande pureté n'est pas absolument nécessaire. Mais quand on en a beaucoup, comme cela m'arrivait autrefois, il mérite la peine d'être achevé, comme nous venons de le dire, pour l'avoir dans son état de pureté.

Les potasses du commerce varient beaucoup relativement à la quantité d'alkali fixe qu'elles



rendent. Le sel marin et le tartre vitriolé qu'on en sépare doivent leur origine aux végétaux avec lesquels on a fait la potasse : les quantités de sel varient de la potasse d'un pays à l'autre. Les meilleures nous viennent par Dantzick ; il y en a de bleue, qu'on nomme *potasse bleue* ; il y en a de bien blanches, qui sont également bonnes, et qui rendent beaucoup d'alkali. J'ai observé dans certaines potasses blanches de grandes plaques, comme si elles avaient éprouvé une sorte de fusion ; on peut croire qu'elles ont subi un commencement de purification, parce qu'elles contiennent moins de terre que beaucoup d'autres. J'ai eu des potasses qui m'ont fourni presque autant d'alkali marin que d'alkali végétal. J'en ai eu d'autres qui ont rendu un peu de sel de glaubert. Il m'a passé par les mains des potasses d'Allemagne qui ont rendu presque autant de tartre vitriolé que d'alkali végétal ; d'autres contenaient une si grande quantité de sel marin, qu'on pouvait croire qu'il avait été mêlé exprès pour augmenter le poids de la potasse. Voici des résultats d'opérations qui donneront un aperçu des proportions d'alkali, de sels neutres et de terre que rendent les bonnes potasses.

400 livres de potasse bleue de Dantzick ont rendu de potasse purifiée,	218 livres.
Sel marin et tartre vitriolé mêlés,	40
Terre,	140
Perte,	2
	<hr/>
	400

Dans d'autres opérations de potasse du même lieu, j'ai tiré jusqu'à 294 livres de bon alkali pur, le reste en terre et en sels neutres, tels que tartre vitriolé et sel marin : ce dernier est, pour la plus grande partie, à bâte d'alkali végétal.



## R E M A R Q U E S.

La manière ordinaire de purifier la potasse consiste à faire dissoudre cette substance dans une chaudière, sur le feu, avec une suffisante quantité d'eau; on fait bouillir ce mélange jusqu'à ce que la potasse soit dissoute; on filtre la liqueur, et on la fait évaporer jusqu'à siccité; on sépare, tant qu'on peut, pendant l'évaporation, les sels neutres à mesure qu'ils se précipitent. Quelquefois on interrompt l'évaporation, afin de séparer les sels neutres qui se sont cristallisés par le refroidissement. Par ce procédé, on n'obtient qu'un alkali d'un blanc sale, chargé encore de beaucoup de sels neutres, et de toute la matière colorante de la potasse; il est âcre, beaucoup plus caustique qu'il ne doit être, parce qu'il est plus ou moins dans les mêmes circonstances que l'alkali rendu caustique par de la chaux.

Quelques personnes purifient ce sel en le faisant dissoudre de nouveau, comme la première fois, dans une chaudière avec de l'eau bouillante: elles filtrent la liqueur qui est toujours très-rouge et chargée de beaucoup de sels neutres; elles font évaporer la liqueur jusqu'à siccité, comme la première fois, et elles conservent ce sel pour l'usage: il est toujours gris, âcre et fort éloigné d'avoir la pureté de celui préparé par les procédés que j'ai indiqués.

Dans les travaux en grand où l'on prépare la potasse, on lui donne une première purification; mais cette purification est faite très-grossièrement. On se contente d'ôter seulement une partie de la terre propre du végétal; il en reste encore beaucoup, ainsi que de la matière inflammable, et même des parties charbonneuses, qui forment du tout un alkali âcre demi-caustique. Par la manière que je propose de purifier cet alkali, la matière phlogistique se sépare d'abord de ce sel; elle reste avec  
la



la terre; aussi on obtient, dès la première dissolution, une lessive blanche sans couleur, et débarrassée de tous les sels neutres, parce qu'il n'y a d'eau que dans la proportion nécessaire à la dissolution de l'alkali, qui se dissout le premier. On retrouve dans le marc la matière inflammable avec les sels neutres, tandis qu'au contraire, lorsqu'on fait dissoudre la potasse dans une quantité d'eau trop grande, l'alkali porte son action sur cette substance inflammable, la dissout en partie, et forme une lessive colorée autant qu'elle peut l'être. Un autre avantage essentiel qui résulte par le procédé que j'indique, c'est que l'alkali étant plus dissoluble, se dissout seul et débarrassé de sels neutres. On sépare par ce moyen, dès la première opération, la plus grande partie de l'alkali dans un degré de pureté tel, qu'il est propre à la plupart des opérations de chimie.

Le marc de la potasse, par mon procédé, n'est point épuisé de tout l'alkali par une première opération, mais en le lavant dans une petite quantité d'eau froide, comme nous l'avons dit, on en sépare la plus grande partie qui se trouve également débarrassée de sels neutres; la liqueur est colorée. Cette observation est importante, et prouve bien la nécessité de n'employer au premier lavage que la juste proportion d'eau qui convient, parce que cette matière phlogistique colorante facilite la dissolution d'une partie de la terre. Si l'on mettait plus d'eau qu'il n'en faut à ce premier lavage, on obtiendrait davantage d'alkali d'abord; mais il serait roux comme celui qu'on retire par la seconde opération, et il faudrait le purifier comme lui.

Enfin, après avoir tiré à froid, par ce moyen, tout ce qu'on peut d'alkali, on fait bouillir le marc dans de l'eau, on épuise la terre de tous les sels qu'elle contient, par plusieurs ébullitions successives, et l'on se débarrasse de la terre comme inutile: c'est alors qu'on est bien convaincu que la matière colorante se trouve rassemblée dans la



terre; car les sels neutres n'ont que peu d'affinité avec cette matière phlogistique. Ce dernier sel alkali se trouve encore débarrassé de presque tous les sels neutres, au moyen de ce qu'on les a séparés pendant l'évaporation de la liqueur. L'alkali restant après sa calcination, se trouve être dans l'état de la potasse brute, et demande à être travaillé de même pour séparer, dans l'état de pureté, le peu d'alkali qu'elle contient.

Le sel alkali de potasse, purifié par le procédé que je viens d'indiquer, est très-beau, très pur et parfaitement blanc; il est susceptible d'avoir encore un plus grand degré de pureté; il faut pour cela le faire dissoudre dans une suffisante quantité d'eau fioide, filtrer la liqueur au travers du papier joseph; on en sépare environ vingt quatre grains de terre parfaitement blanche par chaque livre de sel: la liqueur évaporée jusqu'à siccité et réduite en sel sec, fournit un sel alkali plus blanc qu'il n'était, et il a un coup-d'œil moins terreux qu'il n'avait avant cette seconde purification.

Les liqueurs alkalines parfaitement blanches, qui ont 45 degrés à mon aréometre des sels, gardées pendant quelques années, déposent une semblable terre parfaitement blanche. Cette terre est un mélange de terre calcaire et de terre d'alun, elle se dissout avec chaleur dans l'acide vitriolique, quelquefois avec effervescence: j'ai obtenu de pareilles dissolutions, tenues avec un peu d'excès d'acide, par une évaporation spontanée de la sélénité calcaire et des cristaux de véritable alun, très-beaux et très-purs.

Les sels neutres qu'on sépare de la plupart des potasses sont, comme nous l'avons dit, du tartre vitriolé et du sel marin; ce dernier est dans deux états, l'un est à bâte d'alkali marin, l'autre est à bâte d'alkali fixe végétal; il est ce que l'on nomme sel *febrifuge de silvius*, et que la nouvelle nomenclature nomme *muriate de potasse*. On peut séparer le tartre vitriolé; mais il est difficile de séparer



exactement les deux sels marins l'un de l'autre, leur séparation donne trop de travail qui ne compense pas les frais; il vaut mieux l'employer à en faire de l'acide marin.

Ce mélange de sel extrait de la potasse est assez blanc; cependant il ne l'est pas assez, si l'on veut l'employer en pharmacie, sur-tout le tartre vitriolé. La légère couleur sale qu'il a, vient d'un reste de matière phlogistique colorante qui lui est tellement adhérente, qu'il est impossible de l'enlever par des dissolutions et des filtrations réitérées; les clarifications avec des blancs d'œufs ne les purifient pas davantage. Voici de quelle manière il convient de séparer le tartre vitriolé des sels marins, pour avoir ces sels dans leur blancheur et leur beauté ordinaires, sur-tout le tartre vitriolé qui vaut la peine d'être séparé. Il y a deux procédés également bons; par le premier que nous allons détailler, on perd le sel marin.

1<sup>o</sup>. On étend sur des clisses d'osier beaucoup de vieux papiers gris, de vieux papiers de sac: on peut mettre sous les papiers beaucoup de plâtras fort menus ou du sable. On étend sur les papiers le mélange des sels dont nous parlons, un peu mince; on porte dans une cave humide ces clisses, et on les pose à terre: les deux especes de sel marin, qui attirent puissamment l'humidité de l'air, tombent en deliquium, s'imbibent dans les papiers et dans la matière qu'on a mise dessous; le tartre vitriolé, qui n'a point de déliquescence, reste seul et presque sans déchet; dans l'espace d'environ quinze jours, le sel marin est entièrement séparé. On rassemble le tartre vitriolé, on le met dans des camions ou pots de terre non vernissés, et on le calcine, en le faisant seulement rougir, sans qu'il entre en fusion. Quand on a la commodité d'une galère à eau-forte, comme je l'avais, on place une cinquantaine de camions dans la galère, tandis qu'elle est bien rouge, immédiatement après que la distillation de l'eau-



forte est finie , et qu'on a ôté toute la braise de la galère ; on laisse les camions jusqu'au lendemain , la chaleur est suffisante pour rougir ce sel sans le fondre , et pour brûler complètement sa matière colorante. Le lendemain on observe que ce sel est noirâtre dans l'intérieur , comme s'il contenait du poussier de charbon , et il en contient en effet , qui est celui de la matière colorante brûlée. On purifie ensuite ce sel , à l'ordinaire , par dissolution sur le feu , dans une suffisante quantité d'eau , par la filtration et par la cristallisation , etc. Ce moyen , comme on voit , est simple , n'est ni embarrassant , ni dispendieux. Mais pour avoir les cristaux plus gros et en plaquettes un peu épaisses , comme est celui du commerce , on fait cristalliser le tartre vitriolé , dans les mêmes terrines , deux , trois et même quatre fois , sur le sel déjà cristallisé. On pourrait , si on voulait , retirer le sel marin , en lessivant les matières dans lesquelles il s'est imbibé ; mais cela n'en vaut pas la peine.

Le second procédé pour séparer les sels marins du tartre vitriolé , sans perdre ni l'un ni l'autre de ces sels , consiste à les calciner dans des camions , comme nous venons de le dire , et à les mettre ensuite dans un panier d'osier blanc très-serré ; on plonge ce panier dans un baquet contenant un peu d'eau froide : aussitôt que le sel est mouillé , on enlève le panier , on le laisse égoutter , en le posant sur deux tringles de bois placées sur les bords du baquet. Lorsqu'il est suffisamment égoutté , on le replonge de même , et on continue ainsi de suite à le plonger dix à douze fois dans la même eau ; les sels marins , plus dissolubles que le tartre vitriolé , se dissolvent les premiers : il reste enfin le tartre vitriolé seul ou presque seul ; il s'en est dissous très-peu. On fait dissoudre dans de l'eau , sur le feu , le tartre vitriolé resté dans le panier ; on filtre la dissolution , et on fait cristalliser le sel , comme nous l'avons dit ci-dessus.



On fait évaporer la liqueur qui contient le sel marin, et on obtient ce sel à part, qui peut être employé à faire de l'acide marin, suivant les procédés connus qu'on trouvera décrits dans ma Chimie expérimentale et raisonnée.

*De la cendre gravelée.*

On prépare la cendre gravelée, en faisant brûler des sarmens et des lies de vins desséchées, provenant des vinaigriers. On nomme *gravele* la lie de vin desséchée. Les marcs de raisins brûlés fournissent encore beaucoup d'alkalis. On lessive ces cendres dans des tonneaux avec de l'eau, on fait évaporer les liqueurs dans des chaudières de fer; on obtient un sel sale et noirâtre : on le fait calciner ensuite; on obtient un sel blanc verdâtre très-phlogistique. Toutes les parties de la vigne, ou les substances qui en proviennent, comme les lies de vin, le tartre, fournissent de l'alkali fixe qui, pour l'ordinaire, n'est point mêlé de sel neutre.

La cendre gravelée du commerce fournit un alkali fixe, sans sels neutres, lorsqu'on n'y en a pas mêlé; il est, par cette raison, plus pur que celui tiré de la potasse; mais il est plus phlogistique. Il paraît qu'on peut attribuer cette cause à ce que cette espece d'alkali ne contient point de sel marin. Du moins j'observe que ce sel en général, lorsqu'il est contenu dans des matières salines ou vitreuses, auxquelles on fait éprouver une grande action du feu, leur enleve leur couleur avec facilité; le sel marin, quoique ne faisant point partie de la vitrification, ni du verre, sert néanmoins, pendant le frittage des matières, à fondre, et pendant la vitrification même, à clarifier le verre, comme le fait à-peu-près la manganese, et peut-être par la même cause, par de l'air déphlogistique, qui détruit toutes matières combustibles. Si jusqu'à présent, on n'est pas encore parvenu à



obtenir ce gaz de ce sel, il produit dans nombre d'occasions les mêmes phénomènes que s'il en contenait. Le sel marin est employé à cette intention dans plusieurs verreries de la Lorraine Allemande, où l'on fait par son concours de très-beau verre blanc; on y emploie du salin des salines de cette province, qui contient à-peu-près un quart d'alkali sur trois quarts de mauvais sel marin. Il paraît que ce sont, en grande partie, les difficultés de purifier la cendre gravelée, et d'en obtenir un sel parfaitement blanc, qui a fait préférer l'usage de la potasse dans les opérations de la chimie. Au reste, l'alkali de la potasse bien purifié par le procédé que j'ai indiqué, et débarrassé de tout sel neutre, ne présente aucune différence dans l'usage ordinaire sur celui de la cendre gravelée, ainsi que sur celui qu'on tire du tartre, qui ne présente pas moins de difficultés pour l'avoir dans son plus grand degré de pureté et de blancheur.

*Purification de l'alkali de la cendre gravelée.*

On fait dissoudre entièrement, dans une suffisante quantité d'eau froide de rivière, la quantité qu'on veut de cendres gravelées; on filtre la liqueur au travers d'un linge, ou au travers d'un filtre de papier joseph; on fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité dans une marmite de fer; on fait calciner ce sel dans des camions qu'on met dans une galère à eau-forte, lorsqu'on en a la commodité, comme nous l'avons dit pour la calcination des sels ci-dessus, sinon dans les mêmes camions placés dans un fourneau au travers des charbons; il serait encore mieux de faire cette opération sous la moufle d'un fourneau de coupelle; mais on n'en pourrait calciner qu'une bien petite quantité à-la-fois. On doit éviter, avec grand soin, d'appliquer une chaleur trop forte et capable de fondre le sel; il suffit de le tenir rouge obscur pendant environ une demi-heure; si on fait cette calcination au



travers des charbons, on doit éviter, avec encore plus de soin, que la flamme du combustible réfléchisse sur le sel; la flamme le phlogistiquerait, le sel deviendrait bleu, chargé de feu dans l'état où il est dans la pierre à cautère, et moins pur par conséquent qu'il n'était auparavant; c'est pour cette raison qu'une galère rouge à blanc, comme elle est après la distillation de l'eau-forte, est plus propre et convient mieux; on n'a point à craindre la flamme d'aucun combustible.

Lorsque le sel est calciné, il est ordinairement d'une couleur gris-blanc. On le laisse refroidir entièrement; on le fait dissoudre dans de l'eau froide de rivière; on filtre la liqueur au travers du papier joseph; elle passe très-claire, absolument sans couleur; il reste sur le filtre une terre brune, charbonneuse, qu'on lave en passant dessus un peu d'eau froide à plusieurs reprises. On fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité, et tandis que le sel est encore chaud, on l'enferme dans des bouteilles bien seches, ou dans des cruches de grais.

#### *Du sel fixe de tartre.*

Ordinairement, pour calciner le tartre à l'effet d'en tirer l'alkali fixe, on recommande de concasser le tartre blanc ou rouge qu'on veut employer, de le diviser dans beaucoup de cornets de papier d'environ quatre onces chaque, de mouiller les cornets en les plongeant dans de l'eau, de les stratifier dans un fourneau avec du charbon, en commençant le premier lit par du charbon, et finissant de même, et d'allumer le feu par le bas: le tartre se brûle à mesure que le fourneau s'allume, et lorsqu'il est éteint, on ramasse le sel alkali qui se trouve par petites masses pêle-mêle avec les cendres. On prescrit d'employer un fourneau qui ne tire que peu ou point, afin d'éviter la fusion de l'alkali: on purifie ensuite ce sel à l'ordinaire. Tel est le procédé usité et indiqué par beaucoup.



de chimistes. D'autres veulent qu'on calcine le tartre dans des chaudières de fer, jusqu'à ce que ce sel soit complètement brûlé et changé en alkali fixe. On le purifie ensuite à l'ordinaire. Ces deux procédés présentent des inconvéniens qui influent beaucoup sur la pureté de l'alkali, et sur la difficulté de le purifier ensuite; c'est ce que nous allons faire remarquer.

1°. J'ai observé que l'alkali du tartre, la cendre gravelée, et tout alkali tiré des parties de la vigne, est essentiellement un peu plus fusible que tout autre: cette différence vient de ce que cette espèce d'alkali contient moins de terre dans sa composition, et un peu plus de feu combiné; il est constamment plus âcre et plus caustique que celui de la potasse, au même degré de purification.

2°. Pendant la calcination du tartre au travers des charbons, il est presque impossible d'empêcher que la plus grande partie de l'alkali n'entre en demi-fusion; il se mêle avec la cendre et avec le charbon, il dissout un peu des deux substances, d'une autre part, la flamme du charbon lui est appliquée immédiatement; il se combine avec beaucoup de molécules de feu, il en est saturé; il en devient même verdâtre par endroit. La lessive qu'on fait ensuite de cet alkali est d'une couleur orangée, au lieu d'être parfaitement blanche; cette couleur indique que l'alkali n'est point pur, et qu'il est chargé de plus de feu que dans son état naturel; aussi il est plus caustique: il participe des propriétés communes à celles de la pierre à cautère, et pour les mêmes causes, comme nous le dirons bientôt. Une partie de l'alkali se dissipe en fumée blanche par le contact avec le charbon embrasé, et l'on en perd un peu dans les cendres.

La calcination du tartre dans une marmite de fer n'a pas les inconvéniens dont nous venons de parler; mais elle en a d'autres; on ne la chauffe ordinairement que par le fond, les bords supérieurs plus froids condensent une partie de l'huile



qui retombe dans l'alkali : elle se brûle, mais jamais complètement. L'alkali du tartre tiré de cette manière, dissous dans l'eau, donne une lessive très-colorée ; c'est la meilleure preuve qu'on puisse donner qu'il n'est pas pur : il tient de l'huile à demi-brûlée en dissolution, et du feu par surabondance qui leur donnent la couleur et l'âcreté dont nous parlons. On parvient à purifier ce sel par les procédés dont nous venons de parler, qui consistent à dessécher la lessive filtrée de ce sel, ensuite à le calciner à l'abri de la flamme, à le dissoudre de nouveau, etc.

Le moyen qui m'a paru le plus commode pour calciner le tartre, et pour avoir son alkali pur plus facilement, c'est de le mettre dans une marmite de fer, qu'on place dans le milieu d'un petit four qu'on a fait rougir ; on fait un feu clair de bois de coterêts ; on ne remue point la matière : il s'établit un arrangement tel, qu'elle se brûle jusqu'au centre, et qu'elle devient blanche par-tout, parce qu'elle se soutient dans un état de gonflement et de porosité ; il faut seulement prendre garde à ne donner que le degré de feu nécessaire pour entretenir la marmite d'un rouge obscur, mais trop faible pour mettre la matière en fusion ; on continue le feu jusqu'à ce qu'on ne voie plus sortir de fumée de la marmite, et on l'entretient encore une demi-heure ou trois quarts d'heure. Alors on laisse refroidir la marmite dans le four, en le tenant ouvert. On conçoit que, par ce moyen, ses parois ne se garnissent point d'huile carbonneuse qui puisse altérer la pureté de l'alkali, parce qu'elle se brûle à mesure, et qu'elle retombe en cendres. On peut placer dans le four plusieurs marmites semblables, suivant la quantité de tartre qu'on veut faire calciner à-la-fois. Il convient de ne mettre du tartre dans les marmites que l'épaisseur de cinq à six pouces ; il serait à craindre, si l'on en mettait davantage, qu'il ne se calcinât mal au centre. On pourrait, au lieu de marmite de



fer, faire cette calcination dans des camions; mais le sel adhère avec une telle force qu'il est difficile de l'enlever, ce qui produit du déchet: si on lave les tessons, l'alkali dissout un peu de la terre et un peu de l'acide vitriolique de l'argille de la poterie; l'un et l'autre altèrent sa pureté.

Lorsque la calcination du tartre est achevée, et le sel entièrement refroidi, on le fait dissoudre dans une suffisante quantité d'eau froide de rivière; on filtre la liqueur; il reste une terre noire sur le filtre: on passe de l'eau froide jusqu'à ce qu'elle sorte insipide. On fait évaporer les liqueurs jusqu'à siccité dans une marmite de fer bien propre, et encore mieux dans un bassin d'argent, lorsqu'on le peut; on obtient un sel qui n'est pas encore suffisamment blanc, ni suffisamment pur. On le fait calciner de nouveau sous une moufle, ou dans une galère à eau-forte; et on le purifie de nouveau, en le faisant dissoudre toujours dans de l'eau froide, et le faisant dessécher de même. Alors on l'obtient parfaitement blanc; sa dissolution doit être absolument sans couleur pour être dans la pureté convenable.

Par les procédés que nous venons d'indiquer, on perd les produits d'huile et d'esprit acide, qui se dissipent pendant la combustion du tartre; on peut les recueillir en soumettant cette matière à la distillation dans des cornues de grais. Comme j'ai fait souvent ces distillations un peu en grand dans des galères, voici les résultats tirés du tartre blanc, comparativement à ceux tirés de la crème de tartre, distillés séparément.

*Produits de 50 livres de tartre blanc.*

	liv.	onc.
Esprit acide du tartre.	6	1
Huile.	1	12
Residu salin.	19	4
Perte.	22	15
	<hr/>	
	50	



*Produits de 50 livres de crème de tartre.*

	liv.	onc.	gros.
Esprit acide du tartre.	7	9	
Huile.	2	1	3
Résidu salin.	19	12	5
Perte.	20	9	
	<hr/>		
	50		

Les produits que nous donnons ici ne sont pas rigoureusement exacts ; il se dégage , pendant la distillation du tartre , une immense quantité d'air qui emporte avec lui une partie de l'huile et de l'esprit ; il faudrait faire cette distillation dans l'appareil pneumato-chimique pour ne rien perdre , mais cela est inutile à notre objet. Voici au reste les produits en air que Hales a retirés du tartre. (*Voyez Statique des végétaux* , page 159.)

D'un ponce cubique , ou 443 grains de tartre de vin du Rhin , il sortit fort vite 504 ponce cubiques ; ainsi le poids de l'air dans ce tartre était de 144 grains , c'est-à-dire  $\frac{1}{3}$  du poids total.

On peut , par ce résultat en air , connaître à-peu-près les quantités d'huile et d'esprit emportés avec cet air pendant son dégagement.

Les résidus salins charbonneux , purifiés à l'ordinaire , comme nous venons de le dire , ont fourni en alkalis purs , savoir :

	liv.	onc.	
Du tartre blanc en alkali.	13		
Terre charbonneuse.	6		
Perte.		4	
	<hr/>		
	19	4	
	<hr/>		
	liv.	onc.	gros.
De la crème de tartre en alkali.	16	6	
Terre charbonneuse.	3		
Perte.		6	5
	<hr/>		
	19	12	5

On voit , par ces résultats , que la crème de tartre



rend plus d'alkali que le tartre crud ; ce dernier fournit moins de sel alkali et davantage de terre ; cela doit être , la crème de tartre a été débarrassée de cette terre surabondante pendant sa purification. Les terres charbonneuses ont été lavées à l'eau bouillante , jusqu'à ce que l'eau devînt absolument sans saveur ; ensuite elles ont été parfaitement séchées avant de les peser. Le déchet qu'on observe en alkali fixe de part et d'autre est inévitable ; c'est celui qui reste sur les filtres et sur les ustensiles , etc.

Lorsqu'on fait dissoudre dans l'eau les résidus salins froids sortans des cornues , ils s'échauffent considérablement : je n'ai pas tenu note des degrés de chaleur ; mais j'estime qu'ils s'élèvent à-peu près à soixante du thermometre à mercure , ou même davantage. Au reste , cette chaleur est d'autant plus grande que la masse de sel est plus considérable ; elle va même jusqu'à l'incandescence , comme nous l'avons dit dans nos réponses à Macquer au § VII<sup>e</sup>. , septième alinéa. Lorsque la liqueur est filtrée et qu'elle est évaporée à un certain point , si on la laisse refroidir , on observe le lendemain qu'il s'est formé une masse de cristaux en belles aiguilles d'un pouce et même davantage de longueur ; ces cristaux sont assez blancs , recouverts par une certaine quantité de liqueur alkaline rousse , qui n'a point cristallisé : ce sel égouté sur un filtre , est infiniment plus aisé à purifier que le sel contenu dans la liqueur , parce que , pendant sa cristallisation , il s'est débarrassé de la matière colorante étrangère à sa nature alkaline ; sa cristallisation est due à l'acide de l'air qui s'est dégagé pendant la distillation du tartre , qui a reflué sur l'alkali ; et peut-être n'est-il cristallisé que par l'air fixe ; une simple calcination le dégage de cet air , et il perd cette propriété cristallisante ; il devient promptement de la plus parfaite blancheur avec toutes ses propriétés alkalines. Je pense même que ce moyen pourrait être employé avec avantage



pour purifier mieux et plus promptement les alkalis : il faudrait les saturer d'abord d'air fixe, qui sépare promptement la matière colorante. Lorsqu'ils sont dans cet état de cristallisation, ils ne sont plus déliquescents ; on peut les laisser égouter, autant que cela est nécessaire, dans des entonnoirs de verre, et même les laver un peu, en mettant un petit linge qu'on entretient humide, appliqué à la partie supérieure de l'entonnoir, comme je l'ai pratiqué à l'égard de salpêtre très-roux que j'ai parfaitement blanchi sans presque en dissoudre. Alors on fait calciner ce sel pour le débarrasser de son gaz, qui lui donne la forme cristalline.

Nous venons de voir que le tartre fournit de l'huile pendant sa distillation. Les chimistes modernes mettent en question l'existence de cette huile dans le tartre ; ils pensent qu'elle est un produit du feu ; j'ai prouvé, il y a quelques années, à l'académie, qu'elle existait bien réellement dans le tartre, et qu'on pouvait en séparer beaucoup sans le brûler. En voici la preuve : j'ai fait autrefois de grandes quantités de sel de seignette à la fois ; je m'appercevois qu'en saturant de crème de tartre très-pur l'alkali marin, il se formait une substance résineuse de la consistance de la térébenthine, qui s'attachait aux parois de la chaudière ; je l'enlevais avec soin, parce qu'elle nuit à la cristallisation de ce sel, sur-tout après que les liqueurs avaient fourni déjà plusieurs cristallisations. J'ai manié dans de l'eau cette matière résineuse, pour la désaler entièrement, à quoi je suis parvenu facilement ; j'ai reconnu qu'elle était bien véritablement une résine ou une huile essentielle épaissie : elle en avait toutes les propriétés, se ramollissant sans se dissoudre dans l'eau bouillante, brûlant comme les résines, se dissolvant dans l'esprit-de-vin, et blanchissant l'eau ; en un mot, elle est une véritable résine. J'en ai eu plusieurs livres par ce procédé ; elle ne se sépare pas



toute, en fabriquant le sel de seignette et le sel végétal; la plus grande partie reste en dissolution dans les liqueurs sous forme savonneuse, graisse les filtres, empêche les liqueurs de passer, et s'oppose considérablement à la cristallisation de ces sels.

Je ne doutais nullement qu'il ne s'en évaporât une certaine quantité avec les vapeurs de l'eau, et que j'en pourrais recueillir dans l'état de fluidité, en faisant la saturation de ce sel dans un grand alambic: c'est ce que je fis; mais j'en retirai fort peu sur 25 livres de très-belle crème de tartre bien pure: je ne pus en obtenir qu'environ un gros; il fallait lever le chapiteau à chaque instant pour saturer l'alkali peu-à-peu, afin que l'effervescence ne fût pas trop forte, sans quoi la liqueur aurait passé par-dessus les bords du vaisseau; mais la quantité que j'en ai retirée, ainsi que la matière résineuse, sont suffisantes pour prouver l'existence d'une matière huileuse dans la crème de tartre, et que cette huile n'est point du tout un produit du feu, lorsqu'on l'obtient de cette substance par la distillation à la cornue: son odeur fétide et empyreumatique est seulement l'ouvrage du feu. La résine n'a que l'odeur commune à celles qui n'ont rien d'aromatique; l'huile essentielle est légèrement citrine, très-fluide, se dissolvant dans l'eau facilement. Celle qui a passé avec elle était un peu laiteuse; cette huile a une odeur d'huile essentielle de vin, mêlée de celle d'œufs couvis, qui est l'odeur qui se développe pendant la saturation de la soude et de l'alkali végétal.

#### *De la Soude.*

Je ne parlerai dans cet article que de la soude d'Alicante, parce qu'elle est la meilleure et qu'elle fournit la plus grande quantité d'alkali marin. Je passerai sous silence les procédés employés pour



brûler la plante nommée *kali*, avec laquelle on fait la soude : ils sont connus et décrits dans beaucoup d'ouvrages ; je m'en tiendrai seulement à examiner la soude, telle qu'elle nous parvient par la voie du commerce, pour faire connaître une combinaison particulière du *feu fixé*, qu'elle contient avec abondance, et qu'on rencontre également dans les autres alkalis fixes, mais en moindre quantité. La combinaison que je me propose de faire connaître est formée d'alkali, d'un peu de terre et de la matière inflammable, qui fixe et combine une certaine quantité de feu pur. Ce composé a plusieurs propriétés communes au savon alkalin ; je le nommerai, par cette raison, *savon de feu*, parce qu'il tient ses principales propriétés du feu qui lui est combiné : la pierre à cautère dont nous parlerons, doit ses propriétés caustiques au même savon, comme on le verra dans un instant. La combinaison dont il est question existe en plus ou moins grande quantité dans les alkalis fixes non purifiés ; c'est elle qui leur donne quelques degrés de causticité qu'ils perdent par une purification postérieure ; cette matière existant réellement, il est à propos de lui donner un nom tiré de ses principales propriétés qu'elle tient du feu. Ce que j'ai à dire sur cette matière confirmera, d'une manière plus générale, la théorie que j'ai ci-devant établie, du feu considéré sous différentes formes ; et prouvera son existence dans les agens caustiques de la chimie.

La soude a reçu, pendant la combustion de la plante, un degré de chaleur qui a procuré à l'alkali une sorte de fusion, qui paraît même avoir été assez forte. La soude est compacte, pesante, d'une couleur d'ardoise, qu'elle tient de la terre du végétal qui n'est pas complètement brûlée ; on y rencontre aussi, et quelquefois en assez grande quantité, des portions de tiges de la plante dans l'état charbonneux. J'ai fait voir, dans ma discussion sur la causticité, que la matière inflammable



combinée avec l'alkali avait la propriété singulière de fixer le feu, et de le retenir dans l'état de combinaison. Le coup-d'œil que nous venons de jeter sur la matière inflammable qui est contenue dans la soude, nous laisse appercevoir d'abord que la masse générale de la terre du végétal est nécessairement dans plusieurs états de combustion : il y en a une partie dans l'état convenable pour se combiner avec l'alkali ; c'est cette combinaison qui fixe une partie du feu libre dont la soude est pénétrée pendant sa combustion, et forment ensemble l'espece de *savon de feu* dont nous parlons. Il en est de même des autres alkalis pendant la combustion des végétaux.

Si la pierre calcaire, pendant sa calcination, admet du feu dans deux états, comme nous l'avons dit, l'un combiné et l'autre seulement interposé, il n'est point difficile de concevoir que la soude et la potasse en retiennent également une certaine quantité dans ces deux états (1) ; toute la différence est que celui isolé dans la chaux se manifeste plus aisément pendant son extinction. Mais si l'on ajoute, comme j'ai dit, une matière inflammable à la chaux, et qu'on procède à plusieurs calcinations successives, le feu, que la pierre calcaire peut retenir, se combine en plus grande quantité, à cause de la présence de la matière inflammable, et produit de l'alkali fixe artificiel ; la terre calcaire, par ce seul intermede, ne devient plus chaux vive et n'en a plus les propriétés.

Pendant la combustion et la calcination de la soude, les mêmes phénomènes se passent ; il n'y a pas de raison pour croire le contraire. La plus grande partie du feu s'interpose comme dans la

---

(1) Voyez § VII<sup>e</sup>., septième alinéa. La soude et la potasse ont incendié des magasins du port de Christianstadt ; par conséquent, ces matières salines contiennent du feu libre comme la chaux vive.



pierre calcaire pure; l'autre se combiné, par l'intermede de la matière inflammable, avec l'alkali et un peu de terre; ce qui produit la combinaison du *savon de feu*. C'est ce *savon de feu* qui se dissout dans la lessive de soude, et qui lui donne la très-grande causticité qu'on lui remarque, laquelle est plus considérable que celle des lessives d'alkalis très-purs. La lessive de soude est même plus caustique que les lessives de potasse et de cendres gravelées.

Il paraît que, si les lessives de potasse sont moins caustiques et moins colorées que les lessives de soude, on peut l'attribuer en grande partie à la présence du sel marin que fournissent les végétaux employés à la fabrication de la potasse; du moins j'ai observé que, lorsque le sel marin se rencontre dans les végétaux qu'on fait brûler, les lessives qu'on en fait ensuite ont toujours moins de couleur, moins de causticité, et l'alkali qu'on en sépare plus facile à devenir parfaitement blanc pendant la purification. La cendre gravelée contient de la matière inflammable, comme la soude, mais moins, et vraisemblablement elle est dans un autre état: cette matière saline est préparée en masses infiniment plus petites; la matière inflammable est mieux brûlée; mais comme elle ne contient point de sel marin, sa lessive est plus colorée et plus caustique que celle de la potasse, et beaucoup moins que celle de la soude. Il me paraît bien démontré, d'après les travaux en grand que j'ai eu occasion de faire sur les différentes especes d'alkalis, que leurs lessives doivent la causticité et la couleur qu'elles ont, à l'espece de savon dont nous parlons, qu'elles tiennent en dissolution, puisqu'à mesure qu'on les en dépouille, elles perdent de leur causticité et de leur couleur. Au contraire, les alkalis purs augmentent en causticité, lorsqu'on ajoute de la matière inflammable et un peu de terre, n'importe de quelle nature. Si, à de l'alkali fixe en



fusion, on ajoute quelques pincées de charbon en poudre, on le rend aussi caustique que la meilleure pierre à cautère pour les effets chirurgicaux; le charbon se dissout en grande partie avec effervescence, et donne à l'alkali une couleur rouge semblable à celle que donne le savon de feu. Il n'y a point de chimiste qui n'ait observé, sans y avoir fait trop d'attention, qu'une lessive alkalinale rousse, qu'un sel alkali sec, mais gris cendré, terreux, ne soient l'un et l'autre plus caustiques que la même lessive parfaitement blanche, ou que ce même alkali dans sa blancheur naturelle.

On peut augmenter, et on augmente en effet considérablement la causticité des lessives tirées immédiatement de la soude, sans rien ajouter, et même sans qu'elles se trouvent plus concentrées; il suffit de séparer, par la cristallisation, tout ce qu'elles peuvent fournir de cristaux, avec la plus grande partie desquels le savon de feu n'est que mêlé, sans être combiné; ceux qu'on sépare n'ont que la causticité naturelle à ce sel, et sont infiniment moins caustiques qu'une lessive tirée immédiatement de la soude. Mais la lessive restante, après ces cristallisations, est aussi caustique qu'une lessive des savonniers, parce que le savon de feu, qui n'est point susceptible de cristallisation, et qui s'oppose même à la cristallisation d'une certaine quantité du sel, se trouve rapproché et concentré sous un petit volume: il est la cause de la causticité, de la déliquescence et de la difficulté de pouvoir tirer davantage de cristaux de cette lessive.

Si l'on fait évaporer cette liqueur jusqu'à siccité, on obtient un sel âcre, caustique, d'une couleur orangée presque rouge, absolument semblable au sel fourni par la lessive des savonniers, desséché au même point. Cette couleur est celle que le savon de feu donne aux alkalis, et elle est beaucoup plus intense lorsqu'ils en sont saturés. Le



sel ainsi desséché est presque aussi fusible que celui destiné pour la pierre à cautère, et tout aussi difficile à calciner; étant fondu et coulé, il fait de même une pierre à cautère, dont les effets chirurgicaux ne sont point différens. Enfin, j'ai fait calciner ce sel desséché sous une grande moufle, le savon de feu s'est brûlé peu-à-peu et difficilement; le sel est devenu d'une couleur grise cendrée, et n'étant plus fusible au même degré de feu. En cet état, je l'ai dissous dans de l'eau; j'ai filtré la liqueur; elle a passé parfaitement claire et sans couleur; il est resté sur le filtre une terre assez blanche, qui était un des principes du savon; la lessive n'avait que la causticité d'une lessive alcaline ordinaire; elle a fourni beaucoup de cristaux de soude. Il est resté enfin un peu de liqueur que j'ai reconnu contenir de l'alkali végétal; je m'en suis assuré, en en saturant une partie avec de l'acide vitriolique, qui ne m'a donné que du tartre vitriolé et point de sel de glaubert.

Il n'est pas rare de rencontrer dans le commerce de très-bonne soude d'Alicante, dont la totalité de la lessive se trouve dans les circonstances dont nous venons de parler, et qui refuse absolument de donner des cristaux. Cet événement m'est arrivé une fois; il m'a été impossible de pouvoir tirer quelques livres de cristaux des lessives d'une balle de soude du poids de huit à neuf cents livres; ce qui m'a obligé de faire le travail dont je viens de rendre compte, pour trouver la cause de cette difficulté. Alors j'ai fait dessécher les lessives dans des chaudières de fer, j'ai fait torréfier le sel jusqu'à ce qu'il perdît sa couleur rouge orangée, et qu'il devînt gris cendré: la combinaison savonneuse s'est détruite, comme dans l'opération précédente; le sel dissous dans l'eau a laissé sur le filtre une quantité considérable de terre grise blanchâtre, et la lessive a fourni, du jour au lendemain, une immense quantité de très-beaux cristaux d'alkali marin.



Dans la combustion de la plante pour préparer la soude , il est croyable qu'on apporte la plus grande attention pour les calciner uniformément et convenablement. Cependant les balles de soude varient entr'elles , comme on vient de le voir. J'ai travaillé des balles de soude qui rendaient d'abord beaucoup de cristaux , et dont la moitié des lessives refusait de cristalliser ; je suis parvenu , par le procédé que je viens d'indiquer , à leur faire rendre tous les cristaux de soude qu'elles pouvaient fournir. Mais une remarque importante à faire , et qui confirme la théorie que j'établis , c'est la quantité de terre qu'on sépare de ces lessives bien filtrées et parfaitement claires , après leur calcination : la terre est tenue en dissolution par la matière inflammable , puisqu'elle ne se sépare qu'à mesure qu'on la brûle et qu'on la détruit. J'ai cru pendant long-tems que la couleur jaune orangée que prend le sel de soude , pendant la dessiccation des lessives , était due au fer dont l'alkali se chargeait pendant la préparation de ces sels dans des chaudières de fer ; mais je me suis assuré du contraire , en travaillant une certaine quantité de soude dans des vaisseaux de grais ou de verre , et en faisant évaporer les lessives dans des bassins d'argent , en excluant absolument l'emploi de tous vaisseaux et ustensiles de fer : le vaisseau d'argent a été noirci et phlogistiqué considérablement ; la lessive desséchée dans ce vaisseau avait la même couleur jaune orangée , et je me suis bien convaincu qu'elle est due au savon de feu dont nous parlons. Pour rapprocher ce qui a rapport à l'objet que nous traitons , il convient de jeter un coup-d'œil sur la préparation de la pierre à cautère , et faire voir que la cause de sa causticité est due également à du savon de feu , dont la matière saline est saturée , et non à l'absence de l'air fixe , comme les docteurs modernes le prétendent. Peut-on dire que l'alkali est caustique par l'absence de l'acide marin , etc.



*Alkali minéral rendu caustique par de la chaux vive, lessive des savonniers, pierre à cautère.*

On prend, je suppose, cinquante livres de soude d'Alicante en poudre et vingt-cinq livres de chaux vive ; on fait bouillir ce mélange dans une suffisante quantité d'eau à plusieurs reprises, pour l'épuiser de toute matière saline : on concentre la liqueur filtrée, jusqu'à ce qu'elle donne, étant bouillante, trente degrés à mon pese-liqueur des sels, et trente-cinq degrés lorsqu'elle est froide : dans cet état, elle pèse onze gros dans une bouteille qui tient huit gros d'eau pure ; on obtient soixante-cinq livres de liqueur alkaline caustique, qu'on nomme *lessive des savonniers* : elle est dans l'état qui convient à la fabrication du savon à froid.

Si l'on fait évaporer cette liqueur jusqu'à siccité, qu'on la fasse fondre dans un creuset, qu'on la coule sur une plaque de cuivre par petites portions, on obtient ce que l'on nomme *pierre à cautère* : tels sont les faits ; examinons présentement ce qui se passe dans cette opération.

1°. D'après ce que nous avons dit sur la chaux, nous avons vu qu'elle contient beaucoup de feu combiné, qu'il a la plus grande disposition à se transporter sur une matière inflammable ; il trouve cette substance dans l'alkali de la soude, qui contient déjà beaucoup de feu combiné dans le même état où l'alkali acheve de se saturer de feu. Le composé qui résulte est formé immédiatement de l'alkali, d'une certaine quantité de terre, tant de celle de la chaux que de celle de la soude et du feu que fournissent la soude et la chaux. C'est ce composé qui forme le savon de feu.

2°. Ce savon de feu diffère des savons alkalins ordinaires, en ce que ceux-ci sont formés par la voie humide, et qu'il entre de l'huile dans leur combinaison ; le savon de feu est commencé par la voie



seche, et s'acheve par la voie humide ; il est composé de même d'alkali, de terre, et au lieu d'huile, c'est le feu lui-même qui en tient lieu, sous forme de matière phlogistique et de feu pur. Voilà toute la différence. Le savon de feu a plusieurs propriétés communes aux savons alkalis ordinaires ; il se laisse décomposer par les mêmes procédés : d'abord par la calcination, comme nous l'avons dit à l'égard des lessives de soude, et il présente les mêmes phénomènes pendant la calcination ; et pendant sa dissolution dans l'eau, même séparation de terre et même déperdition de causticité, sans ajouter d'air fixe. Par conséquent, il ne devait pas sa causticité à l'absence de l'air fixe, puisqu'il la perd sans qu'on lui en ajoute, et qu'on peut lui rendre sa causticité par l'addition d'une matière inflammable propre à fixer le feu, dont il éprouvera l'action par une nouvelle calcination. La pierre à cautère est plus fusible que l'alkali fixe ordinaire, à raison du feu qu'elle contient ; mais à mesure que le savon de feu se détruit, l'alkali devient plus difficile à fondre ; il perd aussi sa couleur rougeâtre ; le sel alkali restant est d'une couleur grise cendrée et fort terne. Si la calcination a été bien faite, on remarque que la lessive de ce sel est blanche, absolument sans couleur, et qu'elle n'a plus l'odeur fade de lessive ; enfin elle fournit, par la cristallisation, tous les cristaux de soude qu'elle contenait avec la plus grande facilité, et tout cela s'opère sans le concours de l'air fixe.

3°. Le savon de feu se décompose, comme les savons alkalis, par le moyen des acides, même les plus faibles, puisque l'acide de l'air fixe opère cette décomposition ; elle a lieu en vertu des affinités ordinaires ; l'acide employé s'unit à l'alkali, fait précipiter la terre qui n'est pas bien blanche, parce qu'elle s'empare du peu de matière inflammable restée ; le feu pur devenu libre se dissipe ; le savon de feu est décomposé, et l'al-



kali devient cristallisable, si c'est l'air fixe qu'on a employé à cette décomposition. Si l'on a employé un autre acide, il se cristallise en sel neutre d'une autre espèce. Ce que nous disons ici pour l'alkali marin devenu caustique par l'intermede de la chaux, on doit l'entendre également pour l'alkali végétal devenu caustique par la même substance. Ces observations nous conduisent à faire les observations suivantes :

4°. Les chimistes modernes nomment alkali fixe le plus pur, celui rendu caustique par de la chaux, et dont nous venons de reconnaître les propriétés; cette dénomination est donnée, parce que, dit-on, il est privé d'air fixe, et qu'il n'est plus effervescent avec les acides; il est visible, d'après ce qui vient d'être dit, que c'est un abus de terme, pour ne rien dire de plus; et que ce changement de dénomination est fait pour induire dans les plus grandes erreurs, puisque l'alkali caustique est une substance très-composée. La propriété effervescente de l'alkali fixe ordinaire bien pur, n'est point du tout une preuve de son impureté; c'est une propriété inhérente à sa nature, et qui est indépendante de la causticité en général; d'ailleurs, l'alkali bien desséché sur le feu, et enfermé tout chaud dans une bouteille, ne contient certainement plus d'air fixe étranger à sa nature d'alkali; il est néanmoins très-effervescent, parce qu'il entre dans sa composition une grande quantité d'air. Il doit, par cette raison, conserver son nom d'*alkali fixe pur*, plutôt que tout autre. Cela n'empêche pas de nommer *alkali fixe aéré*, celui qu'on a rendu cristallisable en le saturant d'air fixe; cela est même absolument nécessaire pour la netteté des faits et des résultats.

5°. L'effervescence et la causticité sont deux qualités qu'on doit considérer à part, parce qu'elles sont indépendantes l'une de l'autre. Si l'alkali caustique n'est point effervescent, il y a d'autres substances alcalines tout aussi caustiques, et qui sont



très-effervescentes, telles que les lessives de soude qui ne peuvent plus se cristalliser, le foye de soufre, le *liquor silicum*, les alkalis qui ont servi à la fusion des chaux métalliques, les scories du régule d'antimoine, etc. etc. Il paraît que la chaux calcaire seule enlève aux alkalis fixes et volatils la propriété effervescente. Il est difficile, je crois, d'en donner, quant à présent, une bonne raison. Dire que c'est en les privant d'air fixe, c'est, à mon avis, ne rien dire. Les matières salines alkaliniques que je viens de désigner, sont bien certainement privées de ce gaz, et elles font effervescence; l'alkali volatil tiré par l'intermède de la chaux, n'en fait point : celui fait par le minium est beaucoup plus caustique, et cependant il est effervescent. Ainsi, comme on voit, l'effervescence n'entre pour rien dans les effets caustiques des matières salines alkaliniques. On pourra objecter que, n'ayant point de moyens mécaniques pour mesurer les degrés de causticité, il est difficile de prouver qu'une substance l'est plus qu'une autre; à cela je répondrai, qu'on ne peut s'en rapporter qu'aux effets qu'elles produisent. D'ailleurs on observera qu'il doit y avoir, sur les matières alkaliniques rendues caustiques par différens moyens, des différences dans leurs effets, comme on en remarque entre les acides qui, outre leurs propriétés de causticité communes, en ont chacun de particulières. Il n'en résulte pas moins de tout ce que je viens de dire, qu'il est à propos de conserver à l'alkali fixe bien préparé et bien pur, le nom qu'il avait ci-devant d'*alkali fixe pur*; celui d'*alkali fixe aéré*, à l'alkali cristallisé par de l'air fixe; et celui d'*alkali caustique* ou *savon de feu*, à celui rendu caustique par de la chaux vive. Il en résulte encore que ce dernier ne doit pas ses propriétés caustiques à la simple privation de l'air fixe, ni à l'absence de tout autre acide.

Je dois prévenir une objection qu'on peut former contre ce que je viens de dire, sur la sépara-

*mais bien à la présence du feu combiné.*



tion de la terre pendant la purification des alkalis fixes. On dit communément que ces sels se décomposent en partie chaque fois qu'on les fait dessécher et dissoudre dans de l'eau, parce qu'en effet, on en sépare à chaque opération une petite quantité de terre; quelques chimistes ont même dit conjecturalement qu'on peut, par ce moyen, les décomposer en entier. On objectera par conséquent, que la terre séparée de l'alkali végétal, celle tirée des lessives de soude, ainsi que celle qu'on obtient de l'alkali caustique, après leur calcination, est la terre propre de la portion d'alkali décomposé, et qu'elle n'est point du tout celle qui faisait partie du savon de feu que je suppose se décomposer pendant la calcination de ces matières salines.

Cette objection est forte en apparence, mais il n'est pas difficile d'y répondre d'une manière satisfaisante; elle donnera lieu à de nouveaux éclaircissemens, qui confirmeront de plus en plus tout ce que j'ai dit précédemment sur cette matière, et me fournira l'occasion de faire connaître les difficultés qu'il faut surmonter, pour se procurer de l'alkali fixe végétal dans le plus grand degré de pureté où il puisse parvenir. Quant à l'alkali minéral, il ne présente pas les mêmes difficultés à beaucoup près; la simple cristallisation bien faite suffit pour l'obtenir parfaitement pur, parce que la cristallisation rejette toute matière terreuse et toute matière phlogistique étrangère à la nature des sels, comme je le dis dans ma Chimie à l'article *cristallisation*. Il n'en est pas de même de l'alkali végétal; comme il ne se cristallise pas seul, on n'a point la même facilité pour le débarrasser de ces deux substances, avec lesquelles il a la plus grande affinité. On peut le purifier par la cristallisation, en le saturant de l'acide de l'air fixe; et comme cet acide tient très-peu à l'alkali, je regarde aujourd'hui ce moyen, comme je l'ai dit précédemment, très-efficace pour l'obtenir promp-



tement au degré de pureté où je me le suis procuré, mais par des procédés embarrassans; je les passerais même sous silence, s'ils ne servaient en même-tems à faire connaître la très-grande affinité de l'alkali végétal avec la terre et avec la matière inflammable; affinité qui est moindre et presque nulle, lorsqu'il est dans cet état de cristallisation. Revenons à notre objet.

1<sup>o</sup>. La lessive de soude qui refuse de fournir des cristaux, ainsi que la lessive des savonniers, l'une et l'autre desséchées, fournissent dessels de couleur orangée, d'une odeur fade de lessive, et tous deux fort âcres; on ne peut méconnaître, dans ces deux sels, une matière quelconque qui leur donne ces qualités, puisqu'elle est susceptible de se brûler pendant la calcination, et que ces sels, dissous ensuite et filtrés, fournissent des lessives sans couleur, et recouvrent toute la pureté qu'ils avaient auparavant. Le sel de la lessive des savonniers laisse sur le filtre une terre qui, lavée et séchée, pèse à-peu-près le dixième du poids du sel employé, et le sel de la lessive de soude à-peu près la quinzième partie de son poids. Si cette terre était le produit de la décomposition d'une partie des alkalis, il faudrait supposer qu'il s'en est décomposé beaucoup. J'ai fait l'expérience suivante, pour tâcher de découvrir ce qui peut s'en décomposer pendant ces opérations.

J'ai employé deux livres de cristaux de soude et huit onces de chaux vive, pour avoir de la lessive des savonniers; j'ai obtenu une liqueur sans couleur, mais toute aussi caustique qu'à l'ordinaire; j'ai fait évaporer cette lessive jusqu'à siccité dans une bassine d'argent: elle a acquis beaucoup de couleur à mesure qu'elle se concentrait; j'ai obtenu un sel de couleur orangée, comme de coutume; j'ai fait calciner ce sel jusqu'à ce qu'il devînt gris blanchâtre: je l'ai ensuite dissous dans de l'eau; j'ai filtré et fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité; j'ai recueilli quinze onces de sel tel qu'il était



auparavant , et cristallisable à l'ordinaire , sans employer ni d'air fixe ni d'autres acides. La terre , lavée et séchée , pesait treize gros et demi. Il est visible que cette terre était bien véritablement dissoute et dans l'état de combinaison avec une matière quelconque , autre que l'alkali , puisque cette substance saline ne peut plus la tenir en dissolution ; or , tout nous prouve que cette matière est le *feu pur* , qui unissait ainsi la terre à l'alkali , qui donnait à la combinaison de l'odeur , de la couleur et la causticité qu'on remarque à ce sel : le feu , pendant la calcination , a détruit la matière inflammable qui fixait le feu combiné , et qui le tenait dans cet état savonneux ; le sel alors recouvre ses premières propriétés. Quant à l'alkali qui a éprouvé une once de déchet , il est assez croyable qu'il y en a une partie de décomposé ; mais je pense que cette quantité ne l'est pas en entier , la plus grande partie est restée dans les filtres , autour des vaisseaux , dans la chaux même , etc. , malgré les précautions que j'ai prises pour n'en pas perdre : on conçoit les difficultés qu'on éprouve à laver huit onces de chaux jusqu'à l'insipidité. Je me proposais de refaire cette expérience avec une moindre quantité de chaux , parce que je me suis aperçu qu'il y en avait par surabondance ; je pense que j'éprouverais alors moins de difficulté à la laver et à l'épuiser de toute matière saline , et que je connaîtrais avec plus de précision , si l'alkali se décompose en partie dans ces opérations et dans quelle proportion ; mais je ne puis faire cette expérience quant à présent.

2°. L'alkali fixe végétal laisse séparer , à chaque calcination et dissolution , une petite quantité de terre : elle est bien en effet le résultat de sa décomposition partielle ; mais ces expériences ont été faites dans un tems où l'on ne soupçonnait pas que l'alkali fixe eût la plus grande affinité avec la matière inflammable , et que c'était cette substance



qui était la cause de cette décomposition partielle ; *l'alkali en prend* à chaque opération , dans la poussière répandue dans l'air , dans l'air lui-même , dans les filtres de papiers , etc. Il se produit , par ces moyens qu'on ne soupçonne pas , à chaque opération , un peu de *savon de feu* , qui entretient l'alkali toujours au même point et toujours décomposable par petites parties , d'une calcination à l'autre ; ce qui devait naturellement porter à conclure que ce sel était décomposable en entier par ces moyens , et cela paraît très-vraisemblable. Mais si l'on prend les précautions convenables , on parvient à avoir de l'alkali qui ne laisse plus précipiter de terre pendant sa dissolution.

Pour parvenir à cette fin , j'ai employé d'abord de l'alkali déjà très-pur ; je l'ai calciné dans des capsules de porcelaine sous une moufle absolument à l'abri de toute poussière et de la flamme des charbons , sans le faire fondre ; j'ai fait dissoudre ce sel dans de l'eau , en vaisseaux clos ; l'eau avait été distillée dans des vaisseaux de verre ; j'ai filtré la dissolution , sans papier , dans des entonnoirs de verre , couverts et remplis de sable bien pur , bien lavé et desséché ; en deux calcinations et avec les précautions indiquées , je suis parvenu à obtenir de l'alkali tellement pur , que sa dissolution était sans aucune couleur , sans aucun trouble. Heureusement il y a bien peu d'expériences en chimie où l'on ait besoin d'alkali de cette grande pureté ; il ne la conserve pas long-tems ; si on débouche souvent le flacon qui le contient , il s'altère. L'alkali fixe même le plus pur est comme l'eau de chaux , il dépose toujours un peu de terre blanche , par la même cause , en perdant de son feu presque pur ; l'alkali attaque singulièrement le verre blanc : il n'est pas rare de voir des bouteilles de cette espèce de verre , dépolies dans leur intérieur , et cimentées par la terre , de manière qu'il n'est plus possible de



leur rendre leur transparence, même en laissant séjourner dans les verres des acides pendant longtemps.

Il résulte des expériences et des observations que je viens de rapporter, tant dans la discussion avec Macquer sur la causticité, que dans ce mémoire sur la purification des alkalis fixes :

1°. Que les corps qui éprouvent une grande action du feu, et de nature à imbiber et à combiner une certaine quantité de feu pur, en retiennent dans ces deux états : c'est-à-dire qu'après que le corps est refroidi, il contient d'abord une portion de feu dans l'état de combinaison, qui ne peut s'échapper ; en second lieu, il contient en outre une certaine quantité de feu pur qui n'est point combiné, mais seulement interposé, disséminé, isolé en molécules, entre les parties propres de ce même corps, comme cela arrive à la chaux vive. Cette substance, après son refroidissement complet, n'indique aucune chaleur sensible ; cependant elle contient beaucoup de feu libre et pur, puisqu'elle incendie pendant son extinction, les corps combustibles. Une proportion d'eau convenable écarte les parties de la chaux, et permet aux molécules de feu de se dégager promptement et en quantité suffisante pour incendier les corps combustibles. La chaux, après son extinction, même dans beaucoup d'eau, a encore une saveur âcre, brûlante, à raison du feu qu'elle retient ; mais dans l'état de combinaison saline, cette combinaison n'est pas bien intime, la chaux quitte facilement ce feu pour le transporter à d'autres corps avec lesquels il a plus d'affinité, tels qu'aux alkalis fixes, etc. pour former les alkalis caustiques.

2°. Il en est de même des alkalis, le feu s'y fixe également dans les deux états dont nous venons de parler, puisque, comme nous l'avons fait remarquer, ces sels accumulés en grande masse incendient, à l'aide de l'eau, les corps combus-



tibles ; et qu'après avoir subi cette sorte d'extinction semblable à celle de la chaux, ils conservent de même le feu combiné essentiel à leur nature d'alkali.

3°. Le feu isolé, interposé entre les parties propres de la chaux, ainsi qu'entre les parties de la soude, de la potasse, etc., est sans chaleur sensible sur les thermometres; ce qui nous prouve que les molécules de feu sont essentiellement froides, et que la chaleur qu'elles font éprouver vient autant de leur réunion que de l'arrangement qu'elles prennent entr'elles en se dégageant. J'ai déjà fait cette observation dans plusieurs de mes ouvrages; il n'est pas inutile de la rappeler ici. Le feu pur, comme nous l'avons dit au § XVIII<sup>e</sup>., quatrième alinéa, ne produit pas toujours une sensation de chaleur, il produit aussi une sensation de froid, suivant l'état d'arrangement qu'il prend, et que je suis fort éloigné de connaître : le froid très-intense, comme nous l'avons fait remarquer, produit des effets de brûlures semblables à celles d'une chaleur trop forte. Nous avons vu encore que le feu pur ou presque pur agit de différente manière sur les corps, suivant l'état de combinaison où il se trouve, et suivant la nature des corps qu'on lui présente. Le feu, combiné dans l'air fixe et dans l'air déphlogistiqué, n'a aucune action sur les thermometres, qui n'éprouvent aucune dilatation sensible de leur part; mais le feu de ces deux gaz en a une très-forte et très-marquée sur les corps vivans qu'il échauffe, jusqu'à leur provoquer la sueur la plus abondante, etc. On peut croire qu'il y a d'autres corps, qu'on ne leur a pas encore présentés, qui accumuleraient de même de la chaleur. Macquer a donc tort de conclure contre mon sentiment, que les agens les plus caustiques de la chimie ne contiennent pas plus de feu combiné que les autres corps, parce que les caustiques les plus puissans n'ont aucune action sur les verres des thermo-

*la différence est grande la causticité ainsi que les  
giz comme alkalis, en enlevant les parties ignées*



metres. Il a encore plus de tort de n'accorder au feu que la seule modification de se manifester par la chaleur, puisque nous voyons qu'il produit les mêmes effets lorsqu'il est modifié à donner des sensations de froid.

4°. Les pierres calcaires, la soude, la potasse, etc. ne sont pas les seuls corps dans la nature qui accumulent et isolent des molécules de feu pur ou si légèrement combinées, qu'elles sont toujours prêtes à se manifester et à incendier les corps par leur réunion. Je passe ici sous silence les inflammations des matières végétales et animales accumulées, qui n'ont lieu que par leur décomposition et leur putréfaction, pour m'en tenir à d'autres substances qui, sans se putréfier, produisent du feu et de la flamme, comme la chaux, la soude, etc. Ces substances sont le charbon de terre, les pyrites, certaines mines métalliques, etc. J'ai éprouvé la même inflammation spontanée de la part du régule d'arsenic du commerce, connu improprement par les négocians sous le nom de *cobalt*. Il est bon de consigner ici cette observation, parce qu'elle nous donne une nouvelle preuve des modifications infinies que le feu est susceptible de prendre. Il varie encore d'état dans les métaux même : c'est lui, sous le nom de *phlogistique* ou d'*oxigene*, qui augmente le poids des métaux pendant leur calcination ; c'est lui, sous le nom de *phlogistique*, de *Stahl*, qui donne l'opacité et le brillant métallique à ces mêmes métaux ; c'est toujours le feu, sous des états différens, qui produit ces différens phénomènes.

J'ai pulvérisé une vingtaine de livres de ce régule, je l'ai passé au travers d'un tamis de crin, et j'ai mis la poudre dans un petit baril : quelques heures après, la poudre s'est échauffée, s'est enflammée, et a mis le feu au couvercle qui était de papier, et aurait mis le feu aux corps voisins, si l'on n'y eût pas porté remède promptement ; la matière a subi quelque fusion par place,



et elle est devenue en général d'une couleur grise blanchâtre, contenant beaucoup de petits cristaux blancs d'arsenic. L'espece de régule dont nous parlons se prépare en Saxe, en Bohême, en calcinant les mines de cobalt; il est en pains d'environ sept à huit pouces de diamètre, et de deux à trois pouces d'épaisseur; préparé par sublimation, il est tout hérissé de lames plates, qui sont autant de cristaux de couleur de vieux bronze. Cette espece de régule exposé au feu s'enflamme, la flamme est très-blanche, se convertit toute en fumée qui se condense en arsenic blanc, et n'est point susceptible de fusion à couler en lingot. Il est bien différent en cela du régule d'arsenic pur, que j'ai obtenu de la mine d'arsenic d'Almont en Dauphiné, qui est de très-facile fusion, coule dans une lingotière, et en prend la forme comme les autres métaux, qui d'ailleurs est blanc argentin, brillant comme le régule d'antimoine, disposé à facettes comme lui, ne se ternit point à l'air et ne s'enflamme point après avoir été pulvérisé.

Le régule d'arsenic du commerce ressemble beaucoup à celui qu'on prépare en petit dans nos laboratoires; à peine y reconnaît-on l'état et le brillant métallique; dans l'un comme dans l'autre, le principe inflammable ou phlogistique, qui donne le brillant aux métaux, est tellement atténué dans ce régule, qu'il est dans l'état moyen entre celui nommé *oxigene*, cause de l'augmentation du poids des métaux pendant leur calcination, et celui de *phlogistique*, cause du brillant métallique. C'est la même substance, le feu, qui procure ces deux états, ou celui de chaux, ou celui de métal sous son brillant métallique, suivant l'état où se trouve le feu combiné dans ces corps. C'est donc à cet état d'atténuation sous lequel se rencontre le phlogistique, qu'on doit attribuer l'inflammation spontanée de cette espece de régule, en attirant vraisemblablement un peu l'humidité de l'air, comme les pyrofores.



Je gardais entier, depuis long-tems, sans qu'il eût souffert la moindre altération, le régule d'arsenic de commerce ; la seule pulvérisation l'a fait enflammer, sans qu'aucune cause étrangère y ait participé. J'ai rendu compte, dans mon Appendice, de plusieurs substances sujettes à s'enflammer spontanément ; il est à croire que si l'on observait davantage, et qu'on eût occasion d'accumuler les chaux métalliques pourvues de leur phlogistique dans l'état d'oxigène, on en trouverait beaucoup qui s'enflammeraient de même. Tous ces faits sont autant de preuves de ce que j'ai avancé contre la doctrine de Macquer, que le feu se rencontre dans les corps sous une infinité de formes et de combinaisons, et qu'il présente, dans ces différens états, des phénomènes variés à l'infini.

5°. Après la combustion des végétaux, on trouve une cendre chargée d'alkali fixe et souvent mêlée de sel neutre. Lorsque les cendres sont riches en alkali fixe, la lessive a toujours une couleur de bière rouge, une saveur âcre et caustique. On n'a jamais cherché à se rendre raison de la cause de ces phénomènes, si ce n'est qu'on pensait que cette couleur était extraite des parties charbonneuses restées dans la cendre ; on ne soupçonnait pas que la couleur et l'âcreté des lessives étaient données par une portion de matière de même nature que celle qui est la cause de la causticité de la pierre à cautère, c'est à-dire par une portion de savon de feu, formé pendant la combustion et pendant la calcination des cendres. Cette doctrine, qui me paraît démontrée par les faits, est bien différente, comme on voit, de celle qui attribue la causticité de la pierre à cautère à l'absence de l'air fixe, celle des acides à.... etc. Aussi, quelles que soient les réflexions profondes qu'on eût pu faire dans le sens des théories de nos docteurs modernes, il eût été impossible de se rendre raison des phénomènes dont je viens de parler.



Toutes leurs théories , loin d'être déduites des faits , sont dirigées contre , et donnent le change à toutes réflexions vraiment philosophiques : Macquer s'est laissé entraîner dans le torrent.

6°. La lessive alkāline , devenue caustique par de la chaux vive , est complètement saturée de savon de feu ; c'est peut-être plus à cette circonstance , qu'à la nature particulière de la chaux , qu'elle ne fait plus d'effervescence avec les acides. On peut présumer que les autres substances , que j'ai indiquées comme augmentant la causticité des alkalis , les laissent effervescentes , parce que ces mêmes alkalis ne sont pas complètement saturés de ce même savon. J'avais la plus grande envie d'éclaircir , par l'expérience , ce point de théorie qui , quand il serait confirmé , ne changerait rien de ce que j'ai avancé sur cette matière , comme on va le voir : je me proposais également d'examiner les savons que formeraient ces alkalis , comparativement avec ceux faits par l'alkali caustique ordinaire ; mais j'en suis empêché par les circonstances. Quoi qu'il en soit , c'est un fait , que la lessive alkāline tirée immédiatement des cendres des végétaux , est rousse , âcre , et que ces deux qualités sont dues à la portion de savon de feu qu'elle tient en dissolution ; elle n'en est pas saturée à beaucoup près comme la lessive de la pierre à cautère ; la portion d'alkali libre fait effervescence.

7°. Si l'on fait dessécher cette lessive , et qu'on fasse torréfier le sel en le tenant rouge obscur , pendant un certain tems , on brûle et on détruit la portion de savon de feu qu'elle contenait : je suppose que la lessive employée était filtrée et parfaitement claire ; on est surpris du trouble bourbeux de la dissolution du sel ainsi calciné , et de la quantité de terre séparée ; cette terre était tenue en dissolution par cette espece de savon , et elle était un de ses principes constituans. La nouvelle lessive n'a plus de couleur , ni l'âcreté



qu'elle avait auparavant; elle n'est que purement alcaline. On ne peut pas soupçonner que, dans toutes ces opérations, l'alcali ait pris de l'air fixe de l'atmosphère; si on les fait dans des vaisseaux clos, les résultats sont les mêmes.

8°. La potasse du commerce a subi sur les lieux une première purification, et le sel a été calciné; elle est dans les mêmes circonstances que l'alcali calciné dont nous venons de parler, avec cette différence seulement qu'ayant été calcinée en très-grande masse, elle est encore chargée, comme la soude, d'une certaine quantité de ce savon de feu. Mais ni l'une ni l'autre substance alcaline n'en est saturée; la violence du feu en a brûlé la plus grande partie. Le savon de feu restant n'affecte qu'une portion de ces alkalis; la partie qui n'en est point incuinée se sépare de l'autre, avec la plus grande facilité pendant leur purification, comme nous l'avons dit, par la cristallisation de la soude; la potasse offre le même phénomène sans cristallisation, la portion d'alcali libre de ce savon se sépare de l'autre avec la même facilité; lorsqu'on n'emploie que la quantité d'eau convenable à produire cette séparation: l'alcali pur se dissout le premier; le savon de feu se sépare et se rassemble dans la portion d'alcali mêlé avec la terre restée sur le filtre. La liqueur filtrée est blanche, sans couleur, et n'a aucune âcreté étrangère à l'alcali fixe pur; elle donne 45 degrés à mon pèse-liqueur des sels. Mais si l'on lave, soit à l'eau froide, soit à l'eau chaude, le marc resté sur le linge, on n'obtient qu'une liqueur très-colorée, âcre, caustique et chargée de tout le savon de feu que contenait la potasse employée. On devrait naturellement s'attendre, d'après les propriétés plus déliquescentes de l'alcali caustique; (que celui qui ne l'est pas caustique) qu'il devrait se dissoudre le premier et de préférence à l'alcali fixe pur; cependant il arrive précisément le contraire. Je crois pouvoir attribuer ce phéno-



mené à ce que cette espèce de savon est plus terreux que l'alkali, et à ce qu'il a plus d'affinité avec la terre du marc qu'avec l'alkali fixe pur. Cette séparation au reste se fait avec la plus grande facilité, et donne une nouvelle preuve que la matière caustique de la pierre à cautère est une substance à part, étrangère à l'alkali pur, et que l'alkali n'en est qu'un des principes constituans.

9°. Tout ce qui vient d'être dit prouve donc, qu'avant de changer les noms des substances, il eût été à propos de mieux connaître leur nature et leurs propriétés : nommer *alkali fixe pur*, celui rendu caustique par de la chaux, et *alkali impur*, celui qui se présente avec toute sa pureté et son intégrité, c'est vouloir nommer blanc ce qui est noir, et noir ce qui est blanc, puisque l'alkali caustique, loin d'être pur, est un composé très-compliqué; c'est donner une fausse idée de celle qu'on a de la pureté en général; c'est induire les commençans dans les plus grandes erreurs, et surcharger la mémoire de noms inutiles. Les nomenclateurs ont encore donné le nom de *carbonate de potasse* à l'alkali fixe pur, comme si cet alkali pur contenait du charbon ou du petit charbon, etc.

10°. J'ai déjà fait connaître, dans le cours de ma discussion avec Macquer, un grand nombre d'erreurs dans la nouvelle nomenclature et dans la prétendue nouvelle doctrine; nos docteurs modernes, au lieu d'être conséquens avec eux-mêmes, de discuter l'une et l'autre, et de donner des raisons solides d'après lesquelles ils se sont autorisés à proposer d'aussi grands changemens, semblent au contraire ne s'être occupés qu'à faire quadrer leurs nouvelles théories avec les jeux de mots qu'ils ont formés. Il est résulté de cet arrangement symétrique, une chimie toute nouvelle dans laquelle la véritable science est sacrifiée à chaque instant; mais un reproche plus grave qu'on est en droit de faire, est le despotisme employé pour forcer d'apprendre l'une et l'autre; nul



ne peut obtenir de place , s'il ne fait usage du nouveau langage , et s'il n'est au courant des nouvelles rêveries chimiques. Il n'était guère possible de prendre de moyen plus efficace pour arrêter les progrès de la véritable chimie. On rencontre à chaque pas , dans ces deux nouvelles sciences , confusion sur confusion , où les causes et les effets sont pris l'un pour l'autre , souvent tous les deux pour une seule et même chose ; un phénomène pris pour une substance et *vice versa*. Tout cela va être démontré successivement. Je n'entrerai que dans les détails qui conviennent à un résumé , les ayant donné dans le cours de ces mémoires aux articles qui leur convient.

11°. Nous avons vu que le feu est un véritable protée , qu'il se modifie à l'infini ; que modifié sous une forme que je ne connais pas , il produit de la chaleur : c'est un fait , que , modifié sous une autre forme que je connais encore moins , il produit ce que nous nommons froid : c'est encore un autre fait , que le froid très-intense produit sur les corps les effets du feu brûlant ; qu'il dilate et brûle les corps soumis à son action , avec quelque différence , à la vérité ; mais qui dépendent uniquement de l'état sous lequel il se trouve. Le froid intense ne réduit pas les corps organisés en charbon ; jusqu'à présent nous n'avons pas vu de métal entrer en fusion par la plus grande intensité de froid que nous avons pu nous procurer ; mais le froid intense produit sur les corps organisés des effets de brûlures semblables à ceux produits par l'eau bouillante , sans les carbonner : on ne peut méconnaître , dans les effets de l'eau bouillante , ceux du feu contenu dans ce liquide ; si les métaux ne sont pas mis en fusion par le froid , c'est que , jusqu'à présent , nous n'avons pu nous procurer une intensité de froid suffisante : mais sans entrer en fusion , ils éprouvent par le froid des effets de dilatations comme par le feu. Ils éprouvent d'abord , de la part du froid , une con-



traction, une diminution de volume; parvenus à un certain point de retraite, ils cessent de se contracter; l'application d'un plus grand froid les dilate, augmente leur volume, comme s'ils éprouvaient l'action du feu chaud. Or ces dilatations ne peuvent être attribuées qu'à un commencement de désunion de leurs parties, au feu qui agit sous la forme à produire du froid; je n'admets point de parties frigorifiques ni de fluides de cette espèce: on peut donc présumer raisonnablement que, si l'on pouvait se procurer une intensité de froid suffisante, on parviendrait à les dilater assez pour les faire entrer en véritable fusion, comme le fait le feu sous forme de chaleur.

12°. La chaleur et le froid sont donc deux effets, deux propriétés du feu en action, que les corps sont susceptibles d'éprouver. Les docteurs modernes ont donc tort d'ériger la chaleur en principe sous le nom de *calorique*; la chaleur n'est qu'un effet dont le feu est la cause. Si par *calorique* ils entendent le feu lui-même, il était inutile de changer son nom, qu'on entend mieux, et qui ne donne lieu à aucune obscurité: on fait jouer à ce calorique une infinité de rôles, dans lesquels il n'est pas toujours facile de deviner si l'on doit entendre le feu ou seulement les effets de chaleur qu'il produit. En bonne physique, on ne peut pas, ce me semble, prendre un effet pour une cause. Si on se permet cette licence, on tombera bientôt dans les raisonnemens les plus obscurs. Le froid étant, comme le chaud, une propriété du feu, sous une modification différente, on pourrait, sans déroger à la saine physique, nommer, ce me semble, *frigorique*, le feu qui agit sous cette forme, par opposition à chaud, à chaleur; le froid manifeste des effets aussi frappans et aussi réels que ceux de la chaleur et de l'incandescence: il n'y a pas d'inconvéniens de donner un nom particulier au feu qui se manifeste sous forme de froid.



13°. Au reste , il me paraît démontré que le feu pur et libre produit tantôt sensation de froid , et tantôt sensation de chaleur , suivant l'état de modification sous lequel il exerce son action. Il est froid dans nombre de circonstances , comme dans la chaux vive , dans la soude , dans la potasse , etc. etc. Celui de libre et de pur , que nous avons démontré exister dans ces corps , est disséminé , isolé entre les parties de ces substances ; il ne manifeste aucune chaleur sensible , tant qu'on ne donne pas lieu au dégagement et à la réunion de ces molécules. Le feu se présente sous forme de froid , dans le froid naturel , dans les refroidissemens artificiels , etc. On a pensé jusqu'ici que le froid produit dans les expériences , devrait être attribué purement et simplement à l'absence de cet élément , ou à l'expulsion de celui contenu dans les mélanges. Mais si le feu quittait ainsi les corps dans les froids artificiels , il devrait s'ensuivre qu'à force de multiplier la masse de froid , on expulserait assez de feu pour échauffer une chambre , comme je l'observe dans ma Chimie ; et il arrive précisément le contraire. Ainsi le froid n'est donc pas seulement l'absence d'une partie du feu , il est encore le résultat de la modification qu'il prend pour produire la sensation et tous les effets douloureux du froid. Le *calorique* et le *frigorique* sont donc des effets du feu , qu'en bonne physique on ne doit pas confondre avec le feu lui-même.

#### *Observations sur la lumière.*

L'ouvrage que je présente étant une collection de mémoires sur des matières séparées , il n'est point disparate de placer ici de nouvelles observations sur la lumière , faites depuis l'impression de mes *Elémens de Pharmacie* , d'autant plus que cet ouvrage devient aujourd'hui l'objet de la cupidité et du brigandage d'une sorte de gens impudens. On



vient de contrefaire, avec tout aussi peu de pudeur, cet ouvrage, comme on a contrefait ma Chimie : ce brigandage abominable est bien fait pour détourner de toute occupation utile. J'ai passé ma vie à perfectionner mes ouvrages ; le bénéfice est pour un tas de fripons,

C'est en examinant les corps sous le plus de faces possible, qu'on parvient mieux à connaître leur nature. Nous venons d'examiner quelques effets du feu considéré sous différentes formes ; si l'on jette un coup-d'œil sur la quantité de lumière que les différens corps répandent par son action, nous reconnaitrons que ceux qui répandent le plus de lumière, et qui la conservent le plus long-tems, sont ceux qui contiennent le plus de matière inflammable : l'eau pure, qui ne contient rien de combustible, ne conserve pas long-tems le peu de lumière qu'on lui force de prendre dans la machine de Papin.

Le feu pur et libre n'est point lumineux par lui-même, il ne le devient que lorsque son action se porte sur un corps qui contient plus ou moins de matière inflammable ; une barre de fer rougie présente bien plus de lumière qu'un caillou ; ce dernier contenant beaucoup moins de matière inflammable, ne conserve pas non plus le lumineux qu'il a acquis aussi long tems que la barre de fer. On pourrait, si l'on observait mieux, apprendre à connaître, parmi les corps que j'ai nommé incombustibles par eux-mêmes, ceux qui sont le plus pourvus de matière inflammable ; ceux qui conserveraient ce lumineux plus long-tems, seraient certainement ceux qui en contiendraient davantage. Si existait dans la nature un corps qui n'eût pas été manié par les corps organisés, et qui fût naturellement privé de toute matière phlogistique, qui fût de nature à ne se point évaporer par l'action du feu, ce corps rougirait au feu comme les autres, mais perdrait son lumineux avec la plus grande rapidité.



Tout corps rougi au feu , devient lumineux par le feu dont il est pénétré : nous ne mettons point cette question en doute ; nous disons seulement que , rougi au même point, celui qui contient le moins de matière inflammable dans sa constitution sera , toutes choses égales d'ailleurs , celui qui perdra son lumineux le plus promptement. Il ne faut pas confondre cette déperdition de lumière avec celle de la déperdition de la chaleur ; ces effets ont une autre marche , une autre manière de se comporter , que j'ai un peu agité dans ma Chimie , et que je n'examine point ici.

L'eau pure , par exemple , ne contient absolument rien d'inflammable ; elle serait très-convenable à l'expérience dont je parle , si elle pouvait éluder l'action du feu ; mais elle est évaporable ; aussi elle ne rougit qu'avec les corps qui la fixent , la retiennent et l'empêchent de s'évaporer ; elle rougit avec les pierres calcaires , elle rougit dans la machine de Papin. L'abbé Nollet faisait cette expérience tous les ans , dans ses leçons de physique , pour faire voir à ses auditeurs que l'eau bien contenue rougit dans cette machine , et que , dans cet état , elle brûle les os suspendus dans son centre , comme lorsqu'on leur applique le feu immédiatement. Je me souviens d'avoir vu faire cette expérience , et d'avoir vu la machine entièrement rouge : l'eau devait l'être , par conséquent ; les os étaient noirs et charbonneux , et je me rappelle d'avoir remarqué que la machine a perdu son lumineux infiniment plus promptement , que si elle eût été sans eau. Il n'y avait aucune évaporation d'eau ; ainsi on ne peut pas dire que ce sont les vapeurs , conducteurs du feu , qui ont accéléré la déperdition de la lumière du fer dont la machine était construite.

② La lumière se présente donc toujours sous le mode d'une inflammation , laquelle ne peut avoir lieu sans le concours d'une matière combustible , soit que cette matière se brûle et se détruise suc-



cessivement, ou qu'elle soit seulement en ignition, comme elle l'est dans une barre de fer, sans se consumer d'une manière sensible. La matière combustible est formée par les corps organisés; sans eux, il n'y aurait ni matière de la lumière, ni lumière par conséquent. Ces principes me paraissent découler naturellement l'un de l'autre, et être de la plus grande vérité. Il est difficile de concilier ce que nous disons avec ce que dit l'Ecriture, que la lumière a été formée avant les corps organisés. Je raisonne ici en physicien et non en théologien : la lumière étant le produit d'une inflammation, il me paraît difficile de concevoir la création d'un effet avant la création de la cause qui produit cet effet. Il est visible que, dans ce récit, la physique de l'historien sacré est nécessairement en défaut.

Je vois, dans les opérations de la nature, une marche et une gradation infinie, bien faite pour étonner l'imagination la plus féconde. La matière huileuse, formée par les corps organisés, est la seule qui soit combustible, et qui contienne le plus de feu combiné. Elle éprouve une infinité d'altérations, depuis l'état de graisse grossière jusqu'à celui de phlogistique le plus pur, telle que la matière de la lumière, le phlogistique des métaux, etc. Ce n'est pas vraisemblablement là encore la dernière nuance d'altération qu'elle est susceptible d'éprouver. La nature sait choisir l'état d'altération qui convient à cette substance, pour former les différens corps dans lesquels elle veut faire entrer le principe inflammable. Il paraît certain que la matière inflammable seule a la propriété de fixer le feu pur. Si quelque substance a été formée l'une devant l'autre, l'imagination se perd dans les efforts qu'on peut faire pour tâcher de découvrir lequel des deux, du feu pur ou de la matière inflammable, a été formée la première. On se sent tout-à coup arrêté, lorsqu'on fait attention que la matière inflammable, qui fixe ainsi le feu, est elle-



même déjà composée de feu pur et d'une matière dont l'état est infiniment plus difficile à connaître que sa nature. Le feu pur ne peut se brûler pas plus que les autres élémens; mais les combinaisons qu'il forme produisent des corps combustibles à toutes sortes de degrés.

Le feu pur et libre ne devient chaud et lumineux, comme nous l'avons dit, que lorsqu'il exerce son action sur les corps. Il doit en être de même du soleil, il est notre élément feu; sa manière d'être ne doit pas être différente de celle du feu à notre disposition. Si le soleil était lumineux, il serait en inflammation; il diminuerait continuellement de volume; les astronomes ne tarderaient pas à s'en appercevoir : qui d'ailleurs fournirait la matière propre à entretenir cette combustion ?

Le soleil paraît lumineux, parce qu'il est vu au travers d'une atmosphère immense, enflammée par lui, comme on voit rouges ou bleus, les corps au travers de verres rouges ou bleus : ces dernières erreurs d'optique sont à notre portée, et nous les rectifions sans difficulté.

Des quatre élémens qui nous enveloppent, l'auteur de la nature, toujours sage dans ses dispensations, n'a mis sur notre globe que trois masses immenses d'élémens peu actifs par eux-mêmes; il les a distribués en trois grands réservoirs distincts : la mer est celui de l'élément eau; l'atmosphère est celui de l'élément air, et enfin la partie sèche du globe est celui de l'élément terreux. Notre globe est absolument dépourvu d'un semblable réservoir de l'élément feu. Nous n'avons que du feu combiné, en grande masse à la vérité; mais il est sans action; et quand il y serait, il serait incapable d'animer la nature seulement une seconde de tems. Le feu pur et libre disséminé dans les corps, celui répandu dans l'atmosphère, suffit pour l'entretien des opérations de la nature; on peut croire qu'il serait bientôt diminué de quantité par l'organisation vivante et végétante,



si la nature ne le remplaçait à mesure. Notre globe , tout combustible comme il l'est , ne comporte pas une masse d'élémens si actifs , comme il comporte les autres. L'auteur de la nature a réservé , dans ses mains bienfaisantes , et a placé très-loin de nous notre réservoir de feu élémentaire , pour nous le distribuer avec sagesse. Tout ce que je viens de dire prouve , d'une manière sensible , qu'il n'est pas plus difficile de concevoir qu'il existe dans la nature un réservoir de feu élémentaire , et que ce réservoir est le soleil : ce feu , comme les autres élémens , subsiste par lui-même , sans se consumer , sans avoir besoin de réparation.

Il paraît que c'est sous forme de lumière que nous parvient la plus grande partie du feu élémentaire nécessaire à notre constitution ; la distance du soleil à nous , l'épaisseur de l'atmosphère s'opposent vraisemblablement à l'arrivée jusqu'à nous de toute émission immédiate des rayons de feu de cet astre. Nous ignorons absolument comment le feu pur et libre se meut , se comporte en traversant l'air mofétique , qui fait les quatre cinquièmes parties de l'air qui enveloppe le globe ; fait-il avec cet air quelque combinaison ? ou cet air laisse-t-il parvenir jusqu'à nous quelques rayons de feu libre et non employé à la production de la lumière ? Ces questions ne me paraissent pas au-dessus de nos connaissances , et peuvent , si je ne me trompe , être soumises à l'expérience. C'est par ces moyens qu'on a appris à connaître avec exactitude les propriétés de la lumière , ainsi que sa nature , sur laquelle j'ai donné les premières notions. Il faut convenir que la découverte de l'air déphlogistiqué a levé le voile mystérieux que la nature avait mis sur cette matière depuis bien des siècles. Si l'on rassemblait les idées qu'on s'est formées sur la lumière dans les différens âges du monde et des sciences , on formerait un tableau utile , quoique peut-être humiliant , des écarts de



l'esprit, que l'espece humaine est constamment obligée de parcourir avant d'arriver à la vérité.

„ C'était, dit Voltaire (1), une opinion fort ancienne, que la lumière ne venait pas du soleil; on la voyait répandue dans l'air avant le lever et après le coucher de cet astre : on s'imaginait que le soleil ne servait qu'à la pousser plus fortement; aussi l'auteur de la Genèse se conforme-t-il à cette erreur populaire; et par un singulier renversement de l'ordre des choses, il ne fait créer le soleil et la lune que quatre jours après la lumière. „

Il n'est pas rare de voir, dans des auteurs subséquens et même peu éloignés de nous, confondre les propriétés de la lumière avec sa nature qu'ils formaient à leur gré, et considérant le soleil tantôt lumineux, envoyant sa lumière toute formée, et tantôt donnant à cet astre la propriété de pousser et de mettre en action, à son lever, la lumière qu'on supposait exister en repos dans les ténèbres. Nous ne suivrons pas plus loin l'histoire des hypothèses formées sur la lumière. Ce que j'ai dit dans mon Appendice sur sa nature et sa composition, a paru plus raisonnable et a satisfait les savans; ce que j'ajoute ici sont des corollaires qui découlent naturellement des principes que j'ai établis, au moyen desquels je me propose de faire voir qu'on s'est mépris jusqu'ici sur quelques propriétés de la lumière, et spécialement sur sa vitesse, qu'on a cru être une propagation, tandis qu'elle n'est que la vitesse avec laquelle la vue apperçoit rapidement un corps lumineux; enfin, je me propose de faire voir que toute lumière apperçue ne se propage pas.

D'abord, on dit que la lumière du soleil nous parvient en huit minutes et quelques secondes,

---

(1) Raison par alphabet, art. Genèse, et questions sur l'Encyclopédie,



parce qu'on suppose que la lumière est émise toute faite immédiatement de cet astre, et qu'elle emploie ce tems à se propager pour arriver jusqu'à nous; mais comme je pense que le soleil est notre masse d'élémens feu, il est du feu pur et point lumineux par lui-même; il paraît tel, parce qu'il est vu au travers d'une atmosphère qu'il a enflammé; nous le voyons enfin au travers d'une flamme très-pure, modérée par l'air mofétique, et de nature à ne point intercepter le passage de la vision, comme le fait la flamme des matières combustibles ordinaires. Les rayons du soleil, séparés de la matière de la lumière, par le moyen des miroirs concaves et des lentilles, ne sont point lumineux, comme je l'ai déjà dit plusieurs fois. On a pris jusqu'ici pour émission de lumière toute formée et sa propagation, ce qui n'est que l'inflammation de la matière de la lumière; la propagation de cette inflammation qui se fait de proche en proche, et qui s'accélère à mesure que la terre tourne et que le soleil paraît sur notre horison. Je ne mets point en doute les calculs des géometres, je les suppose de la plus grande exactitude; mais d'après ce que je viens d'exposer, je pense qu'il est plus exact de dire que cette inflammation, qui fait notre lumière, est huit minutes et quelques secondes à se propager pour arriver jusqu'à nous. Comme cette inflammation n'a lieu que par la présence des rayons de feu du soleil, on peut dire également que la terre est à-peu-près huit minutes et quelques secondes dans la rotation du segment où elle se trouve depuis le commencement du lever du soleil, jusqu'à l'instant où la terre n'éclipse plus rien de cet astre.

2°. Le soleil n'étant point lumineux, il n'y a point d'émission de lumière de sa part, ni de propagation par conséquent; c'est l'inflammation de la matière de la lumière qui se propage. Ne connaissant point la nature de la lumière, au tems où ces calculs ont été faits, il était difficile et



même impossible de ne pas commettre ces illusions d'optique ; elles en ont fait commettre d'autres du même genre , à l'égard de la vitesse de la lumière des autres planetes et des étoiles fixes. On dit , par exemple , que la lumière de Jupiter nous parvient en quarante minutes environ ; la lumière des autres planetes ne doit pas être différente de celle de la terre , du moins je crois qu'on peut le présumer : celle qu'on leur remarque ne peut être également que celle de leur atmosphère , enflammé par la même cause ; cette lumière leur reste , sans être propagée jusqu'à nous ; nous la voyons seulement au travers de la transparence de notre atmosphère ; pour qu'elle nous parvînt , il faudrait qu'il y eût communication entre les deux atmosphères ; ce qui n'est pas : pour peu que la lumière des planetes parvînt jusqu'à nous , elle enflammerait plus ou moins notre matière de la lumière ; elle nous donnerait quelques degrés de chaleur , ce qui n'arrive pas non plus ; leur lumière rassemblée par les lentilles et les miroirs concaves , n'indique aucune chaleur. Il en est de même des étoiles fixes ; comme elles sont infiniment plus éloignées de nous que le soleil , on a établi , par des calculs , une proportionnelle de la vitesse de leur lumière respectivement à leur distance , et on a trouvé qu'elle ne nous parvient qu'en trois années ; mais ces vitesses respectives sont toujours dans la supposition que la lumière du soleil est émise et se propage toute formée ; il est difficile de concevoir que la lumière des étoiles fixes puisse se conserver , lorsque la terre , en tournant sur son axe , les éclipse pour reparaître le lendemain , tandis que la lumière du soleil est radicalement éteinte au coucher de cet astre , et ne reparaît qu'à son lever , en enflammant de nouveau notre matière de la lumière.

Il résulte de ce que nous disons , que la lumière ne se propage pas : ce que l'on a pris pour vitesse de sa propagation , n'est que la vitesse de la vi-



sion ou de la vue qui apperçoit les corps lumineux avec une rapidité singulière, que le calcul ne pourra peut-être jamais apprécier. On peut s'assurer de ce que nous disons par quelques expériences simples et faciles à exécuter.

3°. Jupiter est éloigné de nous de 180 millions de lieues environ; si l'on se met devant les yeux ouverts, un corps opaque pour intercepter son image lumineuse, et que, par le moyen d'un ressort, on supprime rapidement ce corps opaque, l'astre sera apperçusur-le-champ et sans intervalle; ce moyen simple fera connaître la rapidité avec laquelle la vue apperçoit un corps lumineux. En vain dirait-on que le corps opaque n'intercepte de lumière que celle comprise entre les yeux et le corps opaque, et que la lumière depuis le corps opaque jusqu'à l'astre continue de subsister; je répondrai à cela, que la lumière de l'astre n'est que son atmosphère enflammé, dont l'inflammation ne se prolonge pas jusqu'à nous : pour que cela eût lieu, il faudrait que la lumière de l'astre enflammât notre atmosphère, comme le fait le soleil; c'est ce qui n'est ni vrai, ni vraisemblable. D'ailleurs, si l'atmosphère éprouvait quelque inflammation de la part de la lumière de Jupiter, nous éprouverions une chaleur quelconque, qu'on rendrait plus sensible à l'aide des lentilles et des miroirs concaves. Ce que nous disons de la lumière de Jupiter, on doit l'entendre de même de celle des autres planetes. La lune nous laisse appercevoir plus de lumière, parce que son atmosphère enflammé est beaucoup plus près de nous, sans que pour cela sa propre lumière se propage dans notre atmosphère; elle est sans chaleur, parce que nous ne sommes point placés dans le foyer de l'inflammation, comme nous y met le soleil, en enflammant notre matière de la lumière.

La lumière des étoiles fixes n'a pas une autre manière d'être à notre égard, et ne nous parvient pas davantage : ces étoiles, disent les astronomes, sont



sont des soleils ; mais comme ils sont placés à de très-grandes distances de nous , ils ne donnent ni chaleur , ni lumière , parce qu'ils ne peuvent enflammer notre atmosphère ; ils ne sont pour nous que des corps lumineux vus au travers de l'air ; mais il reste à savoir s'ils sont lumineux par eux-mêmes , ou s'ils paraissent tels , parce qu'ils sont vus au travers d'atmosphères enflammées qu'on ne connaît peut être pas encore.

On sait que la lumière d'un grand incendie s'apperçoit de très-loin , la nuit , et que les spectateurs très-éloignés n'en éprouvent aucune chaleur , parce que le feu pur et libre qui se dégage est en trop petite quantité pour propager , comme le soleil , l'inflammation de la matière de la lumière ; celle qu'il occasionne est très-circonsrite. Quoi qu'il en soit , cette observation me porte à croire qu'on peut soumettre à l'expérience les idées que je jette ici en passant , pour s'assurer , d'une manière plus particulière , qu'un corps qui n'est que lumineux , et qui n'enflamme point progressivement la matière de la lumière , ne la propage pas , et que ce qu'on a pris pour tel , est la vitesse avec laquelle la vue apperçoit ce corps lumineux très-éloigné.

Il faudrait placer , la nuit , un fanal dont on intercepterait la lumière à des instans convenus , placer des observateurs à des distances convenables les uns des autres , de manière que le dernier serait assez éloigné pour n'appercevoir que la moindre lumière possible ; prendre note avec des montres à secondes , de l'instant où la lumière , mise à découvert , serait apperçue par les différens observateurs. Je présume d'avance que les observateurs les plus éloignés appercevraient la lumière en même-tems que ceux placés les plus près.

Je sais que ces expériences ont été faites en partie , mais dans la vue de connaître la différence entre la vitesse de la lumière , celle du boulet et



celle du bruit; il est résulté que la lumière s'aperçoit bien avant l'arrivée du boulet, et ce dernier avant le bruit; mais comme il fallait que le boulet arrivât de volée, on n'a pu employer qu'une distance convenable pour ces expériences, mais trop petite pour celle que je propose.

*ff* L'aurore qui précède le lever du soleil produit d'abord une lumière très élevée dans l'atmosphère; cet astre est plus bas que l'horison de la terre; ses rayons sont lancés perpendiculairement à la tangente du globe; cette première inflammation de la matière de la lumière n'est vue que comme celle des planetes au travers de la transparence de l'air encore non enflammée; l'inflammation ne se propage latéralement qu'à mesure que le soleil s'élève sur notre horison. Le même phénomène se présente au coucher de cet astre, mais en sens contraire; la terre, en tournant sur son axe, éclipse successivement le soleil. Pendant que ce phénomène se passe, les rayons du soleil continuent d'enflammer encore, pendant un certain tems, la matière de la lumière dans la partie supérieure de l'atmosphère, et produit le crépuscule, qui finit lorsque la terre, en tournant, a éclipié entièrement le soleil. C'est de cette manière que je conçois la génération et la propagation de la lumière dans le jour, et son extinction au coucher du soleil. Ici c'est une véritable propagation de lumière, parce qu'il y a inflammation successive au lever du soleil; mais la lumière des planetes n'est pas dans les mêmes circonstances pour nous; la propagation de leur lumière ne va pas au-delà de leur atmosphère particulier, nous ne la voyons qu'au travers de la transparence du nôtre.

---



## M É M O I R E

## S U R L E S T H E R M O M E T R E S ,

*Dans lequel on détermine les degrés de froid de 1709, et ceux que nous avons éprouvés en 1776, rapportés aux thermomètres de Mercure, divisés en 80 degrés, depuis le terme de la glace fondante jusqu'à celui de l'eau bouillante; lu à l'Académie des Sciences, le 13 novembre 1776.*

## A V E R T I S S E M E N T.

Nous avons le plus grand intérêt à connaître, tant pour la physique que pour l'économie animale, les changemens de chaud et de froid qui arrivent continuellement dans l'atmosphère. Le thermometre est l'instrument qui nous procure ces connaissances. Malgré son utilité, il faut en convenir, il a été bien lent à arriver à la perfection dont il était susceptible. Ce n'est que de nos jours, et par les soins de M. Duluc, célèbre physicien de Geneve, que nous possédons un travail bien fait sur cette matière, et qui met entre les mains des observateurs météorologistes, un thermometre exact et convenable aux expériences et aux observations dignes de passer à la postérité. Mais il est un malheur attaché à la thermométrie; cet instrument, perfectionné par M. Duluc, n'est point généralement adopté: chaque observateur a son thermometre particulier; les uns faits avec du mercure, les autres avec de l'esprit-de-vin; les uns et les autres divisés en nombre de degrés si différens, qu'il est difficile d'entendre les expériences, de sorte qu'en supposant les thermometres



bien faits et les expériences exactes, il faut toujours le calcul à la main pour comparer les résultats. Nous avons quelques tables où ces rapports sont faits ; j'en avais même fait une pour mon usage, que l'abbé Rosier a inséré dans le journal de Physique ; mais elle n'est pas suffisamment exacte, et il y a beaucoup de difficultés à surmonter pour la rendre parfaite.

*et trigon.* Cette diversité d'échelle et de substances employées à la construction des thermomètres sont cause que, jusqu'ici, on peut regarder comme à-peu-près perdues la plupart des observations ~~météorologiques~~, même les plus exactes et les mieux suivies, parce qu'il est impossible de se procurer un thermomètre à esprit-de-vin semblable à celui qui a servi à faire les observations décrites avec tant de soin, comme je le démontrerai successivement. Dans le nombre des thermomètres à esprit-de-vin employés aux observations de ce genre, les uns ne sont pas purgés d'air, d'autres le sont en partie, et enfin d'autres le sont entièrement. L'esprit-de-vin employé se trouve être encore à toutes sortes de degrés de rectification ; nous verrons, dans le cours de ce mémoire, que ces différences en font de très-grandes, et influent beaucoup sur la marche des thermomètres. On verra encore que, quelque bien connu que soit l'esprit-de-vin employé, il change tellement pendant la construction de l'instrument, qu'on purge d'air, comme cela est nécessaire, qu'il n'est plus possible de connaître la nature de celui qui reste dans le thermomètre, après qu'il est achevé, parce qu'une partie du plus spiritueux de l'esprit-de-vin s'évapore, et que cette évaporation diffère, comme celle du diamètre, du tube, du thermomètre ; la déperdition n'est pas même égale entre deux tubes d'égale diamètre ; on verra que plusieurs thermomètres faits ensemble, avec le même esprit-de-vin et purgés d'air, ne sont point comparables entr'eux, et ne



peuvent être d'aucune utilité pour des observations exactes.

Réaumur me paraît être la cause innocente des retards des progrès sur la perfection des thermomètres ; sa réputation , bien méritée dans tout autre genre , d'excellent et d'exact observateur , a fait adopter son thermomètre d'une manière générale ; l'examen qu'on en a fait a été trop tardif : on a pensé , pendant long-tems , qu'il était le meilleur ; on verra qu'il est à-peu-près le plus défectueux de tous ceux qui ont été proposés. Je me suis singulièrement appliqué à démontrer , dans ce mémoire , que l'esprit-de-vin ne peut point faire des thermomètres parfaitement comparables : ils ne peuvent l'être qu'à-peu-près ; pour qu'ils le deviennent complètement , il faudrait former les degrés un à un , l'un sur l'autre ; ce qui serait absolument impraticable.

Le mercure est une substance liquide , dont la nature ne change pas pendant la construction des thermomètres ; elle est la seule substance qui mérite la préférence , et avec laquelle on peut faire des thermomètres exacts et parfaitement comparables entr'eux ; ils sont infiniment plus sensibles au froid et à la chaleur que ceux à esprit-de-vin : ils ont seulement l'inconvénient , à cause de la couleur blanche du mercure , de ne point laisser appercevoir la véritable hauteur aussi promptement que ceux faits avec de l'esprit-de-vin coloré. Si l'on veut absolument des thermomètres faits avec de l'esprit-de-vin coloré , et leur donner la marche uniforme de celle du mercure , il faut employer de l'esprit-de-vin parfaitement rectifié , au lieu de l'affaiblir , comme le recommande Réaumur ; et après avoir pris les deux termes , celui de la glace fondante et celui de l'eau bouillante , graduer les degrés entre ces deux termes , un à un , sur un bon étalon à mercure ; on sera convaincu d'abord que les degrés ne seront pas égaux entr'eux , quoique le tube soit



parfaitement calibré, parce que la dilatation ni la condensation de l'esprit-de-vin ne sont point uniformes, comme celle du mercure. Le calcul, comme l'a fait M. Duluc, ne rétablit pas la parfaite uniformité, parce qu'il est impossible de connaître la nature de l'esprit-de-vin restant dans la capacité de l'instrument : d'ailleurs, pour faire cette graduation degré à degré, on éprouve tant de difficultés, et on est si peu sûr qu'on a bien opéré, que si l'on recommence l'opération, on rencontre toujours des résultats différens, qui répandent la plus grande incertitude sur l'exactitude de l'instrument. Ainsi, il vaut mieux faire usage de thermometre bien construit avec du mercure, qui ne présente aucuns inconvéniens de sa part; il reste seulement ceux attachés à la nature du verre, qui ne se dilate ni ne se contracte pas toujours uniformément; c'est une petite imperfection absolument impossible à surmonter.

Le froid de 1776 a été mémorable par sa force. Les savans, comme les gens du monde, desiraient connaître son intensité comparativement à celui de 1709, dont plusieurs personnes se ressouvenaient encore des effets rigoureux qu'ils en avaient ressenti. L'académie des sciences s'occupa de cette question; elle a nommé une commission de laquelle j'étais pour lui en rendre compte. Un grand nombre d'observateurs envoyèrent, par écrit, leurs observations et le thermometre qui leur avait servi à les faire, en demandant à quel degré ils devaient rapporter, sur leur thermometre, le froid qu'ils avaient observé à un bon thermometre, qu'ils supposaient exister ou dans les cabinets de l'academie, ou entre les mains des académiciens. Il faut en convenir, les savans ont été pris au dépourvu, induits en erreur depuis plus de 50 ans; ils n'avaient que des thermometres de Réaumur ou soi-disant de lui : il n'existait, dans les cabinets de l'académie, qu'un gros thermometre fait par Réaumur lui-même en 1730, et un second



tout aussi défectueux, entre les mains de Brisson, construit en 1732.

On s'est assemblé chez moi un grand nombre de fois, et c'est dans mon laboratoire qu'ont été faites les expériences en février 1776, pour parvenir aux questions proposées. Mais n'étant point satisfait de l'exactitude des expériences, ni de la manière dont elles avaient été faites, et encore moins de la rédaction de l'extrait qui fut lu à la séance publique de Pâques 1776, dont je n'ai eu connaissance que par la lecture publique, je me suis désisté de la commission, et je me suis livré ensuite à un travail particulier sur le même objet.

Voici d'abord les raisons qui m'ont déterminé à me retirer de la commission; elles ont été lues à l'académie le 29 novembre 1776.

1°. Je trouvais assez extraordinaire qu'étant commissaire, on ne m'eût pas communiqué l'extrait qu'on a fait de ce travail, avant de le lire à la séance publique.

2°. Que cet extrait, tout défectueux qu'il était, ne répondait pas aux questions précises de l'académie, ni aux questions sous-entendues de la part d'un grand nombre d'observateurs.

L'académie demandait qu'on déterminât les degrés de froid de 1776, et de les comparer avec ceux du froid de 1709.

Les particuliers observateurs ont envoyé un grand nombre de thermometres, que les commissaires ont réduits au nombre de 38; les autres ont été mis au rebut: les particuliers qui avaient confié leurs thermometres demandaient qu'on leur rendît compte du rapport du froid qu'ils avaient observé, au thermometre qu'ils supposaient exister ou dans l'académie, ou entre les mains des physiciens de l'académie, comme il était facile d'en juger par différentes lettres écrites par ces mêmes particuliers, et restées vraisemblablement au secrétariat de l'académie.

Pour répondre à ces différentes questions, je



proposai d'abord de faire un bon thermometre à mercure, tel que celui de M. Duluc, puisqu'il n'en existait pas d'authentique, et d'en faire usage comme étalon, pour apprécier le froid observé par les particuliers, et de donner note à chacun de la valeur de leurs observations.

Et que, pour parvenir à cette fin, il fallait exposer séparément chacun des thermometres, avec cet étalon, à un froid artificiel capable de faire descendre leur liqueur au même point où l'avait fait baisser le froid naturel.

Au lieu de suivre cette route, indiquée par la chose même, on mit ensemble les 38 thermometres, tant à mercure qu'à esprit-de-vin, dans un bain de froid artificiel, avec un gros thermometre de Réaumur qu'on prit pour étalon; ce thermometre, construit par Réaumur en 1732, et vérifié par l'abbé Nollet en 1742, présentait toutes les imperfections possibles. Le froid artificiel fit descendre tous ces thermometres à-peu-près où ils étaient descendus par le froid naturel; mais comme le froid artificiel ne fut pas assez intense, on y suppléa par le calcul; on prit ensuite la somme des degrés de froid de tous les thermometres; on la divisa par le nombre de ces instrumens pour prendre un terme moyen entr'eux: le terme rapporté au gros thermometre de Réaumur fut trouvé de 13 degrés  $\frac{1}{2}$ .

Tels sont les moyens employés pour estimer le froid de 1776. Je vais démontrer, en peu de mots, combien ils sont insuffisans et peu exacts. Je commence par la description du thermometre de Réaumur, auquel on a tout rapporté, comme le meilleur étalon qu'on crût devoir employer, parce que Réaumur avait, par observation, rapporté sur sa planche le froid de 1709 à 15 degrés  $\frac{1}{2}$ . La boule de cet instrument a trois pouces et demi de diametre, son tube quatre pieds de long et quatre lignes de diametre; il est rempli d'esprit de-vin non coloré; la boule contient beaucoup de grains de plomb,



qui y ont été mis pour faire monter à une hauteur convenable, dans le tube, les mille mesures de liqueur que Réaumur employait. J'observe donc, 1°. que le plomb a été attaqué par l'acide de l'esprit-de-vin, qui a changé sa nature par conséquent, ainsi que sa marche, dans sa dilatation comme dans sa condensation; lorsqu'on remue ce thermometre, il s'élève un sédiment qui trouble la liqueur.

2°. La marche de ce thermometre a varié, comme l'altération que l'esprit-de-vin a éprouvée; le terme de la glace, marqué par Réaumur en 1732, n'était plus le même en 1742 que l'abbé Nollet le vérifia: ce physicien le trouva d'un quart de degré au-dessous, et non d'un seizième, comme on l'a dit. Nous l'avons vérifié au mois de février 1776; nous l'avons trouvé à 9 degrés  $\frac{1}{2}$ , c'est-à-dire à  $\frac{1}{4}$  de degrés plus bas que ne l'avait marqué Réaumur.

3°. Le terme des caves de l'Observatoire a également changé sur ce thermometre: il avait été marqué à 10 degrés  $\frac{1}{4}$  par Réaumur en 1732; nous l'avons trouvé, au mois de février 1776, à 9 degrés  $\frac{1}{4}$ .

4°. Réaumur mêlait de l'eau avec son esprit-de-vin, et il employait ce mélange aussi-tôt après l'avoir fait: or, il ignorait que la pénétration de ces deux liqueurs est très-long-tems à se faire, comme je l'ai reconnu dans beaucoup d'occasions, à moins qu'on ne le soumette à la distillation; cette cause, jointe à celle de l'altération que l'esprit-de-vin a éprouvée de la part des grains de plomb, sont cause des changemens que nous venons de faire remarquer dans la marche de ce thermometre.

5°. On a cherché à concilier ces altérations, en supposant que la température des caves de l'Observatoire avait changé, comme l'avait dit le Gentil dans un mémoire lu à l'académie. Mais nous croyons que la température des souterrains non à la proximité des volcans, ni à la proximité des



mines de sels ou de matière à produire du froid en se dissolvant dans l'eau, ne sont pas sujets à varier dans leur température, comme je l'ai dit dans ma Chimie. Mais que c'est plutôt le thermomètre de Réaumur dont l'esprit-de-vin a été altéré par le plomb, et celui de le Gentil par la chaux de l'orseil employé à colorer l'esprit-de-vin. J'ai vu ce thermomètre, la couleur était tellement séparée et déposée autour du tube et de la boule, qu'on voyait à peine la hauteur de la liqueur.

6°. M. Duluc a fait voir, par des expériences très-exactes, que les thermomètres d'esprit-de-vin ont une marche très-irrégulière, à proportion de la quantité d'eau que l'esprit-de-vin contient, et que cette marche est décroissante. J'ai répété et vérifié ces expériences, et j'ajoute mes observations sur la même irrégularité dans les degrés au-dessous de la glace, où cette marche décroît toujours plus rapidement.

7°. Cette marche est plus ou moins grande, suivant les degrés d'affaiblissement de l'esprit-de-vin. Or, les thermomètres qui ont été présentés par les particuliers, et qui ont été comparés entr'eux et avec le gros thermomètre, ont été faits en différens tems par différens ouvriers; ils sont construits, par conséquent, avec toute sorte d'esprit-de-vin, dont on n'a pu connaître la nature; plusieurs d'entr'eux avaient aussi différentes graduations, provenant de ce que l'on avait reconnu que le terme de l'eau bouillante n'était pas celui que Réaumur nommait 80 sur son thermomètre, et que chaque artiste l'a corrigé à sa façon.

8°. La grosseur de la boule du thermomètre qui a servi d'étalon, et le peu de sensibilité de l'esprit-de-vin relativement au mercure, rendaient cet instrument si lent dans sa marche, qu'il aurait fallu avoir un froid artificiel qui gardât la même température, pendant plusieurs heures, pour que nous eussions pu nous assurer que les petits thermomètres, et sur-tout ceux de mercure,



indiquaient dans ce bain le même degré que le gros étalon ; mais notre bain n'a pu être dans ce cas , il est bien difficile de s'en procurer un qui garde une température égale , le tems convenable pour avoir un rapport exact entre un petit et un très-gros thermometre. Cet étalon continuait de descendre , tandis que les autres remontaient , parce qu'ayant une fois reçu l'impulsion pour descendre , la diminution du froid ne pouvait pas se faire sentir sur lui assez promptement ; il ne peut donc qu'y avoir eu la plus grande incertitude dans cette manière de comparer ces divers instrumens.

9°. Mais la plus grande erreur de ce travail provient de l'échelle de ce même thermometre de Réaumur , qui est bien différente de celle de tous ceux auxquels on l'a comparé ; dans la plupart de ceux-ci , le vrai terme de l'eau bouillante est placé au 80°. degré , tandis que le degré 80 que Réaumur appelait sur cet étalon terme de l'eau bouillante , n'est que celui de son esprit-de-vin bouillant , c'est-à-dire environ le 65°. d'un thermometre dont le 80°. degré marque le vrai terme de l'eau bouillante ; or , l'on n'a point eu d'égard à ces différences. Cependant , comme c'est sur l'étalon de Réaumur qu'on a rapporté le froid de l'hiver de 1776 ; et comme l'intervalle fondamental de ce thermometre est divisé en un trop grand nombre de degrés , puisqu'il est divisé en 80 , tandis que ce même intervalle ne l'est dans les autres qu'en 65 , il s'ensuit que les 13 degrés  $\frac{1}{2}$  qu'on a pris sur ce thermometre , ne répondent qu'à 11 degrés des autres thermometres , et par conséquent de celui à mercure , sur lequel j'ai rapporté ce même froid à 15 degrés  $\frac{1}{3}$ . Voilà donc 4 degrés  $\frac{1}{3}$  de différence entre le résultat des commissaires et le mien.

10°. Ce n'est pas dans des expériences de cette nature qu'on devait prendre un terme moyen entre des thermometres , la plupart défectueux ,



les autres mal exposés au froid ou dans des antichambres; ceux même bien exposés, mal observés à des heures point convenables. L'académie demandait à connaître le plus grand froid; il suffisait, par conséquent, de prendre celui des thermometres qui était descendu le plus bas, bon ou mauvais; cela était à-peu-près indifférent; et de rapporter au thermometre que je proposai de faire, le froid observé sur cet instrument. Mais le choix n'était ni difficile ni embarrassant. Messier, notre confrere, possédait deux bons thermometres à mercure; ce sont ces deux instrumens qui devaient naturellement servir d'étalon avec lesquels il avait observé, aux heures convenables, et il avait bien constaté que le plus grand froid avait été, le 29 janvier, 16 degrés  $\frac{1}{2}$  sur un de ses thermometres, et 15 degrés  $\frac{1}{2}$  sur l'autre; cette différence d'un degré tient à la place occupée par le thermometre, quoique mis à côté l'un de l'autre: au lieu de faire ce choix, on confondit ces deux thermometres avec les 36 autres.

C'est sous cette forme défectueuse que le travail a été rédigé et lu par extrait à l'académie, à la rentrée publique de Pâques de 1776. Lavoisier y présenta un tableau de plus de huit pieds de hauteur, où le froid indiqué par les divers observateurs fut additionné et divisé par le nombre des 38 thermometres, pour établir son terme moyen. Telles sont les raisons qui ont déterminé mon désistement de la commission, et qui m'ont engagé de faire sur cette matière un travail particulier, que j'ai également lu à l'assemblée publique, mais le 13 novembre 1776.

D'après la lecture de mon mémoire, Lavoisier prétendit que je m'étais emparé de toutes ses idées, parce que j'avais conclu comme lui, que le froid de 1776 avait été moindre que celui de 1709. Il a eu beau jeu d'accorder ce résultat avec le mien, mon mémoire a été déposé à l'académie le 16 novembre 1776. Dans une note placée au



bas de la première page de son mémoire, lu à l'académie le 31 juillet 1779, et inséré dans le volume de 1777, imprimé en 1780, il prétend qu'il a déposé le sien le 13 novembre 1776. Il m'est facile de prouver le contraire; si ce qu'il dit était vrai, trouverait-on la note suivante sur le procès-verbal de l'académie. J'en ai copie en main.

*Extrait des registres de l'Académie, du 4 décembre 1776.*

„ M. Baumé a demandé qu'une copie de son  
 „ mémoire fût déposée au secrétariat, et a dé-  
 „ claré qu'il n'en ferait usage qu'après que les  
 „ commissaires auront fait leur rapport; et s'ils  
 „ ne l'ont pas fait avant le 3 décembre 1777, alors  
 „ il lui sera permis d'en faire usage, et il s'est  
 „ désisté de la commission pour le froid, ce qui  
 „ a été accepté. „

Il est donc faux que Lavoisier ait déposé son mémoire le 13 novembre 1776, comme il le dit dans la note que je viens de rapporter; les registres existent, il est facile de vérifier ce que j'avance.

11°. Lavoisier, je le répète, a pris pour terme de comparaison les degrés de froid de 1709, sur le gros thermometre de Réaumur, qui a servi d'étalon, parce que Réaumur avait marqué sur la planche le froid de 1709 à 15 degrés  $\frac{1}{2}$ ; mais d'une échelle dont le 80°. degré n'est que le 65°. du thermometre à mercure; il a rapporté, comme je l'ai déjà dit, le froid de 1776 sur ce même thermometre, tandis que j'ai rapporté les froids de 1709 et 1776 sur un thermometre à mercure. Réduisant donc les degrés du thermometre de Réaumur à ceux du thermometre à mercure, les 15 degrés  $\frac{1}{2}$  de froid de 1709 équivalent à 12 degrés  $\frac{1}{2}$  de ce dernier.



Je le rapporte, au contraire, à 17 deg.

Différence entre Lavoisier et moi,  $4\frac{1}{2}$

Les 13 degrés  $\frac{1}{2}$  de 1776 équivalent à 11 deg. du  
thermometre à mercure.

Je le rapporte, au contraire, avec  
Messier, à

15  $\frac{2}{3}$   $\frac{1}{3}$

Différence entre Lavoisier et moi,  $4\frac{1}{3}$

C'est au public à juger qui de nous deux est le  
plus exact. Voici mon mémoire tel qu'il a été lu le  
16 novembre 1776.

13



## M É M O I R E

## SUR LES THERMOMETRES,

*Dans lequel on détermine les degrés de froid de 1709, et ceux que nous avons éprouvés cette année 1776, rapportés aux thermomètres de mercure, divisés en 80 degrés, depuis le terme de la glace fondante jusqu'à celui de l'eau bouillante; lu le 13 novembre 1776.*

ON sait que le thermometre est un instrument propre à faire connaître un certain nombre de degrés de chaud et de froid; mais on ignore, dit M. Martine, à qui l'on doit en attribuer l'invention (page 2), si c'est à Drebel ou au pere Paul Sarpi, ou à Galilée, ou à Santorius. Quoi qu'il en soit, cet instrument, dans son commencement, a eu le sort de tous les autres, c'est-à-dire qu'il était fort imparfait. En 1683, l'académie eut besoin de thermometres, pour faire l'analyse des eaux de Versailles : on en fit deux pour cet objet; on les exposa à l'air froid pour prendre le premier terme, et on les plongea dans de l'eau chaude pour prendre le second, sans détermination; on partagea cet espace en parties égales, sans spécifier le nombre de degrés; tels furent construits à-peu-près les premiers thermometres. (*Voyez 1<sup>er</sup>. vol. de l'Académie, page 239.*)

Pour faire des thermometres exacts et comparables entr'eux, il faut 1<sup>o</sup>. deux termes fixes; 2<sup>o</sup>. faire choix d'un fluide qui ait la propriété de se dilater et de se condenser uniformément et proportionnellement aux degrés de chaud et de froid qu'on lui applique : ce fluide est le mercure;



3°. n'employer que des tubes parfaitement calibrées et de la plus grande propreté dans l'intérieur.

M. Duluc, célèbre physicien à Geneve, a fait une excellente dissertation sur les thermometres, insérée dans le 1<sup>er</sup>. vol. d'un ouvrage in-4°. , qui a pour titre : *Recherches sur les modifications de l'atmosphère, etc.*, dans laquelle il examine, par voie d'expérience, de la manière la plus complète et la plus étendue, non-seulement les questions que nous venons d'annoncer, mais encore tout ce qu'il y a d'essentiel à connaître pour la perfection des thermometres. Je n'ai pas cru devoir grossir ce mémoire par un extrait de sa dissertation, l'ouvrage de M. Duluc étant entre les mains de ceux qui cultivent la physique expérimentale. Je me bornerai seulement à rechercher la construction des thermometres de Lahire et de Réaumur, parce qu'ils sont précieux à connaître pour découvrir les degrés de froid qui ont été observés avec ces thermometres, la plupart des physiciens ayant négligé d'en employer d'autres beaucoup plus exacts. M. Duluc ne parle qu'historiquement de celui de Lahire, et se borne à faire connaître plusieurs défauts de celui de Réaumur. Je rapporterai aussi une suite d'expériences que j'ai faites pour connaître 1°. les altérations que l'esprit-de-vin éprouve, tandis qu'on l'emploie en thermometre; 2°. les recherches que j'ai faites pour connaître la marche correspondante de plusieurs sortes d'esprit-de-vin avec celle du mercure. M. Duluc a fait ces dernières expériences; mais comme il n'avait pas vraisemblablement de balances très-exactes, il n'a pas déterminé la pesanteur spécifique des esprits-de-vin qu'il a employés; il dit seulement qu'il a employé pour premier esprit-de-vin très-rectifié, de celui qui enflammait la poudre, et qu'il a distillé encore une fois dans une cornue au bain de sable. M. Duluc a employé des thermometres d'esprit-de-vin purgés d'air, et ne les



a suivis que depuis la glace jusqu'à l'eau bouillante. J'ai cru devoir rechercher quelle serait la marche des thermometres faits avec des esprits-de-vin de différens degrés de spirituosités ; les uns seraient purgés d'air, et les autres non purgés d'air : j'ai suivi leur marche depuis le terme de l'eau bouillante jusqu'à 18 degrés au-dessous de la glace. Je rapporterai plusieurs observations sur la construction des thermometres à mercure, et je terminerai ce mémoire par les expériences que j'ai faites, pour connaître les degrés de froid de 1709, et ceux que nous avons éprouvés cette année 1776.

*Sur le thermometre de Lahire.*

Je croyais trouver la description de ce thermometre dans les premiers volumes de nos mémoires, mais je l'ai cherchée inutilement ; j'ai parcouru tous les volumes de l'académie, depuis son établissement jusqu'aujourd'hui : enfin, ce n'a été qu'en liant ce qui était dit à 40 et 50 années de distance l'une de l'autre, que j'ai pu être certain de deux termes qui m'étaient absolument nécessaires pour reconstruire ce thermometre. Je ne suivrai pas dans cette description l'ordre dans lequel j'ai pu la former, elle serait aussi ennuyante que la recherche même.

Delisle dit ( dans le vol. de 1749, page 2 ) : Le thermometre de Lahire, c'est-à-dire celui qui était placé à l'Observatoire, et sur lequel on a observé le froid de 1709, a été fait en 1678, par Hubin ; il est d'esprit-de-vin coloré et scellé hermétiquement ; la boule a environ deux pouces de diametre, et le tuyau près de 4 pieds de longueur sur une ligne à-peu-près de diametre. Cette description n'est pas à beaucoup près suffisante pour reconstruire ce thermometre, qui paraît n'avoir été fait sur aucune échelle. Mais comme j'avais fait un relevé exact des observations météorolo-



giques que Lahire avait faites avec ce thermometre à l'Observatoire, depuis 1700 jusqu'en 1719, continuées par Maraldi et Defouchy, depuis 1720 jusqu'en 1754, qui est l'époque où il paraît qu'on a discontinué de faire ces observations, il est résulté de ces recherches que les observations faites pendant ce long espace de tems, ont constaté, sur ce thermometre, le terme de la glace à 30 degrés, et celui des caves de l'Observatoire à 48 degrés. Ainsi, voilà deux termes fixes sur lesquels je puis compter, mais seulement pour le thermometre dont nous venons de parler, parce que Lahire, ne prenant aucun point pour l'échelle de ses thermometres, ne les rendait point comparables. Demairan, dans son mémoire sur la cause de la chaleur en été et du froid en hiver, inséré dans le vol. de 1765, répète ces deux termes comme constant au thermometre de Lahire.

Si le thermometre de Lahire eût été à mercure, il aurait été facile, d'après ces deux termes, de le reconstruire, parce que le mercure pur est une substance univoque; mais il est d'esprit-de-vin, dont il est difficile de se procurer deux fois le même, à moins d'employer les moyens que nous indiquerons, et qui n'étaient pas connus du tems de Lahire; nous verrons que l'étendue de marche des thermometres d'esprit-de-vin est en raison des degrés de rectifications de cette liqueur.

Il me restait, par conséquent, à connaître la nature de l'esprit-de-vin que Lahire pouvait employer à la construction de ses thermometres. J'ai encore eu recours aux observations rapportées dans les volumes de l'académie, par Maraldi et Defouchy, depuis 1731 jusqu'en 1754, pendant l'espace duquel tems les thermometres de Lahire et de Réaumur ont été observés, placés à côté l'un de l'autre à l'Observatoire, dans l'intérieur de la tour. Cependant, soit défaut dans les calibres des tuyaux, soit défaut dans la grosseur des boules,



celles des thermometres de Réaumur étant fort grosses et peu sensibles , ou enfin que ces thermometres ne fussent pas purgés d'air également, ils ne correspondaient pas toujours à des degrés où ils avaient correspondu précédemment.

Maraldi, dans le vol. de 1743 ( page 401 ), rapporte des observations qu'il a faites comparativement, pendant deux années de suite , avec ces deux thermometres. Il en résulte que leurs degrés sont à-peu près correspondans , et que la différence qu'il y a , ne pouvait venir que des défauts dans la construction de l'un et de l'autre thermometre , et non dans la nature de l'esprit-de-vin.

Voici la table divisée en quatre colonnes ; les deux premières contiennent les degrés de chaud et de froid observés par Maraldi, sur ces deux thermometres ; la troisième contient les degrés correspondans , trouvés par le calcul ; et la quatrième contient les différences qu'il y a entre l'observation et le calcul.

La manière de procéder à ce calcul est fort simple, elle se réduit à dire si 18 degrés du thermometre de Lahire, qui sont les degrés compris entre le terme de la glace et celui des caves de l'Observatoire, valent dix degrés  $\frac{1}{2}$  des deux mêmes termes du thermometre de Réaumur, combien tels degrés du thermometre de Lahire valent-ils de degrés au thermometre de Réaumur.



*Tableau de la marche du thermometre de Lahire et de Réaumur.*

LAHIRE.	RÉAUMUR.	Degrés vrais trouvés par le calcul.	Différence.
41... ..	+.. 7.. ..	6.... $\frac{1}{4}$ ...	—... .. $\frac{1}{4}$ ..
45... $\frac{1}{2}$ ...	+.. 9.. $\frac{1}{2}$ ..	8.... $\frac{5}{6}$ ...	—... .. $\frac{1}{6}$ ..
40... $\frac{1}{2}$ ...	+.. 7.. ..	6.... ..	—... I... ..
46... ..	+.. 9.. ..	9.... $\frac{1}{9}$ ...	+... .. $\frac{1}{9}$ ..
54... ..	+.. 13.. $\frac{1}{2}$ ..	13.... $\frac{2}{3}$ ...	+... .. $\frac{1}{6}$ ..
64... ..	+.. 19.. ..	19.... $\frac{1}{3}$ ...	+... .. $\frac{1}{3}$ ..
74... $\frac{2}{3}$ ...	+.. 24.. $\frac{4}{5}$ ..	25.... $\frac{1}{3}$ ...	+... .. $\frac{1}{15}$ ..
59... ..	+.. 16.. $\frac{1}{2}$ ..	16.... $\frac{1}{2}$ ...	..... 0... ..
73... $\frac{1}{3}$ ...	+.. 24.. ..	24.... $\frac{1}{3}$ ...	+... .. $\frac{1}{3}$ ..
62... ..	+.. 18.. ..	18.... $\frac{2}{9}$ ...	+... .. $\frac{2}{9}$ ..
74... ..	+.. 24.. $\frac{1}{2}$ ..	25.... ..	+... .. $\frac{1}{2}$ ..
59... $\frac{1}{4}$ ...	+.. 16.. $\frac{1}{4}$ ..	16.... $\frac{1}{4}$ ...	..... 0... ..
51... $\frac{1}{2}$ ...	+.. 11.. $\frac{3}{4}$ ..	12.... $\frac{1}{3}$ ...	+... .. $\frac{7}{12}$ ..
52... ..	+.. 12.. $\frac{1}{2}$ ..	12.... $\frac{1}{2}$ ...	..... 0... ..
40... $\frac{1}{2}$ ...	+.. 6.. ..	6.... ..	..... 0... ..
22... ..	—.. 4.. ..	—4.... $\frac{5}{9}$ ...	+... .. $\frac{5}{9}$ ..
28... ..	—.. .. $\frac{1}{2}$ ..	—1.... $\frac{1}{9}$ ...	+... .. $\frac{1}{18}$ ..
30... ..	+.. .. $\frac{1}{2}$ ..	0.... ..	—... .. $\frac{1}{2}$ ..
31... ..	+.. .. $\frac{3}{4}$ ..	+..... $\frac{4}{7}$ ...	—... .. $\frac{5}{28}$ ..
39... ..	+.. 5.. ..	5.... $\frac{1}{8}$ ...	+... .. $\frac{1}{8}$ ..
45... ..	+.. 8.. ..	8.... $\frac{4}{7}$ ...	+... .. $\frac{4}{7}$ ..
50... ..	+.. 11.. $\frac{1}{2}$ ..	11.... $\frac{1}{3}$ ...	—... .. $\frac{1}{6}$ ..
50... $\frac{1}{2}$ ...	+.. 11.. ..	11.... $\frac{2}{3}$ ...	+... .. $\frac{2}{3}$ ..
47... $\frac{2}{3}$ ...	+.. 10.. ..	10.... ..	..... 0... ..
31... $\frac{3}{4}$ ...	+.. 1.. ..	1.... ..	..... 0... ..
31... $\frac{1}{2}$ ...	+.. 2.. ..	.. .... $\frac{6}{7}$ ...	—... I... $\frac{1}{7}$ ..
27... $\frac{1}{3}$ ...	—.. 1.. $\frac{2}{3}$ ..	—1.... $\frac{1}{2}$ ...	—... .. $\frac{1}{6}$ ..



D'après ce tableau , je pensai que l'esprit-de-vin qu'avait employé Lahire n'étant pas fort différent de celui de Réaumur , je pouvais construire l'un et l'autre de ces thermometres avec de l'esprit de-vin , semblable à celui qu'employait Réaumur , pour les comparer ensuite ; mais en lisant les deux mémoires de Réaumur sur la construction de son thermometre , le 1<sup>er</sup>. inséré dans le volume de l'académie pour l'année 1730 , ( page 452 ) , et le 2<sup>e</sup>. dans le volume de 1731 , ( page 250 ). Je me suis trouvé presque aussi embarrassé. Ces deux mémoires sont d'une prolixité fatigante et d'une obscurité qu'on ne peut définir. Je crois rendre service que d'extraire de ces deux mémoires ce qui concerne la construction de son thermometre , parce qu'il n'y a aucun ouvrier en état de les entendre et de refaire son thermometre d'après la description qu'il en donne , ainsi que les moyens qu'il indique pour se procurer de l'esprit-de-vin convenable pour la construction de son thermometre. Nous croyons même pouvoir assurer avec confiance , que le thermometre de Réaumur n'a jamais été refait tel qu'il en a donné la description , et les expériences qu'il propose pour se procurer de l'esprit-de-vin qu'il désigne n'ont jamais été répétées ; car il n'y a personne qui ne se soit apperçu des difficultés de l'un , et de l'impossibilité de parvenir à ce qu'il indique pour la nature de son esprit-de-vin. Les expériences que j'ai faites pour parvenir à son but m'ont conduit à en faire une suite assez considérable d'expériences sur les thermometres d'esprit-de-vin , dont je rendrai compte.

---

*Construction du thermometre de Réaumur , année 1730 .*

( page 452 . )

On prend un tube de verre de 4 pieds de long , de 3 lignes de diametre intérieur ; on y soude à



la lampe une boule de 4 pouces  $\frac{1}{2}$  de diamètre. Environ à 16 pouces au-dessus de la boule, on attache sur le tube un fil ciré, pour marquer l'endroit où l'on veut faire remonter le terme de la congelation artificielle.

La boule et la partie du tube jusqu'à l'endroit où l'on a attaché le fil, doivent contenir mille petites mesures d'eau de rivière; pour servir de mesure, on a un petit chalumeau de verre, renflé par le milieu, dont les extrémités soient très-capillaires, et qui doit tenir la millième partie de cette capacité, et dont la contenance doit occuper 3 ou 4 lignes de hauteur dans le tube.

On se procure une autre mesure, qui doit contenir cent mesures de la première, et parfaitement étalonnée.

Alors on emplit d'eau la grande mesure, et on la verse dans le verre disposé pour le thermometre; on met dix mesures semblables. Lorsque la boule se trouve trop grande, on ajoute des grains de gros gravier ou des petits fragmens de verre, pour faire monter la liqueur jusqu'au fil.

Lorsque cette première opération est faite, on retire du tube vingt-cinq petites mesures d'eau, et on attache le thermometre sur une planche, sur laquelle on a collé du papier blanc: on marque sur le papier un trait, vis-à-vis du fil qui indique l'endroit du terme de la congelation; on marque un second trait, vis-à-vis du niveau de l'eau. Ensuite on emplit une petite mesure avec du mercure, et on la verse dans le tube; l'eau du thermometre monte d'autant; on marque un trait sur le papier; ce qui indique un nouveau degré. On continue ainsi de suite d'ajouter une à une des petites mesures de mercure, pour former les autres degrés un à un, jusqu'à ce que l'eau soit montée à la hauteur du fil qu'on a placé pour marquer le terme de la congelation; à chaque mesure on marque un trait sur la planche, pour désigner les degrés. C'est ce qui forme les degrés au-dessous



de la glace, ou ce que Réaumur nomme les degrés de condensation.

On écrit les divisions sur deux colonnes; sur la droite, on met zéro à l'endroit du premier fil, le premier trait au-dessous est marqué 1, le second est marqué 2, et ainsi de suite jusqu'à 25.

Au-dessus de zéro, on marque pareillement le premier trait 1; le second se marque 2, ainsi de suite jusqu'à 80.

De l'autre côté, à gauche du tube au point de zéro, on marque 1000, comme représentant mille parties de liqueur jusqu'à cette marque; au-dessous, au premier trait, on marque 999; au second, 998, etc. pour les degrés descendans.

Le premier trait au-dessus du terme zéro, est marqué 1001; le deuxième est marqué 1002, ainsi de suite jusqu'au 80<sup>e</sup>. degré; ainsi le côté à droite marque le nombre des degrés, et le côté à gauche marque le volume actuel de la liqueur.

Lorsque le thermometre est ainsi rempli et gradué, on le vide, on sépare les graviers, on les fait sécher, ainsi que le thermometre.

Alors on remplit le thermometre d'esprit-de-vin non coloré, de la qualité que nous dirons ci-après, jusqu'à ce qu'il y en ait un peu au-dessus du fil du terme de la congelation.

Lorsqu'on est arrivé au fil du terme de la congelation, on continue de mettre des petites mesures une à une jusqu'au nombre de 80, et on marque un trait sur la planche chaque fois qu'on ajoute une mesure de mercure; c'est ce qui forme les 80 degrés au-dessus de la glace, et que Réaumur nomme degrés de dilatation.

On plonge ce thermometre, jusqu'à la hauteur du fil marqué zéro, dans un vase de fer blanc, rempli d'eau de rivière, et on entoure ce vaisseau d'un mélange de deux parties de glace pilée, et d'une de sel marin. Quand la surface de l'eau dans laquelle plonge le thermometre commence à se geler, on ajoute ou on ôte ce qu'il faut d'esprit-



de-vin, jusqu'à ce qu'il soit au niveau du fil, et qu'il y soit parfaitement stationnaire; on le sépare de la glace, on le plonge par degrés dans de l'eau bouillante; lorsqu'il a acquis un certain degré de chaleur, l'esprit-de-vin s'élève fort haut; on retire le thermometre de l'eau, et on le replonge encore cinq ou six fois, et qu'il n'y ait plus de variation dans son ascension et que l'esprit-de-vin ne bouille plus. Ces immersions ont pour objet de purger l'esprit-de-vin d'une partie de son air, qui, sans cela, serait sujet à se dégager quelque tems après, et dérangerait la marche du thermometre: ces immersions font monter la liqueur du thermometre à 80 degrés; alors on ferme le thermometre à la lampe.

On écrit au haut de la planche : Esprit-de-vin dont le volume condensé par la congelation artificielle de l'eau est 1000, et raréfié par l'eau bouillante 1080. ( page 489. )

*Qualité de l'esprit-de-vin que Réaumur employait à construire ses thermometres.*

L'esprit-de-vin dont se servait Réaumur pour la construction de ses thermometres est de qualité telle, que 400 petites mesures, renfermées dans un petit matras semblable à celui de ses thermometres, se raréfient de 32 petites mesures, depuis le terme de la congelation artificielle jusqu'à l'ébullition de ce même esprit-de-vin plongé dans de l'eau bouillante. Il opérait de la même manière que nous venons de le dire, c'est-à-dire qu'il mettait dans un verre de thermometre 400 petites mesures d'esprit-de-vin, et les exposait ensuite à la glace artificielle; il posait un fil sur le tube, à l'endroit où l'esprit-de-vin s'arrêtait; alors il plongeait cette espece de thermometre cinq ou six fois desuite dans de l'eau bouillante; il posait un second fil à l'endroit où l'esprit-de-vin cessait de monter; il remettait de nouveau cette espece de thermometre à la congelation artificielle, et dans l'in-



tervalle compris entre les deux fils, il doit y rentrer 32 petites mesures du même esprit-de-vin, au même terme de la congelation artificielle; lorsque l'esprit-de-vin était trop dilatable, il l'affaiblissait avec de l'eau, et l'augmentait en spiritueux, lorsqu'il n'était pas suffisamment dilatable.

Dans le second mémoire (année 1731, page 250), Réaumur examine la question de savoir, s'il faut laisser dans le tube de l'air à-peu-près aussi condensé que celui que nous respirons, ou s'il est mieux d'y laisser un air extrêmement raréfié. Il conclut, sans prononcer affirmativement, que les thermometres purgés d'air, et dont le haut du tube n'est occupé que par un air très-raréfié, lui ont paru avoir un avantage sur les autres, sans spécifier la nature de cet avantage. Il recommande, en conséquence, de plonger dans de l'eau chaude à 60 degrés, cinq ou six fois, ses thermometres, et de les boucher, déboucher et reboucher chaque fois; enfin, de les sortir hors de l'eau, et de les fermer lorsqu'il est baissé un peu.

D'après le détail que nous venons de donner sur la construction du thermometre de Réaumur, il est visible 1°. qu'il est impossible d'en faire un instrument exact pour la physique; il paraît même que c'est l'idée qu'en avait Réaumur lui-même, puisque, dans beaucoup d'endroits de ses mémoires, il parle d'*à-peu-près*, *un peu plus* ou *un peu moins*, et autres expressions de cette nature, qui annoncent que son objet n'était de donner à la physique qu'un instrument propre à faire connaître les changemens de température qui arrivent dans l'atmosphère. Son thermometre est absolument inintelligible pour les ouvriers; aussi n'a-t-il jamais été fait par eux; ceux qu'on vend sous son nom, n'en ont que l'apparence; ils sont faits avec de l'esprit-de-vin pris au hasard, et gradués sur différentes échelles; les uns en 80 parties, d'autres en 85, d'autres en 90, d'autres en 100, en 110 et même en 125. Il n'y a presque point de ces ther-



momètres qui portent l'eau bouillante ; leur échelle est prise sur un étalon tout aussi arbitraire et tantôt de mercure , tantôt d'esprit-de-vin ; on peut même dire qu'il y a sur cet objet la plus grande confusion , qui doit déterminer les physiciens à le rejeter pour toujours.

2°. Réaumur remarque qu'il est difficile de se procurer des boules égales en capacité ; il supplée à cet inconvénient par du gravier ou des fragmens de verre , pour faire monter la liqueur dans le tube à l'endroit où il veut établir le terme de la congélation artificielle ; il pense qu'on doit regarder comme nulle la dilatation de ces matières dans le jeu du thermomètre , et il dit : Des grains de plomb seraient la matière la plus commode , si une circonstance ne demandait quelquefois qu'on leur en préférât d'autres ( page 406 ). Mais il ne dit rien des motifs qui les lui font rejeter. Il paraît cependant que Réaumur n'employait que des grains de plomb pour l'usage dont nous parlons. Un thermomètre fait par lui , qui est entre les mains de M. Brisson , et un second thermomètre aussi fait par lui , qui est dans les cabinets de l'académie , sont garnis de grains de plomb. Les altérations que l'esprit-de-vin a subies par cet intermede , a changé la marche de ces thermomètres , comme nous l'avons dit. Il en est de même du terme de la glace , qui a aussi changé ; il est d'environ un degré plus bas qu'il n'avait été marqué par Réaumur.

3°. Réaumur dit que les 80 degrés de son thermomètre marquent le terme de l'eau bouillante ; cependant ils ne peuvent supporter , sans se casser , qu'environ 60 degrés de chaleur ; les 80 degrés dont il parle sont ceux de l'esprit-de-vin bouillant.

Les moyens qu'il a indiqués pour déterminer la qualité de l'esprit-de-vin qui doit entrer dans ses thermomètres , ne sont pas plus exacts , quoiqu'il ait senti la nécessité de faire cette détermi-



nation avec la plus grande exactitude, puisqu'il dit ( page 456 ) : On verra que les degrés d'un thermometre peuvent être du double d'un autre exposé au même air, lorsque l'esprit-de-vin n'est pas déterminé.

Pour trouver cet esprit-de-vin, j'ai cru devoir faire une suite d'expériences sur cinq esprits-de-vin différens entr'eux, seulement par les degrés de rectification, et que je désignerai par A, B, C, D, E, afin d'éviter des répétitions dans le détail des expériences dont je rendrai compte successivement. Ces expériences feront connaître, d'une manière sans réplique, toute la défectuosité des thermometres à esprit-de-vin.

L'esprit-de-vin que je nomme A est très-rectifié, il donne 37 degrés à mon pese-liqueur au terme de la glace; il pese 6 gros 57 grains  $\frac{1}{4}$ , dans une ampoule de verre tenant une once d'eau distillée au terme de la glace. Pour faire cette opération très-exactement, j'ai pris une ampoule de verre à col fort étroit, et l'ai remplie avec une once d'eau distillée; j'ai cerné, avec une plume de diamant, l'endroit où l'eau s'élevait dans le col de cette ampoule; je l'ai vidée et l'ai fait sécher parfaitement; je l'ai remplie d'esprit-de-vin A; puis ayant mis le petit vaisseau à la glace, jusqu'à ce que l'esprit-de-vin en ait pris parfaitement la température; j'ôtai ou je remettais de l'esprit-de-vin avec un petit chalumeau de verre, jusqu'à ce que la surface de celui contenu dans l'ampoule se trouvât précisément à la hauteur de la marque faite au diamant: dans cet état, je pesais l'esprit-de-vin dans des balances très-exactes, qui trébuchent à  $\frac{1}{16}$  de grain, lorsqu'elles sont chargées de huit onces de chaque côté; elles sont montées dans une lanterne, comme le sont toutes les balances d'essai, et les poids dont je me suis servi ont été étalonnés à la monnaie de Paris. C'est de la même manière que seront faites les expé-



riences sur les autres esprits de-vin dont nous allons rendre compte.

L'esprit-de-vin A dont nous parlons entre en ébullition à 61 degrés d'un bon thermometre à mercure. Pour faire cette expérience, j'ai mis 4 onces de cet esprit-de-vin dans une fiole à médecine, et j'y ai plongé un thermometre à mercure; j'ai plongé cette fiole dans de l'eau presque bouillante; l'esprit-de-vin est entré en ébullition lorsque le thermometre marquait 61 degrés.

L'esprit-de-vin que je nomme B donne, au terme de la glace, à mon pese-liqueur, 34 degrés. Il pese 6 gros 63 grains  $\frac{1}{4}$  au terme de la glace. 4 onces de cet esprit-de-vin, mises dans une fiole avec un thermometre à mercure, entre en ébullition à 63 degrés.

L'esprit-de-vin que je nomme C donne 27 degrés, à mon pese-liqueur, au terme de la glace; il pese 7 gros et 12 grains dans l'ampoule de verre au terme de la glace: il entre en ébullition à 65 degrés.

L'esprit-de-vin que je nomme D donne 20 degrés, à mon pese-liqueur, au terme de la glace; il pese 7 gros 37 grains, dans l'ampoule de verre, au terme de la glace: il entre en ébullition à 67 degrés du thermometre.

L'esprit-de-vin que je nomme E donne 16 degrés  $\frac{1}{2}$  à mon pese-liqueur, au terme de la glace; il pese, dans la même ampoule de verre, au terme de la glace, 7 gros 49 grains: il entre en ébullition à 68 degrés de chaleur.

Je dois prévenir que, pour disposer les esprits-de-vin faibles, j'ai mêlé de l'esprit-de-vin très-rectifié avec différentes proportions d'eau, et qu'ensuite je les ai distillés au bain-marie, afin que le mélange fût bien intime, ayant observé nombre de fois que de pareils mélanges sont très-longs à se faire complètement; ils rendent de l'air et en absorbent alternativement, pendant plus de



six mois , au lieu que , lorsqu'ils sont distillés , ils ne produisent plus cet effet ; c'est après les avoir distillés que je les ai employés dans toutes mes expériences.

---

*Expériences faites pour connaître les degrés de dilatabilité des cinq esprits-de-vin dont nous venons de parler , comparés à la dilatation de l'eau distillée.*

Les petites mesures dont se servait Réaumur , pour déterminer les degrés de dilatabilité de l'esprit-de-vin , ne m'ont pas paru suffisamment exactes pour que je dusse les employer ; en effet , si l'on fait attention à la difficulté qu'il y a de remplir , de vider et d'égouter un grand nombre de fois des petites mesures de la 400<sup>e</sup>. partie d'un tout , il ne sera pas difficile d'appercevoir combien il doit résulter d'erreurs , quelque patient que l'on soit à les faire égouter chaque fois. J'ai cru devoir substituer à ces petites mesures , les balances dont je viens de parler.

*Première expérience.* J'ai fait faire un verre de thermometre à cylindre allongé , au lieu de boule , afin qu'il fût plus facilement affecté par le froid et par la chaleur ; ce cylindre avait 4 pouces 3 lignes de longueur , et 7 lignes  $\frac{1}{2}$  de diametre. Le tube avait 17 pouces  $\frac{1}{2}$  de long et 2 lignes de diametre intérieur. Au haut du tube , j'ai fait souder une olive pour l'usage dont nous parlerons dans un instant. Ce vaisseau m'a servi successivement à toutes les expériences que j'ai faites sur la dilatation des esprits-de-vin , et j'ai commencé par l'eau.

J'ai rempli ce cylindre et un peu plus de trois pouces du tube avec six gros d'eau distillée ; j'ai mis ce vaisseau à la glace , afin d'en prendre la température , et j'ai posé un fil à l'endroit où l'eau



s'est arrêtée ; je l'ai plongé ensuite dans de l'eau bouillante, jusqu'à ce que l'eau cessât de monter ; j'ai posé un second fil à l'endroit où elle s'est élevée. L'espace compris entre les deux fils était de 2 pouces 4 lignes. J'ai remis le vaisseau à la glace, et j'ai rempli l'espace compris entre les deux fils avec de la même eau distillée ; il en est entré 15 grains et  $\frac{1}{4}$  de grain. La dilatation de l'eau est par conséquent d'environ la 27<sup>e</sup>. partie de son volume, ou plus exactement le volume de l'eau à la glace est au volume de l'eau qui bout, comme 72 est à 87  $\frac{1}{4}$ .

*Deuxième expérience.* J'ai vidé ce petit vaisseau, je l'ai laissé parfaitement égouter, et l'ai lavé six fois de suite avec de l'esprit-de-vin A. J'ai supprimé le fil de la dilatation de l'eau pour éviter toute méprise, et j'ai laissé le fil d'en-bas, afin de remplir ce vaisseau toujours à la même hauteur. J'ai rempli ensuite ce petit vaisseau avec du même esprit-de-vin, jusqu'à la hauteur du fil, et jusqu'à ce qu'il s'y soit fixé au terme de la glace ; il en est entré 5 gros et 7 grains. J'ai plongé ce vaisseau dans de l'eau bouillante, et lorsque l'esprit-de-vin s'est élevé à une certaine hauteur, on a soudé à la lampe l'extrémité de la petite olive, afin qu'il ne se fît aucune déperdition de l'esprit-de-vin ; cette olive sert de réservoir à l'air et aux vapeurs de l'esprit-de-vin à mesure qu'il s'en élève. Lorsque l'esprit-de-vin a acquis le plus grand degré de dilatation qu'il a pu prendre, j'ai mis un fil à l'endroit de sa plus grande élévation ; l'espace compris entre les deux fils était de 6 pouces 5 lignes. J'ai remis ce vaisseau à la glace, et j'ai rempli la partie vide entre les deux fils ; il en est entré 40 grains  $\frac{1}{2}$  ; ce qui établit le rapport de 367 à 407  $\frac{1}{2}$  entre les volumes de cet esprit-de-vin à la glace et à l'eau bouillante, c'est-à-dire qu'il se dilate d'un peu plus de la 9<sup>e</sup>. partie de son volume de l'une à l'autre de ces températures.



J'ai fait sur les autres esprits-de-vin exactement les mêmes opérations et de la même manière ; voici les résultats :

Il est entré dans ce vaisseau 5 gros 11 grains  $\frac{13}{16}$  d'esprit-de-vin B, jusqu'au fil de la glace ; ensuite, plongé dans de l'eau bouillante, l'esprit-de-vin s'est élevé à 5 pouces 11 lignes dans le tube ; il est entré, dans l'espace compris entre les deux fils, 35 grains  $\frac{1}{4}$  du même esprit-de-vin ; il s'est dilaté, par conséquent, de l'un à l'autre de ces termes, dans le rapport de 371 à 407, c'est-à-dire d'environ la 10<sup>e</sup>. partie de son volume.

Il est entré, dans le même vaisseau rempli jusqu'au fil du terme de la glace, 5 gros 27 grains d'esprit-de-vin C ; il s'est dilaté, par la chaleur de l'eau bouillante, de 5 pouces 4 lignes ; il est entré 37 grains et  $\frac{1}{4}$  du même esprit-de-vin dans l'espace compris entre les deux fils. Cet esprit-de-vin s'est dilaté dans le rapport de 387 à 424  $\frac{1}{4}$ , ou un peu plus que du 10<sup>e</sup>. de son volume.

Ce même vaisseau, rempli jusqu'au fil de la glace, contenait 5 gros 45 grains  $\frac{3}{4}$  d'esprit-de-vin D ; ensuite plongé dans de l'eau bouillante, il s'est élevé de 4 pouces 11 lignes  $\frac{1}{2}$ . Il est entré 36 grains  $\frac{1}{4}$  du même esprit-de-vin dans l'espace compris entre les deux fils ; cet esprit-de-vin s'est dilaté dans le rapport de 405  $\frac{3}{4}$  à 444  $\frac{1}{2}$  : c'est un peu plus que la 11<sup>e</sup>. partie de son volume.

Enfin, ce même vaisseau rempli, jusqu'au fil du terme de la glace, d'esprit-de-vin E, en contient 5 gros 54 grains  $\frac{1}{4}$  ; plongé dans l'eau bouillante, l'esprit-de-vin s'est élevé à 4 pouces 7 lignes  $\frac{1}{2}$ . Il est entré, dans l'espace compris entre les deux fils, 28 grains du même esprit-de-vin ; la dilatation de cet esprit-de-vin est dans le rapport de 414  $\frac{1}{4}$  à 442 : c'est un peu plus que la 14<sup>e</sup>. partie de son volume.

D'après ces expériences de dilatations, j'ai cru devoir me fixer à l'esprit-de-vin D, comme étant celui qui ressemble le plus à l'esprit-de-vin que



Réaumur prescrit d'employer dans ses thermomètres : en conséquence , j'ai fait sur cet esprit-de-vin les expériences suivantes , qui sont plus semblables , par la manière dont je les ai faites , à la méthode que prescrit Réaumur.

*Première expérience.* Dans un matras de cristal de 2 pouces  $\frac{1}{2}$  de diamètre et le tube de 3 à 4 lignes d'ouverture dans l'intérieur , j'ai mis 2635 grains d'eau de rivière filtrée , et j'ai passé un fil ; j'ai ajouté 211 grains d'eau pour former les 32 parties : l'intervalle compris entre les deux fils était de 5 pouces ; l'intérieur du tube était très-inégal. J'ai vidé ce vaisseau et l'ai rempli du même esprit-de-vin D , jusqu'à la hauteur du premier fil au terme de la glace , et l'ai plongé graduellement dans de l'eau bouillante.

La première immersion comptée à l'ébullition a fait monter la liqueur à 4 pouces au-dessus du premier fil , et y restait hors de l'eau.

La deuxième immersion a fait sauter la liqueur assez haut dans le tube , et le vaisseau hors de l'eau ; l'esprit-de-vin s'est trouvé deux lignes plus haut que la première fois.

La troisième et la quatrième immersion ont fait gagner chacune encore 2 lignes de hauteur dans le tube.

La cinquième et la sixième ont fait gagner chacune une ligne de plus.

Ainsi ils'en fallait de 4 lignes que l'esprit-de-vin ne soit parvenu à la hauteur à laquelle les chaleurs des 6 immersions recommandées par Réaumur devaient le faire parvenir ; il doit par conséquent être rejeté pour la construction de ses thermomètres. Cependant ayant continué ces immersions encore six fois de suite , l'esprit-de-vin monta un peu au-dessus du second fil et y resta , le vaisseau étant tiré hors de l'eau. Voulant savoir si un plus grand nombre d'immersions ne ferait pas monter l'esprit-de-vin beaucoup au dessus du fil , j'ai plongé le  
matras



matras encore une fois dans l'eau bouillante ; un instant après, une partie de l'esprit-de-vin a sorti du matras avec un élancement considérable, et je n'ai pas pu suivre cette expérience davantage ; mais je l'ai recommencée dans un matras absolument semblable à ceux dont se servait Réaumur.

*Deuxième expérience.* J'ai fait souder à une boule de verre de 28 lignes de diamètre, un tuyau de 35 pouces de long et de 3 lignes de diamètre intérieur, et assez égal dans toute sa longueur ; j'ai rempli la boule et environ 2 pouces du tube avec 4 onces  $\frac{1}{2}$  d'eau de rivière ; j'ai plongé ce matras dans de la glace, pour que l'eau en prît à peu près la température, et j'ai posé un fil où l'eau s'est arrêtée. J'ai ajouté 2 gros 63 grains  $\frac{1}{4}$  d'eau, ou 32 parties du poids total ; j'ai mis de nouveau ce vaisseau à la glace, et j'ai posé un second fil au niveau de la surface de l'eau ; l'espace compris entre les deux fils est de 10 pouces justes. J'ai vidé le matras et l'ai laissé parfaitement égoutter et sécher, ensuite je l'ai rempli du même esprit-de-vin D, jusqu'à ce qu'il fût au terme de la glace à la hauteur du premier fil ; alors j'ai plongé ce vaisseau par degrés dans de l'eau bouillante.

La première immersion, que j'ai continuée jusqu'à ce que l'esprit-de-vin fût en ébullition, comme il faudra toujours l'entendre à chaque immersion, a fait élever cette liqueur jusqu'au second fil par un saut ; le matras hors de l'eau, et l'ébullition de l'esprit-de-vin cessée, la liqueur a descendu à 4 lignes au-dessous du fil supérieur.

La seconde immersion a fait monter l'esprit-de-vin à 3 lignes au-dessus du fil, et a rebaisé, étant hors de l'eau, à 5 lignes au-dessous.

La troisième immersion a présenté les mêmes phénomènes que la seconde.

La quatrième immersion a fait monter l'esprit-de-vin à un pouce au-dessus du fil, et le matras



étant hors de l'eau , l'esprit-de-vin a baissé à 3 lignes au-dessous du fil.

Les cinquième et sixième immersions ont présenté les mêmes phénomènes.

La septième immersion a fait monter l'esprit-de-vin à 6 lignes au-dessus du fil, et est retombé juste au fil, le vaisseau étant hors de l'eau.

J'ai continué ces immersions encore 17 fois sur ce même esprit-de-vin, jusqu'à ce qu'il supportât, sans bouillir, le degré de chaleur de l'eau bouillante. L'esprit-de-vin se tenait constamment de 2 lignes au-dessus du fil.

J'ai répété ces expériences sur l'esprit-de-vin E, qui est beaucoup plus faible. En continuant les immersions jusqu'à ce qu'il fût purgé d'air, et qu'il pût supporter la chaleur de l'eau bouillante, sans qu'il entrât en ébullition; j'ai observé qu'il était trop dilatable de trois mesures et  $\frac{2}{7}$ , quoiqu'il fût plus faible que la plus faible eau-de-vie du commerce; il est bon de remarquer cependant que celui-ci a été traité dans un matras qu'on scellait et déscellait alternativement pour évacuer l'air à mesure qu'il se dégageait de l'esprit-de-vin.

Il résulte de ces expériences que la dilatation de l'esprit-de-vin varie considérablement, suivant la manière dont on procède pour lui faire supporter la chaleur de l'eau bouillante, c'est-à-dire qu'il s'élève beaucoup plus haut dans le tube, lorsqu'il a été purgé d'air, et que le tube, après avoir été ouvert et fermé plusieurs fois de suite, étant plongé dans l'eau bouillante, est enfin fermé à demeure, sans que l'air du dehors ait eu de communication avec l'esprit-de-vin pendant toutes ces opérations : dans ce cas, l'esprit-de-vin peut supporter la chaleur de l'eau bouillante, sans que lui-même entre en ébullition. Or, cette méthode n'est point celle de Réaumur, qui l'ignorait sans doute; il ne savait pas non plus que l'esprit-de-vin pût parvenir à ce terme : à la vérité, il pur-



geait d'air ces thermometres , mais c'était en tenant le tube ouvert, et ce n'était par conséquent que d'une petite quantité de celle qu'il avait reconnue être suffisante pour empêcher que le thermometre ne se dérangerât, après qu'il est fait. L'eau bouillante que Réaumur employait ne pouvait lui servir que comme une chaleur quelconque, comme d'un brâsier ardent ou d'un bain de sable, capable de faire bouillir l'esprit-de-vin, et il désignait mal-à-propos ce terme de l'ébullition de l'esprit-de-vin, sous celui de *chaleur de l'eau bouillante* ; c'est comme s'il se fût servi d'un brâsier ardent ou d'un bain de sable, et qu'il eût désigné la chaleur de son esprit-de-vin bouillant comme étant celle de ce brâsier ou de ce bain.

L'on sait d'ailleurs qu'un liquide qui bout ne peut plus s'échauffer davantage ; et comme l'esprit-de-vin de Réaumur bout à-peu-près à 65 degrés du thermometre à mercure divisé en 80, il s'ensuit que la vraie chaleur de l'eau bouillante est bien plus considérable qu'elle n'est marquée sur le vrai thermometre de Réaumur. Puis donc qu'il appelait 80°. degré ce qui n'est que le 65°. du thermometre, marquant véritablement la chaleur de l'eau bouillante, il est tout naturel que son vrai thermometre indique toujours un plus grand nombre de degrés, d'où il résulte que le terme des caves de l'Observatoire, marqué 10 ± par ce thermometre, doit être beaucoup au-dessous sur un thermometre du même esprit-de-vin, mais divisé en 80 parties entre le vrai terme de l'eau bouillante et la glace fondante. C'est pour observer cette différence et confirmer ces réflexions que j'ai construit un pareil thermometre.

Or, comme Réaumur répète si souvent dans ses mémoires, que l'esprit-de-vin un peu plus ou un peu moins rectifié, un peu plus ou un peu moins dilatable, ne changeait pas sensiblement la marche de son thermometre, j'ai cru devoir me fixer à l'esprit-de-vin que j'ai nommé D ; j'ai donc cons-



truit ce thermometre avec de cet esprit-de-vin, et l'ai purgé d'air au point de supporter, sans bouillir, la chaleur de l'eau bouillante, et j'ai marqué ce point 80. J'ai exposé ensuite ce thermometre au froid de la glace artificielle, comme le pratiquait Réaumur; je me suis apperçu que ce terme n'était pas constant, qu'il y avait jusqu'à 4 degrés de variété qui proviennent de ce que les liqueurs spiritueuses prennent facilement la température d'un bain froid, tandis que l'eau ne prend jamais qu'un demi-degré au-dessous de zéro, quel que soit le froid qu'on lui applique, comme je l'ai démontré dans un mémoire qui a pour titre : *Recherches sur plusieurs phénomènes que l'eau présente au moment de sa congelation*, imprimé à la suite de mon mémoire sur la meilleure manière de construire les alembics. J'ai remarqué, par exemple, que lorsque le thermometre est suspendu au centre de l'eau, qu'elle est sans mouvement et qu'elle commence à se geler par le bas, le froid se communique avec une telle intensité au thermometre, que la liqueur baisse beaucoup plus bas que lorsque l'eau commence à geler à sa surface. J'ai donc été obligé de renoncer au froid artificiel, et d'en revenir à la glace fondante pour placer le second terme, comme le pratiquent les constructeurs de thermometres, et j'ai posé zéro à ce terme. J'ai partagé l'espace compris entr'eux en 80 parties égales, que j'ai fait diviser sur une ardoise par Minier, connu par son exactitude à faire des divisions.

J'ai porté ensuite ce thermometre aux caves de l'Observatoire : là, pour en prendre la température plus exactement, et sans craindre que la chaleur de mon corps ne rendît fautive l'observation, je l'y ai tenu plongé dans une masse d'eau à laquelle j'ai laissé le tems de se mettre à la température du lieu; j'ai vu effectivement que mon thermometre n'indiquait que  $7 \frac{5}{8}$  degrés, au lieu de  $10 \frac{1}{4}$ . Or, c'est ce que M. Duluc a pleinement confirmé dans son ouvrage, où il dit qu'ayant



construit un thermometre avec la liqueur de Réaumur, mais divisé comme le thermometre de mercure, en 80 degrés, depuis la glace jusqu'à l'eau bouillante, et l'ayant comparé avec le vrai thermometre de Réaumur, il a conclu que le terme de ce thermometre, répondant à  $10 \frac{1}{4}$  du premier, devait être  $7 \frac{6}{10}$  degrés; c'est ce que l'on trouve aussi par le calcul, en faisant cette proportion.

80 degrés, chaleur de l'eau bouillante, sont à 60 degrés du thermometre d'esprit-de-vin, correspondant au 65°. de celui de mercure, qui est, chaleur de l'esprit-de-vin bouillant, comme  $10 \frac{1}{4}$  du thermometre de Réaumur sont à  $7 \frac{5}{8}$  du thermometre d'esprit-de-vin portant l'eau bouillante. Il en est de même de tous les thermometres à esprit-de-vin que l'on a faits depuis Réaumur. Le degré 80 marqué sur tous, comme étant la vraie chaleur de l'eau bouillante, n'est pas vrai, puisque la plupart ne peuvent pas la supporter, parce qu'on a construit leur échelle d'après un étalon portant l'eau bouillante, tel qu'un thermometre de mercure ou d'esprit-de-vin purgé d'air. Il suit donc de-là que l'on ne peut point comparer les thermometres ordinaires, lors même qu'ils seraient faits du même esprit-de-vin, avec le vrai thermometre de Réaumur, à moins qu'on ne fasse la proportion que nous venons d'indiquer.

Il suit encore de-là que l'on n'a jamais refait ce thermometre de Réaumur, quoiqu'on en ait toujours eu l'intention (1). Il est absurde de donner ce nom à ceux que l'on construit depuis fort long-tems. Je le répète, on ne doit nommer ther-

(1) Quand on a commencé à comprendre que le 80°. degré de ce thermometre n'était pas le véritable terme de l'eau bouillante, on a cherché à le corriger de différentes manières, parce qu'on n'a pas compris quelle était la véritable correction; voilà pourquoi les uns l'ont divisé en 85, d'autres en 90, d'autres enfin en 110.



momètres de Réaumur que ceux dont le 80°. degré sera celui de l'esprit-de-vin bouillant, ou plus exactement, après qu'il a cessé de bouillir, qui indiquera par conséquent 10 degrés  $\frac{1}{2}$  aux caves de l'Observatoire, et pour lesquels on aura employé un esprit-de-vin tel que le décrit Réaumur, c'est-à-dire, dont 400 mesures se dilateront de 32; encore restera-t-il toujours beaucoup d'incertitudes sur la façon de s'assurer de cette dilatation.

Je pensai alors que les thermomètres de Réaumur n'étaient pas complètement purgés d'air, puisqu'ils ne peuvent pas supporter la chaleur de l'eau bouillante, et que par conséquent il ne fallait pas les purger d'air complètement, mais seulement comme il le pratiquait, par cinq ou six immersions dans de l'eau bouillante. Je fis donc refaire un autre thermomètre sur ce plan; mais je me suis trouvé dans un autre embarras pour prendre le terme supérieur à la glace, sans aucun étalon, comme cela doit se pratiquer pour former un instrument exact, puisque ce thermomètre ne peut pas supporter ce degré de chaleur. Sans les caves de l'Observatoire, ou une température semblable, il serait impossible de refaire sans étalon le thermomètre de Réaumur. Ce même thermomètre, fait avec de l'esprit-de-vin trop faible, a l'inconvénient de se geler à un froid d'environ 37 degrés au-dessous de zéro, comme cela est arrivé à Tornéo. (*Voyez figure de la Terre*, par Maupertuis, page 56.)

Les expériences précédentes me firent soupçonner qu'il devait y avoir de la différence dans la marche d'un thermomètre à esprit-de-vin purgé d'air, et celle d'un semblable thermomètre fait avec du même esprit-de-vin non purgé d'air, tous deux gradués sur la même échelle.

Pour mettre plus d'exactitude dans ces expériences, j'ai fait des thermomètres avec les cinq sortes d'esprit-de-vin dont j'ai fait connaître les



qualités, tous colorés, les uns purgés d'air et les autres non purgés d'air; mais avant de procéder à la construction de ces thermometres, j'ai voulu savoir les changemens que la matiere colorante pouvait apporter à ces différens esprits-de-vin, ainsi que les altérations que ces mêmes esprits-de-vin colorés éprouvent de la part de la chaleur pendant qu'on les purge d'air.

*Moyens que j'ai employés pour colorer les cinq especes d'esprit-de-vin ci dessus.*

La plupart des différentes substances qui peuvent colorer l'esprit-de-vin ont des inconvéniens, ou de former des teintures résineuses épaisses qui se déposent le long des tubes, ou de rendre l'esprit-de-vin lent à se rassembler; d'autres ont l'inconvénient de perdre entièrement leur couleur au bout d'un certain tems, par défaut du concours de l'air, et de la recouvrer, à la vérité, lorsqu'on ouvre les thermometres : l'orseille a cette propriété; il a de plus l'inconvénient d'altérer la nature de l'esprit de-vin, à cause de la ~~chaleur~~ *ch* vive qu'on fait entrer dans sa préparation. Je ne rapporterai pas ici les tentatives que j'ai faites pour parvenir à colorer, le plus avantageusement possible, les esprits-de-vin que je me proposais d'employer en thermometres, c'est à-dire, leur communiquer l'intensité de couleur convenable, et que cependant ils retiennent le moins de substance colorante possible, afin de moins changer la nature des esprits-de-vin.

La substance que j'ai choisie sont les bayes de *myrtille* ou *airelle*, sechées et pulvérisées; c'est le fruit d'un petit arbrisseau, qui sert dans plusieurs endroits pour colorer le vin en rouge.

J'ai mis 4 onces d'esprit-de-vin A dans une fiole à médecine, avec 2 gros  $\frac{1}{2}$  de bayes de myrtille ou airelle sechées et pulvérisées, qui ont communiqué à l'esprit-de-vin une belle couleur rouge



de vin ; j'ai laissé infuser cette substance à froid, pendant 24 heures, comme il faudra l'entendre pour les suivantes. Ensuite j'ai filtré cette teinture, elle a passé fort vite et très-claire. J'ai repesé cette teinture au terme de la glace, dans la même ampoule de verre contenant une once d'eau, pour connaître le poids que la matière colorante lui a ajouté ; j'ai trouvé qu'elle pesait 6 gros 61 grains  $\frac{1}{4}$ . C'est 4 grains  $\frac{1}{2}$  d'augmentation.

L'esprit-de-vin B, coloré de la même manière et avec la même quantité de la pareille substance, a formé une teinture semblable à la précédente : cette teinture filtrée a passé un peu moins promptement que la précédente ; elle s'est trouvée peser, au même terme de la glace, 6 gros 69 grains  $\frac{1}{4}$ . C'est 5 grains  $\frac{1}{2}$  d'augmentation.

L'esprit-de-vin C, coloré de la même manière, a filtré un peu plus difficilement ; cette teinture, pesée comme les précédentes, pesait 7 gros 17 grains  $\frac{1}{4}$ . C'est 5 grains  $\frac{1}{4}$  d'augmentation.

L'esprit-de-vin D, traité de la même manière, a produit une teinture qui a filtré un peu plus difficilement que les précédentes ; cette teinture pesait 7 gros 43 grains  $\frac{1}{2}$ . C'est 6 grains  $\frac{1}{2}$  d'augmentation.

L'esprit-de-vin E, coloré de même, a formé une teinture qui a passé beaucoup plus difficilement au travers du filtre ; aussi je n'ai employé, dans mes expériences, que la première portion qui a passé ; cette teinture pesait 7 gros 61 grains  $\frac{1}{4}$ . C'est 7 grains  $\frac{1}{2}$  d'augmentation.

---



*Expériences faites pour connaître les altérations que les differens esprits-de-vin subissent pendant qu'on en fait des thermometres purgés d'air , afin qu'ils puissent supporter la chaleur de l'eau bouillante.*

La manière de construire , avec de l'esprit-de-vin , des thermometres purgés d'air et capables de supporter , sans se casser ni se déranger , les degrés de chaleur de l'eau bouillante , exige des manipulations adroites et délicates qui sont très-peu connues , quoique M. Duluc en parle dans son ouvrage. J'ai vu avec plaisir Acier Perica faire , dans mon laboratoire , un grand nombre de ces thermometres ; et voici comme il s'y prend.

Il emplît d'esprit-de-vin , coloré ou non coloré par les procédés ordinaires , la boule d'un thermometre ; il soude à l'extrémité du tube une petite olive dont l'extrémité est tirée en un filet très-délié ; il ouvre l'extrémité et plonge le thermometre dans de l'eau bouillante ; lorsque l'esprit-de-vin a pris à-peu-près une température de 60 degrés , il soude à la flamme d'une chandelle , l'extrémité du tube de l'olive , et il replonge le thermometre dans l'eau bouillante , en le retirant et le replongeant alternativement ; lorsqu'il se dégage de l'air , il ôte le thermometre de l'eau et le secoue légèrement , pour faire monter la bulle d'air à la partie supérieure ; lorsqu'il juge que l'olive est remplie suffisamment d'air , il l'ouvre et la ferme sur-le-champ , afin de laisser à l'air trop dilaté la liberté de s'évacuer , et non à l'air extérieur de rentrer. Il continue ses opérations pendant environ une demi-heure , ou jusqu'à ce que l'esprit-de-vin ne rende presque plus d'air : alors il coupe l'olive à la lampe , et le thermometre se trouve fermé en même-tems que l'olive est coupée ; il tire



l'extrémité du tube en un filet très-fin, toujours sans l'ouvrir; il plonge de nouveau le thermometre entièrement dans l'eau bouillante, et l'y tient jusqu'à ce qu'il se dégage encore de l'air: il l'ôte alors hors de l'eau, rassemble l'esprit-de-vin et fait monter l'air à la partie supérieure; quand il juge que la partie vide du tube est suffisamment remplie d'air, il ouvre la pointe et la ferme aussitôt. Cette opération doit se faire presque simultanément; il continue les mêmes opérations, jusqu'à ce que l'esprit-de-vin ne bouille plus, qu'il ne rende plus d'air, et qu'enfin le thermometre ne se dérange point, quoiqu'entièrement plongé dans l'eau bouillante à gros bouillons, tout autant de tems qu'on peut le desirer. Ces opérations durent environ deux heures plus ou moins; elles sont plus longues et plus difficiles, à proportion que les tubes sont plus étroits.

Il doit paraître bien surprenant que de l'esprit-de-vin le plus rectifié, traité comme nous venons de le dire, et qui bout à 61 degrés de chaleur, puisse supporter la chaleur de l'eau bouillante et y rester tout autant de tems qu'on desire, même entièrement plongé, sans que le thermometre se casse ni se dérange. J'avoue que je n'ai pas été peu surpris de voir ces opérations et la dextérité avec laquelle Acier Perica s'en acquitte.

Cependant j'ai cru appercevoir dans toutes ces opérations que l'esprit-de-vin éprouvait quelques altérations, c'est-à-dire que, lorsqu'on débouche l'extrémité du thermometre pour évacuer l'air, il s'échappe aussi quelques vapeurs d'esprit-de-vin, et je pensai que ce devait être la partie la plus spiritueuse; j'avais remarqué aussi que les thermometres à tubes un peu gros permettaient à ces vapeurs de se condenser plus facilement, et qu'en retombant, elles étaient sans couleur; c'est ce qui m'a déterminé à faire les expériences suivantes, pour connaître les changemens que l'esprit-de-vin éprouve pendant ces opérations.



J'ai fait faire un thermometre avec chacune des cinq especes d'esprits-de-vin colorés, chaque thermometre ayant une grosse boule capable de contenir un peu plus d'une once d'eau, et tous purgés d'air, comme je viens de le dire, et portant parfaitement la chaleur de l'eau bouillante; lorsqu'ils ont été parfaitement refroidis, j'ai ouvert ces thermometres pour en séparer les esprits-de-vin qu'ils contenaient, pour les peser séparément, toujours au terme de la glace, dans la même ampoule de verre; voici quels ont été les résultats :

L'esprit-de-vin A pesait 6 gros 63 grains  $\frac{1}{4}$ ; il est devenu plus pesant d'un grain  $\frac{1}{2}$  qu'il n'était auparavant.

L'esprit-de-vin B pesait 6 gros 70 grains; il est devenu plus pesant de  $\frac{1}{2}$  de grains.

L'esprit-de-vin C pesait 7 gros 18 grains  $\frac{1}{4}$ ; c'est un grain plus pesant qu'il n'était auparavant.

L'esprit-de-vin D pesait 7 gros 44 grains; c'est un demi-grain plus pesant qu'il n'était auparavant.

L'esprit-de-vin E pesait 7 gros 62 grains; c'est un quart de grain plus pesant qu'il n'était auparavant.

Il résulte de ces expériences que l'esprit-de-vin perd sensiblement une portion de sa partie spiritueuse, à mesure qu'on le purge d'air, et que celui qui est le plus rectifié en perd davantage que les autres; ce à quoi on devait s'attendre; j'avais eu l'attention de choisir des tubes d'égale longueur et à-peu-près d'égale diamètre intérieur. J'ai recommencé plusieurs de ces expériences, et je me suis apperçu que la perte ne suivait plus le même ordre, qu'elle était relative au diamètre des tubes, et au nombre de fois plus ou moins grand qu'on ouvrait leur extrémité, pour évacuer l'air qui se dégage de l'esprit-de-vin. Ainsi il est difficile d'établir des regles certaines de l'ordre dans lequel cette perte se fait; tout ce que je puis assurer, c'est qu'il s'en fait, et cette perte doit



changer sensiblement la marche des thermomètres.

Les thermomètres d'esprit-de-vin qui ne sont pas purgés d'air, éprouvent plus ou moins de semblables altérations par la manière dont on les remplit; elle est la même que pour ceux qui doivent être purgés d'air. Elle consiste à faire chauffer la boule du thermomètre, et de plonger l'extrémité du tube dans un verre qui contient de l'esprit-de-vin coloré; la portion de vide qui s'est faite, permet au poids de l'atmosphère de soulever dans l'intérieur du tube un peu de liqueur. On fait bouillir cette portion de liqueur pour la réduire en vapeur; il se fait alors un vide parfait; en plongeant l'extrémité du tube, le thermomètre se remplit par le même mécanisme, moins cependant quelques globules d'air qui restent dans la boule; cet air est celui qui s'est dégagé de l'esprit-de-vin, en entrant dans le vide qui s'est fait dans l'intérieur du thermomètre; comme cet effet n'est nullement régulier, et qu'il influe sur la marche des thermomètres, il doit s'ensuivre que deux thermomètres d'esprit-de-vin, faits en même-tems, avec le même esprit-de-vin, ne seront pas parfaitement d'accord, et c'est aussi ce qui arrive tous les jours, quoiqu'on emploie de part et d'autre des tubes parfaitement calibrés.

Ainsi les thermomètres à esprit-de-vin, quoique réputés non purgés d'air, le sont donc un peu, mais pas toujours au même degré; et comme ils ne peuvent supporter qu'environ 50 ou 60 degrés sans se déranger, ils sont d'un mauvais service dans la plupart des expériences de physique et de chimie : outre cet inconvénient, ils ont encore celui de n'avoir pas une marche uniforme, comme on va le voir par les expériences suivantes :

J'ai fait construire, avec les esprits-de-vin colorés A, B, C, D, E, un thermomètre de chacun, parfaitement purgés d'air et supportant, sans se



déranger, les degrés de chaleur de l'eau bouillante. J'ai partagé en 80 degrés l'espace compris entre le terme de la glace et celui de l'eau bouillante.

J'ai pareillement fait faire cinq autres thermomètres avec les mêmes esprits-de-vin colorés, un de chaque esprit-de-vin : ces derniers ne sont pas purgés d'air. J'ai pris sur chacun des premiers 40 degrés au-dessus de la glace, pour former chaque échelle de thermomètre de même esprit-de-vin; j'ai fait monter tous ces thermomètres sur une planche de cuivre, au milieu desquels j'ai placé un bon thermomètre à mercure, pour objet de comparaison, et divisé également en 80 deg., depuis le terme de la glace fondante jusqu'à celui de l'eau bouillante; Minier s'est chargé de faire la division de tous ces thermomètres, afin qu'ils le fussent avec la plus grande exactitude; j'ai fait, avec ces thermomètres, les expériences suivantes :

J'ai mis dans un grand bain-marie d'étain, de 17 pouces de diamètre et de 22 pouces de longueur, 120 pintes d'eau bouillante; j'ai plongé la planche de cuivre garnie des cinq thermomètres d'esprit-de-vin purgés d'air et du thermomètre à mercure; cette planche plongeait dans l'eau jusqu'à la hauteur où s'élevait la liqueur dans les différens thermomètres; j'ai laissé refroidir cette eau jusqu'à ce qu'elle le fût à 40 degrés : alors on a attaché les cinq autres thermomètres non purgés d'air, et on a réchauffé l'eau pour lui donner près de 50 degrés de chaleur, afin d'observer, en descendant, la marche de ces nouveaux thermomètres, comme on l'avait fait à l'égard des premiers, à l'effet de pouvoir observer commodément, et sans être pressé, la marche de ces différens thermomètres; nous avons placé derrière chaque tube une petite règle de carte à frottement, pour servir de curseur, pour pouvoir écrire le résultat des observations avec plus de commodité.







A.			B.			C.			D.			E.		
Purgé d'air, non purgé, 6 gros 57 grains $\frac{1}{4}$ .			Purgé d'air, non purgé, 6 gros 63 grains $\frac{1}{2}$ .			Purgé, 7 gros 12 gr.			Non purgé, Purgé d'air, non purgé, 7 gros 12 gr.			Purgé d'air, non purgé, Purgé d'air, non purgé, 7 gros 37 grains. 7 gros 49 grains.		
80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
72	6	73	3	72	9	75	3	72	9	72	3	72	5	72
65	8	66	8	66	6	70	3	66	6	66	3	66	3	66
59	3	61	3	60	8	65	3	60	7	60	3	60	3	60
53	8	55	2	55	2	60	3	55	3	54	2	54	2	54
48	4	49	8	49	5	55	3	49	5	48	5	48	5	48
43	1	44	3	44	4	50	3	44	4	43	4	43	1	43
38	1	39	2	39	2	39	3	39	3	37	3	37	3	37
33	4	33	4	34	5	40	3	34	8	32	6	33	5	33
28	8	29	7	29	5	35	2	29	8	28	9	28	6	28
24	3	24	7	25	2	30	2	25	2	24	2	24	3	24
19	9	20	3	20	6	20	2	20	6	19	7	19	6	19
15	6	16	4	16	5	25	1	16	2	15	5	15	2	15
11	4	11	1	11	7	15	1	12	1	11	1	11	2	11
7	3	7	8	7	9	10	3	8	1	7	1	7	2	7
3	3	3	5	3	7	3	3	3	8	3	3	3	5	3
0	3	0	3	0	7	0	0	0	1	0	0	0	3	0
3	4	3	4	3	2	3	6	3	4	3	2	3	1	3
7	7	7	7	6	5	10	7	7	6	8	6	6	8	7
10	6	10	2	10	9	15	1	10	5	10	3	10	4	10
12	9	13	1	12	7	18	1	13	6	11	6	11	4	11



A

Alto 25 ft.  
Bridg. 100 ft. long

B

Alto 25 ft.  
Bridg. 100 ft. long

C

Alto 25 ft.  
Bridg. 100 ft. long

D

C

Alto 25 ft.  
Bridg. 100 ft. long

D

Alto 25 ft.  
Bridg. 100 ft. long

D

Alto 25 ft.  
Bridg. 100 ft. long



uniforme. L'on voit que, comme l'a dit M. Duluc, les condensations de chaque esprit-de-vin sont décroissantes en proportion de la quantité d'eau qu'ils contiennent, c'est-à-dire, qu'aux environs de l'eau bouillante pour 5 degrés dont le mercure est descendu, l'esprit-de-vin en a parcouru 7 environ, et qu'au contraire, près du terme de la glace pour 5 degrés du mercure, l'esprit-de-vin n'est descendu que de 3 à 4 degrés. Ces différences sont marquées dans une table qui accompagne celle dont nous venons de parler. M. Duluc a observé que ces condensations décroissantes de l'esprit-de-vin provenaient de l'eau qu'il contient, et qui, ayant la propriété de se dilater long-tems avant que de se geler, la communique à l'esprit-de-vin et diminue par là d'autant sa condensation. Il a même trouvé que du bon esprit-de-vin, mais dont il aurait dû mieux déterminer la qualité, exprimait, par ses condensations, une suite géométrique dont le premier terme est 0,1768, et l'exposant  $\frac{9}{1000}$ . D'autre esprit-de-vin suivrait sans doute une autre progression.

La table que j'ai jointe ici indique aussi les condensations des esprits-de-vin non purgés d'air; mais il paraît que cette circonstance n'influe pas beaucoup sur la condensation; il semblerait seulement que l'esprit-de-vin non purgé d'air a une condensation moins décroissante, comme on peut le voir d'un coup-d'œil par la table des différences.

C'est d'après cette table que j'ai fait construire une échelle à côté de chaque thermomètre d'esprit-de-vin qui, suivant la marche de ces condensations, indique toujours la marche du mercure, c'est-à-dire, que les espaces répondans de 5 en 5 degrés au thermomètre de mercure sont tellement modifiés, que le thermomètre d'esprit-de-vin marque toujours sur cette échelle le même degré que le thermomètre de mercure.



*Choix du mercure propre à la construction des thermometres.*

On me dispensera de rapporter ici les propriétés du mercure, pour m'en tenir à celles qui sont relatives à la meilleure construction des thermometres; une des propriétés de cette substance métallique qu'il est important de connaître pour notre objet, afin de l'éviter, c'est celle qu'elle a d'être un véritable aimant de la poussière, des vapeurs de toutes especes et de l'humidité. Il est même très-difficile de conserver parfaitement propre du mercure exposé à l'air libre.

On vante beaucoup le mercure revivifié du Cinabre, comme plus pur pour la construction des thermometres et des barometres: celui en bouillon qu'on trouve abondamment dans le commerce est lui-même le plus souvent revivifié du Cinabre natif, il est tout aussi bon, le premier ne mérite aucune préférence sur lui; il suffit de faire choix de mercure pur, qui ne soit allié d'aucune matière métallique, et de le purifier, comme nous allons le dire.

Pour s'assurer que le mercure ne contient aucune matière métallique, il suffit de distiller une petite partie du mercure qu'on se propose d'employer: s'il est pur, il ne reste rien dans la cornue, sinon quelques légères portions de mercure calciné, de couleur plus ou moins rouge; s'il est allié de plomb ou d'autres matières métalliques, elles restent dans la cornue; alors il convient de ne point faire usage de semblable mercure, il exige trop de travail pour l'amener au degré de pureté convenable.

Le mercure, soit celui revivifié du Cinabre, soit celui du commerce, ou celui qu'on distille exprès, recelle toujours une quantité plus ou moins grande



grande de mercure qui a reçu un commencement de calcination; il n'est pas toujours sensible à la vue, parce qu'il est pour ainsi dire dans une sorte de dissolution; il ne se sépare que très-difficilement et peut-être jamais complètement, en passant le mercure un grand nombre de fois au travers de linge fin et serré; c'est cette portion calcinée plus ou moins, que le linge n'a pu séparer, qui, comme plus léger que le mercure coulant, se sépare à la longue et d'une manière insensible, vient nager à la surface du mercure dans le tube des thermomètres, l'obstrue et produit les séparations qu'on observe à la plupart des thermomètres : quelquefois ce mercure se réunit à l'aide de secousses qu'on donne au thermomètre; mais il se sépare de nouveau à la première occasion.

Le mercure est si susceptible de se calciner partiellement et à différens degrés, qu'il arrive souvent qu'on le calcine en partie en le faisant bouillir dans le thermomètre, sous prétexte de le purger d'air. La portion calcinée ne se sépare quelquefois qu'au bout de quelques années; le thermomètre, bon d'ailleurs, ne peut plus servir, à cause de cet inconvénient; mais on y remédie, en séparant du thermomètre cette portion calcinée, et en la remplaçant avec du mercure propre et pur. Nos constructeurs de thermomètres évitent en partie ces inconvéniens, en ne faisant que des thermomètres à gros calibres, en comparaison des thermomètres anglais. On fait en Angleterre des thermomètres à mercure avec des tubes si fins qu'on aurait de la peine à introduire un cheveu dans leur intérieur. Le mercure est si pur, et la boule est tellement brillante qu'elle ressemble à une boule d'argent le mieux poli; le mercure du tube est comme un fil d'argent, et ne se sépare jamais. Nos constructeurs de thermomètres ne sont pas encore parvenus à faire des thermomètres aussi parfaits; il serait cependant utile d'avoir des thermomètres petits et



aussi parfaits pour des expériences de chimie, où l'on ne peut employer que de petits volumes de substances.

Il est facile de parvenir au même point de perfection, en employant d'abord des tubes parfaitement propres dans leur intérieur, du mercure très-pur, et de purger d'air les thermomètres à une chaleur incapable de calciner la plus petite quantité de mercure. Le mercure ne contient point d'air, celui à évacuer des thermomètres est celui qui peut rester entre les parois du verre et le mercure ; la chaleur de l'eau bouillante est suffisante pour l'opérer, et elle est incapable de calciner le mercure ; on ne devrait employer que ce moyen. Mais pour y parvenir, sans courir les risques d'introduire de l'eau dans les thermomètres, il est nécessaire de pratiquer, au haut du tube, une petite olive pour recevoir l'air à mesure qu'il se dégage, et la fermer à la lampe, avant de plonger le thermomètre dans l'eau bouillante.

#### *Purification du mercure.*

D'après ce que je viens de dire, on conçoit que le mercure a éprouvé nécessairement l'action du feu, pour l'obtenir coulant des matériaux qui le contenaient ; il contient par conséquent plus ou moins de mercure calciné à différens degrés, qui se sépare dans un tems plus ou moins long, et s'oppose au jeu des thermomètres. C'est cette portion de mercure qu'il convient de séparer de celui qu'on se propose d'employer en thermomètres ; on y parvient de deux manières.

1°. On fait tremper une peau de chamois dans un seau d'eau, on met ensuite le mercure dedans, et on forme un nouet serré avec une ficelle ; on exprime dans ce nouet toujours plongé dans l'eau : le mercure passe au travers ; les corps étrangers et la portion de mercure calciné restent dans la



peau. On sépare le mercure de l'eau, on le fait passer ensuite à plusieurs reprises au travers d'un linge neuf et serré très-sec ; et lorsqu'il est suffisamment séché, on l'enferme dans un flacon de cristal, bouché aussi de cristal, en évitant avec le plus grand soin la poussière. Au moyen de ce que le mercure passe dans l'eau au travers de la peau, cette peau ne lui communique point de pellicules grasses, comme cela arrive lorsqu'on le passe dans cette même peau, mais sèche.

2°. Il est question, par le second moyen que je propose, de réduire en mercure coulant, la portion de mercure calciné dissoute par la masse de mercure, et à lui rendre la portion de phlogistique qui lui manque. Ce moyen consiste à réduire le mercure en onguent, en le triturant dans un mortier de marbre avec un pilon de bois, avec une partie de graisse sur deux, trois et même quatre parties de mercure ; lorsque ce dernier est suffisamment divisé ou éteint, on met ce mélange dans un vaisseau de verre au bain-marie, pour faire fondre la graisse : le mercure se rassemble avec la plus grande facilité. Alors on laisse refroidir et figer la graisse ; on l'enlève, et on trouve dessous le mercure parfaitement propre, d'un brillant le plus éclatant, absolument privé de toute portion calcinée. On le passe ensuite à plusieurs reprises au travers d'un linge neuf, fin et serré. Le mercure, après avoir passé plusieurs fois au travers du linge, en changeant de place chaque fois, ne contient point de graisse ; on peut être parfaitement tranquille sur cet objet.

La graisse retient quelquefois un peu de mercure ; mais cela est assez indifférent, il n'est point perdu, la même graisse peut servir éternellement, même lorsqu'elle est devenue fort rance ; et le mercure se retrouve dans une opération subséquente. On peut, par cette raison, employer à cet usage toute espèce de matière



graisseuse, figeable au froid, même du vieux-  
oing ; il suffit de le faire fondre avant de l'em-  
ployer, de le passer au travers d'un linge pour  
séparer les membranes ou autres corps étrangers  
qu'il peut contenir.

Le mercure, purifié par ce second procédé,  
mérite la préférence à tous égards ; il est de la  
plus grande fluidité et parfaitement brillant. On  
fait par son moyen des thermomètres à tubes  
aussi étroits que ceux que font les artistes an-  
glais, et sont aussi parfaits.

On conserve ce mercure, comme le précédent,  
dans un flacon de cristal bien sec, et bouché  
aussi de cristal.

Les qualités du mercure propre aux thermo-  
mètres, sont d'abord, celles dont nous venons de  
parler, et de plus de ne point faire la queue  
lorsqu'on en promène quelques globules dans  
une capsule de verre sèche et bien propre. Pour  
peu qu'il fasse la queue, ou que les globules  
séparés soient un peu lents à se réunir, c'est une  
preuve qu'il n'est pas suffisamment pur, et qu'on  
aurait mal opéré : dans ce cas, il convient de le  
passer de nouveau plusieurs fois de suite dans  
un linge fin, sec et chaud, en observant de  
n'avoir les mains ni suantes, ni humides, et de  
ne pas toucher le mercure avec les doigts.

Quelques personnes pensent que le mercure  
n'est point univoque ; que celui revivifié du ci-  
nabre est plus pesant que celui du commerce.  
J'ai fait sur cet objet des expériences minutieuses  
à rapporter, qui m'ont convaincu qu'il n'y a  
absolument aucune différence.

Au reste, il résulte de mes expériences, que  
le mercure pèse, dans l'espace du volume d'une  
once d'eau distillée, 13 onces 4 gros 62 grains  $\frac{1}{2}$ ,  
au terme de la glace.



*Des degrés de dilatabilité du mercure.*

Après avoir comparé à l'eau la pesanteur spécifique du mercure, j'ai cru devoir examiner ses degrés de dilatabilité. Pour cela, j'ai pris un verre de thermometre dont le tube était très-capillaire, et de 9 pouces 3 lignes de longueur; j'ai fait souder au haut du tube une petite olive, afin de pouvoir évacuer l'air adhérent au verre et au mercure, sans courir les risques de perdre du mercure. J'ai mis dans ce verre de thermometre une once 54 grains et  $\frac{5}{8}$  de grains de mercure très pur, et j'ai purgé d'air, par le moyen de la chaleur, cette espèce de thermometre; ensuite je l'ai plongé dans la glace pour qu'il en prît la température, et j'ai posé un fil; alors j'ai plongé ce thermometre dans de l'eau bouillante, jusqu'à ce que le mercure cessât de monter, et j'ai posé un second fil; l'espace compris entre les deux fils étoit de 7 pouces moins une ligne. j'ai rempli cet espace avec du nouveau mercure; le thermometre étant remis à la glace, il en est entré 9 grains  $\frac{5}{8}$  de grain.

Ainsi le mercure se dilate depuis le terme de la glace, jusqu'à celui de l'eau bouillante, dans le rapport de 5045 à 5122.

Ou d'un peu plus de la 65<sup>e</sup>. partie de son volume.

J'ai cru qu'il étoit également intéressant de déterminer la plus grande chaleur que le mercure prend en bouillant à l'air libre, ainsi que celle qu'il reçoit étant contenu dans un thermometre non fermé, et où il n'éprouve aucune évaporation.



*Degrés de chaleur que prend le mercure en bouillant à l'air libre , et degrés de chaleur qu'il reçoit en bouillant dans un thermomètre non fermé.*

Il en est du mercure comme des autres liquides, qui reçoivent d'autant plus de chaleur que leur évaporation est retardée ou retenue. Mais pour répondre aux deux questions ci-dessus, je me suis d'abord procuré un bon thermomètre à mercure, divisé en 80 degrés, depuis le terme de la glace jusqu'à celui de l'eau bouillante, et portant en outre 175 degrés au-dessus de ce terme, c'est-à-dire 255 degrés, depuis le terme de la glace jusqu'à l'extrémité du tube, que j'ai tenu ouvert. Le tube parfaitement calibré a 35 pouces de longueur. La boule est formée en cylindre, de 4 pouces de longueur, et d'environ 5 lignes de diamètre dans son intérieur.

J'ai mis huit livres de mercure dans un petit seau de verre, je l'ai placé sur un bain de sable et chauffé par degré, jusqu'à ce que le mercure fût en pleine ébullition et en évaporation; j'avais suspendu au centre le thermomètre ci-dessus décrit; il marqua 190 degrés, le baromètre pour lors étant à 28 pouces 2 lignes. Dans l'espace d'un quart-d'heure, il s'est évaporé près d'une livre de mercure du petit seau de verre; la surface du mercure dans le seau avait 3 pouces de diamètre.

Ensuite j'ai fait chauffer un autre bain de sable suffisamment profond, j'y ai plongé le thermomètre dont je viens de parler, de manière que la boule étoit parfaitement recouverte de sable, et l'ai chauffé jusqu'à ce que le mercure de la boule entrât en ébullition, ce que je reconnaisais au sautellement du mercure au haut du tube; le mercure a monté au 245<sup>e</sup>. degré.

Dans cette expérience, il n'y a point eu d'évaporation de mercure, quoique le tube fût ou-



vert, parce qu'il n'y avait que la boule qui recevait l'action du feu, et que les bouffées de mercure qui pouvaient s'élever, avaient une colonne de 35 pouces à parcourir avant de s'échapper. D'ailleurs, je m'en suis assuré en remettant ensuite ce thermometre à la glace et à l'eau bouillante; le mercure du tube s'est parfaitement rapporté à ces deux termes.

Dans cette seconde expérience, le mercure a pris 55 degrés de chaleur de plus que dans la première, par la seule raison que la colonne de mercure du tube retenait l'évaporation du mercure bouillant dans la boule.

### *Des tubes.*

Les tubes avec lesquels on fait les thermometres, sont une sorte de cristal tendre, facile à fondre à la lampe d'émailleur; ce cristal est infiniment moins beau que celui d'Angleterre; les constructeurs de thermometres font venir ces tubes ouverts par les deux bouts et réunis en gros paquets ou faisceaux; ils les conservent avec si peu de soin, qu'il est très-difficile et peut-être impossible d'avoir de leurs mains un tube en état de faire un bon thermometre à mercure; ils sont dans l'usage de les tenir debout et leur extrémité point couverte: les alternatives du froid et du chaud portent, dans l'intérieur même de ceux qui sont les plus capillaires, de la poussière, de l'humidité et la fumée de leur lampe, au point qu'il est presque impossible de les nettoyer complètement, sur-tout ceux qui sont très-capillaires. Il est cependant facile de remédier à cet inconvénient, en faisant fermer à la verrerie, comme le recommande M. Duluc, les tubes destinés à faire des thermometres, en ayant encore sur les lieux la plus scrupuleuse attention de se mettre à l'abri de la poussière qui regne en abondance dans ces sortes d'ateliers.



parce qu'elle a la plus grande disposition à entrer avec l'air dans les tubes, à mesure qu'ils se refroidissent.

Lorsqu'on fait ces tubes, c'est en tirant le verre jusqu'à une certaine longueur, s'ils sont beaucoup plus longs qu'ils ne doivent l'être, on les coupe ensuite de longueur; alors leur extrémité est ouverte : c'est dans cet instant que la poussière entre avec l'air; il ferait infiniment mieux de les couper à la lampe, ce moyen aurait l'avantage précieux de les couper sans ouvrir leur extrémité, et par conséquent sans salir leur intérieur.

Dans le tems où j'ai fait les travaux dont je rends compte, il m'a été impossible de me procurer d'autres tubes que ceux qu'on trouve chez les constructeurs de thermometres; j'ai été obligé de les nettoyer; je m'y suis pris de la manière suivante, mais qui ne m'a réussi que sur les tubes d'un certain diamètre : j'ai été obligé de renoncer absolument à ceux qui étaient très-capillaires.

J'ai d'abord calibré les tubes que je me proposais de nettoyer; j'ai passé dans leur intérieur beaucoup d'eau de rivière, filtrée, par succion; je les ai lavés ensuite avec de bon esprit-de-vin, et enfin avec de l'eau distillée, en assez grande quantité pour qu'il ne restât pas d'esprit-de-vin dans leur intérieur, craignant que l'esprit-de-vin ne laissât quelque enduit de substance huileuse en se desséchant; j'ai ensuite enveloppé ces tubes de papiers, et les ai fait sécher debout à l'ardeur du soleil. Lorsqu'ils se sont trouvés passablement secs, j'ai passé un fil qui forçoit un peu dans l'intérieur de ceux où cela était praticable, afin de les sécher plus complètement et d'emporter la poussière qui pouvait adhérer au verre, sachant d'ailleurs par une infinité d'autres observations, que le lavage seul, quelque abondant qu'il soit, n'emporte pas la poussière qui adhère au verre.

Lorsque ces tubes ont été ainsi nettoyés, je les ai calibrés de nouveau, et j'ai été obligé d'en



rejeter une grande partie qui étaient encore sales, et qui ne pouvaient servir à faire des thermomètres exacts ; j'ai lavé de nouveau ceux qui se sont trouvés bons, en faisant passer dans leur intérieur beaucoup de mercure chaud, préparé tel que je l'ai indiqué.

*Du remplissage des thermomètres à mercure.*

La méthode ordinaire de remplir les thermomètres à mercure, consiste à introduire dans l'intérieur du tube un fil de fer très-délié, et de verser, par le moyen d'un petit entonnoir, du mercure froid ; le fil de fer sert à donner passage à l'air et à faciliter son évacuation, à mesure que le mercure entre dans la capacité du verre.

J'ai remarqué que cette méthode avait plusieurs inconvéniens, dont il serait minutieux de parler ici ; je me contenterai de rapporter celle que j'ai cru devoir y substituer.

J'ai reconnu, par une suite assez considérable d'observations, qu'il est plus avantageux d'emplir ces sortes de thermomètres par la boule : pour cela on fait la boule en olive allongée ou en cylindre, et on tire en tuyau l'extrémité de cette partie du thermomètre, ainsi que l'extrémité du tube qu'on tire aussi en pointe allongée. Par le moyen d'un petit entonnoir, on introduit dans le verre du thermomètre, le mercure chauffé au bain-marie dans un petit matras clos, pour éviter les vapeurs de l'eau. On fait également chauffer le verre du thermomètre.

Lorsqu'il est plein de mercure, on casse l'extrémité du filet du tube qui se trouve alors en bas, et on laisse couler du mercure jusqu'à ce que le tube en soit rempli ; on penche ensuite le thermomètre dans une situation horizontale, pour refermer l'extrémité de ce tube, qu'on présente à la flamme d'une chandelle. On remplit de nouveau la boule du thermomètre avec du



nouveau mercure ; on coupe à la lampe le tuyau qu'on y avait pratiqué , et on soude en même-tems ce thermometre.

L'opération finie , on remet le thermometre dans la situation verticale, la boule en bas ; on coupe l'extrémité du tube supérieure, par laquelle on ôte ce qu'il faut de mercure , pour ne laisser dans le tube que la quantité convenable aux deux termes. Lorsque le tube est vidé suffisamment, on le ferme de nouveau à la lampe , on le plonge dans l'eau bouillante pour faire évacuer l'air qui peut être resté entre les parois du verre et ceux du mercure ; dix à douze minutes suffisent pour le purger de cet air. On ouvre le tube de nouveau, et on le referme sur-le-champ à demeure.

Alors on prend le terme de l'eau bouillante, en plaçant un fil fin et ciré à l'endroit où le mercure cesse de monter dans ce liquide bouillant ; c'est lui qu'on nomme *terme* de l'eau bouillante. On met ensuite ce thermometre dans de la glace , et lorsqu'il cesse de descendre, on place un autre fil à cet endroit ; c'est ce que l'on nomme le *terme* de la glace. On divise l'espace compris entre les deux fils en 80 parties, ce sont les degrés qu'on marque sur la planche. On prend ensuite avec un compas un nombre de dix degrés, par exemple, pour faire la graduation au-dessous de la glace. Il est bon d'observer que le terme de l'eau bouillante doit être pris lorsque le barometre est à 28 pouces.

Lorsqu'on remplit les thermometres , on doit le faire dans un autre lieu que celui où est la lampe, et dans lequel il n'y ait ni humidité, ni vapeurs , ni poussière. Sans toutes ces précautions, on gâte en un instant le mercure, en l'introduisant dans le verre du thermometre.

Par la beauté du mercure , son brillant et son éclat, on peut juger si le thermometre a été fait avec soin ; s'il y a la plus petite tache dans le verre, on peut être assuré qu'il y avait quelques



substances étrangères dans l'intérieur du verre , qui se sont réduites en vapeurs , se sont appliquées au verre , et ont ôté dans cet endroit une partie du brillant du mercure.

Le mercure , dans les tubes des thermometres bien faits , doit y paraître d'une seule pièce , comme un cylindre d'argent parfaitement poli et bruni , sans aucun point ni interruption. Le plus petit atôme de poussière y fait un point qu'on remarque facilement à l'extérieur. On s'apperçoit encore mieux de ces atômes de poussière dans le tube , en plongeant le thermometre dans de l'eau bouillante , et le plongeant ensuite dans de l'eau très-froide , pour le faire descendre brusquement ; si le tube n'est pas parfaitement propre , le mercure se partage en route ou il descend en dandinant , et c'est ce qui arrive à tous les thermometres à mercure qui ont été faits en France jusqu'à présent. Ce qui a contribué à cette imperfection , c'est parce que les physiciens français se sont attachés aux thermometres d'esprit-de-vin , comme les croyant meilleurs apparemment.

On a donné aux thermometres différentes formes , on les a appliqués sur des planches qui portent leurs graduations ; ces thermometres sont fort bons pour les observations météorologiques ; mais ils sont fort incommodes pour les expériences de chimie , où il est presque toujours nécessaire de plonger les thermometres dans des liqueurs capables de detruire leurs graduations.

J'imaginai , en 1756 , dans le tems que je travaillais à connoître les propriétés qu'a l'éther de produire un très-grand froid en s'évaporant ; j'imaginai , dis-je , d'enfermer le thermometre et sa graduation dans un cylindre de verre , en tenant la boule au-dehors , afin qu'il fût facilement affecté du froid et du chaud. Le premier thermometre



que je fis, suivant cette construction, était un cylindre de verre fermé par les deux bouts avec des bouchons de liége; au centre de celui d'en bas j'avais enfilé le thermometre, et j'introduisis la graduation dans l'intérieur du tube. Tel a été le premier thermometre à cylindre qui a été fait. Comme je desirais ardemment d'en avoir, suivant cette construction, je m'adressai à différens ouvriers, et je ne trouvai qu'Acier Perica qui pût remplir mon objet avec toute la perfection que je desirais; comme on a trouvé ces thermometres commodes, on en a fait depuis une très-grande quantité, et il y en a maintenant entre les mains de tous les physiciens; ils ne sont pas plus difficiles à rendre exacts que les autres.

*Sur le froid de 1709, et sur celui de cette année 1776.*

J'avais déjà fait beaucoup d'expériences et de recherches pour découvrir à quoi je devais rapporter sur les thermometres à mercure, les degrés de froid observés en 1709 sur le thermometre de Lahire, lorsqu'un heureux hasard me procura un vrai thermometre de Lahire, sur lequel le froid de ce mémorable hiver a été observé. Je supprime toutes ces expériences pour ne m'attacher qu'à celles que j'ai faites sur ce thermometre, qui est bien véritablement le seul sur lequel on puisse compter, puisqu'il paraît qu'il n'en existe plus d'autres de ce tems-là.

Ce thermometre a été fait par Hubin, qui était l'ouvrier de Lahire; il a à-peu-près les dimensions de celui qui était placé à l'Observatoire, et dont Delisle parle dans son mémoire de 1749, et que nous avons précédemment cité. Ce thermometre porte une inscription derrière sa planche, qui lui donne la plus grande authenticité, qui atteste qu'il était placé en plein air, et qu'il



a servi à observer le froid de 1709. Voici cette inscription :

*Ce thermometre, dont M. Lahire me fit présent en 1683 ou 84, ayant beaucoup souffert du grand hiver dernier, j'ai fait rétablir ses degrés et le cadre, moyennant 9 liv., en la présente année 1710.*

Il est sensible que si ce thermometre a souffert du grand hiver, c'est qu'il avait été placé en plein air; car s'il fût resté dans un appartement, sa graduation et le cadre n'auraient pas souffert. Le propriétaire de ce thermometre a eu l'attention de placer un fil sur le tube, et d'inscrire sur la planche pour marquer l'endroit où il a observé l'abaissement de la liqueur; nous pouvons donc, par le moyen de ce thermometre, déterminer, d'une manière plus sûre, le froid de 1709, qu'on ne pourrait le faire même avec le thermometre qui était à l'Observatoire, puisque ce dernier était placé dans l'intérieur de la tour, comme l'ont dit successivement Lahire, Maraldi et Defouchy, dans leurs observations météorologiques, rapportées dans les différens volumes de l'académie.

Je conviens qu'il est impossible de découvrir à quelle exposition le thermometre dont je suis propriétaire a été placé lorsqu'il fut observé; mais on peut soupçonner, avec beaucoup de vraisemblance, que, puisqu'il a été donné par Lahire lui-même, il n'a fait ce présent qu'à quelque personne capable de s'en servir; on est en droit de soupçonner par conséquent qu'il a été placé avantageusement pour faire l'observation du froid, puisqu'on en a tenu note sur le tube et sur la planche.

Il paraît bien certain que les thermometres de Lahire n'étaient faits sur aucune échelle, et qu'ils n'étaient point comparables entre eux; on disposait des verres pour ces thermometres à-peu-près d'égales dimensions, et on les remplissait d'esprit-de-vin coloré; on divisait en parties



égales la longueur du tube pour former les degrés ; l'usage et l'observation constataient à-peu-près la valeur de ces degrés ; c'est par ces moyens qu'on a fixé sur le thermomètre placé dans la tour de l'Observatoire, à 30 degrés le terme de la glace, et à 48 celui des caves de l'Observatoire ; il paraît même que ce thermomètre n'a jamais été soumis à aucune expérience, comme le fait remarquer Réaumur, qui dit :

« Nous ne savons pas assez précisément quel  
 „ fut à Paris le froid de 1709. Le seul thermomètre qui existe, et sur lequel il a été observé, est à l'Observatoire, et a appartenu à Lahire. On le conserve comme un instrument précieux, et il l'est devenu principalement par rapport à l'époque dont nous parlons. La comparaison qu'on avait faite, il y a plusieurs années, de sa marche avec celle de notre thermomètre, avait fait estimer le froid à 14 degrés ou 14 degrés  $\frac{1}{2}$ . Mais depuis ayant fait de nouveau cette comparaison, on a jugé ce froid à 15 degrés  $\frac{1}{4}$  ou 15 degrés  $\frac{1}{2}$ . On pourrait avoir ce terme avec une toute autre précision que celle que donne une estime toujours sujette à quelques erreurs ; il n'y aurait qu'à tenir les boules de l'un et de l'autre thermomètre dans un froid artificiel qui fit descendre le thermomètre de Lahire où il descendit en 1709, et observer l'abaissement du nôtre. Si cette expérience n'a pas été faite, c'est qu'on a craint d'exposer à quelque risque le thermomètre de Lahire. Un instrument qui nous donne de si anciennes mesures du chaud et du froid, ne saurait être conservé avec trop de soin. » Cependant il a été cassé.

J'ai exposé à la glace fondante le thermomètre de Lahire dont je suis propriétaire, il a descendu au 28<sup>e</sup>. degré juste, tel qu'il est marqué par une flèche par l'ancien propriétaire ; ainsi la liqueur de ce thermomètre, depuis 1710 que cette marque



a été faite , n'a point subi d'altération , parce qu'il n'y a dans la boule rien d'étranger à l'esprit-de-vin coloré , comme dans ceux de Réaumur.

J'ai porté ce thermometre dans les caves de l'Observatoire , la liqueur s'est fixée à 43 deg.  $\frac{1}{2}$ . Il paraît que l'ancien propriétaire ne l'a pas exposé à cette température , du moins il n'y a aucune marque qui l'indique ; il y a seulement une flèche au 50<sup>e</sup>. degré , avec le mot *tempéré* , écrit en long pour marquer que les chaleurs commencent au-dessus de ce terme. Ce défaut de rapport dans les deux points fondamentaux d'avec le thermometre de l'Observatoire , vient , comme je l'ai dit , de ce que ce thermometre n'était fait sur aucune échelle ; sa graduation est sur du papier gravé commune , par conséquent , à tous les thermometres que Hubin faisait pour Lahire , on se contentait d'observer à-peu-près les mêmes dimensions dans la capacité des boules et le diamètre des tubes ; en un mot , ces thermometres n'étaient point comparables entre eux. D'ailleurs , on ignorait dans le tems où il a été fait ; que la glace fondante fût un terme fixe , et que celui de l'eau bouillante le fût aussi , en faisant attention à la hauteur du barometre. On peut présumer aussi que ce thermometre , fait en 1624 environ , se sera purgé d'air naturellement dans l'intervalle , jusqu'à 1776 que je l'ai examiné et comparé ; ce qui suffirait pour opérer quelques changemens dans sa marche.

Enfin , on ne peut rien inférer de ce défaut de conformité par rapport au froid de 1709 , puisqu'il est absolument indifférent pour en connaître l'intensité qu'on veut rapporter à un bon thermometre à mercure , que l'observation de 1709 ait été faite sur un thermometre sans échelle ou sur une bonne échelle ; il suffit de connaître seulement le point d'abaissement de la liqueur dans un thermometre quelconque , et ce point,



nous l'avons par le fil attaché sur le tube et par l'inscription sur la planche, placée sous ce même fil, qui rapporte ce froid à 3 degrés  $\frac{1}{2}$  de l'échelle de ce thermomètre, au lieu de 5 degrés du thermomètre du même auteur qui était placé dans l'intérieur de la tour de l'Observatoire : cette différence ne peut s'attribuer qu'aux mêmes causes dont nous venons de parler.

Ayant reconnu par beaucoup d'expériences qu'un bain de sel et de glace pilée produit à la vérité un froid de 25 degrés dans une température froide, mais qui n'est pas uniforme, il se trouve des places de 15, de 18 et de 20 degrés conjointement avec d'autres places qui en indiquent 25. Ces différences viennent du sel qui se précipite sans entrer en fusion par la glace ; le mouvement qu'on peut donner au bain ne rétablit pas un équilibre assez durable pour des expériences exactes. J'avais imaginé de plonger dans de pareils bains une cuvette de fer blanc, remplie d'esprit-de-vin qui remédiât en partie à ces inconvéniens, et dans ce nouveau bain je plongeais les thermomètres que je soumettais aux expériences. Ce moyen réussit très-bien ; mais comme le froid est obligé de traverser une masse d'esprit-de-vin qui doit lui-même se refroidir, on perd considérablement de froid, et il arrive rarement qu'on en ait assez pour ce que l'on désire observer.

Après plusieurs tentatives dont je supprime le détail, j'ai reconnu que le mélange de l'esprit-de-vin très-rectifié et de la glace bien pilée, produisait un grand froid et bien uniforme ; que pareillement un mélange de bon acide nitreux et de glace pilée produisait aussi un froid tout aussi également distribué ; mais que ce dernier est un peu plus fort.

En conséquence, j'ai pris 24 livres de glace bien pilée, égoutée sur un linge et lavée dans 8 pintes d'esprit-de-vin très-rectifié, qui ont em-

porté



porté l'humidité et refroidi la glace considérablement; j'ai mis le restant de la glace, qui était d'environ 15 livres, dans une grande jatte de fayence, et j'ai versé par-dessus 8 livres d'acide nitreux citrin; ce mélange a produit dans l'instant 25 degrés de froid au-dessous de la glace : lorsque le mélange a été parfaitement liquide, j'y ai plongé le thermomètre de Lahire et un bon thermomètre à mercure; le premier a baissé de 9 lignes au-dessous du fil indiquant le froid de 1709, et celui de mercure à 22 degrés, parce que le mélange s'était déjà un peu réchauffé; au moyen de ce que j'avais produit plus de froid qu'il ne m'en fallait, j'avais la satisfaction de faire mon observation en remontant, et dans le tems que la glace était presque entièrement fondue. J'ai reconnu que, lorsque la liqueur du thermomètre de Lahire était au fil marquant le froid de 1709, le thermomètre à mercure était à 17 degrés. Cependant je dois prévenir que la boule du thermomètre de Lahire étant fort grosse, et celle du thermomètre à mercure étant petite par comparaison, le mercure d'ailleurs étant beaucoup plus sensible; ces deux thermomètres, qui ont été parfaitement ensemble pendant plus de deux minutes, l'un au fil de 1709, et le mercure à 17 degrés, n'ont pas été constamment affectés de la même manière, c'est-à-dire que celui à mercure a commencé à remonter, tandis que celui à l'esprit-de-vin de Lahire est resté au même point; ce qui peut faire un quart ou tout au plus un demi-degré d'incertitude.

Il faudrait, pour prévenir cette petite erreur, avoir un froid artificiel qui pût conserver la même température pendant une heure environ, et c'est ce qui n'est pas facile.

Quelques jours après, j'ai recommencé cette expérience exactement de la même manière, et j'ai eu absolument le même résultat.

D'après ces expériences, je pense qu'on peut



fixer irrévocablement le froid de 1709 à 17 degrés sur les thermomètres à mercure divisés en 80 degrés, depuis la glace fondante jusqu'au terme de l'eau bouillante, et à 15 degrés environ à un thermomètre à esprit-de-vin rectifié.

*Sur le froid de l'hiver de 1776.*

Le froid de cette année a été le plus fort de ceux qu'on ait ressentis depuis 1709. Comme on ne s'y attendait pas, et que la plus grande intensité a été de peu de durée, la plupart des observateurs ont été pris en défaut; la plupart des observations ont été faites avec des thermomètres à esprit-de-vin non purgés d'air, et dont les échelles ne sont pas connues. Celles qui ont été faites avec des thermomètres à mercure, sont elles-mêmes fort inexactes, parce les thermomètres avaient quelques défauts, ou ils ont été mal exposés, ou enfin ils ont été observés trop tard.

La seule observation sur laquelle on puisse véritablement compter, est celle qu'a faite Messier, de cette académie. Il a observé que le plus grand froid a été le 29 janvier, à un excellent thermomètre à mercure qu'il a exposé au nord, en dehors de son observatoire, et qui est descendu à 16 degrés  $\frac{1}{4}$ ; mais cet instrument est divisé en 85 degrés, depuis le terme de la glace jusqu'à celui de l'eau bouillante.

M. Messier a bien voulu me le confier, pour que je fisse sur lui toutes les expériences que je desirais. Je l'ai donc exposé successivement dans les deux bains où je faisais les expériences sur le thermomètre de Lahire, il est descendu considérablement au-dessous du fil où il avait été observé; comme il était hors de sa planche, je ne tins pas compte de son abaissement; mais je pris son point en remontant, comme je l'avais fait pour les autres; et lorsqu'il fut arrivé à son



terme , je reconnus que je devais le rapporter à 15 degrés  $\frac{1}{3}$  du thermometre à mercure divisé en 80 degrés. L'observation a été absolument la même dans les deux expériences où il a été soumis.

Non content de ces expériences , j'ai fait diviser le thermometre de M. Messier en 80 parties , depuis le terme de la glace jusqu'à l'eau bouillante , et j'ai vu avec plaisir que ces expériences ont répondu parfaitement au terme de la division ; ce qui fait une double certitude pour le froid de cette année , qui doit être irrévocablement rapporté à 15 degrés  $\frac{1}{3}$  d'un thermometre à mercure divisé en 80 parties : c'est ce que j'ai encore vérifié par cette proportion  $85 : 80 :: 16 \frac{1}{4} : 15 \frac{1}{3}$  à-peu-près. Le froid de cette année a été par conséquent moindre de celui de 1709 , d'un deg.  $\frac{1}{2}$  ou d'un degré  $\frac{1}{3}$ .

*Procédé pour réduire en métal plusieurs chaux métalliques de difficile réduction , lu à l'académie des sciences , le 11 mars 1774.*

Les chaux de cuivre et d'étain , formées par les acides , présentent des difficultés pour les réduire ; on les abandonne plutôt que de les remettre en métal. On fait ordinairement ces réductions dans des creusets avec deux parties de potasse et un peu de poix résine , ou pareille quantité de flux noir sur une partie de chaux métallique. Ces opérations seraient infiniment embarrassantes et dispendieuses , si l'on avait quelques quintaux de ces chaux à réduire. Dans les travaux en grand et suivis , on réduit les chaux de cuivre dans un fourneau à manche , qui ne présente aucune difficulté ; mais pour faire usage de ce dernier moyen , il faut avoir une grande quantité de chaux pour alimenter le fourneau pen-



dant au moins plusieurs jours , si-non la dépense excède de beaucoup le produit. Ce fourneau fait petit ne réussit pas , comme on le verra dans un instant.

Le moyen que je propose imite en partie le fourneau à manche ; il consiste à fondre la chaux métallique au travers des charbons , et à recevoir le métal fondu dans une marmite pleine d'eau , pour empêcher le métal réduit de se calciner après sa fusion. Par ce moyen simple , j'ai réduit par jour jusqu'à quatre quintaux de métal dans un très-petit fourneau. J'espère que les chimistes accueilleront les détails d'une opération dont ils connaissent mieux la théorie que la pratique , faute d'occasion.

Plusieurs grandes opérations que j'avais entreprises sur le vert-de-gris et sur l'étain , ce dernier calciné par de l'acide nitreux , me mirent à portée de recueillir plusieurs quintaux de chaux de cuivre et d'étain dans un tel état de calcination , qu'il était difficile d'espérer du bénéfice en les réduisant en métal. On trouve dans les ateliers de plusieurs artistes une assez grande quantité de chaux de ces métaux , qui sont absolument perdus , parce qu'ils les croient irréductibles , ou que la quantité qu'ils peuvent en avoir chaque année n'est pas suffisante pour en entreprendre la réduction , qu'ils croient n'être praticable que dans des travaux en grand , comme dans ceux des mines.

Les teinturiers en écarlatte calcinent au moins un quart de l'étain en le dissolvant dans l'eau régale , pour préparer ce qu'ils nomment *composition* pour cette teinture ; cet étain réduit en chaux blanche est perdu , il est jetté journellement comme une boue inutile. Il en est de même d'un autre dépôt qui se présente sous la forme d'un mauvais carmin , au fond de la chaudière dans laquelle on a teint en écarlatte : ces dépôts ramassés pourraient être réduits , au bout de l'an-



née , en beaux lingots d'étain , par le procédé que nous indiquons dans ce mémoire : on n'obtient d'abord le métal qu'en grenailles ; il faut les faire fondre ensuite dans un creuset pour les former en lingot.

Il eût été plus avantageux sans doute d'obtenir, dès la première fonte , comme dans les travaux en grand , le métal en lingot ; c'est ce que j'ai tenté , mais inutilement. J'ai fait construire un petit fourneau à manche de six pouces , carré dans l'intérieur , et de cinq pieds de hauteur ; à huit pouces du sol , j'ai adapté un fort soufflet à deux vents ; et au niveau de ce sol , j'ai pratiqué une ouverture ronde d'un pouce de diamètre , que je bouchais avec une barre de fer , par laquelle devait couler le cuivre ressuscité et fondu. Le fourneau chauffait d'une force excessive. Lorsqu'il fut rouge à blanc , je commençai à mettre de la chaux de cuivre pêle mêle avec les charbons. La chaux fondit très-bien et se réduisit en métal ; mais il se figea dans le fond du fourneau , par le froid que communiquait le terrain ; la surface seule se maintenait en fusion : le métal ne put couler hors du fourneau , parce qu'il se figeait en traversant son épaisseur , qui était de quatre pouces. Après avoir chauffé ce fourneau pendant une journée entière , je fus contraint de discontinuer l'opération. Le fourneau resta deux jours à se refroidir , assez pour qu'on pût le démolir sans se brûler , et pour que je pusse observer l'état des matières contenues dans son intérieur.

Depuis le sol du fourneau jusqu'à près d'un pied au-dessus du tuyau du soufflet , je trouvais les briques fondues ; la chaleur avait été si forte , qu'elles étaient à-demi vitrifiées , jusqu'à deux pouces de leur largeur. Le bas du fourneau était rempli par une masse de cuivre , du poids de 56 livres , assez bien fondu , mais rempli de chambres et d'inégalités. Je trouvai dans plusieurs



endroits de petites coulées de métal, qui avaient pris la forme des sinuosités qu'elles remplissaient, et ont formé des morceaux dont plusieurs ressemblent à du cuivre natif en végétation. Mais ce qu'il y a de remarquable dans cette opération, est la forme cristalline et la couleur des briques qui ont été fondues; elles ont toutes pris une couleur et une cristallisation fort semblable à celle du basalte, ou des pierres de la chaussée des géans.

Le petit fourneau à manche dont je viens de parler, ne pouvant pas me servir pour fondre la totalité de la chaux de cuivre que j'avais à réduire, j'eus recours à la manière suivante : J'ai d'abord fait chauffer à blanc un fourneau à vent, semblable à ceux dont on se sert pour fondre de l'argent, auquel était adapté une cheminée de vingt-six pieds, en tuyaux de tôle de huit pouces de diamètre. Ce fourneau a huit pouces carré dans œuvre et un pied de hauteur. Je plaçais dans le cendrier une marmite de fer remplie d'eau, pour recevoir le métal fondu à mesure qu'il passerait au travers de la grille. Lorsque le fourneau fut bien rouge, je jetai de la chaux de cuivre dans le fourneau, pêle mêle avec les charbons; le métal se réduisit parfaitement et coula en gouttes dans la marmite remplie d'eau. Par ce moyen fort simple, je réduisis en grenailles, dans une seule journée, 300 livres de chaux de cuivre qui me restaient. Le cuivre ainsi réduit sous cette forme est de facile réunion en lingot, il suffit pour cela de laver la grenaille pour ôter la cendre et le poussier de charbon, de la faire fondre dans des creusets. Je ferai quelques remarques sur cette réduction.

1<sup>o</sup>. Lorsqu'on met la chaux de cuivre dans le fourneau, il faut avoir l'attention de le remplir auparavant de charbon, sans cela la chaux ne traverse pas une épaisseur suffisante de combustible; elle se réduit mal, elle devient une pou-



dre d'un assez beau rouge, qui se perd au lavage à cause de sa légèreté.

2°. Il est difficile d'éviter qu'une partie de la chaux ne se brûle; elle communique à la flamme du charbon une belle couleur bleue, qui cesse aussi-tôt qu'elle est réduite en cuivre. Lorsqu'il tombait quelques grenailles au-dehors de la marmite, elles étaient ardentes; on voyait à leur surface une véritable flamme pâle et blanche.

3°. Une partie de cuivre, ressuscité, est recalcinée, et réduite en scories rouges grenillées presque aussi pesantes que le métal, c'est du cuivre vitrifié; il faut, pour le séparer de la vraie grenaille de cuivre, piler la matière dans un mortier de fer, et la laver de nouveau; la partie vitrifiée se réduit en poudre, et se sépare par le lavage. On peut refondre de la même manière ce verre de cuivre après l'avoir fait sécher.

4°. La chaux de cuivre que j'ai ainsi traitée est celle que laisse le vert-de-gris après sa dissolution dans le vinaigre distillé, en préparant les cristaux de Vénus. C'est une portion de cuivre à-demi calciné qui a échappé à sa réduction en verdet, pendant la préparation de cette substance. Cette chaux se dissout très-mal et en très-petite quantité dans le vinaigre, quoiqu'elle lui communique aisément une couleur bleue; elle est d'abord d'une couleur rouge briquetée, et devient brune en séchant. Le cuivre, comme le plomb, est sujet à contenir une très-petite quantité d'argent, qu'on ne sépare pas, parce que la dépense ne dédommagerait pas des frais. L'argent contenu dans le cuivre employé à la préparation du vert-de-gris, ne se dissout pas dans l'acide végétal, soit pendant sa réduction en verdet, soit pendant la préparation pour le réduire en cristaux de Vénus; il reste et fait partie de la chaux de cuivre dont nous parlons: aussi cette chaux contient tout l'argent du cuivre converti en verdet; dans plusieurs de mes opérations,



j'ai eu du cuivre ressuscité de pareille chaux qui laissait, étant passé à la coupelle, jusqu'à soixante grains d'argent par marc. Je ne doute pas que, si l'on convertissait de nouveau cette espèce de chaux, de cuivre, plusieurs fois de suite en verdet, et qu'on la fit dissoudre chaque fois dans du vinaigre, ce qui refuserait à la fin de ces opérations de se dissoudre dans l'acide végétal, serait de l'argent presque pur.

J'ai pareillement séparé de ce cuivre ressuscité, l'argent qu'il contenait, par dissolution dans l'acide nitreux, et précipitation en lune cornée par le sel marin, ou par l'acide de ce sel.

J'ai réduit, par le procédé dont je viens de parler, de la chaux d'étain; elle provenait d'étain de mélaque, calciné par de l'acide nitreux et par de l'eau régale. Une partie de cette dernière dissolution avait été précipitée par de l'alkali fixe. J'avais environ 200 livres de chaux de ce métal, provenant de différentes opérations de cette espèce. La chaux d'étain, formée par des acides minéraux, quoique plus difficile à réduire que celle de cuivre par les moyens ordinaires, se réduisit néanmoins plus facilement par cette opération; cette différence ne peut être attribuée qu'à la fusibilité de l'étain, infiniment plus grande que celle du cuivre.

Pendant la réduction de la chaux d'étain, une partie du métal s'est réduite en fleurs blanches, qui se sont sublimées dans la cheminée du fourneau. Les grenailles qui tombaient à côté de la marmite étaient ardentes et avaient une flamme très-blanche, semblable à celle du zinc qui se brûle, mais sans produire de fleurs.

J'ai lavé la grenaille d'étain pour la séparer d'avec la cendre, et je l'ai fait fondre dans une marmite de fer, avec de la poix résine, pour la rassembler en lingot; je l'ai coulée dans des poëles de fer; l'étain, en se figeant, a pris un arrangement symétrique, ou une cristallisation



qui se manifeste à la surface des pains. Cette observation est même générale pour tous les métaux, comme je le dis dans ma Chimie. Ils se cristallisent tous, d'une manière plus ou moins visible, lorsqu'ils ont été bien fondus, et qu'on les laisse refroidir tranquillement.

Il y a au cabinet d'histoire naturelle du jardin des Plantes deux pains de cet étain, d'environ sept à huit pouces de diamètre, que Daubenton y a placé à cause de la beauté de la cristallisation en relief à leur surface : ils proviennent des opérations dont je viens de rendre compte.

L'étain pur et neuf est mol, il l'est un peu moins que le plomb ; il acquiert de la dureté et de la roideur par la fusion, mais sans rien perdre sensiblement de son degré de fusibilité ni de sa ductilité ; celui réduit par les opérations dont nous venons de parler, est tellement devenu dur, qu'il a beaucoup de son ou de timbre. L'étain pur ne se ternit point à l'air, il forme une belle vaisselle presque aussi propre que celle d'argent. Mais l'étain employé en vaisselle par les potiers d'étain est tellement allié de plomb, qu'elle est toujours terne, sombre et puante ; ce qui a dégoûté de la vaisselle d'étain. Il paraît même que le plomb développe davantage l'odeur naturelle de l'étain ; car la vaisselle d'étain pur n'a pas cette odeur rebutante qu'a celle allée de plomb formée par les potiers d'étain.

*Sur l'acide vitriolique séparé du soufre par le nitre ;  
lu à l'académie le 22 juillet 1780.*

Ce n'est que depuis environ quarante ans qu'on sépare l'acide vitriolique du soufre avec avantage ; celui dont on faisait usage auparavant était tiré du vitriol de Mars ; on l'a nommé *acide vitriolique*, à cause du nom de la substance qui le



fournissait : il est connu de tems immémorial sous ce nom ; nos docteurs modernes , plus occupés des mots que de la science , l'ont nommé *acide sulfurique* , *sulfates* et *sulfites* , les composés qu'il forme avec les diverses substances. On peut croire que si l'on parvient quelques jours à séparer du gypse ce même acide , qui en contient la moitié de son poids , quelques amateurs de nomenclature le nommera *acide gypsique* , en fera un radical , et donnera d'autres noms aux dérivés. La chimie touche au moment de devenir une science de mots , comme l'est devenue la botanique , fastidieuse à apprendre par la multiplicité des noms donnés à la même plante. J'ai déjà fait remarquer qu'à l'aide de mots symétriquement arrangés , nos docteurs modernes sont parvenus à répandre la plus grande obscurité sur nombre de théories les mieux constatées en chimie ; c'est ce que je me propose de démontrer encore dans cet article à l'égard du soufre.

Je ne changerai point le nom à l'acide vitriolique , ni celui de vitriol donné à ses dérivés , parce que ces noms sont employés par nos meilleurs chimistes anciens , qu'on ne peut se dispenser de lire , si l'on veut faire quelques progrès dans cette science : bientôt on n'entendra plus les vrais fondateurs de la vraie chimie , au moyen des noms insignifiants donnés aux substances les plus connues. Au reste l'acide vitriolique est univoque , quelle que soit la substance d'où on le retire , soit des différens vitriols , soit des aluns , soit du gypse , soit du soufre , soit des pyrites , etc. etc. Celui qu'on retirait du vitriol de Mars nous venait d'Allemagne ; il était fait par une distillation *per descensum* ; mais il n'en vient presque plus en France , depuis que le commerce est fourni abondamment de celui tiré du soufre. Cependant il en vient encore quelquefois d'Allemagne ; il est dans un état particulier , il est plus concentré que l'acide vitriolique ordinaire , il se



cristallise en gros cristaux dans les flacons, par un froid de quelques degrés au-dessous de zéro ; lorsqu'on débouche le flacon, il exhale des vapeurs blanches très-abondantes : il perd ces deux propriétés pour peu qu'il prenne de l'humidité de l'air ; il est d'une couleur ambrée, mais cette couleur n'est point inhérente. Soumis à la distillation, il passe en vapeur blanche, et se cristallise dans le ballon en fleurs blanches argentines. Je ne l'ai pas examiné plus amplement. J'en ai beaucoup dans cet état : je me propose de l'examiner d'une manière plus étendue, lorsque les circonstances me le permettront.

Stahl a fait connaître, le premier, que le soufre contient quatorze onces d'acide vitriolique sec par livre, et deux onces de phlogistique ; les moyens qu'il a employés pour démontrer ces proportions sont consignés dans ses immortels ouvrages : ses expériences ont été reconnues exactes par tous les chimistes qui ont répété ses procédés. Nos docteurs modernes ont contredit sa doctrine en en substituant une autre si obscure, qu'elle est absolument insignifiante, comme on le verra bientôt. Le soufre est très-abondant dans la nature, il n'est point cher, il est fort riche en acide, et cet acide est de la plus grande utilité dans beaucoup d'arts. Les moyens indiqués par Stahl pour séparer l'acide de cette substance, n'ont servi que pour la démonstration de ses théories ; depuis ce célèbre chimiste, on a fait, pendant long-tems, des tentatives infructueuses avant de parvenir à séparer l'acide du soufre avec avantage. La principale difficulté qu'on a eue à surmonter a été celle de le faire brûler dans des vaisseaux clos ; brûlé à l'air libre, l'acide se perd et se dissipe tout en acide sulfureux volatil incoercible ; on ne recueille que des gouttes de cet acide.

Les Anglais nous ont devancés sur cette matière ; ce n'est que depuis environ une trentaine



d'années que nous avons en France des fabriques d'acide vitriolique tiré du soufre , qui ne le cede en rien pour les qualités à celui des fabriques d'Angleterre. Les fabricans français, en débutant, ont simplifié le travail d'une manière plus économique, en faisant brûler le soufre dans de grandes chambres de plomb, au lieu de le faire brûler dans de grands ballons de verre, comme faisaient les Anglais. C'est le cours ordinaire des choses, les imitateurs ont toujours plus d'avantage; cela ne nous empêche pas d'admirer l'industrie anglaise, qui a fait le premier pas.

Les ballons de verre dans lesquels ils brûlaient le soufre par le nitre, offrent un chef d'œuvre de verrerie. J'en ai vu cinq à Paris en 1766, que Trudaine, alors intendant des finances, fit venir d'Angleterre : la couleur était d'un vert clair : un avait cinq pieds et demi de diamètre, l'ouverture du col avait quatre pouces et autant de longueur; le corps ou le globe du ballon était de la plus belle forme ronde, aussi régulière que si elle eût été formée sur le tour : les quatre autres étaient un peu moins grands, mais ils étaient tout aussi bien faits; j'ai appris que ceux dont on faisait usage en Angleterre, avaient six pieds de diamètre, et qu'ils étaient aussi bien faits.

C'est dans ces cinq ballons qu'on fit en France, au mois de mai 1766, les premières tentatives de fabrication d'acide vitriolique, sous les auspices de Trudaine de Montigny, qui fit les premières dépenses, et qui encouragea l'industrie française de tout son crédit, pour provoquer en France des établissemens de fabrique de cet acide. On conçoit que, pour faire beaucoup de cet acide, il fallait par conséquent une quantité fort considérable de ballons; instrumens bien dispendieux, bien casuels entre les mains de ce qu'on nomme grs ouvriers, et qui exigeoient des ateliers fort étendus. Aussi ceux d'Angleterre étaient extrêmement volumineux. Quoique ce moyen ne soit



plus employé en Angleterre, nous croyons faire plaisir de consigner ici la manière dont on faisait usage de ces ballons, d'autant plus que je crois que cela n'est décrit nulle part. Je tiens ces détails de personnes intelligentes, qui ont vu opérer dans les ateliers d'Angleterre. Je passerai sous silence tous les petits détails ; je me contenterai seulement de donner une description suffisante, pour mettre le lecteur au fait de ce travail ; tout ce qui tient aux arts n'est point indifférent. Nous ne parlerons que de l'emploi d'un ballon, pour ne pas compliquer la description.

On pose le grand ballon dont nous venons de parler sur un lit de sable, qui n'est jamais chauffé ; on met dans ce ballon une ou deux pintes d'eau, et on introduit par l'ouverture un pot de grais d'environ 6 pouces de hauteur, sur lequel on place ensuite une petite cuiller de fer fort épaisse qu'on a fait rougir : le manche pose dans l'intérieur du col de ce vaisseau. On met dans cette cuiller un mélange de quatre gros de soufre et d'un demi-gros de salpêtre. Le mélange s'enflamme à la faveur de la chaleur de la cuiller. On ferme l'ouverture du ballon avec une petite trappe de bois montée à charnière de fer. Le soufre produit, par sa combustion, une flamme très-grande qui remplit de vapeurs blanches la capacité du ballon. Lorsque ces vapeurs sont en partie condensées, on retire la cuiller et on laisse les vapeurs se condenser entièrement ; on continue de la même manière, jusqu'à ce qu'il y ait assez de soufre de brûlé pour charger d'acide l'eau du ballon. Alors on retire la liqueur avec une cuiller de fer blanc ; on la met dans une cornue de verre, on en fait distiller une partie ; ce qui reste dans la cornue est l'acide concentré : il doit peser 15 gros et demi dans une bouteille qui contient huit gros d'eau, et doit donner, à mon pèse-liqueur des sels, 66 degrés.



On mettait plusieurs heures d'intervalle entre la mise d'une cuillerée de mélange à l'autre, pour donner aux vapeurs le tems de se condenser complètement; mais pour ne pas perdre de tems, on disposait deux files de ballons vis-à-vis l'une de l'autre, chacune en nombre suffisant, pour que le brûleur étant arrivé au dernier ballon, les vapeurs du premier fussent entièrement condensées. On roulait, dans l'allée que formaient les deux files de ballons, une petite forge ambulante qui faisait rougir les cuillers; par ce moyen, le travail n'éprouvait point de retard.

Imiter ce travail offrait, en ballons de verre, une dépense effrayante; on trouva d'ailleurs tant de difficultés à s'en procurer en France d'une aussi grande capacité, qu'on fut obligé de renoncer à ce moyen. On savait, sans en être trop sûr, que l'acide vitriolique n'avait que peu ou point d'action sur le plomb : on fit des expériences pour s'en assurer. Cette idée ingénieuse est, je crois, due à M. de la Folie, très-habile chimiste et de l'académie de Rouen. J'ai vu établir dans les fauxbourgs de cette ville, par les ordres de Trudaine, et sous la direction de M. de la Folie, la première chambre de plomb qui a servi aux expériences et de modele à toutes les fabriques qui se sont établies depuis; cette chambre, complètement tapissée en plomb laminé, avait à peu près dix-huit pieds de long, douze pieds de large et autant de hauteur. Je l'ai vu ouvrir pour reconnaître l'état de son intérieur, après avoir brûlé beaucoup de soufre pendant plusieurs mois; ce métal paraissait n'avoir point souffert d'altération. Cependant nous verrons dans un instant que l'acide vitriolique fait dans le plomb en tient un peu en dissolution, mais qui n'empêche pas l'acide de servir avec succès dans presque tous les arts où il est employé; c'est à ceux qui en ont besoin de parfaitement pur, de le purifier de la manière que nous l'indiquerons.



Les chambres de plomb offrent infiniment plus de commodité et d'économie, on en peut faire de très-grandes et dont la capacité soit égale à plusieurs milliers de ballons de verre; il en existe en France de telles, dans lesquelles on brûle à-la-fois près d'un quintal de soufre, ce qu'on répète plusieurs fois dans la journée. C'est sur ce plan, et d'après les essais dont nous venons de parler, qu'on a établi à Rouen, au Havre, etc. des fabriques d'huile de vitriol. Il y en a aussi une très-belle près Paris, sur le terrain qu'on nomme le Moulin de Javel; elle est depuis long-tems dans le meilleur état d'activité. L'acide de nos fabriques ne le cède en rien, pour les qualités, à celui fabriqué en Angleterre.

Une chambre de plomb peut être construite dans une grande pièce d'un bâtiment; mais il est plus sûr de la faire dans l'intérieur d'une charpente faite exprès et isolée: on voit les fuites, s'il s'en forme; ce qui n'est pas toujours facile lorsque la tapisserie de plomb est appliquée sur une muraille. La chambre doit être complètement tapissée de plomb laminé ou forgé, c'est à-dire que le plafond et le plancher doivent être également garnis; le plancher doit avoir une pente vers laquelle on adapte un tuyau de plomb, qui conduit l'acide dans un réservoir aussi de plomb, après qu'il est condensé. A plusieurs pieds au-dessus du sol, on pratique une ouverture carrée, plus large que haute, par laquelle on introduit le mélange de matières à brûler, à l'aide d'une pêle de fer; on donne à cette porte la largeur de la pêle de fer qu'on se propose d'employer: on bouche cette ouverture avec une porte de tolle montée sur un châssis de fer, ayant deux gonds et un mantonet. Au niveau de cette porte et dans le milieu de la chambre, on ajuste une grosse barre de fer pour supporter cette pêle; on pose le manche à l'entrée de la porte.

A la partie la plus élevée de la chambre, on



pratique une seconde porte un peu plus petite; c'est une ventouse qu'on tient fermée pendant la combustion du soufre, et que l'on ouvre lorsqu'il est nécessaire de faire évacuer le gaz nitreux dont nous parlerons.

On donne aux chambres de plomb la grandeur qu'on veut, cela dépend de la quantité de soufre qu'on se propose de brûler à la-fois : on conçoit qu'on en brûlera davantage dans une grande que dans une petite; on conçoit encore qu'elle est nécessairement composée de plusieurs nappes de plomb soudées les unes aux autres. J'ai vu M. de la Folie dans le plus grand embarras pour trouver des ouvriers en état de faire ces soudures solidement et convenablement. Les plombiers, accoutumés à employer inutilement dix à douze livres de soudure par pied courant, qui n'est appliquée que comme une poignée de plâtre, mais sans presque adhérer aux parties soudées, ne purent pas pour cet objet faire des soudures convenables; il fut obligé de stiler des ouvriers ordinaires dont ce n'était point le métier, à faire ces soudures. Je conseille à ceux qui auraient de pareils établissemens à faire, de faire faire les soudures par un ferblantier; sa manière de souder est infiniment plus solide, quoiqu'il n'emploie qu'environ une once de soudure par pied.

La pêle qui sert à introduire dans la chambre le mélange de soufre et de nitre, est quarrée; elle est de forte tolle et à rebords de quatre à cinq pouces de hauteur tout-au-tour; ces rebords sont formés de petits barreaux de fer espacés, comme une grille ordinaire de fourneau. Pour charger la pêle, on commence par mettre un lit d'étoupes, qu'on fait déborder au travers des barreaux, sur lequel on met une couche de mélange de soufre et de nitre, de l'épaisseur d'environ deux ou trois pouces; ensuite un lit d'étoupes, et par-dessus un lit de mélange de soufre et de nitre; on continue ainsi de suite jusqu'à ce que



que la pêle soit chargée en pyramide de quinze à dix-huit pouces d'épaisseur : alors avec une lumière on met le feu aux étoupes de tout côté , et le plus promptement possible , pour n'être pas incommodé par la vapeur du soufre ; lorsque la pêle est ainsi chargée et les étoupes allumées , on l'introduit dans la chambre en la posant sur le support dont nous avons parlé ; on ferme cette porte , ainsi que celle du haut de la chambre , et on les calfeutre bien avec de la terre à four. On a mis dans la chambre auparavant une certaine quantité d'eau pour faciliter la condensation des vapeurs.

Pendant la combustion réciproque du soufre et du nitre , la chambre se remplit de vapeurs , l'acide vitriolique se condense et se rassemble sur le plancher ; quoique le mélange soit fait dans la proportion de huit parties de soufre sur une de nitre , il n'y a pas dans cette proportion une suffisante quantité de matière inflammable dans le soufre pour brûler et détruire tout l'acide nitreux ; une partie échappe à la combustion , se condense avec l'acide vitriolique , tandis que l'autre se soutient plus long-tems dans l'état de gaz nitreux très-rutilant ; lorsqu'on juge que l'acide vitriolique est condensé , on ouvre la soupape du haut de la chambre pour faire évacuer le gaz nitreux qui ne s'est point condensé , et qui sort avec abondance.

Cette opération finie , on ôte la pêle , on met à part ce qu'elle contient ; c'est un résidu chargé de la terre du soufre et des sels alkalis du nitre et du sel marin , parce qu'on emploie ordinairement du nitre de deux cuites , qui contient toujours une certaine quantité de sel marin. Nous rendrons compte de ce résidu dans un instant. On recharge la pêle de nouveau et de la même manière , on fait brûler de même ce qu'elle contient , et on continue ainsi de suite le travail , sans interruption.



L'acide condensé et rassemblé sur le plancher, coule par le tuyau pratiqué au bas de la chambre dans un réservoir de plomb. On le laisse reposer pendant plusieurs jours, il dépose un sédiment blanc, et il vient nager à la surface de l'acide une certaine quantité de fort belles fleurs de soufre ; c'est une portion de soufre échappée à la combustion, qui s'est élevée sous cette forme à la faveur de la chaleur du mélange, et qui retombe dans l'acide sur le plancher ; on l'enlève avec un écumoir de plomb ou de fer blanc ; on lave ces fleurs de soufre pour les priver de tout acide ; on les fait sécher : elles ne sont point différentes des fleurs de soufre ordinaires. Mais l'acide vitriolique retient du soufre en dissolution.

Au bout d'un certain tems de travail, on nettoie le plancher de la chambre ; on enlève un sédiment blanc semblable à celui que dépose l'acide dans le réservoir, parce que sa trop grande accumulation dans la chambre obstruerait le tuyau qui conduit l'acide dans le réservoir.

Lorsque l'acide vitriolique est suffisamment déposé, on le fait concentrer. Pour cela, on le distribue dans plusieurs cornues de verre ; on les place sur une gallère, chacune dans une marmite de fer proportionnée à la cornue ; on entoure les cornues de sable, on adapte au bec de chacune un ballon de très-grande ouverture, ou seulement une petite terrine de grais, qui mérite la préférence, afin que l'acide nitreux et le gaz de cet acide dont l'acide vitriolique est impregné, puisse mieux se dissiper sans rentrer dans la cornue. Lorsque l'acide des cornues est devenu parfaitement blanc, que les gouttes qui distillent ne tombent que très-éloignées les unes des autres, on cesse le feu, on laisse refroidir les vaisseaux, on vide ce qu'ils contiennent dans des bouteilles ; c'est l'acide vitriolique commercial : il doit donner 66 degrés à mon pèse-liqueur des sels. On en obtient à-peu-près plus de 18 onces



par chaque livre de 16 onces de soufre employé : cette augmentation vient de l'eau qui s'unit à cet acide ; dans le soufre, ce même acide y est sec et sans eau.

On concentrait ordinairement l'acide vitriolique sur une gallère dont le bain de sable était commun à toutes les cornues. Mais il est difficile d'éviter qu'il ne s'en casse quelques-unes de tems en tems ; lorsque cet accident arrive , l'acide se répand , coule sous les cornues voisines , et les fait casser successivement jusqu'à la dernière. J'ai remédié entièrement à cet inconvénient , en plaçant séparément les cornues dans de petites marmittes de fer , comme je le pratiquais pour la sublimation du sel ammoniac. Cette disposition pour des gallères à bain de sable , où la rupture d'un vaisseau entraîne celle des autres , présente encore un autre avantage, la chaleur se distribue mieux autour des vaisseaux , et le feu est plus facile à gouverner ; il est souvent nécessaire de le diriger inégalement : quand l'un va trop fort et l'autre trop faiblement , cela devient facile , quoique le feu dans la gallère soit commun à toutes les marmittes. J'ai pratiqué ce moyen pendant longtemps avec le plus grand succès. Je l'ai indiqué à des manufacturiers d'acide vitriolique , qui s'en servent depuis environ vingt-cinq ans avec le plus grand avantage.

La boue blanche dont nous avons parlé , et qu'on sépare de tems en tems de la chambre de plomb , est du vitriol de plomb , comme nous le verrons dans un instant ; l'acide vitriolique , par conséquent , aurait de l'action sur ce métal , quoiqu'on ait reconnu le contraire par les premières expériences faites assez en grand ; j'ai observé que cet acide , froid , concentré ou affaibli , n'a point d'action sur ce métal ; que , chauffé à-peu-près au même degré où les vapeurs arrivent contre les parois de la chambre de plomb , il



n'a point encore d'action sur lui; mais bouillant, il le minéralise et en dissout un peu. J'ai soumis à la distillation, dans une cornue de verre, un gros et demi de plomb pur; avec quatre onces d'acide vitriolique bien pur: j'ai fait distiller trois onces et demie d'acide, il a passé blanc, un peu laiteux; il devait cette couleur à une petite quantité de plomb qu'il a enlevée avec lui pendant la distillation; je m'en suis assuré par le foie de soufre. Le plomb resté dans la cornue a été fondu pendant l'opération: il était en poudre noire et sous le brillant métallique; après avoir été lavé et séché, il s'est trouvé peser deux gros et onze grains; ce qui fait 47 grains d'augmentation. Ce plomb était minéralisé par du soufre contenu dans l'acide employé ou formé par une portion du phlogistique du métal et d'acide vitriolique.

On ne peut donc pas trop attribuer la cause de la dissolution de cette quantité de plomb à la chaleur des vapeurs de l'acide vitriolique; elles se refroidissent en circulant dans la chambre, elles échauffent peu ses parois; on peut tenir la main aisément à l'extérieur, sans être incommodé par la chaleur du plomb. Il y a donc une autre cause qui produit une dissolution si abondante du plomb. Je l'attribue à l'acide nitreux du nitre employé pour faciliter la combustion du soufre. Nous ferons ici une remarque importante: lorsqu'on fait détonner du nitre dans des vaisseaux clos avec du charbon, ou avec du tartre, ou avec toute autre matière combustible, l'acide nitreux est brûlé et détruit radicalement; on n'en recueille pas même l'apparence dans le produit de la distillation, qu'on nomme *clissus*. Le peu de liquide qu'on obtient est plutôt alkalin, à raison d'un peu de sel alkali enlevé pendant la déflagration rapide du mélange. Il en est tout autrement du nitre et du soufre brûlés l'un par l'autre; tout l'acide nitreux n'est pas détruit: il n'est pas même encore bien déterminé s'il s'en brûle quelques



portions. En supposant qu'il s'en brûle un peu, il est de fait que la plus grande partie ne se détruit pas ; la quantité non détruite se manifeste dans deux états différens, une partie se condense et reste mêlée avec l'acide vitriolique ; l'autre se soutient en gaz nitreux très-rutilant, plus long-tems que les vapeurs de l'acide vitriolique ; on le fait évacuer le plus possible par la soupape pratiquée à la partie supérieure de la chambre. Mais l'acide nitreux qui reste uni à l'acide vitriolique, dissout du plomb ; l'acide vitriolique s'en empare aussi-tôt : il résulte de cette dissolution secondaire, un sel nommé *vitriol de plomb*, dont la plus grande partie ne peut se tenir en dissolution ; il se précipite sous la forme d'une boue ou d'un sédiment blanc dont nous avons déjà parlé.

Tout combustible qu'est le soufre, il ne peut se brûler que de la même manière que les autres corps moins combustibles que lui, c'est à-dire avec le concours de l'air déphlogistiqué. Renfermé seul dans la chambre de plomb, il ne brûlerait qu'un instant, et jusqu'à ce que sa matière phlogistique eût brûlé tout l'air déphlogistiqué contenu dans la masse d'air de la chambre. Mais pour entretenir la continuité de la combustion, on mêle du nitre au soufre, qui contient une immense quantité d'air déphlogistiqué ; ce gaz, de son côté, ne peut de même se brûler tant qu'il est seul ; il lui faut le concours d'une matière inflammable : le soufre la contient et la lui fournit. Ces deux substances se brûlent réciproquement et simultanément, d'où résulte le dégagement de l'acide vitriolique et d'une portion d'acide nitreux échappé à la combustion ; une partie de ce dernier acide se présente sous forme de gaz rutilant, qu'on fait évacuer tant qu'on peut : l'autre se condense et se mêle à l'acide vitriolique qui altère sa pureté ; mais cela est inévitable.

Telle est en deux mots la vraie théorie de la décomposition du soufre, et de l'apparition de



l'acide vitriolique qu'il contient ; elle est simple , naturelle et déduite directement d'après les propriétés reconnues aux substances qui agissent réciproquement l'une sur l'autre : elle ne contredit en rien la doctrine de Stahl sur le soufre ; elle la confirme et l'éclaircit. C'est au lecteur à juger si je fais mieux que nos docteurs modernes l'application des découvertes nouvelles , aux bons vieux faits reconnus pour vrais par tous les chimistes. La théorie que nos docteurs modernes présentent sur la même matière me paraît si obscure , qu'il est difficile de croire qu'elle puisse être jamais sentie par ceux qui ont l'esprit juste et qui aiment la clarté.

*Le soufre , disent nos docteurs modernes , est une substance simple , indécomposée ou indécomposable , qui a une bâte acidifiable ; l'air déphlogistiqué , dont nous ne connaissons pas la bâte , est un principe acidifiant ; il convertit en acide , la bâte acidifiable du soufre , en se combinant avec elle ; c'est ce qui produit l'acide vitriolique.*

1°. Le soufre n'est point une substance simple , il est composé de sept parties d'acide vitriolique et d'une de phlogistique ; nos docteurs modernes sont en contradiction avec eux-mêmes , lorsqu'ils disent qu'il est un corps simple , et qu'il a une bâte acidifiable ; un corps simple n'a point de bâte ; s'il a une bâte , il contient nécessairement autre chose uni à cette bâte : alors il est un corps composé. 2°. On ne sait ce qu'ils entendent par *indécomposé , indécomposable* ; ce qu'il y a de certain , c'est que le soufre se décompose avec la plus grande facilité. 3°. Ils donnent comme certaines des théories , sans connaître la nature des substances mises en action , puisqu'ils disent *ne point connaître la bâte de l'air déphlogistiqué*. J'ai démontré dans mon Appendice que cette bâte est une petite quantité de matière inflammable très-atténuée , qui combine dans ce gaz beaucoup de feu dans un état que je ne connais pas ; c'est pour



cette raison que Schéelle, qui a reconnu sa présence, l'a nommé *gaz de feu*. 4°. L'air déphlogistiqué ne fournit rien de sa substance dans l'acide qui se présente après la combustion du soufre, il n'est qu'un instrument dans lequel se brûle la substance inflammable du soufre, de même que le phlogistique du soufre est l'instrument dans lequel l'air déphlogistiqué se brûle; ils sont instrument actif l'un de l'autre, et détruisent réciproquement et simultanément leur matière inflammable, sans qu'il reste dans l'acide aucune portion de matière inflammable de l'une ou de l'autre substance, après que cet acide est amené à son degré de pureté bien, entendu. Tout nous démontre que l'acide vitriolique est tout formé dans le soufre, comme l'acide nitreux dans le nitre, l'acide marin dans le sel marin, etc. Les acides sont combinés, ils perdent leur propriété acide dans cet état de combinaison, et ils les recouvrent en les dégageant de leur base enchaînée.

Examinons présentement le sédiment qui s'accumule sur le sol de la chambre de plomb, et la matière qui reste sur la pêle après l'inflammation réciproque du soufre et du nitre.

*Sur le sédiment qu'on ramasse sur le plancher de la chambre de plomb.*

Cette matière ressemble à du plâtre fin qu'on vient de gâcher; il laisse séparer par le repos un peu d'acide vitriolique, dont l'acidité n'est pas bien forte; il a une saveur sucrée.

J'ai délayé une certaine quantité de cette matière dans de l'eau, il s'en est dissous fort peu; la liqueur filtrée a passé sans couleur; l'alkali a occasionné un précipité ferrugineux, qui noircit beaucoup avec l'infusion de noix de galle; ce précipité, lavé, séché et fondu dans un creuset avec de l'alkali fixe et un peu de poix-résine, n'a



formé qu'un émail noir sans plomb. Mais j'ai lavé à plusieurs reprises le marc resté sur le premier filtre, et l'ai fait sécher; il contient beaucoup de soufre; j'en ai fait calciner deux onces sous la moufle d'un fourneau de coupelle, jusqu'à ce que le soufre fût entièrement dissipé: j'ai fait fondre la matière calcinée avec du sel alkali, un peu de poix-résine, et une pincée de limaille de fer; j'ai obtenu un culot de plomb très-pur, très-ductile, pesant cinq gros. Cette matière blanche dont nous parlons se présente avec assez d'abondance pendant la fabrication de l'acide vitriolique; elle forme, comme on voit, une sorte de mine riche en plomb: elle est produite au détriment de la chambre de plomb, qui est attaqué dans toute sa surface par l'acide nitreux, pendant sa déflagration avec le soufre; ce plomb est précipité ensuite par l'acide vitriolique sous forme de vitriol de plomb, comme nous l'avons dit précédemment.

*De la matière qui reste sur la pêle après la combustion du soufre par le nitre.*

Cette matière est grise jaunâtre, d'une saveur acide, et d'un goût de vitriol de Mars.

J'en ai fait calciner dans une cuiller de fer et l'ai fait rougir; cette matière brûle comme du soufre ordinaire, et elle laisse échapper beaucoup de vapeurs rouges d'acide nitreux. Je l'ai fait fondre ensuite dans un creuset, j'ai obtenu une matière saline qui était du tartre vitriolé, salie par du fer et de la terre du soufre.

J'ai examiné ensuite cette matière par dissolution dans l'eau; la dissolution n'a d'abord presque point de couleur; mais elle devient jaune dans l'espace de quelques jours, et prend une odeur de foie de soufre. Cette liqueur devient d'un beau noir avec l'infusion de noix de galle. L'alkali fixe occasionne un précipité rouge ochreux.



La liqueur mise à évaporer a formé des cristaux de tartre vitriolé, et sur la fin quelques cristaux d'alun et de nitre.

Il résulte de ces expériences que cette matière contient un peu de nitre et de soufre, qui ont échappés à la combustion, du tartre vitriolé et un peu de fer.

### *De l'acide vitriolique.*

L'acide vitriolique sortant de la chambre de plomb contient, comme on l'a dit, du plomb, du fer, du soufre, de l'acide nitreux, de l'acide marin, un peu de terre alumineuse fournie par le soufre brut employé, du tartre vitriolé et de la selénite; ces dernières substances sont fournies par le mélange dont quelques portions tombent de la pêle, malgré qu'on prenne attention qu'il n'en tombe pas. Toutes ces matières se rencontrent dans cet acide en petite quantité à la vérité, et insuffisante pour nuire à la plupart des opérations des arts qui font usage de cet acide. L'acide recueilli de la chambre n'est pas suffisamment concentré, il donne environ 45 à 50 degrés à mon pese-liqueur; cela dépend de la quantité d'eau qu'on a mise dans la chambre; on le concentre, comme nous l'avons dit, après qu'il a déposé le vitriol de plomb, et que tout le soufre qui peut se séparer soit venu nager à sa surface. Pendant cette concentration, une partie des matières étrangères se séparent encore; mais la plus grande partie de l'acide nitreux reste, ainsi que les substances non volatiles.

L'acide vitriolique, dans cet état d'impureté, employé à dégager les acides nitreux et marin, vicie tellement ces acides, qu'il est impossible de les obtenir dans leur intégrité. Divers travaux que j'ai entrepris en grand m'ont obligé à chercher les moyens de séparer complètement de l'acide vitriolique, cette portion des acides nitreux et



marin qu'il retient avec opiniâtreté. Ces moyens sont de pratique même pour des travaux en grand, j'indiquerai aussi un procédé simple pour avoir cet acide absolument exempt de matières étrangères, trop fixe pour distiller pendant la concentration de cet acide; ce procédé serait impraticable dans un travail en grand; mais on retire par occasion de l'acide parfaitement pur; il est de la plus grande utilité dans beaucoup d'expériences de recherches. Examinons d'abord quelques acides vitrioliques faits dans des chambres de plomb, comparativement avec celui fait dans des ballons de verre.

*Acides vitrioliques faits dans des chambres de plomb, comparés avec celui fait dans des ballons de verre.*

J'ai examiné l'acide vitriolique de deux manufactures, fait dans des chambres de plomb, et je les ai comparés avec ce même acide fait dans des ballons de verre; je nommerai les deux premiers A et B, et le troisième C. Ces trois acides donnent 66 degrés à mon pese-liqueur des sels, et sont sans couleur.

*res* — J'ai mêlé dans une bassine de cuivre rouge très-propre, 50 ~~degrés~~ d'acide vitriolique A, avec autant d'eau de rivière; j'ai plongé la bassine dans un grand volume d'eau froide pour accélérer le refroidissement: le mélange s'est échauffé sur-le-champ à 80 degrés; il s'est élevé aussi-tôt une quantité considérable de gaz nitreux très-rutilant; qui avait l'odeur de l'eau régale. Lorsque ce mélange a été suffisamment refroidi, je l'ai mis dans plusieurs bouteilles; il a formé un dépôt blanchâtre dans l'espace de deux jours, au bout de ce tems je l'ai décanté, rassemblé, lavé et séché; il s'en est trouvé deux gros et demi. Il restait du soufre, je l'ai fait brûler entièrement; il est resté une cendre noire, laquelle, poussée à la fonte



sur un charbon creux, a laissé une grenaille de plomb bien ductile.

J'ai répété cette expérience avec pareille quantité d'acide vitriolique B, qui m'a présenté les mêmes phénomènes et m'a donné les mêmes résultats.

L'acide vitriolique C, soumis au même poids, à la même épreuve, a laissé exhale moins de gaz nitreux; l'odeur de l'eau régale n'était pas si sensible. Le dépôt de soufre s'est trouvé de même poids; il a laissé de même, après sa combustion, une cendre noire qui contenait un peu de fer et point de plomb.

Quelques personnes penseront peut-être qu'il se dissout beaucoup de cuivre pendant qu'on fait ce mélange : je puis assurer qu'il ne s'en dissout pas un atôme; j'ai pratiqué cette manipulation journellement, pendant bien des années. Cet acide n'a d'action sur ce métal que lorsqu'il est concentré et bouillant; lorsqu'il est affaibli comme il l'est dans cette occasion, il n'agit point sur le cuivre, malgré la chaleur qu'il prend en se mêlant avec l'eau; dans cet état, il ne manifeste d'action sur ce métal qu'au bout de plusieurs semaines de séjour. Voici, au reste, une expérience qui prouve le peu d'action de cet acide sur le cuivre, lorsqu'il est affaibli comme nous le disons.

J'ai tenté, mais inutilement, si une longue ébullition de cet acide ainsi affaibli suffirait pour le débarrasser des acides nitreux et marins qu'il contient, afin de m'éviter l'embarras de la rectification dans des cornues. Pour éclaircir cette question, j'ai mis dans une grande bassine de cuivre rouge, pesée très-exactement auparavant, cent livres d'acide vitriolique concentré du commerce, avec autant d'eau de rivière; j'ai fait bouillir, dans ce vaisseau, ce mélange pendant quarante-huit heures, et je remplaçais à mesure, avec de l'eau bouillante, celle qui s'évaporait;



cet acide a même passé deux nuits dans la bassine, sans feu à la vérité ; dès le premier moment d'ébullition, l'acide a pris une couleur brune phlogistiquée ; cette couleur est due au contact de l'air : elle a augmenté beaucoup. Après cette longue ébullition, j'ai ôté l'acide de la bassine, j'ai lavé et recuré ce vaisseau pour le remettre dans l'état de propreté où il était avant de l'employer ; il s'est trouvé être diminué de deux onces d'une manière si uniforme et sans être dépolie, qu'il eût été impossible de s'en appercevoir s'il n'eût pas été pesé auparavant. L'acide, après cette ébullition, contenait encore de l'acide nitreux ; il est même douteux qu'il en eût perdu : il est tellement adhérent à l'acide vitriolique, qu'il paraît ne se dissiper qu'à une chaleur plus forte et telle qu'il la reçoit dans une cornue, à mesure qu'il se concentre.

Les trois acides vitrioliques dont nous parlons contiennent un peu de tartre vitriolé : je m'en suis assuré en faisant distiller jusqu'à siccité huit onces de ces trois acides, séparément dans des cornues de verre ; les résidus des cornues se sont trouvés contenir du tartre vitriolé, un peu de selénite, un peu d'alun et un peu de fer.

L'acide vitriolique A et B n'ont présenté aucune différence pour les quantités ; au reste, je ne les ai pas pesés, ce pesement m'aurait entraîné dans des opérations trop minutieuses et inutiles. L'acide C a laissé beaucoup moins de ce résidu ; mais il était de même nature.

J'ai fait concentrer, d'une part, quelques livres de ces acides plus qu'ils ne le sont, dans des cornues séparément, et je les ai conservés dans des flacons ; dans l'espace de quelques mois, le tartre vitriolé qu'ils contenaient s'est cristallisé aux parois et aux fonds des flacons, en beaux cristaux nets, purs et transparents. Ces cristaux égoutés sur du papier gris ont perdu tout leur acide, et sans autre préparation, ils sont devenus



parfaitement neutres ; les acides A et B en ont fourni presque le double de l'acide vitriolique C.

Les acides vitrioliques A et B, quoique donnant 66 degrés à mon pese-liqueur, sont essentiellement moins concentrés que l'acide C ; ils paraissent tels par l'effet de la quantité de sel étranger à cet acide qu'ils tiennent en dissolution. Leur défaut de concentration influe beaucoup sur celui de l'acide nitreux fumant qu'on prépare par leur concours. Je n'ai jamais pu faire avec ces acides de l'acide nitreux fumant, assez concentré pour enflammer les huiles, sans être obligé de séparer la première portion qui passe au commencement de la distillation, qui est à-peu-près un tiers ; je n'ai jamais été obligé de faire cette séparation avec de l'acide C.

*Purification de l'acide vitriolique du commerce, pour en séparer les acides nitreux et marins.*

On met dans une bassine de cuivre rouge bien propre, la quantité qu'on veut d'acide vitriolique de commerce ; on ajoute son poids égal d'eau de rivière ; lorsque le mélange est refroidi, on le met dans une ou plusieurs bouteilles pour le faire déposer : si l'acide employé donnait 66 degrés, celui-ci en donne 35 à mon pese-liqueur des sels. On décante l'acide, on le met dans une ou plusieurs cornues qu'on place au bain de sable, dans autant de marmittes de fer ; s'il y a un certain nombre de cornues, on procède à la distillation par un feu gradué, que l'on continue jusqu'à ce que l'acide des cornues devienne blanc comme de l'eau. Alors on cesse le feu, on place sous le bec des cornues, des seaux de verre ou de petites terrines de grais pour recevoir ce qui distille.

Lorsque l'opération est finie, on verse ce que contient la terrine dans des bouteilles, pour en



faire l'usage dont nous parlerons dans un instant.

On remet dans la bassine de cuivre bien propre, l'acide concentré des cornues, avec autant d'eau de rivière; lorsque le mélange est refroidi, on le met de nouveau en distillation dans les cornues de verre, pour le faire concentrer comme la première fois, et de même jusqu'à ce qu'il devienne blanc, absolument sans couleur; on place de même sous le bec des cornues, de petits seaux de verre pour recevoir ce qui distille; on mêle le produit de cette distillation avec le phlegme précédent.

Ce qui reste dans les cornues est l'acide vitriolique purifié; on peut être certain qu'il est absolument exempt d'acide étranger. On le verse dans des flacons de cristal, bouché aussi de cristal; lorsque cet acide est concentré à 70 degrés, il se cristallise avec la plus grande facilité par un froid de cinq à six degrés au-dessous de zéro.

Cet acide est exempt des acides nitreux et marins; mais il contient encore les substances étrangères fixes dont nous avons parlé, qui ne nuisent point à la préparation des autres acides minéraux, et qui n'altèrent en rien leur pureté.

Les deux opérations de concentrations successives sont indispensablement nécessaires, si on veut purger entièrement l'acide vitriolique de tout acide nitreux; la première en sépare la plus grande quantité, au point que ce qui en reste n'est presque plus sensible dans nombre d'opérations; mais il est facile de démontrer qu'il en contient encore un peu: si l'on met deux gros de cet acide avec huit onces d'esprit de-vin très-rectifié, et qu'on mette dans ce mélange un petit écheveau de soie très-blanche décruée ou non, on verra qu'elle prendra, dans l'espace de quelque tems, une couleur rousse ou couleur de rose; ce moyen est un des plus certains pour reconnaître la présence de l'acide nitreux. L'acide vitriolique, rectifié deux fois comme nous le di-



sons , ne fait prendre aucune couleur à la soie , même dans l'espace d'une année d'infusion. La soie n'éprouve aucune altération par cette longue infusion ; l'esprit-de-vin tempère l'action de cet acide sur cette matière.

Le phlegme des deux opérations ci-dessus que nous avons dit de mettre à part , est peu acide ; mais mis à distiller pour le concentrer , il fournit une quantité d'acide qui mérite la peine d'être recueilli : il parvient dans le plus grand état de pureté où l'acide vitriolique puisse jamais parvenir ; il a distillé lentement et très-aqueux ; il est complètement privé de toute matière fixe , qui ne peuvent s'élever pendant cette distillation : il est de même privé des acides nitreux et marins qui se sont dissipés avec les vapeurs aqueuses. On le fait concentrer de même dans une ou plusieurs cornues , à une chaleur douce , sans adapter de ballon ; ce qui distille pendant long-tems n'est que de l'eau , ce n'est qu'aux deux tiers de la concentration que ce qui passe est un peu acidulé ; on le met à part : l'acide de la cornue ne prend qu'une couleur d'œil de perdrix sur la fin de sa concentration , devient enfin blanc comme de l'eau. Si on le fait concentrer au point de donner 70 degrés au pese-liqueur , il se cristallise comme le précédent , par un froid de cinq à six degrés. On le conserve de même dans un flacon de cristal , bouché aussi de cristal.

On peut se procurer également de l'acide vitriolique dans le même état de pureté , en accumulant l'acide sulfureux volatil qui passe après la distillation de l'éther , et le faisant concentrer de la même manière que nous venons de le dire. Comme j'ai préparé autrefois beaucoup d'éther , c'est avec cet acide sulfureux que je me suis procuré de l'acide vitriolique pur ; je puis assurer que cet acide pur présente des phénomènes si différens de l'acide vitriolique ordinaire , qu'il serait intéressant de refaire presque toutes les



expériences faites avec l'acide vitriolique ordinaire; j'en ai fait beaucoup qui m'ont offert des résultats bien différens qu'on a attribués à l'acide, tandis qu'ils sont dus aux matières étrangères unies à ce même acide.

*Régule d'arsenic tiré d'une mine pure de ce demi-métal, qu'on trouve dans la mine d'argent à Almont en Dauphiné; lu à l'académie des sciences, le 9 mars 1781.*

L'arsenic blanc du commerce est la chaux d'un demi-métal connu sous le nom de *régule d'arsenic*; l'arsenic rouge, jaune, etc., qu'on nomme *réalgal*, sont de même, de la chaux de ce demi-métal, mais allié de soufre, qui lui donne ces différentes couleurs, suivant les proportions qui s'y rencontrent.

On trouve dans le commerce une espece de régule d'arsenic, dont nous avons donné la description page 191, connu sous le nom d'*attrape-mouche*, parce qu'on s'en sert pour cet objet; il est connu aussi sous le nom impropre de *cobalt*, parce qu'on l'obtient dans les ateliers où l'on travaille les mines de cobalt pour faire le bleu d'azur. Cette espece de régule d'arsenic n'est point fusible, il est dans un état moyen entre l'état de chaux et l'état métallique, / pourvu de ce qu'on nomme *splendor metallicus*.

L'arsenic est très-abondant dans le regne minéral, il accompagne presque toutes les mines métalliques; on peut croire qu'il existe dans ces minéraux sous son brillant métallique, mais il se calcine, se réduit en chaux pendant l'exploitation des mines; ce qui est cause qu'on ne le retire qu'en chaux blanche ou colorée. Cela n'empêche pas que l'arsenic ait ses mines particulières où ce demi-métal est seul, ou n'est allié qu'avec si peu de matières étrangères, qu'on l'obtient par la simple liquation, pourvu de toutes les propriétés d'une substance métallique.



métallique. Il paraît qu'on a négligé de le retirer de ses propres mines ; c'est ce qui est cause qu'il n'est pas connu dans l'état parfait de demi-métal fusible , comme sont les autres matières métalliques.

La mine de laquelle j'ai obtenu le régule d'arsenic sous son brillant métallique, vient des mines d'argent d'Almont en Dauphiné ; elle est disposée en petites facettes , ce sont des poligones à six côtés assez réguliers : cette mine est d'un brillant d'argent de la plus grande beauté , et infiniment plus brillante qu'aucune autre espèce de mine ; elle ne contient point de soufre : sa gangue est une marne ocreuse pour l'ordinaire ; il y a des morceaux dont la gangue est du spath calcaire.

Huit onces de cette mine triées, fondues dans un creuset sans aucune addition, m'ont rendu sept onces de beau régule d'arsenic blanc, brillant, argentin, disposé à facettes comme le régule d'antimoine, et plus blanc que lui. J'ai séparé une scorie noire, vitreuse et très fusible, qui ressemble à de l'émail noir le plus beau. Voici les propriétés de ce nouveau régule.

Ce régule a le brillant, l'opacité, la pesanteur et la fusibilité métallique : il ne se ternit point à l'air ni aux vapeurs phlogistiques ; pesé dans l'eau à la balance hydrostatique, il perd entre un septième et un huitième de son poids : il est aigre et cassant à-peu-près comme le régule d'antimoine ; il entre en fusion en même-tems qu'il rougit, coule dans une lingotière tout aussi facilement que du plomb ou de l'étain fondu.

Lorsqu'il est en fusion, il se calcine, se convertit tout en fumée blanche, qui est de l'arsenic blanc. J'ai fait fondre une once de ce régule dans une coupelle, sous une moufle ; il a été trois heures à s'évaporer, et toujours en belle fusion ; sa surface s'est toujours conservée très-propre et bien arrondie : rien ne s'est imbibé dans la coupelle ; il a laissé, après son entière évaporation,



deux grains de régule de cobalt très-pur. Ce régule d'arsenic réduit en poudre n'éprouve aucune altération de la part de l'air sec ou humide. Voici maintenant les propriétés du régule d'arsenic de commerce ; on va voir qu'elles sont bien différentes.

Le régule d'arsenic de commerce exposé au feu s'enflamme, n'entre point en fusion, et se dissipe également en fumée blanche, qui est la chaux blanche de ce demi-métal. Ce régule réduit en poudre s'enflamme spontanément, comme nous l'avons dit page 191. Son infusibilité, sa facilité à se réduire en chaux, et la volatilité de cette chaux, sont cause qu'il ne s'unit que peu ou point avec les autres matières métalliques.

Le régule d'arsenic de la mine d'Almont s'unit au contraire, dans toutes proportions, avec toutes les matières métalliques, excepté le mercure ; cependant je ne l'ai pas essayé avec le fer ni avec le platine.

Ce régule facilite considérablement la fusion de l'or, de l'argent et du cuivre. Un gros de ce régule et un demi-gros d'or pur ont formé un alliage gris à l'extérieur, la mie d'un blanc sombre, le grain fin et serré, fort aigre et fort cassant.

Partie égale de ce régule et d'argent de coupelle, ont formé un métal d'un blanc plus sombre que le précédent, le grain très-fin et très-serré, et un peu moins aigre.

Deux gros de ce régule et quatre gros de cuivre rouge, ont formé un métal d'un blanc terne, d'un grain très-fin et très-serré, aigre, cassant et fort dur à la lime.

Deux gros de ce régule et quatre gros d'étain de mélaque, ont formé un métal un peu moins blanc que l'étain pur, d'un grain fin et serré, aigre, mais ne se cassant qu'avec un peu d'effort, et recevant l'empreinte du marteau.

Ce régule altère moins la ductilité de l'étain



que celle des autres métaux. Douze grains de ce régule n'ont point altéré, d'une manière sensible, la ductilité de quatre gros d'étain de mélaque.

Deux gros de ce régule et quatre gros de plomb, ont formé un métal plus blanc que le plomb seul, plus dur à la lime, un peu ductile, le grain fin et serré.

Deux gros de ce régule et quatre gros de zinc, ont formé un métal plein d'iris à la surface, fort dur à la lime, aigre, cassant, d'un grain fin et serré.

Ces couleurs d'iris sont dues au zinc. J'ai observé qu'il en donne de plus belles, uni à l'argent à parties égales; l'alliage qui résulte est fort aigre, cassant, disposé à larges facettes plus blanches que l'argent; mais quelques instans après qu'elles ont reçu le contact de l'air, leurs surfaces représentent des couleurs d'iris et de gorge de pigeon de la plus grande beauté; ces couleurs sont permanentes.

Deux gros de régule d'arsenic et quatre gros de régule d'antimoine, forment un alliage qui ne paraît point différent du régule d'antimoine seul.

Deux gros de régule d'arsenic et quatre gros de bismuth, ont formé un alliage plus dur et plus blanc que le bismuth seul, sans avoir changé ses facettes.

Deux gros de régule d'arsenic et quatre gros de régule de cobalt, ont formé un alliage qui ne présente point à l'œil de différence sensible d'avec le régule de cobalt seul.

L'acide vitriolique et l'acide marin n'ont presque point d'action sur ce régule d'arsenic; l'acide nitreux le calcine sans effervescence sensible, et l'arsenic se précipite en poudre blanche.

Il résulte de ces expériences et de ces observations :

1<sup>o</sup>. Que le régule d'arsenic tiré de ses propres mines, se présente dans l'état métallique com-



plet; que dans cet état il a de la fusibilité comme les autres matières métalliques; il résiste comme elles à une calcination prompte et instantanée, c'est-à-dire qu'il se calcine de même que les autres métaux de surface en surface, puisqu'une once de ce régule a été trois heures en fusion; il lui a fallu ce tems pour se calciner et pour se dissiper en chaux blanche d'arsenic. Cette propriété de résister mieux à l'action du feu que sa chaux ou son régule incomplet, lui donne la faculté de se combiner presque sans déchet avec les autres matières métalliques, par la fusion; ce que ne peuvent faire le régule d'arsenic de commerce, ni celui qu'on forme jusqu'à présent dans nos laboratoires par la sublimation. On peut croire que la difficulté en cette occasion d'imiter la nature, vient de la volatilité excessive de la chaux d'arsenic; elle élude l'action du feu avant d'être, par cette action, dans l'état convenable pour s'unir au principe inflammable.

2°. On observe bien à la vérité, dans les masses de régule d'arsenic fait par sublimation dans nos laboratoires, quelques petites places où il se présente sous le brillant métallique; mais jusqu'ici je ne sache personne qui s'en soit procuré une quantité suffisante pour constater son degré de fusibilité, et pour le faire couler comme les autres métaux dans une lingotière. Ce régule, ainsi que celui de commerce, s'enflamme au feu et se calcine dans toute leur substance instantanément, sans pouvoir observer s'ils sont fusibles ou non.

3°. L'observation que je fais ici est importante; elle prouve de nouveau et confirme, d'une manière très-sensible, ce que j'ai dit bien des fois, et que je crois devoir répéter encore, que le feu, le phlogistique dans les corps se rencontrent de mille et mille manières différentes, et combinés sous autant de formes aussi variées, qui donnent aux mêmes corps des propriétés aussi variées que les proportions et les divers états sous lesquels



ces deux substances se rencontrent. Le principe qui donne aux métaux l'état de chaux ou celui de brillant métallique est le même, il ne diffère que d'état que je ne connais point, et de proportion que je connais encore moins.

4°. Lorsque je mêle de la chaux d'arsenic avec de l'huile, pour former le régule de cette substance, c'est bien certainement le même principe inflammable qui forme avec cette chaux du régule sous le brillant métallique, et du régule incomplet ou seulement ébauché, qui n'a point de brillant métallique; ces deux régules ont des propriétés bien différentes, comme nous venons de le faire remarquer: qu'on donne à la substance qui produit ces divers effets le nom qu'on voudra, on ne changera certainement pas la propriété qu'elle a de se manifester sous ces différentes formes, et de donner des résultats si différens en se combinant avec la même chaux d'arsenic.

5°. Je conviens que cette doctrine n'est point celle de Macquer, comme je l'ai fait remarquer page 47, qui dit: *avec des principes si féconds, il n'est point difficile de tout expliquer d'une manière très-aisée.* Elle n'est point non plus celle de nos docteurs modernes, et spécialement du cit. Fourcroy, l'écho de Macquer, qui dit: *on conçoit qu'un principe qui se prête ainsi à tout, est commode pour expliquer tout; c'est un protégé qui se présente sous toutes les formes, et qui échappe au raisonnement comme à l'expérience, au moment où l'on croit être prêt de le saisir.* (Voyez *Nouvelle nomenclature chimique*, page 308.) Oui certainement le principe inflammable ou phlogistique est un protégé, qui se manifeste sous toutes les formes possibles. Il n'a tenu qu'à nos docteurs modernes de l'observer comme moi, ils se seraient convaincus qu'il n'échappe ni au raisonnement ni à l'expérience: au contraire, on le rencontre à chaque pas qu'on fait dans la chimie, sous des formes variées à l'infini; c'est ce que



j'ai fait remarquer un grand nombre de fois dans ma discussion avec Macquer, et dans les autres mémoires insérés dans cet ouvrage. Si je n'en eusse pas parlé, ce que je viens de dire sur l'état régulier complet et incomplet, donné à la même chaux d'arsenic par la même substance inflammable, est plus que suffisant pour démontrer ce que j'avance, et pour prouver que nos docteurs modernes sont en retard sur la connaissance des vrais principes de la chimie, quoiqu'ils aient la prétention de croire qu'ils lui ont fait faire des progrès par des mots qu'ils disent symétriquement arrangés.

6°. Nos docteurs modernes ne sont pas toujours d'accord entre eux sur leurs principes. L'un rejette, comme on vient de le voir, le phlogistique et ses différens états comme un principe qui échappe au raisonnement et à l'expérience; un autre l'attrape à la volée, et le fait connaître sous trois états différens, mais déguisé sous des noms que la secte seule entend apparemment. Un sel, dit-on, quoique composé de trois mêmes principes, peut être cependant dans des états très-différens, par la seule différence de leur proportion. Le sel sulfureux de Stahl, le tartre vitriolé, le tartre vitriolé avec excès d'acide, sont trois sels dont les propriétés ne sont pas les mêmes, et cependant ils sont tous trois composés de soufre, de principe acidifiant et d'alkali fixe. (Voyez Nomenclature chimique, page 22.) Certainement le sel sulfureux de Stahl et le tartre vitriolé différent entre eux par l'excès de phlogistique que le premier contient; une légère calcination même dans les vaisseaux clos dissipe ce principe en excès, et change ce sel en tartre vitriolé ordinaire, sans altérer la proportion d'acide qu'il contient, puisqu'on n'en recueille pas. Mais on convient donc que ce principe que je nomme *phlogistique*, et qu'on nomme, à ce que je crois, ici, *principe acidifiant*, peut varier de proportion et changer la propriété des corps; pourquoi refuserait-on à ce principe qui est composé, de changer d'état et de



proportion lui-même ? le phlogistique du charbon, etc., est nécessairement différent de celui contenu dans le sel sulfureux de Stahl. Qu'on donne au principe que je nomme *phlogistique* le nom qu'on voudra, son existence n'en est pas moins réelle, et les effets qu'il produit n'en sont pas moins différens, suivant l'état où il se trouve : il n'est donc pas un principe qui *échappe au raisonnement et à l'expérience*, puisque l'un des frères de la secte le reconnaît, mais sous le nom de *principe acidifiant*, en convenant même qu'on ne connaît pas la nature de ce principe.

7°. Ces trois sels, dit-on, sont composés de soufre, de principe acidifiant et d'alkali fixe. Quelle doctrine, bon dieu ! veut-on enseigner à des commençans ? Qui peut admettre la présence du soufre dans le tartre vitriolé ? Les docteurs modernes, me diront-ils : à la bonne heure ; il y a déjà long-tems qu'ils ont acquis le privilège de déraisonner. Néanmoins, malgré ce privilège, je ne puis me taire et laisser accréditer plus long-tems des erreurs si funestes aux progrès de la chimie.

Le tartre vitriolé est composé d'acide vitriolique et d'alkali fixe. Qu'on change, si l'on veut, le nom de cet acide en celui d'*acide sulfurique*, son nouveau nom ne fait point pour cela entrer du soufre dans la composition de ce sel. L'acide vitriolique tiré du soufre, ou tiré des vitriols, ou d'aluns, etc. n'est point différent ; il n'est point de la nature de cet acide de contenir du soufre ; lorsqu'il en contient, c'est accidentellement, et il ne fait point partie ni du tartre vitriolé, ni du sel sulfureux de Stahl. Si le soufre faisait partie de ces sels, il y serait dans l'état de foie de soufre ou de ce que la nouvelle nomenclature nomme *sulfure alkalin*. Dans ce cas, on le rendrait sensible, en le précipitant par un ~~alkali~~, comme je l'ai fait dans plusieurs occasions ; et il ne se développe point d'odeur d'œuf couvis, comme lorsqu'on précipite le soufre dissous par un alkali. J'ajouterai encore



ici , pour démontrer la défectuosité de la nouvelle doctrine sur cette matière , les expériences suivantes , qui donneront une nouvelle preuve de ce que j'ai déjà dit bien des fois , que le feu , le phlogistique se présente sous tant de formes différentes , qu'il serait bien difficile d'en calculer le nombre. Si l'on plonge dans de l'acide vitriolique très-pur un charbon embrasé , on produit sur-le-champ de l'acide sulfureux , avec lequel on forme le sel sulfureux de Sta l ; il n'y a point là de soufre employé ; il n'y a point là non plus de soufre de formé , quoique les matériaux propres à le produire s'y rencontrent. Le phlogistique embrasé s'unit à l'acide vitriolique sous une forme que je ne connais pas , qui produit de l'acide sulfureux et non du soufre. Si cet acide sulfureux contenait du soufre , il se manifesterait par précipitation avec l'alkali fixe , ~~comme nous venons de le dire~~ , et il noircirait l'argent , soit à froid , soit à chaud , comme le fait le soufre de l'une ou de l'autre manière , lorsqu'il est en dissolution dans quelque mélange que ce soit.

On dirait inutilement que le soufre , dissous dans les acides , perd cette propriété de ternir et de noircir les métaux , et qu'il n'a cette faculté que lorsqu'il est dissous par les alkalis. J'ai démontré dans un mémoire lu à l'académie , que la couleur jaune de l'acide marin est indépendante de cet acide ; elle est produite par du soufre qu'il tient en dissolution : un morceau d'étain , plongé dans cet acide jaune , lui enleve cette couleur sur-le-champ ; l'acide devient blanc , l'étain est noirci. Dans des travaux faits en grand sur l'étain , j'ai recueilli beaucoup de cette poudre noire dont Margraff parle le premier , et qui a été remarquée depuis par plusieurs chimistes : Margraff avait soupçonné qu'elle était de l'arsenic ; les chimistes qui l'ont observée après lui , ont dit qu'elle n'était pas de l'arsenic. Comme on n'en avait recueilli que des quantités infini-



ment petites, il a été difficile aux chimistes dont nous parlons, de prononcer d'une manière affirmative sur la nature de cette poudre; j'ai eu occasion d'en rassembler plusieurs livres que j'ai présentées à l'académie: cette poudre provenait d'étain de Mélaque en petit chapeau; le précipité dont nous parlons est du soufre qui minéralise un peu d'étain et de cuivre; le soufre défend ces métaux de l'action de l'acide marin, mais non de celle de l'acide nitreux. Cette poudre calcinée brûle avec flamme, exhale l'odeur du soufre, puis fondu, m'a donné un bouton métallique qui était de vrai bronze, et qui en avait toutes les propriétés.

Il en est de même de l'acide vitriolique de commerce; il tient du soufre en dissolution; on en sépare une partie, comme nous l'avons dit, en l'affaiblissant avec son poids égal d'eau; ce qui se précipite est la quantité que cet acide ne peut tenir en dissolution dans cet état d'affaiblissement; mais il en retient encore, c'est lui qui ternit les métaux qu'on lui présente; les chaudronniers l'emploient dans cet état d'affaiblissement pour décapper le cuivre à étamer: ils sont obligés de laver et de récurer le cuivre promptement, pour empêcher l'action du soufre qui continue de le ternir. Je me suis assuré que cet effet est dû au soufre, en employant de l'acide vitriolique purifié, comme je l'ai dit ci-dessus, qui ne contient plus de soufre; le cuivre se décasse avec la plus grande propreté, et ne se ternit en aucune manière, même sans être obligé de laver le cuivre. Il résulte de tout ce que nous venons de dire, que les acides minéraux, comme les alkalis, peuvent tenir du soufre en dissolution, mais qu'il est précipité par leur saturation réciproque, et qu'il ne fait point partie des sels neutres qui résultent; par conséquent, le tartre vitriolé et le sel sulfureux de Stahl, ou le *sulfate de potasse*, ne contiennent point de soufre.



*Ces sels*, dit-on, (le tartre vitriolé et le sel sulfureux de Stahl.) *sont composés de principes acidifiants*. Le principe acidifiant de nos docteurs modernes est plaisant; ils disent n'en point connaître la nature, et cependant ils lui font jouer les rôles les plus importants dans toutes leurs théories. *C'est*, disent-ils, *la bête de l'air déphlogistiqué*; j'ai fait voir, dans mon Appendice, que cette bête est un peu de matière inflammable qui combine beaucoup de feu pur, soit de la lumière donnée par le soleil, soit fournie par le feu de nos foyers pendant la calcination des métaux. Or c'est la bête qui lie ce feu, qui devient le principe acidifiant de nos docteurs modernes, et ils ont même grand soin de prévenir que le feu de l'oxygène se dissipe *en calorique* toutes les fois que l'air déphlogistiqué entre en combinaison. Le principe acidifiant est donc, suivant eux, distinct du feu contenu dans ce gaz. Le vrai principe acidifiant, c'est le feu, comme je l'ai dit bien des fois. Mais une remarque essentielle à faire pour démontrer l'obscurité de la doctrine moderne : si le tartre vitriolé ne contient que le principe acidifiant, il ne contient donc pas l'acide vitriolique en personne. Un principe n'est pas la chose, il est une des substances de la chose : le tartre vitriolé, par conséquent, suivant la doctrine moderne, ne contient pas d'acide vitriolique, mais seulement le principe qui acidifie une bête acidifiable. Cependant on décompose ce sel avec la plus grande facilité, et on en sépare l'acide vitriolique aisément, par le moyen de l'acide nitreux seul, comme je l'ai démontré il y a 30 ou 35 ans. Que d'observations de ce genre je pourrais faire sur la nouvelle nomenclature et sur la nouvelle doctrine; mais aussi que de tems à perdre inutilement ! car nos docteurs modernes n'aiment pas les discussions analytiques.

S'il est démontré que les acides vitriolique et marin contiennent accidentellement du soufre en



dissolution , on peut , par analogie , soupçonner que l'acide nitreux peut de même en contenir par accident. Jusqu'à présent je n'en ai pas aperçu dans le cours de mes expériences ; mais peut-être que , si l'on dirigeait ses recherches sur cet objet , en découvrirait-on de même en dissolution dans cet acide.

---

*Observations sur beaucoup de végétaux brûlés par des coups de soleil , sans nuages apparens , pendant les grandes chaleurs du mois de juillet 1793 ; lues à l'académie des sciences , le 20 juillet 1793.*

Cette année 1793 sera mémorable par des gelées tardives , par la sécheresse dans la saison où les pluies sont salutaires à la végétation , par sa grande chaleur dans le mois de juillet , et par des effets singuliers d'une immense quantité de foyers de chaleur , qui ont cuit et brûlé un grand nombre de végétaux sur pied et en pleine végétation.

Je bornerai mes observations à décrire seulement ce que j'ai vu dans plusieurs endroits de la plaine St. Denis près Paris. J'ai appris que les effets dont je vais rendre compte ont eu lieu également dans beaucoup d'autres endroits des environs de Paris , mais je ne les ai point vu.

Un froid sec a régné sur la fin du mois de mai ; il y a eu peu de jours de pluie et de chaleur , la végétation a été lente.

Le mois de juin , presque toujours sec et froid , n'a pas été plus favorable à la végétation des fourrages ; on a été obligé de les récolter plus de quinze jours avant le tems ordinaire , dans l'espérance d'avoir de meilleurs regains. Il a gelé blanc encore le 24 de ce mois et les jours précédens. Les gelées tardives ont fait beaucoup de tort aux arbres fruitiers.

La plus grande partie du fruit échappé aux ge-



lées a été atteint par de petites chenilles, dont les unes ont mangé les fleurs, et les autres se sont renfermées dans le fruit à mesure qu'il se nouait; la plus grande partie des fruits sont verveux et tombent, principalement les pommes.

Les chaleurs excessives du mois de juillet, et sans pluie, ont détruit les espérances qu'on avait sur la récolte de regains en fourages; les luzernes sont seches et brûlées, elles commencent à repousser depuis les pluies. Les petits pois et les haricots plantés hors des jardins, qu'on devait recueillir dans ce mois, sont secs et brûlés. Les avoines sont basses et peu chargées de grains dans beaucoup d'endroits. Cependant on voit plusieurs pieces de seigle et de blé assez belles et de hauteur ordinaire. J'ai vu de petites parties de sturgeons, semés dans des fossés faits pour séparer les terrains, belles et les épis bien garnis.

Les effets dont nous venons de parler sont causés par défaut de pluie dans les tems convenables; mais ceux dont nous allons rendre compte tiennent à une autre cause, et peuvent avoir lieu indépendamment des pluies même les plus abondantes; ils ne se présentent pas toujours avec la même intensité qu'ils ont eu lieu cette année ce sont une infinité de foyers de rayons du soleil, rassemblés par des nuages transparens invisibles à l'œil, qui se sont promenés de tout côté et ont brûlé par places plus ou moins étendues, les végétaux qui en ont été atteints, comme le feraient des foyers de miroirs ou de lentilles; ces effets ont eu lieu dans toute l'étendue de la plaine de Saint-Denis, en plaine campagne comme dans les jardins clos.

Plusieurs habiles physiciens n'ont point manqué de faire ces observations, tels que Boerrhave dans sa Chimie, et Hales dans sa Statique des végétaux, etc. Mais il paraît qu'ils n'ont pas eu occasion d'observer d'aussi grands effets que ceux qui se sont manifestés cette année. Hales, page 30



et suivantes, rapporte des observations faites dans des houblonnières brûlées par des foyers de lumière de soleil, rassemblés et réfléchis par des nuages visibles, et par des masses de vapeurs transparentes invisibles à l'œil, mais visibles avec des télescopes et des lunettes.

Le mois de juillet, jusqu'au 17, a été très-sec et très-chaud, souvent sans nuages; on peut croire, par les effets qui sont résultés de la grande chaleur, qu'il a régné dans l'atmosphère beaucoup de ces vapeurs invisibles à l'œil, qui ont fait fonction de lentilles dont parle Hales.

J'ai vu un grand nombre de feuilles d'arbres devenir en un instant seches et friables, de la manière la plus variée. Là c'étaient des places de plusieurs pieds d'étendue qui perdaient subitement leur verdure; ici c'était un certain nombre de feuilles dont la position ne présentait au foyer que les bords ou seulement quelques points de leurs centres; il n'y avait pas de ces places que le hasard soumettait à l'action des foyers qui en étaient atteints. La direction de ces foyers, leur intensité de chaleur et la nature des feuilles qui s'y trouvaient exposées, offrent encore beaucoup de variétés.

Des noisetiers entrelacés parmi des figuiers, les feuilles des premiers sont brûlées dans toutes leurs positions, et les feuilles de figuiers n'ont rien éprouvé, sans doute parce que la chaleur n'était pas assez intense pour brûler ces dernières, qui sont plus épaisses et plus aqueuses.

Les végétaux exposés au Levant ont peu de feuilles de brûlées; mais les mêmes végétaux exposés au Midi, sont la plupart dépouillés de leur verdure; tels que les groseillers, les noisetiers, les rosiers, les framboisiers, etc.

Des feuilles de groseillers entrelacées avec des feuilles de vigne, en plein vent, sont entièrement brûlées, tandis que les feuilles de vigne ne sont point altérées; beaucoup de grappes de



groseillers sont absolument cuites sur pied comme cuites au four.

Les feuilles de framboisiers et de fraisiers en plates bandes sont également brûlées, et les fruits cuits sur pied.

Un melon cantalou noir sur couche a reçu un de ces foyers de chaleur, qui a formé subitement une légère tache blanche livide, mais qui a disparu depuis les pluies; les feuilles n'ont point été atteintes.

Toutes les espèces de pommes qui n'étaient pas suffisamment abritées par des feuilles, ont éprouvé l'action des foyers dont nous parlons : elles sont atteintes sous des nuances différentes; celles qui n'ont reçu qu'un léger degré de chaleur sont devenues jaunes, de vertes qu'elles étaient; la tache jaune ou l'endroit frappé par le foyer, ne pénètre pas au-delà de la pellure. Celles, au contraire, qui ont reçu un plus grand degré de chaleur, sont cuites comme si on les eût présentées devant le feu; les pepins, dans la partie cuite, sont noirs comme dans l'état de maturité.

Les feuilles de beaucoup d'arbres à hautes tiges en plein vent, comme cerisiers, poiriers, pruniers, abricotiers, ont été peu ou point du tout atteints par ces foyers, sans doute à cause de l'agitation que l'air leur donne continuellement.

Les pommes brûlées par le soleil, sont parvenues à leur maturité et à leur grosseur; une brûlure ronde, de 21 lignes de diamètre, n'a que très-peu pénétré l'intérieur; la brûlure était concave; la pomme ouverte le 3 octobre offrait, dans le voisinage de la brûlure, des pepins noirs et mûrs, et dans la partie opposée, les pepins sont restés blancs, avortés, et n'ont point mûri. Les pommes avaient leur couleur et leur saveur. La plupart ne se sont pas conservées long-tems et ont pourri.



*Sur le feu qui agit sous forme de froid.*

Le froid et le chaud sont deux effets si grands, si généraux et si puissans dans la nature, encore si peu examinés dans l'opposition de leurs propriétés, que j'ai pensé qu'on pourrait, sans heurter le bon sens, hasarder les conjectures que m'ont fait naître le rapprochement d'un certain nombre d'expériences et d'observations, qui me font penser que ces deux phénomènes dépendent de la même cause, du feu enfin, modifié sous ces deux formes; modification dont la cause est aussi difficile à connaître que celle de l'attraction et de la répulsion.

J'ai rapporté, dans mes différens ouvrages et dans beaucoup d'endroits de celui-ci, les faits et les observations qui constatent ces vérités; mais je n'en ai point tiré les conséquences d'une manière aussi générale que je fais dans ce mémoire; je dirai même qu'elles sont le fruit de nouvelles réflexions faites depuis l'impression des articles où j'en parle dans ce volume; c'est pourquoi je ne ferai que citer les principaux faits d'une manière concise, afin d'éviter les répétitions, seulement pour les lier avec ce que j'ai à dire de plus sur la même matière, pour la facilité du lecteur.

Le froid jusqu'ici a toujours été considéré comme un être de raison, et absolument négatif à chaleur. Dès les premiers pas que j'ai fait dans la physique expérimentale, j'ai posé mes doutes, et sans m'écarter du cours de la doctrine reçue, j'ai soupçonné plus d'une fois qu'il pourrait être quelque chose de plus, sans pouvoir me rendre raison de la cause à laquelle je pouvais attribuer les effets du froid. J'avais la plus grande répugnance à admettre le fluide frigorifique, proposé par Musschenbrock, et je l'ai encore davantage: la nature, me disais-je, agit toujours par des moyens simples, et ne se complique pas dans l'exécution.



de ses opérations. Le fluide frigorifique, s'il existait, serait constamment opposé à la chaleur, et il faudrait encore supposer qu'il aurait été créé pour agir en sens contraire, comme l'attraction et la répulsion. Newton, auteur de la découverte de ces deux propriétés de la matière, en a démontré l'existence et la nécessité pour maintenir l'ordre et l'harmonie qui existent entre les globes qui roulent dans l'immensité. Mais nous ne voyons pas la nécessité d'admettre un principe nouveau, pour rendre raison de la cause des effets du froid, sur-tout quand nous reconnaitrons que ces effets sont parfaitement comparables à ceux de la chaleur, et que le feu différemment modifié a ces deux propriétés.

Dans mes réponses à Macquer, page 90, et dans tous mes ouvrages, j'ai fait voir que le feu se présente, dans les expériences et dans les résultats chimiques, sous des modifications infinies; il n'est pas plus surprenant de le voir se modifier encore sous une forme propre à produire la sensation de froid. Je conviens que n'étant point encore accoutumé aux expressions de *feu chaud* et de *feu froid*, on concevra difficilement que la même substance puisse se modifier sous des formes à produire des sensations directement contraires. Cependant si les faits indiquent que le feu possède ces deux propriétés, il faudra bien admettre ces expressions, toutes paradoxales qu'elles paraissent d'abord, comme on a été obligé d'admettre l'attraction et la répulsion comme deux propriétés inhérentes à la matière, qui agissent simultanément en sens contraire, et qui peut-être dépendent de la même cause.

On peut croire que ce qui a fait négliger les recherches sur la nature du froid, vient de ce que l'on confond toujours le feu avec la chaleur; cependant la chaleur n'est qu'un effet du feu, et distincte du feu lui-même. Je conviens que la chaleur ne peut avoir lieu sans la présence du feu;



feu ; c'est précisément la réunion de la cause avec l'effet , qui ont fait regarder le feu et le chaud comme une seule et même chose , et le froid négatif ou absence de chaleur , tandis que le froid n'est que l'absence d'un effet du feu , mais non l'absence du feu lui-même ; c'est ce que je me propose de développer. Au reste , si je me trompe , ce que je vais exposer répandra , j'espère , quelque lumière sur cette matière , et fera naître des doutes sur les idées reçues dans l'esprit des personnes qui raisonnent juste par habitude ; elles remarqueront que le froid personnellement mérite la peine d'être considéré autrement qu'il ne l'a été jusqu'à présent.

La nature , comme je dis dans ma Chimie , présente le feu sous des formes bien variées ; mais deux modes principalement se présentent à nos yeux d'une manière bien générale et bien frappante : le premier nous présente le feu pur isolé , et ne faisant partie d'aucun corps ; l'autre nous présente ce même feu combiné , et faisant partie constituante des corps composés. Le feu , dans l'état de combinaison , se présente encore sous des formes si infinies , qu'il est impossible au plus habile géomètre d'en déterminer le nombre. Il est bien singulier qu'on accorde aux autres élémens la propriété de se combiner sous des formes infinies , et dans toutes sortes de proportions , et qu'on refuse au feu cette propriété , lui qui est tellement actif sous tous les rapports , qui anime la nature et qui est continuellement tempéré dans ses effets par les autres élémens , qui semblent n'avoir été créés que pour modérer son action.

L'existence du feu dans les corps , sous les modifications dont je parle , n'a jamais fait une question problématique depuis Aristote jusqu'à nos jours ; il a été mis au nombre des élémens constituant les corps composés : ce sentiment , généralement adopté , n'a point éprouvé de variations.



Ses propriétés seules ont fait l'objet de beaucoup de dissertations savantes , dans lesquelles des auteurs ont considéré le feu et la chaleur séparément, et d'autres ont regardé l'un et l'autre comme étant une seule et même chose. La flamme , la lumière , la chaleur ont encore été confondues par d'autres. La chaleur se communique de proche en proche et se répand uniformément entre un système de corps placés dans une même température , mais non avec la même vitesse , quoique l'uniformité parvienne à s'établir dans un tems suffisant. On a soumis au calcul cette propriété du feu , et on a appris à connaître les lois de sa propagation ; mais comme nous pensons que la chaleur est indépendante du feu , il en résulte que la connaissance de la propagation de la chaleur peut être différente que la propagation du feu privé de chaleur. La chaleur , à la vérité , est inséparable de la présence du feu ; mais le feu pur , lorsqu'on y fait attention , se présente aussi et très-souvent sans chaleur , comme je l'ai fait remarquer dans la chaux vive , etc. Je ne parle pas du feu combiné comme il l'est dans la matière combustible , celui-là est bien décidément sans chaleur ; je parle du feu pur non combiné qui se manifeste avec ou sans chaleur , suivant les circonstances , ainsi que de celui qui se manifeste sous forme de froid.

Une des principales propriétés du feu par laquelle on reconnaît sa présence , est celle de dilater tous les corps ; on s'en est servi avec avantage pour la construction des thermometres. Mon objet, dans ce mémoire , est de faire connaître qu'il se passe , dans le sein du plus grand froid que nous puissions produire , des effets de dilatations , et qu'il se développe de la chaleur : il y a déjà bien des années que j'ai fait connaître ces phénomènes pour la première fois ; ils ne peuvent être méconnus pour la présence du feu ; ils sont généraux , ils ont lieu avec tous les corps de la na-



ture, soumis à l'action du froid. Sans chercher à deviner la cause qui produit ces phénomènes singuliers et même contraires, je les rassemble sous un même point de vue; je les compare avec les grands phénomènes du même ordre que la nature nous présente continuellement; je conclus que je présume très-fort que le froid n'a pas seulement pour cause la simple absence de la chaleur; qu'il me paraît être un mode du feu autre que celui sous lequel on le reconnaît jusqu'à présent (la chaleur), et qu'indépendamment de la chaleur qui se développe dans les circonstances de grand froid dont nous parlons, le froid agit comme froid, parce que la chaleur qui se manifeste dans ces circonstances n'est pas assez forte pour s'opposer à l'intensité des effets rigoureux que le froid produit, malgré la présence de cette chaleur; le froid, par conséquent, pourrait bien être une modification du feu sous forme de froid. D'après ces observations, je pense encore que les physiciens qui ont fait connaître la loi de la propagation de la chaleur, ont appris en même-tems celle de la propagation du froid, sans s'en douter, parce qu'ils regardaient toujours le froid comme négatif à chaleur. Je laisse aux géomètres le soin de la recherche des ressemblances ou des différences que peuvent manifester, dans leur marche, la propagation du feu considéré sous ces deux formes.

Il était réservé aux docteurs modernes de supprimer impitoyablement l'élément *feu*, malgré le besoin continuel que nous avons de sa présence, et malgré les rôles infinis qu'il joue sous toutes les formes, dans la nature et dans les opérations de l'art. Le mot *feu* ne se trouve même pas dans la nomenclature, ni nouvelle, ni ancienne; est-ce oublié dans l'ancienne? est-ce affectation dans la nouvelle? Ils ont mis dans leur catalogue des noms nouveaux, le mot *calorique*, sans s'apercevoir que les propriétés qu'ils donnent à ce *calorique* sont



celles reconnues par les physiciens qui ont confondu le feu avec la chaleur; ils ajoutent, par ce moyen, de nouvelles obscurités à celles qui existaient avant eux sur cette matière, puisqu'ils prennent une des propriétés du feu, pour un principe qui fait le fonds de leur principale doctrine. Beaucoup de personnes prennent ces changemens pour des découvertes essentielles, tandis qu'ils ne sont que de nouvelles erreurs ajoutées aux anciennes, comme on le verra successivement.

La chaleur et la froideur sont des effets qui indiquent la présence du feu et l'état sous lequel il se manifeste; il me semble qu'en bonne physique, on doit considérer séparément la substance d'avec les effets de la substance. La chaleur se communique, et elle ne se combine pas plus que le son d'une cloche avec l'air qu'il fait vibrer, ou que l'élasticité d'un ressort avec le corps qu'il choque.

Pour entendre cette proposition dans le vrai sens qu'on doit la concevoir, il convient de définir ce qu'on doit entendre par chaleur et froideur: ces deux modes n'existent que par rapport à nous; la nature, comme on le verra bientôt, est absolument indifférente à l'un comme à l'autre; elle fait emploi du froid et du chaud conjointement et séparément, pour opérer ses plus grandes et ses plus admirables opérations. Ainsi le chaud et le froid sont deux qualités que nous ne pouvons distinguer que par rapport aux impressions qu'elles font sur nos organes et sur les thermomètres. Nous reconnaissons au tact et au thermomètre, qu'un corps est chaud, quand nous éprouvons un sentiment de chaleur plus fort que celui de notre température propre, ou lorsque le thermomètre indique plus de chaleur que le local où l'on fait l'observation. Dans ce sens, il y a plus de chaleur respective. Ce que nous disons là, on peut le retourner pour le froid.

Dans ces derniers tems, nos docteurs modernes



ne pouvant donner rien de neuf sur le froid et le chaud, ont cru instruire en faisant une distinction de chaleur libre et de chaleur combinée; la chaleur est toujours libre, et ne peut jamais se combiner : examinons d'abord la chaleur libre.

De l'eau qu'on fait chauffer davantage que n'a la chaleur regnante, et plus fort que notre température à nous-mêmes, nous fait éprouver une sensation de chaleur; l'excès de chaleur dont elle est pénétrée n'est point combiné, elle n'est qu'adhérente; encore peut on changer à volonté les degrés d'adhérence : ainsi cette adhérence n'est que relative au genre de refroidissement qu'on lui procure; cet excès de chaleur se dissipe successivement et plus lentement, à mesure qu'elle approche de la température du local. Si on la met refroidir dans un local beaucoup plus froid, on conçoit qu'elle se refroidira beaucoup plus vite : ainsi cette adhérence est bien légère, puisqu'elle n'est que relative. La chaleur n'est point combinée avec l'eau, par conséquent.

Il en est de même des autres corps : la chaleur les pénètre, elle entre et sort plus ou moins librement, suivant leur nature; voilà toute la différence. Si l'on fait rougir une barre de fer, elle est pénétrée de feu et de chaleur; elle se refroidit ensuite, la cause et l'effet se dissipent; il ne reste rien de l'un ni de l'autre, après son entier refroidissement. Ces deux exemples suffisent pour faire connaître ce que j'entends par chaleur libre; nous allons voir encore que la chaleur ne se combine pas.

Le feu qui accompagne la chaleur peut seul rester, entrer en combinaison, et se combine en effet toutes les fois qu'on lui en procure l'occasion. Un métal qu'on fait calciner est pénétré de feu et de chaleur pendant la calcination; la chaleur se dissipe par le refroidissement de la chaux; mais une partie du feu dont le métal a été pénétré pendant sa calcination, reste sans



chaleur : elle est combinée avec la chaux du métal, augmente son poids et son volume; la chaux en est saturée; en un mot, la chaleur qui est indépendante du feu se dissipe sans rien laisser de sa substance, puisqu'elle n'en a pas, comme une lumière qui ne brille plus après son extinction.

La chaleur a été considérée de nos jours, par d'habiles physiciens, d'une manière bien différente que je ne le fais ici, absolument dans le sens de la nouvelle doctrine, qui ne reconnaît point d'élément feu : entre plusieurs hypothèses qu'ils développent dans leur mémoire sur la chaleur, il m'a paru qu'ils attribuent la cause de la chaleur au mouvement des molécules insensibles de la matière dont les corps sont essentiellement composés; ils supposent que ces mouvemens ont lieu dans les pores ou vides des corps mêmes les plus durs; pores qui sont plus nombreux et plus volumineux que le volume des parties de la matière qui les compose. Ces espaces laissent aux parties de la matière la liberté de se mouvoir continuellement, en tout sens, avec une telle rapidité, que de tous ces frottemens, il en résulte la chaleur. Cependant ils ne paraissent pas non plus fort attachés à cette hypothèse, quoiqu'ils la développent d'une manière fort étendue : l'instant d'après ils laissent appercevoir qu'ils soupçonnent que la chaleur est un fluide : alors elle ne serait plus le résultat de mouvemens mécaniques. Le feu n'entre pour rien dans le système de leurs recherches sur la cause de la chaleur, ils conviennent que nous ignorons sa nature; enfin ils se renferment dans l'examen de ses propriétés sous un point de vue nouveau, qui m'a paru mériter quelques considérations, puisque je traite de nouveau la même matière. Leurs expériences sont accompagnées de calculs mathématiques, dans lesquels il m'est impossible de les suivre; mais j'ai pensé que la base fondamentale



sur laquelle reposent les expériences, pouvait être conçue sans ce secours ; et les observations que j'ai à faire ne roulent que sur ce dernier objet.

On peut présumer, quoiqu'ils ne le disent pas, qu'ils supposent que ces mouvemens, cause de la chaleur, ne sont pas également rapides dans tous les corps, puisqu'ils leur supposent de contenir des inégalités de chaleur, quoiqu'exposés à une même température ; ils donnent le nom de *chaleur spécifique* à cette chaleur respective, qu'ils supposent être inégale entre les corps. Ils proposent ensuite une série d'expériences très-ingénieuses, pour en apprécier la quantité et en connaître les différences respectives entre les différens corps. Pour y parvenir, ils mettent d'abord les corps qu'ils veulent éprouver dans un même lieu, à une température commune et déterminée ; on enveloppe ensuite ces corps dans des boules de glace ; on juge ensuite, par la quantité de glace fondue indiquée par le poids de l'eau qui en provient, de la quantité de chaleur spécifique respective entre les corps soumis aux expériences : c'est sous ce point de vue expérimental seulement que nous nous permettons de faire quelques observations, parce que les expériences ont servi de base à plusieurs théories de la nouvelle doctrine, que je ne crois ni bonne, ni vraie ; au reste, c'est au lecteur à juger ensuite.

1<sup>o</sup>. D'après ce que nous avons exposé ci-devant, et d'après ce que nous nous proposons de dire, nous croyons que les corps n'ont ni chaleur, ni froideur spécifique ; la nature est indifférente à cet égard, pour leur donner de préférence l'un ou l'autre ; ils ne sont doués ni de froid, ni de chaud spécifique ; ils prennent tous la température du lieu qui les contient : celle qu'ils prennent à une température quelconque, ne leur est point inhérente. Les uns prennent plus tôt ou plus lentement la température ; les corps métalliques y parviennent les premiers : voilà la seule



différence. Il ne nous paraît pas exact de penser que la glace se comporte d'une manière uniforme avec la chaleur des différens corps.

2°. Ce système d'expérience est fondé sur un fait que la présomption indique devoir être vraie, mais que l'expérience dément. *Si l'on recueille, dit-on, l'eau produite de la glace fondue par le corps, lorsqu'il est parvenu à zéro, son poids sera proportionnel à la chaleur qu'il aura perdue, en passant de sa température primitive à celle de la glace fondante; car il est clair qu'une double quantité de chaleur doit fondre deux fois plus de glace, en sorte que la quantité de glace fondue est une mesure très-précise de la chaleur employée à produire cet effet.*

Nous n'avons point d'observations à faire sur la première proposition; il fallait la rapporter pour faire connaître à quoi est liée la seconde: c'est cette seconde qui ne nous paraît pas juste.

3°. C'est un fait que j'ai constaté, que les corps refroidis à un terme qui varie comme leur nature, se réchauffent et se dilatent lorsqu'on leur applique un plus grand froid que celui qui leur a fait perdre leur première chaleur, comme on le verra dans un instant. Le terme de la glace fondante qu'on a pris pour température générale des corps soumis aux expériences, affecte déjà les corps d'une manière qui n'est point uniforme, et qu'on ne peut pas connaître par la manière dont on s'y est pris. Pour suppléer aux boules de glaces dont nous avons parlé, on s'est servi, pour plus d'exactitude, d'une machine où les corps sont entièrement enveloppés de glace et entourés d'une autre couche de glace, séparée par une cloison, pour mettre les corps et la glace opérans à l'abri des impressions de la chaleur de l'air. Qui peut observer les perturbations et les changemens de chaud et de froid alternatif qu'éprouve, sans se décomposer, un corps soumis à l'action de la glace; tous effets qui se passent dans des machines closes, où l'œil ne peut péné-



trer ; et quand la vue pourrait s'y porter , les effets se succèdent avec tant de rapidité , qu'il faut , pour les remarquer , que l'œil ne quitte point l'expérience d'un instant. Alors l'eau produite de la glace par ces différens mouvemens , est comprise avec celle produite par la chaleur du corps ; que conclure du poids de cette eau , pour apprécier la quantité de chaleur spécifique , puisqu'il n'y a point de terme où l'on puisse dire raisonnablement que la chaleur restante dans un corps , après un refroidissement donné , puisse être estimé sa chaleur spécifique ? Faisons voir à présent que la chaleur agit autrement sur la glace que sur les autres corps ; ce qui va répandre d'autres incertitudes sur ces expériences ; le double de chaleur ne fait pas fondre deux fois plus de glace.

4°. Si , à deux livres de glace pilée , on ajoute deux livres d'eau chauffée à 10 , 15 ou 20 deg. , la glace se fond , et le mélange donne zéro de chaleur au thermomètre.

5°. Si , à ces deux livres de glace pilée , on ajoute deux livres d'eau bouillante , la glace se fond plus vite que dans la première : voilà toute la différence ; mais le mélange ne donne encore que zéro de chaleur au thermomètre. Cependant il y a ici plus du double de chaleur / la chaleur agit donc autrement sur la glace que sur tous les autres corps : il est certain qu'avec toute autre substance , même avec de l'eau liquide , l'excès de chaleur se manifeste après le partage réciproque entre le froid et le chaud. Alors qui peut deviner les actions et réactions , tant du corps que de la chaleur spécifique qu'on lui suppose contenir. Sans m'écarter de mes principes , je dis qu'il est clair qu'une double quantité de chaleur ne fond pas deux fois plus de glace , en sorte que la quantité de glace fondue n'est pas une mesure précise de la chaleur employée à produire cette fusion ; moi je pense que , dans cette occasion ,



la chaleur, effet du feu, est éteinte subitement comme une lumière; le feu reste en se changeant sous forme de froid, comme dans les expériences dont nous allons parler. A quoi attribuer ce changement, me dira-t-on? je dirai, à l'indifférence du feu d'être froid ou chaud; et j'ignore absolument la cause de cette indifférence.

6°. Il m'est impossible de suivre ce mémoire dans de plus grands détails, je n'entends pas assez les calculs mathématiques; mais ce que je viens de dire suffit pour faire connaître que la nature est absolument indifférente au chaud ou au froid spécifique, et que le double de chaleur ne produit pas le double d'effet sur la glace. Continuons ce que nous avons commencé, de prouver que le froid est un effet du feu.

7°. Le feu dilate les corps en les échauffant; il s'insinue dans leurs pores comme de petit coins, jusques dans leurs molécules primitives, augmente par ce moyen leur volume et non leur poids. Le froid en fait autant. Il contracte d'abord les corps; mais parvenus à un certain point de contraction, ils cessent de se contracter, l'application d'un plus grand froid les dilate, les échauffe, augmente leur volume comme le fait la chaleur.

8°. De l'eau prise à 10 degrés au-dessus de la glace, est dans le *maximum* de son moindre volume: si on l'échauffe de 4 ou de 6 degrés, on conçoit que son volume augmente, et on prend note de cette augmentation. Si ensuite on la rappelle à sa première température, elle revient au premier volume qu'elle avait auparavant: si alors on lui applique 4 ou 6 degrés de froid, elle augmente de volume de la même quantité qu'elle avait augmenté par le même nombre de degrés de chaleur, et elle commence déjà à manifester de la chaleur, quoiqu'elle soit encore éloignée du terme de sa congélation. C'est faute d'avoir connu ce phénomène qu'on a conclu que l'eau avait une chaleur spécifique plus grande que celle



des autres corps. Ce phénomène n'est point particulier à l'eau, il est commun à tous les liquides que j'ai éprouvé ; avec cette différence que ceux moins gelables que l'eau produisent ces effets à des degrés de froid différens, suivant leur nature. Ces phénomènes sont encore communs à tous les corps de la nature. C'est d'après ces observations que j'avais conçu le projet de faire un glaçomètre, dont j'ai déjà parlé plusieurs fois.

9°. De l'eau peut être refroidie, dans nos climats, à 20 degrés au-dessous de la glace, et n'être point gelée : le seul repos de masse opère cet effet ; mais dans cet état, le moindre mouvement qui trouble ce repos la fait geler subitement ; elle augmente de volume et produit, en se gelant, 19 degrés  $\frac{1}{2}$  de chaleur. Aussi-tôt que toute l'eau est gelée ; ce qui n'est pas long, la glace indique à-peu-près les 20 deg. de froid que l'eau avait avant de se geler. Tous ces mouvemens du froid au chaud, et de ce dernier état au froid, ont lieu dans l'espace de quelques secondes, en passant de l'état liquide à celui de solide. Si les corps éprouvent tous ces mouvemens par le froid, il est difficile de déterminer le terme où il convient de les prendre pour connaître leur chaleur spécifique : si on voulait les prendre à l'instant où ils cessent de se contracter par le froid, on se tromperait encore, le degré de froid qui convient à l'un pour le rappeler à cet état, n'est pas le même pour un autre ; il faudrait les étudier tous en particulier. Ainsi, sous tous les rapports, les moyens proposés ne peuvent servir à faire connaître que les corps exposés à une même température, admettent plus de chaleur libre les uns que les autres.

10°. Cette expérience de l'eau présente deux faits qui paraissent, au premier abord, difficiles à concilier ; ce sont les 20 degrés de froid avant la congélation, et les 19 degrés  $\frac{1}{2}$  de chaleur qui naissent subitement pendant qu'elle se gele. Je



crois, moi, pouvoir interpréter ces faits au feu, qui change subitement de forme, et qui agit de l'une et de l'autre manière; il n'y a que la chaleur, effet du feu, qui s'est éteinte dans le premier refroidissement de l'eau à 20 degrés au-dessous de la glace; la chaleur reparait par le mouvement de la congélation; elle disparaît de nouveau après que toute la glace est formée. Si le feu s'absentait (ou la chaleur s'absorbait, suivant d'autres), comment reviendrait-il aussi subitement en quantité suffisante, pour opérer ces contrastes qui ont lieu dans quelques secondes de tems: il faut encore observer que cette expérience se fait à la température de l'air à 20 degrés au-dessous de zéro; ainsi ce n'est pas la température de l'air qui apporte la chaleur qui se manifeste dans cette expérience. Il n'est pas nécessaire que la température de l'air soit à 20 degrés pour observer ces phénomènes, ils ont lieu à toutes températures au-dessous de la glace; ils sont seulement proportionnels au froid que peut avoir l'eau sans être gelée, lorsqu'on veut les faire manifester.

11°. Si on applique à de l'eau pure 25 ou 30 degrés de froid (et peut-être mille), l'effet sera le même; l'eau se gèle couche par couche, et non dans un instant, parce qu'elle éprouve du mouvement; mais elle ne peut prendre qu'un demi-degré de froid au-dessous de la glace; la glace formée ne peut se refroidir davantage tant qu'elle est surnagée par de l'eau non gelée. Mais une remarque essentielle, c'est l'accumulation de froid qui se fait dans cette glace, que la présence de l'eau empêche de se manifester. Si, en cet état, on ôte le vase du bain de froid, et qu'on renverse promptement l'eau liquide, la glace formée fait aussitôt descendre le thermomètre de plusieurs degrés, quoique le vase de l'expérience soit hors du bain. L'eau liquide ne peut donc prendre qu'un demi-degré de froid, et elle empêche la glace qu'elle mouille d'en prendre plus.



qu'elle. Il y a donc des circonstances où le froid existe, s'accumule sans se manifester, comme nous venons de le dire. La rivière offre tous les hivers une partie des phénomènes dont nous parlons : la partie qui reste eau liquide n'a jamais qu'un demi-degré de froid au-dessous de la glace, quelque froide que soit la température de l'air, comme de 20 degrés au-dessous de la glace. Elle devrait se geler à ce froid ; elle ne se gèle pas, ni ne peut se refroidir qu'à un demi-degré au-dessous de sa congélation, parce qu'elle éprouve un trop grand mouvement, tandis que le repos de masse lui permet de prendre la température froide de l'air, et le plus léger mouvement la fait geler subitement.

12°. L'eau contenue dans des corps solides, en se gelant, les fait casser et fendre par l'effet de la dilatation de ce liquide ; dilatation qui continue jusqu'à la fusion après sa parfaite congélation, comme je le fais remarquer dans ma Chimie. Les pierres susceptibles de s'imbiber d'eau éprouvent ces effets. Le froid intense fait crever une boule très-forte de métal, un gros canon de cuivre, etc. ; la rupture est aussi certaine que par la chaleur, quoique l'eau rougisse dans la machine de Papin sans la faire crever ; mais on conçoit que, si la chaleur était portée à une plus grande intensité, l'eau liquide ferait crever cette machine, comme le fait la glace. On ne peut méconnaître, dans ces effets, ceux de dilatation ; effets communs à ceux que produit le feu sous forme de chaleur. Toutes ces observations, si je ne me trompe, sont de nouvelles preuves que le froid est nécessairement autre chose que la simple absence de la chaleur, comme on l'a toujours pensé, parce qu'on a toujours confondu la cause avec l'effet.

13°. Les corps solides éprouvent de la dilatation de la part du froid ; il est plus que présumable qu'ils s'échauffent, comme les liquides, à



l'instant où le froid commence à les dilater. Je m'étais proposé de faire un glaçometre, pour connaître à quel degré de froid ils cessent de se contracter, et celui où ils commencent à se dilater; j'en suis empêché par les circonstances. Mais sans connaître à quel degré de froid cet effet commence, je suis certain du fait. On sait d'ailleurs que le fer même le plus doux qui éprouve une certaine intensité de froid, qui n'est pas même fort considérable, devient aigre et cassant, et je me suis assuré qu'en cet état, il augmente de volume. C'est ce que j'ai nommé, dans ma Chimie, *métal gelé*. Environ 8 à 10 degrés de froid suffisent pour produire cet effet, tandis qu'une chaleur très-peu supérieure à celle de l'eau bouillante, rend aigre et cassant le plomb et l'étain.

14°. De tout ce que je viens d'exposer jusqu'à présent, il résulte que les liquides, comme les solides, éprouvent de la dilatation de la part du froid, et manifestent de la chaleur; que ces effets sont communs au feu qui agit sous forme de chaleur. Dès 1770, j'avais publié mes observations sur la chaleur qui se produit dans l'eau et dans des liqueurs plus ou moins spiritueuses, au moment de leur congélation, à l'effet de constater la différence de ces phénomènes entre des liqueurs moins gelables les unes que les autres (1). Depuis, j'ai fait la même observation sur les sels qui produisent également de la chaleur en se cristallisant: on peut consulter ma Chimie, imprimée en 1773. On trouvera encore, dans cet ouvrage, une observation bien importante qui généralise ces phénomènes; c'est sur le plomb, qui constate que les métaux, par le seul repos de masse, peuvent rester en fusion long-tems, parfaitement froids, à une température froide, sans se figer,

---

(1) Voyez *Mémoire sur plusieurs phénomènes que l'eau présente au moment de sa congélation*.



de même que l'eau ; un léger mouvement le fait figer , du moins en cassant le creuset il a coulé à terre et s'y est figé ; je parle de cette observation à l'article des *Essais de mine de plomb* , dans ma Chimie.

15°. Ce sont ces expériences et ces observations qui servent de bête à plusieurs théories de la prétendue nouvelle doctrine ; je ne me serais pas attendu , lorsque je les ai publiées , qu'on les aurait travesties. L'un prend un lambeau qu'il explique mal (1) ; l'autre en fait un axiôme , juste à la vérité , sans indiquer qui lui a fourni les matériaux pour le former. *Les corps , en passant de l'état liquide à celui de solide , produisent de la chaleur et vice versa*. Axiôme pour axiôme , je puis former celui-ci , d'après les observations dont je viens de rendre compte. *Les corps , soit liquides , soit solides , sans passer d'un état à l'autre , et sans se décomposer , sont dilatés par le froid et manifestent de la chaleur. L'intensité de froid qui fait éprouver ces deux effets varie comme la nature des corps*.

16°. Nous allons reconnaître , dans les expériences de froid artificiel , des effets de dissolutions de liquéfaction opérés par le froid comme par la chaleur ; et nous observerons que ces effets sont d'autant plus grands , que la substance employée contient davantage de feu légèrement combiné. Je me dispenserai de rapporter les expériences , pour ne pas faire de répétitions ; je ne ferai que les citer : elles sont d'ailleurs connues de tous ceux qui s'occupent des sciences physiques. On sera convaincu , j'espère , que le froid est autre chose que la simple absence de la chaleur ; qu'il est du feu qui exerce , sous cette forme , des actions de froid très-marquées.

17°. Ce qui a arrêté et arrête encore les progrès de la théorie du chaud et du froid , sont les ex-

---

(1) *Elémens de pharmacie* , 7<sup>e</sup>. édition , page 739.



pressions incorrectes, fausses, qu'on a introduites dans la physique; leur défaut de justesse et même les idées contraires qu'elles présentent, font commettre des erreurs à chaque instant, telles que *chaleur absorbée, calorique absorbé, le calorique a plus d'affinité avec telle substance qu'avec telle autre; la matière du feu, la matière de la chaleur*, etc. etc. Ce sont les expressions favorites de nos docteurs modernes; il est important que j'en fasse connaître ici toute la défectuosité, afin qu'on puisse mieux comprendre ce que je vais exposer sur les froids artificiels.

18°. La chaleur est un effet, une sensation que tout le monde connaît, et qu'on rapporte au feu, parce qu'on a la certitude que la présence du feu produit sur nous cet effet : au lieu qu'on ne sait ce que l'on doit entendre par le *calorique* de nos docteurs modernes; l'un en fait un être métaphysique; l'autre, une substance indépendante du feu, puisqu'il n'existe point de feu pour eux : néanmoins cette substance, sans exister, a des propriétés caloriques et des affinités marquées. Voilà à quoi on peut apprécier la doctrine du calorique. On conçoit difficilement comment un effet peut être absorbé : remarquez, lecteur, qu'en physique, c'est de la justesse de l'expression que dépend la justesse de l'idée. On dit, une éponge absorbe de l'eau; de la craie absorbe un acide; la substance absorbée reste et fait partie du corps qui l'a absorbée : si la chaleur est absorbée par un corps, elle doit augmenter la chaleur de ce corps; nous verrons dans un instant qu'il arrive précisément le contraire, la chaleur n'est point absorbée; quand elle disparaît d'un mélange, elle est éteinte, anéantie, détruite, comme la lumière d'une bougie qu'on éteint : on ne peut pas dire que la lumière est absorbée.

19°. La chaleur n'étant qu'un des effets du feu, quelle croyance peut-on donner aux prétendues affinités qu'on assigne à la chaleur sous les noms  
de



de *calorique* et de *matière de la chaleur*, etc. Cet effet du feu n'a et ne peut avoir aucune affinité chimique; la chaleur, en pénétrant les corps, les dilate seulement et se dissipe avec la même facilité qu'elle est entrée; mais elle ne peut contracter aucune union de combinaison, pas plus que l'effet élastique d'un ressort qui se détend, ou le son d'une cloche ne se combine avec l'air mis en vibration. La *matière du feu* est une expression encore plus absurde, et qui présente une idée fausse et obscure, elle suppose que le feu est composé; quelle est sa composition?

20°. Il en est de même de la chaleur spécifique des corps; celle qu'ils contiennent au moment où on les emploie dans les expériences de froids artificiels, n'est ni *expulsée* ni *absorbée*; le froid et le chaud ne s'expulsent ni ne s'absorbent: si la chaleur était expulsée sous forme de chaleur, elle se manifesterait en échauffant les corps voisins; il arrive précisément le contraire, ils sont refroidis en raison de leur proximité aux vases qui contiennent les expériences. J'ai fait beaucoup d'expériences de froids artificiels, j'ai toujours observé que lorsqu'il est très-intense, il se fait un transport de matière invisible qui passe au travers des pores des vases de toutes espèces, que cette matière m'affecte les mains d'un froid douloureux, comme elles le seraient par une même quantité de chaleur. On m'objectera, sans doute, que cet effet est dû à la masse d'air environnante, refroidie: fort bien; alors je répondrai, *Le feu n'est donc point expulsé caloriquement; il a donc changé de mode; sous ce mode de froid il se propage donc, il a donc des propriétés communes avec la chaleur ou avec le chaud.*

21°. La chaleur spécifique d'un corps n'est pas non plus absorbée, elle est éteinte comme une lumière qu'on éteint; si elle était purement et simplement absorbée, elle resterait dans le mélange et s'opposerait à ce qu'il se produisît du



froid ; elle ne s'y oppose pas , je puis conclure que le feu de cette chaleur change de forme. On me demandera , comment ce changement est-il produit ? je n'en sais rien ; c'est un fait. Je sens ce feu sous cette forme ; il s'échappe du mélange avec abondance , il me pénètre douloureusement en me faisant éprouver une sensation qu'on est convenu de nommer *froide* ; ce qui s'échappe a des propriétés communes avec le chaud ; je dis que , sous cette forme , il est du *feu froid*. Les corps n'ont ni chaleur ni froideur spécifique ; par conséquent nous croyons que cette expression , *chaleur spécifique* , de nos docteurs modernes , n'est pas plus exacte que les précédentes.

22°. J'ai fait des froids artificiels autour de grandes cloches de verre parfaitement vides d'air ; les thermomètres placés au centre baissaient plus promptement , et même un peu plus que lorsque la cloche était remplie d'air , parce que , dans le premier cas , le froid avait cette masse d'air de moins à refroidir. Il traversait plus librement l'espace qu'il avait à parcourir ; le froid passe donc au travers du verre , ou plutôt au travers des corps ; il passe au travers les murailles de nos appartemens ; il se propage comme le feu accompagné de chaleur , il est du feu accompagné de froid ; voilà la seule différence. Comment le feu s'accompagne-t-il de froid ou de chaud ? je n'en sais rien ; je laisse cette question à décider à d'autres plus habiles que moi.

23°. Nous avons vu que la chaux vive , la pierre à cautère , la soude , la potasse , etc. contiennent assez de feu libre pour incendier les corps en s'éteignant dans l'eau ; d'autres substances , sans produire des effets aussi grands , s'échauffent beaucoup pendant leur mélange avec de l'eau ; tels sont les acides minéraux , l'esprit-de-vin , etc. , parce qu'elles contiennent beaucoup de feu , ou libre , ou si légèrement combiné , qu'il avoisine de près l'état de feu pur et libre : toutes ces subs-



tances sont précisément celles qui produisent le plus grand froid , étant mêlées avec de la glace ; il est d'autant plus intense , que la glace se fond plus vite , et que la substance se mêle mieux avec l'eau qui résulte de la fusion de la glace. La différence de ces effets , directement contraires , vient uniquement de l'état sous lequel l'eau est employée.

24°. Je dis que , si l'eau liquide provoque le dégagement d'une partie du feu de ces substances , c'est parce que , dans cet état d'affaiblissement , elles n'en peuvent conserver autant que dans leur état de concentration. Le feu se manifeste avec chaleur ; j'en ignore la cause : mais il s'en dégage une partie ; c'est un fait : je le sens , il me brûle ; je le vois dans la chaux , dans la potasse , etc. Je le vois pour ainsi dire de même dans les autres substances ; et s'il ne se manifeste pas de même avec incendie , c'est qu'elles sont déjà mêlées avec de l'eau , et que nous ne sommes pas maîtres des proportions ; je suis dans le cas de conclure que cette chaleur est produite par le feu qui se dégage de ces substances , et qui se dissipe à mesure que les mélanges se refroidissent.

25°. A présent je dis , que si l'eau ordinaire occasionne le dégagement du feu de ces substances , la glace et l'eau de la glace doivent opérer le même dégagement ; il n'y a pas de raison pour croire ou même pour soupçonner le contraire. Dans les deux positions , c'est l'eau qui agit ; elle ne peut dégager que la même substance , du feu enfin. Dans la première , cet élément se présente avec ses effets de chaleur ; nous en sommes certains , d'après ce qui vient d'être dit : dans la seconde , le feu se présente avec ces effets de froid. Je puis conclure , sans craindre de me tromper , que le feu a changé de mode , par le seul effet de l'état de l'eau employée. Pourquoi cette différence ? je n'en sais rien ; c'est encore un fait : de ces deux faits , je tire la conséquence suivante ,



que le feu , essentiellement , n'est ni chaud ni froid ; il est l'un et l'autre par rapport à notre constitution , lorsque nous éprouvons ses actions d'une manière incommode. L'excès de chaud au-delà d'une température douce, que nous ne pouvons pas supporter, nous le nommons chaud ou très-chaud, suivant l'intensité : de même nous nommons froid et très-froid, celui qui commence à avoir une telle âpreté, que nous ne pouvons supporter qu'avec peine, ou même avec douleur : mais la nature est indifférente à ces deux états, la constitution organique se trouve mieux lorsque le feu se répand dans l'atmosphère avec une chaleur douce, que lorsque le froid agit. Mais il n'en résulte pas moins que le feu est froid ou chaud, suivant les circonstances. C'est ce que je m'étais proposé de démontrer, et je crois l'avoir fait jusqu'à présent d'une manière peu susceptible d'objections raisonnables ; la suite, au reste, va confirmer mon sentiment. J'ai prouvé et démontré, dans ma Chimie et dans cet ouvrage, que le feu se modifie à l'infini ; je n'avais parlé que d'une manière non précise, qu'il se modifiât encore sous forme de froid ; ainsi c'est une modification de plus à ajouter à toutes celles que j'ai décrites : ce que je viens de dire sur cette matière confirme la solidité de mes réponses à Macquer.

26°. Les sels cristallisables, qui ne se dissolvent pas plus dans l'eau froide que dans l'eau très-chaude, sont dissous par le froid en plus grande quantité que par la chaleur. La chaux vive, quoique contenant beaucoup de feu libre, ne donne que 4 degrés  $\frac{1}{2}$  de froid avec la glace, parce que sa substance terreuse se délaie très-mal dans l'eau à cette température ; mais si l'on fait entrer en compensation la chaleur non manifestée, dans cette expérience qu'elle donne en s'éteignant dans l'eau, on trouvera pour résultat, qu'elle est la substance qui produit le plus grand froid, parce qu'elle est celle qui contient le plus de feu. Qu'on



fasse ensuite la même compensation de la chaleur non manifestée des acides minéraux, on sera encore convaincu qu'ils donnent moins de froid que la chaux vive. Les huiles, soit grasses, soit essentielles, quoique contenant beaucoup de feu, donnent peu ou point de froid avec la glace, parce qu'elles ne se mêlent point avec l'eau; et leur feu, d'ailleurs, est trop bien enveloppé et combiné : cependant les huiles essentielles très-rectifiées, qui, par cette raison, deviennent dissolubles dans l'eau, donnent beaucoup de froid étant mêlées avec la glace.

27°. Il y a long-tems qu'on a soupçonné que le froid pourrait être quelque chose de plus que la simple absence de la chaleur. Il a été tenté, mais inutilement, de converger le froid par le moyen des miroirs et des lentilles; j'ai tenté aussi ces expériences, sans plus de succès; j'en rends compte dans mes deux mémoires sur le froid produit par l'évaporation des liqueurs, insérés dans les volumes des mémoires des savans étrangers de l'académie; mais je dirai que je n'ai pas pris les précautions convenables pour éviter la chaleur environnante. Au reste, il n'y aurait rien de surprenant que les moyens nous manquent pour reconnaître au froid toutes les propriétés du chaud.

28°. Il est inutile, je pense, de citer ici un plus grand nombre de faits du même genre, pour appuyer ou pour confirmer mon opinion sur la cause du froid, lorsque la nature en offre du même ordre de la manière la plus générale et sous plusieurs formes.

29°. J'observe d'abord que les effets du froid rigoureux sur les corps vivans sont, comme je l'ai déjà dit dans cet ouvrage, de les cautériser, de les brûler, de faire élever des ampoules remplies de sérosité, comme le fait l'eau bouillante, et non de les carbonner, comme le fait un fer rouge appliqué immédiatement; j'en ai expliqué la raison précédemment. On peut voir à la page 98,



comment je conçois que le chaud brûle : la même explication convient à la brûlure par le froid. Je pourrais rapporter beaucoup d'accidens fréquens de membres brûlés par la gelée, dans les pays du Nord ; mais ils sont trop connus.

30°. Les végétaux sont également dilatés et brûlés par le froid intense, les arbres sont fendus, éclatés, etc. On me dira que ces effets sont dus à l'eau de végétation qui se gèle : mais il n'en sera pas moins vrai que le feu seul ayant la propriété dilatable, ces corps sont encore dilatés par le feu sous forme de froid qui dilate la glace, ou bien il faut supposer qu'une autre substance encore inconnue, a la même propriété ; il suit de là que le feu sous forme de froid conserve sa propriété dilatable.

Pour peu qu'on ait un jardin en plein air à sa disposition, il n'est pas rare d'observer des brûlures aux feuilles des végétaux faites par le froid ; elles ont lieu le plus souvent pendant des nuits froides du printems, elles suivent plusieurs pieds d'étendue en longueur sur peu de largeur ; comme qui dirait le passage d'un filet d'air froid non mêlé à la masse d'air.

31°. A des périodes que la nature seule connaît, nous éprouvons de tems à autre, dans notre climat tempéré, des hivers que nous trouvons très-rigoureux, parce que le thermometre descend à 20 degrés au-dessous de la glace ; mais on sait qu'il existe aux pôles un froid habituel bien autrement rigoureux, puisqu'il paraît qu'aucun être vivant ne peut y subsister ; ce froid est fort étendu, il existe en grande masse ; est-il croyable que, s'il n'était que la simple absence de la chaleur, il existerait de cette force, sans interruption, à côté de la chaleur, et qu'il n'y aurait pas quelques relâches de tems en tems ? Je crois que ce froid rigoureux est, comme les précédens, un mode du feu ; c'est une zone glaciale par opposition à la chaleur de la zone torride. J'ai dit



que le feu n'est ni chaud ni froid, mais susceptible de devenir l'un et l'autre, suivant les circonstances; je conviens en même-tems qu'il est difficile de l'observer et de le reconnaître dans cet état neutre, et encore plus difficile de deviner quels seraient les degrés qu'il indiquerait à nos thermometres : si ce n'est peut-être le moment du passage où les corps cessent de se contracter par le froid, et l'instant où ils se dilatent par l'application d'un plus grand froid; mais à présent cet état neutre, pris à ce terme, serait particulier à chaque espece de corps, ils exigent plus de froid les uns que les autres, pour parvenir à cet état de repos. D'après toutes ces raisons, je crois encore qu'il n'existe point de chaleur spécifique, et que nous ne pouvons nous former aucune idée du froid et du chaud absolu; que si ces extrêmes sont possibles, ils doivent exister dans la nature, et peut-être dans quelques parties du globe où nous n'avons pas encore pénétré. Il serait sans doute bien intéressant pour la physique de connaître les combinaisons que la nature forme dans ces volcans de froid, tranquilles en apparence, pour les comparer à celles formées dans les volcans de chaud et bruyans; mais ces connaissances nous seront éternellement soustraites, il n'est pas plus possible de pénétrer dans l'un que dans l'autre, tous deux sont aussi dangereux à aborder et répandent au loin leurs influences chaude et froide. J'ignore ce que c'est que le froid et le chaud, et comment ils sont produits; mais tout m'annonce qu'ils sont tous les deux des effets du feu, je ne puis que comparer leurs effets et faire voir qu'ils ont des propriétés communes.

32°. Si les effets du froid n'étaient que la seule absence de la chaleur, comme on le croit communément, et sans que rien agisse après cette absence, ce serait, ce me semble, admettre un effet plus grand que la cause. Lorsqu'un corps



est refroidi et qu'il a perdu toute la chaleur qu'il peut perdre, jusqu'au point où il cesse de se contracter, c'est tout ce qu'il peut en perdre dans ce premier instant; alors l'application d'un plus grand froid le dilate et l'échauffe. Mais la chaleur qu'il acquiert n'est que relative au froid qu'il avait : car, malgré cette chaleur, le corps est encore si froid qu'il serait imprudent de le toucher avec les doigts mouillés. Si cette chaleur secondaire est encore un effet du feu, et qu'elle ait des propriétés communes avec du feu chaud, mais que, par rapport à nous, elle donne une sensation de froid très-intense; je conclus alors que c'est du feu froid, et qu'il brûle comme du feu chaud, comme de l'eau bouillante, sans charbonner, pour les raisons que j'ai expliquées précédemment. Nous pouvons rendre ceci plus sensible par un exemple pris à la température froide que nous éprouvons dans notre climat. Je ne puis donner cet exemple qu'en faisant une supposition; je n'ai point le glaçomètre dont j'ai déjà parlé, sans cela j'aurais fait l'expérience; au reste, le fait est vrai, la supposition n'est que dans le nombre des degrés que je ne connais pas. Supposons une barre de fer refroidie à vingt degrés au-dessous de la glace, et qu'elle ait prise toute la contraction qu'elle peut éprouver; dans cet état, si on lui applique un plus grand froid, elle se dilate et se réchauffe; supposons que ce soit de dix degrés, il lui reste encore dix degrés de froid au-dessous de zéro, qui sont suffisans pour produire les effets de brûlure dont nous parlons. Si l'on ne veut pas rapporter au feu sous forme de froid, l'action secondaire dont nous parlons, il faut supposer qu'il y a dans les corps une substance qui n'est point feu et qui agit comme lui, après que les corps ont perdu une certaine quantité de leur chaleur. Il me semble, d'après tout ce qui vient d'être dit, voir dans ces phénomènes les effets du feu qui exerce toujours son action



dilatable, soit qu'il soit froid, soit qu'il soit chaud; le froid et le chaud enfin ne sont que des propriétés du feu, et ne sont point le feu personnellement. On me demandera comment je conçois que le feu puisse avoir des propriétés qui paraissent directement contraires; ma réponse est simple, je l'ai déjà faite; je la répète: je n'en sais rien; mais je vois que ce sont des faits que je ne puis expliquer.

33°. Je conviens que, accoutumés comme nous le sommes à jouir, dans nos climats tempérés, des effets d'une chaleur douce et vivifiante, on aura de la peine sans doute à se persuader que le feu, qui est la cause de cette chaleur bienfaisante, puisse changer ce mode en celui qui produit des effets si contraires et si rigoureux. Je dirai que l'on connaît mieux les effets du froid, par les ravages qu'il produit, que sa nature qu'on a absolument négligé d'étudier. On aura peut-être encore tout autant de peine à se persuader que le froid est tout aussi nécessaire que la chaleur; qu'il est un principe dont la nature se sert pour opérer d'aussi grandes opérations que par la chaleur. S'il était possible de soumettre au calcul la somme de chaud et de froid qui existe sur notre globe, je ne sais qui l'emporterait des deux. Il ne serait pas plus aisé de trouver la différence du nombre des grandes opérations que la nature fait avec le froid et avec le chaud. Si le froid était la simple absence de la chaleur, existerait-il avec autant d'abondance dans la nature, et en aussi grande masse aux pôles, dans les nuages, etc.? Il est aussi permanent que la chaleur; toujours en action comme elle, il opère continuellement sous nos yeux les plus grandes et les plus utiles combinaisons, nécessaires à l'économie organique; il est la cause finale des nuages, des météores aqueux, et de tout le système hydrostatique qui existe sur notre globe.

34°. Si le froid n'était que la simple absence



de la chaleur, se propagerait-il comme la chaleur, et peut-être aussi promptement; peut-être même le froid se converge-t-il aussi; quoique je n'y sois pas parvenu, ce n'est pas une raison pour croire le contraire; il n'y a personne qui n'ait remarqué que l'approche d'un gros nuage fait disparaître subitement la température douce qu'on ressentait; le froid du nuage arrive avec la plus grande promptitude. On me dira qu'il refroidit la masse d'air au-dessous; à la bonne heure: si le froid du nuage produit cet effet, ce ne peut être qu'en se propageant; le nuage est donc très-froid, puisqu'il propage son froid; mais ce froid tient beaucoup d'eau en dissolution. Le froid a donc des propriétés communes à celles de la chaleur.

35°. Si le froid n'est que l'absence de la chaleur, comme disent la plupart des physiciens, comment concevoir, dans le phénomène ci-dessus, que l'absence d'un effet (de la chaleur) puisse produire un effet plus grand que la présence de la chaleur ne pourrait faire elle-même; puisque, à volume égal, un nuage tient peut-être cent mille fois plus d'eau en dissolution que le volume d'air qu'il occupe n'en pourrait tenir à la plus grande température de nos étés à 30 degrés au-dessus de la glace; et observez qu'il regne dans ce nuage un froid glacial.

36°. Reconnaissons maintenant que la nature, par le moyen du froid, tient, sous forme de nuage, plus d'eau en dissolution que par la chaleur; examinons ces deux genres de dissolution, et remarquons que l'eau en nuage présente un corps suffisant, qui donne prise aux vents pour être transporté en tout sens, sur toute la surface du globe, d'un pôle à l'autre. Sans cette propriété du froid, qui tient l'eau en nuage, l'eau qui s'élève de la surface du globe serait dissoute complètement transparente, ne donnerait aucune prise aux vents, ne tomberait qu'en rosée loca-



lement, incapable d'humecter la terre d'une manière abondante et aussi générale que l'économie organique en a besoin, et nous serions privés de fontaines et de rivières : est-il croyable que la simple absence de la chaleur, l'absence d'un effet enfin, puisse jouer un aussi grand rôle dans la nature ?

37°. Il s'élève chaque jour, de la surface du globe, une immense quantité d'eau sous forme de vapeurs, par l'effet de la chaleur du soleil; il serait bien difficile d'en calculer la quantité; cependant quelques physiciens ont pensé qu'ils pouvaient, par approximation, estimer que, de la mer seule; il s'en élevait tous les jours une couche d'un pouce d'épaisseur sur toute sa surface, sans compter celle qui s'élève du continent. L'eau ainsi élevée dans l'atmosphère se partage en deux parts parfaitement distinctes et séparées l'une de l'autre. L'une, et c'est la plus petite partie, reste dans l'état de simple vapeur dissoute complètement dans l'air par la chaleur, ne trouble point sa transparence sensiblement, et ne s'oppose point au passage de la lumière.

L'autre n'est que dans l'état de demi-dissolution, et c'est la plus grande partie; celle-ci se présente sous forme de fumée, que nous nommons *nuages*; elle trouble la transparence de l'air, et intercepte en grande partie le passage de la lumière. L'eau élevée dans l'air est communément pure, elle est de l'eau distillée dans le grand alembic de la nature; l'atmosphère est le chapeau et la surface du globe, le récipient dans lequel elle retombe sous différentes formes, en rosée, en pluie, en neige, en grêle; elle fertilise la terre, produit les fontaines, les rivières, etc. J'ai déjà exposé, dans ma Chimie et dans mon Appendice, en partie, ce système hydrostatique de la nature; mais de nouvelles réflexions m'ont fait présumer qu'à ces vérités, je pouvais en



ajouter d'autres , qui dépendent des propriétés du froid.

38°. Considérons d'abord la partie de l'eau tenue en parfaite dissolution dans l'air. L'air peut être considéré comme le principal dissolvant de l'eau ; mais comme ce n'est que par la chaleur que celle-ci est dissoute , on conçoit que l'atmosphère , en changeant de température continuellement , n'en tient pas toujours la même quantité en dissolution : il en est toujours saturé ; mais la proportion de cette saturation varie , comme le froid ou le chaud qu'il éprouve. Le tems où l'atmosphère tient le plus d'eau en dissolution est celui des grandes chaleurs de l'été , et celui où il en tient le moins est le tems des grandes gelées. Telle est , en général , la théorie établie d'après les observations ; mais il faut en convenir , elle est de tems en tems contrariée par des opérations secrètes de la nature. On observe en été , lorsque le baromètre est très-haut , qu'il fait bien chaud et le vent du Nord , que l'air est sec comme dans le tems des grandes gelées ; quoique , à raison de la chaleur regnante , il devrait être plus humide. Il serait sans doute bien intéressant pour l'économie organique et pour la physique , d'avoir des moyens d'apprécier avec justesse la quantité d'eau contenue dans chaque pied cube d'air , par exemple , et de connaître , avec la même précision , celle contenue dans l'air dans les diverses circonstances ; cela paraît facile au premier coup-d'œil , et cependant c'est ce qu'il y a peut être de plus difficile dans la physique. Plusieurs habiles physiciens ont proposé des hygromètres très-ingénieux , qui suffissent , ne pouvant faire mieux , qui néanmoins n'ont pas la perfection qu'on pourrait désirer. J'ai tenté moi-même quelques expériences sur cet objet , et j'ai apperçu que , parmi les difficultés qui se présentent à chaque pas , il y en a qui m'ont paru insurmontables.



Au reste l'air , dans les circonstances les plus favorables , tient fort peu d'eau en dissolution complète par la chaleur, par comparaison à celle contenue dans les nuages en demi - dissolution par le froid. L'eau complètement dissoute ne donne aucune prise aux vents , elle n'est point transportée comme les nuages ; elle ne se condense le plus ordinairement qu'en rosée, lorsque l'atmosphère éprouve , le soir et la nuit, quelques degrés de refroidissement qui fait précipiter l'excès dont il s'était saturé à quelque peu de chaleur de plus. Si la nature n'avait que ce moyen pour fertiliser la terre , il est très-croyable que nous serions privés de fontaines et de rivières.

39°. De l'eau qu'on fait bouillir dans une chaudière , et dans un local fermé , remplit ce local d'un brouillard qui ressemble à un nuage , il ne subsiste que quelques instans , et se convertit en buée ou rosée ; l'air du local n'en retient en dissolution qu'au prorata de la chaleur que l'air conserve. L'eau devait cet état de brouillard à du feu pur sous forme de chaleur qu'elle a chariée ; le feu ne peut contracter aucune union de combinaison permanente avec l'eau , la chaleur se dissipe , l'eau retombe en buée : c'est une image en petit de la formation de la rosée par le refroidissement de l'atmosphère.

40. L'eau dans les nuages , au contraire , y est dans un état de combinaison permanente avec de la matière inflammable très-pure , tenue en demi-dissolution par un froid de plusieurs degrés au-dessous de la glace , sans cependant ni se condenser , ni se geler. On peut croire qu'il y a un *maximum* de froid convenable à cet état , que la nature sait se choisir ; si le nuage éprouve un plus grand froid , l'eau se gèle , tombe en neige ou en grêle. Si le nuage éprouve quelques degrés de chaleur inconvenable à cet état , l'eau est dissoute complètement ; une partie rentre dans la masse d'eau sous forme de vapeurs , et l'autre



retombe sous forme de rosée. C'est une observation singulière, la chaleur qui convient à la dissolution du nuage, est incapable de dissoudre, sous forme de vapeurs, toute l'eau qu'il contient.

41°. Il n'y a personne qui, ayant voyagé au printems ou en automne, dans les pays de montagnes, n'ait remarqué, après le lever du soleil, des nuages de terre, même fort étendus, et que, obligé de les traverser, d'être un peu mouillé, par la raison que nous venons de dire, et d'y avoir éprouvé un froid considérable, quoique ces nuages soient entourés d'une température de 10 ou même 12 degrés au-dessus de la glace, comme je l'ai observé moi-même. J'ai observé encore que ce froid commence à se faire sentir à plus de 50 toises avant d'entrer dedans, comme on éprouve une sensation de froid à quelques pouces de distance d'un vase dans lequel on fait un grand froid artificiel. Ces nuages sont dissous ensuite à mesure que le soleil s'élève sur l'horizon; une partie de l'eau se réduit dans l'état de vapeurs invisibles à nos yeux, tandis que l'excédent que la chaleur ne peut dissoudre retombe en petite brouine et mouille bien, comme je viens de le dire.

42°. On remarque tous les jours, à l'approche d'un gros nuage, que lorsqu'on se trouve au-dessous, on éprouve, dans toutes les saisons, un froid subit et quelquefois glacial, ordinairement accompagné de vent. Avant les voyages aërostatiques, on n'avait rien de certain sur la température froide des nuages; nous savons aujourd'hui qu'ils sont encore plus froids que ceux de terre : je n'ai pas sous la main les degrés de froid observés pour les citer; mais il me reste dans la mémoire qu'il est de plusieurs degrés au-dessous de la glace, même dans les chaleurs de l'été; ce que je puis assurer, pour l'avoir observé, c'est qu'en traversant des nuages de



terre, j'ai remarqué au thermometre à mercure, deux degrés de froid au-dessous de zero, tandis que, hors des nuages, la température était à 10 degrés au-dessus, par un beau soleil qui enveloppait les nuages; pendant qu'il dissolvait la partie supérieure, la partie inférieure se convertissait en petite bruine.

43°. Les nuages sont donc essentiellement plus froids que le degré qui convient à la congélation de l'eau, et ne se gèlent pas; ils contiennent infiniment plus d'eau qu'une température très-chaude, mais supportable, n'en peut dissoudre en vapeurs. Les nuages circulent d'une zone froide à une zone chaude; ils sont entourés de toutes parts de la lumière chaude du soleil, sans se résoudre ni en eau ni en vapeurs: le froid et le chaud s'entremêlent et se confondent, par le moyen des vents, sans nuire à leurs fonctions réciproques. Ici les nuages conservent leur état par le froid; là, le froid les convertit en neige, en grêle, et même en pluie; d'un autre côté, le chaud en fait autant, et nous donne de la pluie ou de la grêle; et on me dira que tous ces phénomènes de froid ont lieu par la simple absence de la chaleur, c'est-à-dire par la simple absence d'un effet du feu! En vérité cette doctrine serait digne de nos docteurs modernes; ils ne l'ont pas imaginée, il est vrai; mais ils l'ont adoptée avec leur calorique et son absence, et même embellie par de grands mots insignifiants, amphibologiques, faits tout exprès pour donner le change sur les vraies théories des grandes opérations de la nature, et sur nos petites opérations chimiques.

45°. Tels sont les faits comme ils m'ont paru, si l'on en trouve de contradictoires, ils ne m'en paraissent pas moins vrais; ils peuvent seulement être interprétés autrement: que les docteurs modernes fassent connaître mes erreurs, je les abjurerai et leur en témoignerai ma reconnaissance de bonne foi. Mais il n'est pas aisé de contre-



dire que le froid et le chaud dissolvent beaucoup d'eau, chacun de leur côté; il serait même difficile de dire laquelle des deux causes en dissout davantage. Ces phénomènes eussent été difficiles à concilier, avant les brillantes découvertes des gaz et de leurs propriétés; mais nous savons aujourd'hui et spécialement, par la belle expérience de Quinquet, rapportée dans mes *Elémens de pharmacie*, page 751, 8<sup>e</sup>. édition, que la matière inflammable facilite la dissolution d'une très-grande quantité d'eau dans l'air. L'eau, dans les nuages, y est combinée par le froid, avec la matière inflammable. Lorsque l'étincelle électrique vient brûler la matière inflammable, l'eau ne pouvant plus être dissoute retombe, par son poids, en météore aqueux, concret ou liquide, suivant la température regnante. C'est un exemple de la prétendue recombposition de l'eau de nos docteurs modernes.

## F I N.



## A D D I T I O N S.

*Page 209 , après la 9<sup>e</sup>. ligne , ajoutez :*

Si notre soleil était à une aussi grande distance de nous que le sont les étoiles fixes , on peut croire qu'il ne nous donnerait ni chaleur ni lumière ; il ne pourrait pas plus que les étoiles fixes enflammer l'air déphlogistiqué de l'atmosphère.

Lorsque notre horison est entièrement couvert par des nuages , l'inflammation de la matière de la lumière est interceptée ; l'atmosphère n'est enflammé qu'au-dessus des nuages , le jour apperçu est sombre , il est celui vu au travers de ces mêmes nuages ; l'inflammation de la matière de la lumière ne se propage pas jusqu'à nous ,

*Au bas de la page 210.*

La lumière de la lune est celle de son atmosphère enflammé ; nous la voyons au travers de la transparence du nôtre : comme il n'y a point de communication entre les deux atmosphères , le nôtre ne peut être enflammé , et ne peut devenir lumineux par ce moyen , comme il le devient par le soleil.

*Page 330 , après 6<sup>o</sup>. ajoutez :*

La chaleur ne pénètre pas la glace , comme elle pénètre les autres corps ; elle ne gagne que lentement , de surface en surface , sans échauffer l'intérieur. Une masse de glace prise à zéro , plongée dans de l'eau bouillante , et y restant jusqu'à la fusion de la moitié de son volume et de son poids , n'est point échauffée dans l'intérieur , ni même à sa surface ; ce qui reste de glace au sortir de l'eau bouillante est encore à



zéro, tandis que tout autre corps de plus grand poids et de plus grand volume, comme une pierre, un métal, etc., est échauffé jusque dans son intérieur. Un fer rougi à blanc, plongé dans un gros morceau de glace, y fait son trou, et n'échauffe point la glace restante, tandis qu'une masse de plomb s'échaufferait au point de ne pouvoir être touché sans être brûlé. La glace est donc un corps sur lequel la chaleur agit autrement que sur les autres, puisque la chaleur, quelque violente qu'elle soit, ne l'échauffe pas. On ignore même si la glace se dilate par la chaleur, je parle de la glace prise à zéro.

On peut croire que des canons formés de glace prise à 40 ou 50 degrés de froid, comme en a fait faire l'impératrice de Russie dans un hiver rigoureux à Pétersbourg, sont susceptibles de s'échauffer par l'inflammation de la poudre, parce que cette glace a une grande latitude de froid à perdre avant de parvenir à la fusion. Mais on ignore si la glace se dilate par la chaleur; on ne sait pas mieux si de la glace à la température dont nous parlons, s'échauffe dans l'intérieur par la chaleur violente et subite, tandis qu'un canon de métal s'échauffe à l'extérieur, dès le premier coup qu'on tire.



# OBSERVATIONS

S U R L E

## R A P P O R T

D U C I T O Y E N G U Y T O N ,

A Y A N T P O U R T I T R E :

*Sur la question de savoir en quel état les salpêtres doivent être livrés dans les magasins de la République, et sur le mode d'en juger le titre; fait à l'Institut national, le 26 thermidor an V, et imprimé dans les Annales de Chimie, n°. 69.*

---

DANS l'espace d'environ douze ans, il a été proposé, pratiqué, approuvé trois procédés pour apprécier le titre des salpêtres bruts livrés à la régie par les salpêtriers, tous trois admis successivement, d'après des expériences reconnues suffisantes pour en faire connaître l'efficacité, et cependant rejetées tour-à-tour, sur la demande des régisseurs, comme leur étant onéreux. Le cit. Guyton vient d'en proposer encore un autre; c'est le quatrième, par conséquent; est-il meilleur? établit-il entre l'acheteur et le vendeur, cette balance réciproque si desirable entre les parties contractantes. C'est ce que nous allons examiner; mais nous osons dire d'avance que, si son système d'épreuve était adopté, il détruirait promptement toute fabrication de salpêtre en France. Comme je m'occupe de cet objet depuis long-tems, je présume pouvoir y répandre quelques lumières.

Il doit paraître bien surprenant que le salpêtre



sottant de la fabrication, composé de trois substances salines seulement, ou de quatre si l'on veut, occupe les chimistes depuis si long-tems, sans être encore parvenus à donner un procédé simple de facile exécution, capable de faire connaître le poids du salpêtre pur contenu dans le salpêtre brut. Cependant, on ne demande pas à connaître ni le poids du sel marin, ni celui de l'eau-mère; l'un et l'autre restent absolument au profit de la régie. Pour résoudre ce problème, il faut n'être influencé par rien, pas même par l'idée de faire cadrer les produits de l'essai avec ceux du raffinage en grand. Les salpêtriers, étrangers à ce dernier travail, ne peuvent être cautions d'opérations défectueuses qui peuvent se pratiquer. L'analyse seule donne des produits certains auxquels on doit comparer ceux fournis du même salpêtre par la méthode proposée; c'est le seul moyen de connaître si l'épreuve est bonne; c'est ce qu'on a négligé de faire dans le dernier rapport, comme dans les trois qui ont précédé.

Le cit. Guyton s'est laissé influencer de toute manière, par la brochure de Lavoisier; c'est elle qui fait le fond de son rapport, il a copié mot à mot tous les endroits où Lavoisier dit que les produits du raffinage sont au-dessous de ceux de l'épreuve, depuis un jusqu'à dix pour cent, et qu'il faut faire cadrer les produits de ces deux opérations pour établir la justice entre l'acheteur et le vendeur. Pour justifier ces pertes, Lavoisier imagine que le salpêtre s'évapore pendant l'ébullition au raffinage. Le cit. Guyton adopte cette idée. Lavoisier s'empare de mon procédé pour affiner le salpêtre par le simple lavage à l'eau pure et froide, afin, dit-il, d'éviter les pertes occasionnées pendant l'ébullition. Le cit. Guyton, qui avait en mains les preuves que ce procédé m'appartient, le donne de nouveau à Lavoisier, en faisant les plus grands éloges du procédé et du prétendu auteur.



Si, au lieu d'adopter sans examen les idées de Lavoisier, le cit. Guyton eût jetté un coup-d'œil dans les ateliers de la régie, il eût vu que le déficit du salpêtre au raffinage ne s'est point volatilisé, et qu'au contraire il s'est précipité en nature, sous toutes les formes, dans le sol des ateliers, d'où on le retire de tems en tems. Il est arrivé quelquefois qu'on l'a laissé imbiber jusqu'à une si grande profondeur, que les terres étaient salpêtrées jusqu'à l'eau, et qu'il s'en était perdu beaucoup par ce moyen. Ce salpêtre provient de celui des seuls salpêtriers de Paris et de ceux des environs, puisqu'on n'affine que ceux-là à l'Arsenal; ne nous faisons point d'illusions, ce salpêtre n'est point formé par nitrification artificielle, comme quelques personnes voudraient le faire croire; il est placé là tout formé par imbibition.

Nous bornerons ici nos observations sur le préambule du rapport du cit. Guyton, d'après lequel il a cru pouvoir fixer son procédé d'épreuve des salpêtres bruts; c'est ce procédé lui-même que nous allons examiner.

## EXAMEN DU PROCÉDÉ DU CIT. GUYTON,

### AYANT POUR TITRE :

*Instruction sur le procédé à suivre pour l'épreuve du salpêtre. Annales de Chimie, page 267.*

« Le but de l'épreuve (dit le cit. Guyton) qu'on  
 „ fait subir aux salpêtres bruts, est de connaître  
 „ la quantité de vrai salpêtre qu'ils contiennent,  
 „ ou ce qui est la même chose, de déterminer  
 „ la quantité de matières étrangères qui s'y trou-  
 „ vent mêlées, pour en faire la déduction; de  
 „ manière que le titre connu par cette espece de  
 „ départ, le fournisseur reçoive le prix qui lui



„ est légitimement dû , et que le produit du tra-  
 „ vail en grand , conduit suivant les regles de  
 „ fabrication , réponde , avec le moins de diffé-  
 „ rence possible , aux résultats de l'épreuve. „

*Observations.* 1°. Avant de proposer son mode, le cit. Guyton aurait dû , ce me semble , s'assurer , comme nous l'avons déjà dit , que les produits obtenus par son procédé sont égaux , ou fort approchans de ceux obtenus par l'analyse du même salpêtre ; s'il eût fait cette comparaison , il eût reconnu comme moi , que , par son procédé , les bons salpêtres , c'est-à-dire ceux qui sont à 20 ou 25 de déchet , perdent depuis trois jusqu'à six pour cent ; que ceux de médiocre qualité perdent jusqu'à seize pour cent. Nous en dirons les raisons dans un instant. Si l'on fait supporter ces déchets illégitimes aux salpêtriers , ils ne reçoivent pas alors ce qui leur est légitimement dû.

2°. Son mode d'épreuve ne fait pas connaître , par conséquent , la quantité de vrai salpêtre contenu dans les salpêtres bruts.

3°. Le cit. Guyton fait toujours dépendre le produit du travail en grand de celui de l'épreuve ; ce qui ne nous paraît pas juste ; les salpêtriers ne peuvent pas répondre des erreurs qu'on peut commettre dans les manipulations en grand , ni des regles de fabrications auxquelles ils n'ont aucune part : au reste , quelles sont ces regles ? celles qui existaient sont déjà changées. Qui assurera qu'on ne les changera pas encore , et qu'on ne fera pas des erreurs d'un autre genre ?

Le cit. Guyton , § II. « Préparation de la li-  
 „ queur qui doit servir à l'épreuve.

„ Cette liqueur est une dissolution de salpêtre  
 „ pur , dans l'eau , portée au point de satu-  
 „ ration.

„ On prend du salpêtre raffiné , dont on a vé-  
 „ rifié la pureté ; on le pulvérise ; on en met dans



„ l'eau jusqu'à ce qu'elle refuse d'en prendre  
 „ davantage , étant portée à la chaleur de l'é-  
 „ bullition.

„ Cette liqueur est déposée dans un vase , où  
 „ l'on a soin de tenir toujours une certaine quan-  
 „ tité du même salpêtre pur , réduit en poudre.  
 „ Elle peut être préparée quelques jours avant  
 „ l'épreuve ; mais si elle était ancienne , si le  
 „ salpêtre tenu au fond s'était réuni en masse ,  
 „ et que l'aréomètre n'indiquât plus le degré de  
 „ saturation , suivant la température , on y ajou-  
 „ tera une certaine quantité de dissolution chau-  
 „ de , et on remuera le mélange jusqu'à ce que  
 „ l'agitation cesse de faire remonter l'aréo-  
 „ mètre. „

*Observations.* 1°. On préparait ci-devant l'eau saturée d'épreuve avec de l'eau chaude ; on a renoncé à ce moyen , parce qu'il fallait trop de tems pour la refroidir , et que pendant son refroidissement , elle éprouvait presque toujours trop de cristallisation. On a pris le parti de la préparer la veille , de la manière suivante.

2°. On met dans un grand bassin de cuivre une bonne quantité de salpêtre pur , en poudre , passé au tamis de crin ; on verse par-dessus une suffisante quantité d'eau froide , de manière qu'il reste beaucoup de salpêtre en poudre de non-dissous ; on remue ce mélange souvent dans la journée , la liqueur se trouve toute préparée pour le lendemain , jour fixé pour procéder aux essais.

3°. Il est très-croyable que le cit. Guyton n'a pas lui-même préparé l'eau saturée , comme il l'a prescrit ; il eût appris que huit livres d'eau bouillante dissolvent vingt livres de salpêtre ; la dissolution refroidie forme une masse , de laquelle l'eau saturée se sépare trop lentement ; si l'on verse cette liqueur bouillante , comme il le dit , sur du salpêtre en poudre , ce dernier s'imbibera du peu de liqueur que laisse la cristallisation du



salpêtre , de manière qu'il faudra à peu-près un millier de salpêtre pour préparer assez d'eau saturée pour un très-petit nombre d'épreuves. Alors c'est laisser à l'opérateur la liberté de préparer cette eau d'épreuve à son gré ; c'est elle qui fait tout le point de la difficulté du procédé.

4°. Il est difficile de conserver cette eau d'épreuve seulement un jour entier au même degré de saturation ; elle suit avec la plus grande facilité les vicissitudes de la température. Si la température diminue , la masse de liqueur ne se refroidit pas avec la même vitesse ; si l'on en fait usage dans cette circonstance , la régie est en perte ; si le contraire arrive , ce sont les essais de salpêtre qui perdent , les salpêtriers par conséquent ; la différence est d'un demi pour cent par chaque degré de changement dans la température.

5°. L'eau saturée de salpêtre employée à ces essais sera une éternelle source d'erreurs , même en faisant tous ses efforts pour opérer exactement.

6°. En 1792 , Lavoisier prépara , dans quatre gros ballons de verre , de l'eau saturée à l'aide de la chaleur ; la liqueur de deux , au moment d'opérer , se trouva à 14 degrés du pese-liqueur , et la liqueur des deux autres à 11 seulement , à la température de 5 degrés au-dessus de zéro ; la première convenait aux opérations qu'on allait faire ; c'était le 28 février 1792. Pourquoi cette différence entre quatre gros ballons de verre , placés à côté les uns des autres sur une table de bois , dans le laboratoire ? Nous n'en chercherons pas la cause ; il suffit de connaître le fait pour assurer que cette eau saturée peut souvent induire en erreur.

7°. Par méprise on employa l'eau saturée faible ; de cette seule méprise les salpêtriers éprouverent un déficit de 48,277 livres. Je m'en aperçus après les opérations faites ; on fut obligé de



recommencer , comme le dit Lavoisier lui-même , page 22. On le fit le 28 mars et jours suivans ; les salpêtriers ont recouvré 327<sup>27</sup> livres de salpêtre. *Il n'est*, dit Lavoisier , même page , *resté aucun scrupule sur l'exactitude de cette seconde épreuve.* J'avais reconnu ce déficit par l'analyse de cent onces de salpêtre , pris au prorata des livraisons individuelles de chaque salpêtrier , pour former un commun , qui se rapportât au commun des essais.

„ Le cit. Guyton dit , § III. Manière d'opérer  
 „ et conditions de l'opération qui garantissent  
 „ l'uniformité des résultats.

„ Quatre hectogrammes formant l'échantillon  
 „ d'épreuve , étant placés dans un bocal de verre ,  
 „ on y verse cinq décilitres de la dissolution  
 „ saturée ; on agite continuellement le mélange  
 „ pendant quinze minutes , avec une baguette de  
 „ verre ; on décante la liqueur quand le sel s'est  
 „ déposé ; cette décantation se fait sur un filtre ,  
 „ pour recevoir le sel qui aurait pu être entraî-  
 „ né. On verse sur l'échantillon une nouvelle  
 „ quantité de dissolution saturée , qui est égale  
 „ à la moitié de la première , c'est-à-dire de  
 „ deux décilitres et demi. On agite pareillement  
 „ pendant quinze minutes , après lesquelles on  
 „ verse le tout sur un filtre de papier.

„ Lorsque toute la liqueur a passé par le filtre ,  
 „ et qu'il est suffisamment égouté , on en-  
 „ lève le filtre avec précaution , on l'étend  
 „ sur une double feuille de papier gris ; on dis-  
 „ tribue le plus également possible le sel sur  
 „ toute la surface ; et le tout est porté sur un  
 „ lit de matières absorbantes , telles que les  
 „ cendres , la chaux , etc.

„ Le sel étant suffisamment desséché pour qu'on  
 „ puisse l'enlever facilement de dessus le filtre ,  
 „ on le met dans une capsule sur un bain de  
 „ sable , pour en achever le dessechement à un  
 „ feu doux , que l'on entretient jusqu'à ce que  
 „ le sel n'adhère plus à la capsule , et ne s'at-



„ tache plus à la spatule avec laquelle on le  
„ remue.

„ Enfin, l'on prend exactement le poids de ce  
„ sel, et on en tient note pour servir au juge-  
„ ment de l'essai. „

*Observations.* Le cit. Guyton supprime de l'ancien procédé la dessiccation qu'on faisait éprouver aux essais de salpêtre, avant de les laver à l'eau saturée; il ne donne aucune raison de ce changement, sinon qu'ils s'échauffent de trois degrés et demi avec l'eau saturée : c'est l'objet de sa première expérience, page 257. Il ne fait aucune recherche pour connaître la différence que ce phénomène peut apporter dans le poids du résultat de l'essai, séché ou non séché. Cependant la différence de l'une et l'autre manière d'opérer est assez importante à faire connaître.

Moi je sais, d'après mes propres expériences, que cette chaleur, quoiqu'elle diminue sensiblement le poids de l'essai, dissout beaucoup moins de salpêtre que ne le fait l'humidité de l'essai non séché : les résultats de l'essai séché sont plus vrais et mieux d'accord avec les résultats de l'analyse; ces différences sont telles, comme nous l'avons dit page 6, que les essais non séchés perdent depuis trois jusqu'à seize pour cent, suivant la nature du salpêtre. A quoi attribuer ces différences, me dira-t-on? à ceci.

1°. *Les salpêtres bruts contiennent tous plus ou moins d'eau-mère; elle tient du salpêtre en dissolution. Lorsqu'on fait sécher le salpêtre, celui tenu en dissolution par l'eau-mère se cristallise et ne se dissout que peu ou point au lavage; la chaleur qui se produit en dissout une petite partie, mais qui se recristallise dans l'espace d'une heure ou de deux heures qu'on faisait durer la première infusion. Au lieu que si le salpêtre n'est point séché, celui dissous dans l'eau mère coule à la filtration avec l'eau saturée, et produit les déchets dont nous venons de parler.*



2°. Ce que nous disons n'est point une proposition vague ; nous nous en sommes assurés par l'expérience suivante.

J'ai mis dans des entonnoirs de verre des salpêtres bruts, sans eau, de différentes qualités, les becs des entonnoirs garnis chacun d'un petit faisceau de tuyaux de paille entré à force, afin qu'il ne puisse couler aucune portion de salpêtre en cristaux ; j'ai posé les entonnoirs sur des bouteilles pour recevoir l'eau-mère qui a coulé naturellement, et sans eau ; sur quatre onces d'eau-mère, j'ai versé une chopine d'esprit-de-vin rectifié à 36 degrés : j'ai exposé ces mélanges au froid, et dans l'espace de quatre jours, le salpêtre contenu dans ces eaux-mères a cristallisé en beaux cristaux purs ; je les ai triés à la main d'avec le sel marin qui a cristallisé en même-temps presque en poudre : j'ai été convaincu que les bons salpêtres à 30 de déchet laissaient couler avec l'eau-mère depuis deux jusqu'à six pour cent ; que les salpêtres à 45 et 50 de déchet rendaient en salpêtre séparé par ce moyen jusqu'à seize pour cent.

D'où il résulte que la suppression de la dessiccation des salpêtres bruts avant de les laver fait éprouver des pertes ; et que le salpêtrier ne reçoit pas ce qui lui est légitimement dû.

3°. Dans le mode de la dessiccation des essais de salpêtre, il y a un vice au préjudice des salpêtriers, que je n'ai jamais pu faire réformer ; ce vice produit un déficit d'environ 3 pour cent l'un dans l'autre, comme on va le concevoir en exposant le fait.

On prend cent gros de salpêtre humide tel qu'il se trouve, c'est le poids de l'essai, on le fait sécher, il diminue depuis 3 jusqu'à 10 pour cent ; c'est de l'humidité qui s'évapore : prenons que le terme moyen soit 6 pour cent, alors on n'opère plus que sur 94 gros, le résultat est censé provenir de cent



gros parfaitement sec ; le salpêtrier est obligé de livrer cent gros sec , puisque la régie ne paie que le résultat de l'essai desséché tant qu'il peut l'être ; il est de toute justice que les cent gros de l'essai soient de même pesés après qu'ils sont desséchés.

4°. En ne faisant point sécher les essais de salpêtre, les résultats sont uniformes sur le même salpêtre ; le cit. Guyton n'a eu que cette uniformité en vue en supprimant cette dessiccation, parce qu'il ne connaissait pas la cause de l'inuniformité de résultat des salpêtres desséchés ; les salpêtres non séchés perdent au lavage uniformément celui tenu en dissolution dans l'eau-mère, voilà pourquoi les essais non desséchés cadrent si bien entr'eux.

5°. Mais si le cit. Guyton eût desséché dix essais de salpêtre précisément au même point de déperdition d'humidité, il eût reconnu la même uniformité de résultat, parce que le salpêtre de l'eau-mère s'est cristallisé uniformément de toute part, et qu'il ne s'en dissout pas plus d'un côté que de l'autre pendant le lavage. Toutes les variations remarquées d'un essai à l'autre répété double sur les salpêtres séchés, ne viennent que des différens degrés de dessiccation.

6°. J'ai fait remarquer aux commissaires de l'académie, en 1791, à Lavoisier lui-même avec qui j'opérais à l'arsenal, il n'a jamais voulu faire usage de cette observation, ni s'assujettir à dessécher les essais double au même point ; il trouvait cette opération trop longue et trop embarrassante, il aimait mieux prendre le terme moyen entre les résultats d'un essai répété double, ce qui était injuste ; il eût été plus raisonnable de s'en tenir à l'essai le plus fort, dont le rapport approchait davantage du résultat fourni par l'analyse exacte, faite comparativement sur beaucoup de salpêtres.

7°. Il ne suffit pas, comme on voit, de proposer



indistinctement des procédés , parce que les résultats de deux essais cadrent entr'eux ; il faut avant toutes choses examiner si ces mêmes résultats cadrent aussi avec la vérité , c'est-à-dire avec les produits de l'analyse.

8°. La chaleur qui se produit pendant le lavage des essais desséchés est très-avantageuse aux régisseurs ; mais nous assurons qu'elle fait moins de tort aux salpêtriers que l'humidité conservée aux essais.

Le cit. Guyton, § IV, pag. 272, dit : « le déchet  
 „ que l'échantillon de salpêtre a subi dans l'opé-  
 „ ration, ou la différence en moins du poids du  
 „ sel resté sur le filtre, avec les quatre hecto-  
 „ grammes soumis à l'essai, donne la quantité de  
 „ matières étrangères contenues dans la masse qu'il  
 „ représente, et par conséquent est la première  
 „ base pour conclure le titre du salpêtre.

„ Il est certain néanmoins que ce résultat se  
 „ trouve augmenté sensiblement de quelques pro-  
 „ duits étrangers, mais constans, qu'il faut évaluer  
 „ et retrancher.

„ 1°. La portion de salpêtre contenue dans la  
 „ liqueur d'épreuve qui mouillait le sel d'échan-  
 „ tillon, lorsqu'il a été mis sur le bain de sable  
 „ pour le dessécher, et que l'expérience a prouvé  
 „ n'être jamais au-dessous d'un pour cent de la  
 „ quantité de salpêtre soumise à l'opération. „

*Observations.* Le cit. Guyton, prétend que l'essai reçoit une augmentation de un pour cent par la cause dont il parle ; il ne fait mention d'aucune expérience qui lui ait appris à connaître cette quantité d'augmentation que nous savons être exagérée. En 1792, 1793, etc., nous nous assurâmes, Lavoisier et moi, opérant ensemble, de cette augmentation sur seize essais de salpêtre. L'eau saturée employée donnait 13 degrés à mon aréomètre, la température étant à 6 degrés au-dessus de zéro ; chaque



gros de cette eau contient 6 grains de nître. Voici les résultats :

Nos.	Poids des essais.			Eau saturée qu'ils retiennent.	
	onces.	gros.	grains.	gros.	grains.
1	9	1	38	2	12
2	8	4	51	1	68
3	8	4	66	2	16
4	8	6	20	„	66
5	8	7	22	2	6
6	8	2	48	1	66
7	8	3	36	3	18
8	9	5	26	1	66
9	9	5	51	2	6
10	8	2	20	2	56
11	9	„	33	1	60
12	9	„	45	1	62
13	9	„	2	1	54
14	6	2	48	2	18
15	6	2	52	2	4
16	6	1	33	2	36

Chaque essai par conséquent ne retient que de 12 à 15 grains environ de nître provenant de l'eau saturée, le n° 7 seul en a retenu près de 20 grains, ainsi ce n'est pas un pour cent comme le dit le cit. Guyton; s'il était nécessaire de multiplier ces observations, je pourrais en rapporter un bien plus grand nombre faites chaque année.

Mais il paraît que c'est d'après les résultats de sa seconde expérience rapportée page 258, que le cit. Guyton établit le rabais qu'il propose, parce qu'il remarque que du nître pur en poudre a fait cristalliser d'autre nître pur de la dissolution de



l'eau saturée ; mais il y a ici erreur, les essais de salpêtre bruts ne sont point du nitre pur en poudre, ils contiennent encore du sel marin au moment où on les met sécher sur les tamis, qui s'oppose à cet effet. Le sel marin imbibe à cette époque dans les papiers un peu du nitre de l'essai. S'il eût répété ces mêmes expériences comme je l'ai fait, en ajoutant au salpêtre pur différentes proportions de sel marin, il eût été assuré comme je l'ai été, que tout le sel marin ne se sépare pas au lavage, et qu'il achève de se séparer pendant l'égout sur le tamis, en entraînant avec lui différentes proportions de nitre de l'essai ; ainsi il n'y a plus lieu à aucune augmentation de la nature de celle dont il parle. Ainsi en s'en tenant à celle produite seulement par l'eau saturée qui mouille encore l'essai, au moment où on l'enlève des tamis pour le faire sécher au bain de sable, cette augmentation n'est point d'un pour cent comme il le dit, puisqu'elle n'est pas même le tiers d'un pour cent ; et si l'eau saturée laisse du sien par ce moyen, le sel marin encore contenu dans l'essai, mis en imbibition emporte une plus grande quantité de salpêtre de l'essai, c'est un fait.

Le cit. Guyton dit page 272 : « La portion pure-  
 „ ment terreuse non soluble qui accompagne tou-  
 „ jours le salpêtre brut, qui ne peut en être séparé  
 „ que par une nouvelle cristallisation, et qui reste  
 „ par conséquent avec le salpêtre de l'échantillon.  
 „ Il a été vérifié qu'elle s'élevait quelquefois à  
 „ deux pour cent, et qu'elle n'était jamais au-  
 „ dessous d'un centième. „

*Observations.* Il y a erreur manifeste dans la manière dont le cit. Guyton apprécie le poids de la terre ; nous savons très-pertinemment que cette quantité va depuis 3 grains jusqu'à 18 grains, que quelques salpêtres inférieurs en contiennent souvent depuis 24 grains jusqu'à 36 grains ; enfin que les plus mauvais salpêtres en contiennent depuis



un ou un et demi pour cent ; serait-il juste de déduire uniformément la terre sur le pied d'un pourcent, c'est engager formellement le salpêtrier accoutumé à travailler proprement, à négliger son travail par la certitude d'un rabais.

Pour connaître le poids de la terre d'un essai, il faut dissoudre le résultat de l'essai lui-même dans de l'eau, filtrer la liqueur sur un filtre taré auparavant, laver cette terre, faire sécher le filtre, le peser, déduire ensuite le poids du filtre ; on a par ce moyen le vrai poids de la terre qu'il convient de déduire du salpêtre de l'essai, d'après lequel la régie compte.

Les salpêtres contiennent plus de terre qu'il n'en reste dans l'essai, nous le savons, une partie s'attache au filtre d'une manière intime qu'on ne peut détacher, une autre est tenue en dissolution dans l'eau-mère sans être combinée avec aucun acide, si ce n'est celui de l'air fixe, celle-ci passe au travers des filtres ; souvent elle se dépose l'instant d'après, mais elle se dépose plus promptement si l'on fait chauffer la liqueur filtrée qui fait dissiper l'acide de l'air fixe, ces deux portions de terre ne font point partie du poids des essais fini, les salpêtriers n'en doivent aucun compte.

D'après ce que nous venons de dire, on conçoit que si pour apprécier le poids de la terre de l'essai, on prend cent autres gros du même salpêtre qu'on fasse dissoudre dans beaucoup d'eau chaude qu'on filtre, qu'on lave et qu'on fasse sécher : on obtiendra un poids de terre plus fort, si la déduction est faite sur le poids de celle-ci, on fait alors une déduction injuste, on fait payer la terre contenue dans les eaux-mères qui restent au profit de la régie.

La seule terre dont ils doivent tenir compte à la régie, est celle restante dans l'essai de salpêtre après qu'il est fini, enfin après qu'il est séché et pesé.

Avant



Avant l'époque où je devins commissaire pour les salpêtriers , en 1788 , on appréciait la terre des salpêtres par le dernier moyen dont nous venons de parler , on ne lavait pas même les filtres , le sel dont ils étaient imprégnés , faisait partie du poids de la terre qu'on déduisait. Mais d'après mon observation on changea ce mode , comme nous venons de le dire : depuis ce tems les salpêtriers ne paient plus la terre contenue dans les eaux-mères qui restent au profit de la régie.

Il est résulté de ce nouveau mode, que quelques-uns des bons salpêtres contenaient si peu de terre, que son poids était au-dessous de trois grains , et que les régisseurs n'en faisaient aucune mention dans les déductions. Quant aux autres qui en contenaient davantage , on déduisait celle qui se trouvait dans les essais , et non pas celle qui n'en faisait pas partie. Telle est la justice qu'a rétablie ce changement de mode d'apprécier la terre des salpêtres bruts ; et il serait injuste d'apprécier le poids de la terre par tout autre moyen que par celui qui se pratique depuis 1788 , et dont nous venons de parler.

Le cit. Guyton, page 272 , dit : « L'affinité des  
 „ sels terreux déliquescens , pour l'eau de la liqueur  
 „ d'épreuve , donne lieu à la précipitation d'un  
 „ peu de salpêtre , qui se réunit ainsi à celui de  
 „ la matière éprouvée.

„ Il a été reconnu que lorsqu'on portait dans une  
 „ dissolution saline complètement saturée , un  
 „ crystal du même sel , il décidait un commence-  
 „ ment de cristallisation sans évaporation et sans  
 „ abaissement de température , mais seulement  
 „ par l'effet de l'attraction des parties similaires ;  
 „ de sorte que la dissolution n'était plus au même  
 „ degré de saturation. Le sel qu'elle abandonne  
 „ forme donc encore un petit accroissement au pro-  
 „ duit de l'essai.

*Observations.* Nous ne répondrons pas à cet



article, si ce que dit le cit. Guyton n'avait pour objet d'en conclure affirmativement un rabais sur le produit de l'essai. Il est la métaphysique de la chimie, qui exigerait un traité particulier, mais nous pouvons dire brièvement.

1°. Que les sels terreux déliquescens ont effectivement la propriété de précipiter un peu de nitre d'une dissolution saturée de nitre pur, mais non pas lorsqu'il y a présence de sel marin, comme il s'en trouve dans les salpêtres bruts; il s'oppose à cet effet, à moins que le mélange n'éprouve du refroidissement. Si le mélange au contraire éprouve la plus légère augmentation de température, il arrive l'effet contraire, c'est-à-dire que c'est du salpêtre de l'essai qui se dissout; qui décidera alors la question? car le froid ou le chaud qui produit cette différence est si léger, si fugace dans le volume de liquide, que le thermomètre le plus sensible n'indique point de changement de température.

2°. J'ai démontré dans ma chimie que les sels avaient de l'attraction entr'eux, j'ai fait connaître également qu'à l'instant de la cristallisation de ces substances il se produisait de la chaleur. Si on ne la remarque pas dans la formation d'un crystal qui s'opère dans un certain volume de liquide, c'est défaut de sensibilité des thermomètres. Si nous avions des organes plus parfaits et des thermomètres microscopiques placés où le crystal se forme, on observerait cette chaleur comme on la remarque dans un volume de cristallisation ordinaire.

3°. Nous pensons que l'augmentation du poids de l'essai, par la cause dont parle le cit. Guyton est minutieuse pour ne rien dire de plus. Nous serions mieux fondés à dire qu'il se passe de la chaleur; l'essai par conséquent subit un petit déchet. L'évidence de l'un ou de l'autre n'étant rien moins que démontrée, nous disons que l'observation du cit. Guyton est absolument inutile,



c'est courir après des déchets métaphysiques pour faire cadrer le raffinage en grand avec les essais en petit.

Le vendeur doit être absolument étranger à ce cadrement; il ne peut être caution des manipulations vicieuses qu'il n'a pas le droit de contrôler; c'est à l'acheteur à s'assurer par des opérations exactes du titre du salpêtre qu'il achète, et à n'employer que des manipulations qui lui fassent obtenir des résultats au raffinage qui cadrent avec les opérations de l'épreuve.

Le seul moyen de s'assurer du titre des salpêtres bruts, c'est l'analyse exacte, il est sans doute trop long, on veut y suppléer par des procédés plus courts; du moins qu'on s'assure par des expériences, que ceux dont on veut faire usage, offrent des résultats qui cadrent avec ceux de l'analyse, ou qu'on fasse connaître au moins de combien ils s'en écartent; le procédé du cit. Guyton est en cela on ne peut pas plus défectueux: nous avons constaté comparativement les produits qu'il donne avec ceux de l'analyse; il en résulte que du salpêtre brut dont on retire 71 livres de pur effectif par l'analyse, ne donne que 60 livres pour cent, par son procédé; les salpêtres plus inférieurs perdent jusqu'à 16 pour cent.

*Sur la question de savoir si le salpêtre s'évapore par la simple ébullition.*

La régie des poudres et salpêtres dit éprouver annuellement un déficit sur le salpêtre du brut au raffinage, depuis quatre jusqu'à dix pour cent; elle estime qu'il y a eu des années où ce déficit s'est élevé jusqu'à 80 milliers. On en a d'abord attribué la cause à ce que l'épreuve employée à apprécier le titre des salpêtres bruts était trop avantageuse aux salpêtriers, que leurs résultats étaient toujours estimés au-dessus de ce qu'ils étaient réellement, et que c'était là la raison pour



laquelle le produit des épreuves ne cadrerait pas avec ceux du raffinage en grand; des expériences postérieures ont ensuite appris à Lavoisier, p. 22, que ce déficit ne venait point de l'épreuve, " et " que les commissaires de l'académie avaient " accordé moins de confiance aux résultats de " l'épreuve qu'ils n'en méritaient, et qu'ils avaient " été trop sévères en annonçant qu'elle n'était " qu'un moyen d'estime qui ne donnait le titre du " salpêtre qu'à deux pour cent près : et en me " rappelant les circonstances des expériences mul- " tipliées qu'ils ont faites, et auxquelles j'ai presque " toujours assisté, je suis porté à croire qu'ils n'ont " pas pris toutes les précautions nécessaires pour " obtenir de l'eau complètement saturée, et que " c'est une des principales causes des écarts que " l'épreuve leur a présentés. Je suis aujourd'hui " convaincu, plus que je ne l'ai jamais été, qu'en " prenant toutes les précautions nécessaires, en " évitant les variations du thermomètre pendant " le tems des expériences, en faisant passer plu- " sieurs fois, au moment de l'opération, l'eau " saturée sur de nouveau salpêtre réduit en poudre " et passé au tamis de soie, on obtient des résul- " tats, si non constans, au moins qui diffèrent peu " les uns des autres, et dont les erreurs ne s'élè- " veront jamais à un pour cent. "

Lavoisier avait donc reconnu, et il était bien convaincu que les expériences qui ont servi de base au rapport du 3 août 1791, étaient défectueuses; les conséquences qu'on a tirées, fausses par conséquent, c'était mon avis, et c'a été la principale raison qui m'a empêché de signer ce rapport. Lavoisier observe à la p. 22, les erreurs commises par les commissaires, de l'emploi qu'ils ont fait d'eau non complètement saturée, et celles commises par même défaut de saturation en 1792, ce qui a obligé de recommencer les opérations, comme nous l'avons dit page 9, sur lesquelles, dit-il, il n'est resté aucun scrupule sur l'exactitude de cette seconde



*épreuve ; et cependant elle s'est encore écartée de cinq pour cent du raffinage. On en peut conclure que le raffinage à cette époque était défectueux.*

Il reconnaît encore que le procédé de l'épreuve était suffisamment bon, on l'a donc changé mal-à-propos, et on le change encore avec aussi peu de fondement ; *il présentait, dit-il, des résultats qui ne différaient jamais entr'eux que d'un pour cent.* C'était déjà beaucoup. J'avais constaté par l'analyse de plusieurs salpêtres bruts, que les produits cadraient avec ceux de l'épreuve à un demi ou un pour cent près, au désavantage des essais de salpêtre, et des salpêtriers par conséquent.

Si Lavoisier eût voulu faire usage de l'observation que je lui avais communiquée, rapportée page 12, qui consiste à s'assujettir à faire sécher parfaitement au même point d'évaporation d'humidité les essais qu'on répète doubles, si les commissaires du rapport du 3 août 1791, à qui je l'avais également communiquée, en eussent fait usage, ils auraient, l'un et l'autre, été convaincus que c'est de ce point de manipulation que dépend essentiellement l'uniformité de résultats entre le même essai répété double, et que lorsqu'il se présente quelque différence, elle roule sur des grains, qu'on doit plutôt attribuer à la difficulté de ramasser également bien les essais de salpêtres de dessus des papiers mouillés, plutôt qu'à l'opération elle-même. Mais lorsqu'un des essais est moins desséché que son semblable, et qu'il conserve par exemple un gros d'humidité de plus : le résultat est moindre d'environ vingt quatre grains ; si ce même essai conserve plusieurs gros d'humidité de plus sur l'autre, le déchet est dans la même proportion ; c'est faute d'avoir fait cette observation qu'on a eu des résultats si inégaux entre deux essais répétés doubles ou triples et même quadruples.

Lavoisier croit découvrir, que le déficit du raffinage, vient de la volatilisation d'une partie du



salpêtre qui se fait pendant l'ébullition, et pendant les rebouillages des liqueurs salines séparées des salpêtres bruts dans les premières instans de cette opération; il étaie son sentiment de celui de Vallerius qui *dit l'avoir formellement annoncé, et de Kirwan ( page 30 ) qui avait été arrêté par cette circonstance dans ses expériences pour reconnaître par voie d'évaporation et de cristallisation la quantité de salpêtre contenu dans des liqueurs salpêtrées.* Nous ne rapporterons pas ici toutes les explications théoriques sur lesquelles Lavoisier fonde son sentiment; nous nous contenterons de citer les expériences qu'il rapporte, qui suivant lui prouvent *la volatilisation d'une grande quantité de salpêtre qu'il estime être de 200 à 250 milliers par an dans les seules raffineries de la régie.* ( Voyez sa brochure, p. 36. )

Une erreur de cette importance publiée par Lavoisier, était bien susceptible de s'accréditer; aussi quatre ans après elle a été adoptée sans examen par le cit. Guyton dans son rapport; elle lui a servi de bâte à fixer un nouveau procédé pour apprécier le titre des salpêtres bruts; il paraît que les nouveaux rabais qu'il propose sont en conformité du système de Lavoisier, qui a élevé la question de savoir, si la régie doit payer aux salpêtriers la portion de salpêtre qu'on suppose s'évaporer, et de charger de rabais les résultats des essais pour les faire cadrer avec ceux du raffinage.

Nous allons rapporter de suite les quatre expériences de Lavoisier, au moyen desquelles il croit prouver la volatilisation du salpêtre: nous ajouterons ensuite nos réflexions, et nous rapporterons des expériences qui prouvent que le salpêtre ne s'évapore pas.

*Première expérience de Lavoisier, page 31.*

« J'ai donc mis de l'eau de rivière dans une  
 „ bassine d'argent, j'y ai fait dissoudre 5 livres de  
 „ salpêtre, puis j'ai fait bouillir la dissolution



„ pendant vingt-quatre heures, en ayant soin de  
 „ remplacer par de nouvelle eau, celle qui était  
 „ emportée par l'évaporation. Ayant ensuite pro-  
 „ cédé à la séparation du sel d'avec l'eau, j'ai  
 „ obtenu, par des cristallisations successives, 4 liv.  
 „ 8 onces 3 gros 19 grains de salpêtre, au lieu de 5 l.  
 „ que j'avais employées ; ainsi il s'est dissipé pen-  
 „ dant l'opération 7 onces 4 gros, 53 grains de ce sel ;  
 „ ce qui revient à 9 l. 7 onces 6 gros par quintal. „

Lavoisier observe ensuite que, „ quelque con-  
 „ cluante que lui parût cette première expérience,  
 „ elle lui laissait des inquiétudes, l'évaporation  
 „ ayant été rapide et la dissolution entretenue à un  
 „ fort degré de concentration, il s'était élaboussé  
 „ du salpêtre qu'on appercevait autour de la bas-  
 „ sine : que la cristallisation peut tromper en des-  
 „ séchant plus ou moins le sel, quoique le salpêtre  
 „ contenant peu ou point d'eau de cristallisation  
 „ est moins susceptible d'objection que tout autre  
 „ sel. Mais la certitude de l'évaporation du sal-  
 „ pêtre était si importante à établir, que j'ai cru  
 „ devoir employer des moyens multipliés pour la  
 „ constater. „

Ces moyens multipliés sont les trois seules  
 expériences suivantes :

*Deuxième expériences de Lavoisier, page 32.*

„ J'ai pris 150 livres de salpêtre très-pur que j'ai  
 „ dissous dans 1,550 livres d'eau ; la dissolution  
 „ étant à 13 degrés de température, j'y ai plongé  
 „ un pese-liqueur d'argent très-sensible, construit  
 „ à la manière de Farenheit, et qui déplaçait une  
 „ livre dix onces d'eau. J'ai été obligé pour le faire  
 „ plonger jusqu'à la ligne tracée sur la tige, de le  
 „ charger d'une once 5 gros 8 grains ; j'ai ensuite  
 „ fait évaporer cette dissolution en l'entretenant  
 „ toujours bouillante dans une chaudière jusqu'à  
 „ ce qu'elle fût réduite au point de marquer 40  
 „ degrés au pese-liqueur de Baumé. Alors je l'ai



„ étendu avec de l'eau jusqu'à ce qu'à la tempé-  
 „ rature égale, je l'eusse ramenée exactement à la  
 „ pesanteur spécifique qu'elle avait au commence-  
 „ ment de l'opération, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'à la  
 „ température de 13 degrés, je fusse obligé, pour  
 „ faire entrer le pèse-liqueur jusqu'à la marque,  
 „ d'ajouter sur le bassin un poids d'une once 5 gros  
 „ 8 grains.

„ Il est clair qu'ayant tout ramené au même état,  
 „ s'il n'y avait pas eu d'évaporation de salpêtres,  
 „ j'aurais dû retrouver mes 1,500 livres de disso-  
 „ lution, composées comme auparavant de 1,350 l.  
 „ d'eau et de 150 livres de salpêtre; mais il ne  
 „ s'en est trouvé que 1,477 livres; il y avait donc  
 „ eu une perte de 23 livres.

L'évaporation du salpêtre dans cette seconde  
 expérience, dit Lavoisier, est de 1 livre 8 onces  
 4 gros par quintal, au lieu de 9 livres 7 onces 6  
 gros obtenus dans la première; pour concilier ces  
 inégalités de résultats, il observe que l'ébullition  
 de la seconde expérience s'est effectuée sur une  
 liqueur moins concentrée, et que l'évaporation du  
 salpêtre se fait mieux avec une liqueur bien con-  
 centrée, telle qu'à 40 degrés de mon pèse-liqueur;  
 il va éclaircir, dit-il, cette conjecture par l'expé-  
 rience que nous allons rapporter. Mais avant, nous  
 remarquerons que pour constater une découverte  
 de cette importance, il fallait employer bien  
 d'autres précautions que celles pratiquées; et nous  
 disons affirmativement que cette expérience n'est  
 rien moins que concluante par la manière dont elle  
 a été faite: j'ai été en partie témoin de la manière  
 dont on a procédé, et des erreurs dans lesquelles  
 Lavoisier est tombé; elle a été faite dans l'atelier  
 de la régie dans une chaudière spellée dans son  
 fourneau; la chaudière a été vidée sans précaution  
 en l'absence de Lavoisier, avec des puisoirs ordi-  
 naires, de vaisseaux en vaisseaux, dans des bassins  
 de cuivre, puis on a pesé cette liqueur avec des  
 balances placées dans l'atelier qui suffissent pour



l'usage qu'on en fait, mais non pour peser des résultats d'expérience de cette importance, qui exigent une toute autre précision; il est même étonnant qu'on n'ait pas éprouvé un plus grand déchet, mais qui ne vient pas de la volatilisation du salpêtre, comme on le verra bientôt.

*Troisième expérience de Lavoisier, page 33.*

« Pour confirmer cette conjecture, (l'évaporation du salpêtre) j'ai fait une nouvelle dissolution de salpêtre, dans laquelle l'eau entraît pour les quatre-cinquièmes, et le salpêtre pour un cinquième; et ayant fait bouillir pendant onze heures, en renouvelant l'eau à mesure qu'elle s'évaporait, et en l'entretenant constamment dans la proportion des quatre-cinquièmes, la perte s'est trouvée de un pour cent environ. »

Nous ne pouvons nous dispenser de remarquer que la négligence qui règne dans le détail de cette expérience, n'est pas trop faite pour donner quelque confiance: lorsqu'on annonce une découverte aussi capitale, et qu'on en est persuadé, on donne bien d'autres détails. On ne connaît ni le poids du salpêtre employé ni celui du résultat de l'épreuve; il faut croire sur parole que celui soumis à l'expérience a éprouvé un pour cent de déchet.

*Quatrième expérience de Lavoisier, page 34.*

« Enfin ayant répété la même expérience en faisant bouillir pendant dix-huit heures une dissolution de salpêtre au degré de concentration du raffinage de deux en trois cuites, c'est-à-dire dans laquelle il y avait à peine un cinquième d'eau, l'évaporation ou la perte du salpêtre a été de 3 livres 12 onces par quintal. »

Même observation à faire ici; on ne connaît ni la quantité de salpêtre employée ni la quantité restée



après l'expérience ; on apprend seulement qu'il y a eu 3 livres 12 onces de salpêtre d'évaporées par quintal, et que l'évaporation dans cette expérience a été plus considérable que dans les précédentes, parce que la liqueur a été employée plus concentrée.

Lavoisier suppose donc qu'une partie du salpêtre se volatilise pendant l'ébullition ; si cela était, il en résulterait que ce sel ne serait pas uniforme dans sa constitution, et qu'il serait composé au moins de deux espèces différentes, dont l'une fixe au degré de l'ébullition, et l'autre évaporable à ce même degré de chaleur, et que ces deux sels malgré leur différence seraient également bons pour faire de bonne poudre, ce qui serait absurde. S'il est uniforme dans sa composition, dès qu'une partie s'évapore au degré de chaleur qu'il éprouve pendant le raffinage, tout doit s'évaporer au même degré de chaleur étant prolongée plus long-tems ; il n'y aurait pas de raisons pour penser le contraire. C'était même la conséquence, qu'aurait du tirer naturellement Lavoisier, et faire au moins une expérience pour confirmer ou pour infirmer cette conséquence ; le résultat de sa quatrième expérience devait le conduire à ce raisonnement, puisque quelques heures d'ébullition de plus, et un degré de concentration plus fort lui ont occasionné, suivant lui, une plus grande volatilisation.

Jusqu'ici aucun chimiste n'a remarqué que le salpêtre fût composé de deux nitres différens entre eux par des degrés de volatilité. Les autorités de Valerius et de Kirwan, dont Lavoisier s'étaie pour appuyer son sentiment, paraissent être dénuées de preuves, puisqu'il n'en rapporte aucune, si ce n'est que ce dernier a remarqué ; mais il est bien facile de se tromper dans de simples remarques. Au reste, ce n'est pas avec des masses de 1,500 liv. de matière mises en expériences qu'on peut éclaircir un point de théorie de cette importance, des volumes de cette espece ne sont pas faciles à



manœuvrer soi-même; les mains étrangères auxquelles on est obligé d'avoir recours, ne sont pas accoutumées à l'exactitude qui convient. Il est à croire que Lavoisier a été induit en erreur involontairement par quelques circonstances qui lui ont fait illusion.

*Expériences qui prouvent que le salpêtre ne s'évapore pas pendant l'ébullition.*

#### P R É M I È R E   E X P É R I E N C E .

Dans une casserole de fer-blanc de onze pouces de diamètre et de cinq pouces de profondeur, j'ai mis cent gros de salpêtre très-pur et parfaitement sec, avec quatre cents gros d'eau distillée ou 3 liv. 2 onces; ce sont, suivant les troisième et quatrième expériences de Lavoisier, les proportions les plus favorables à l'évaporation du salpêtre. J'ai fait bouillir ce mélange pendant quarante-huit heures, en remplaçant toujours d'eau distillée à mesure qu'elle s'évaporait, et la tenant toujours à-peu-près au même degré de hauteur; il est arrivé deux fois pendant le cours de l'expérience que le salpêtre s'est trouvé presque à sec, et un peu attaché au fond de la casserole.

Au bout de ce tems, j'ai fait évaporer l'eau jusqu'à siccité pour avoir le salpêtre en poudre et non en cristaux; ensuite j'ai lavé la casserole à six reprises avec une petite quantité d'eau distillée chaque fois, jusqu'à ce que la dernière fût absolument sans saveur; j'ai fait évaporer l'eau de ces lavages dans un petit poëlon d'argent de trois pouces et demi de diamètre, et de deux pouces et demi de profondeur: j'ai réuni ce salpêtre avec le premier; enfin après avoir ramassé le plus possible ce qui s'était attaché autour du poëlon, j'ai rincé ce vaisseau avec le quart d'une cuillerée à café d'eau, je l'ai fait évaporer sur un poêle, et l'ai réunie à la masse; j'ai fait sécher la totalité du



salpêtre sur un poêle au même degré de siccité parfaite où je l'avais employé ; j'ai retrouvé les cent gros de salpêtre moins un quart de grain : ce déchet ne provient nullement de l'évaporation , mais seulement de la difficulté de ne pouvoir pas éviter une petite perte.

Je sais très bien que lorsqu'on met une liqueur saline en évaporation dans un vaisseau trop plein , l'ébullition forme de petits jets salins qui se séchent autour du vaisseau et du fourneau , et forme une sorte d'efflorescence ; mais ce n'est pas là de l'évaporation , puisque si le vase est suffisamment profond , cet accident n'arrive plus , l'accident cesse à mesure que la liqueur s'évapore et que le vaisseau diminue de plénitude. Je suppose que cet inconvénient arrive aux chaudières de l'arsenal , le salpêtre ainsi aspergé par jets d'ébullition n'est point perdu ; il vient un moment où on lessive les matériaux des fourneaux , et on retrouve le salpêtre. L'accident dont je parle ne m'est pas arrivé à cause du choix de la casserole bien profonde.

#### DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Pour m'assurer encore mieux que le salpêtre ne s'évapore pas , j'ai mis dans un alembic 12 livres de salpêtre très-pur et parfaitement sec , avec 48 liv. d'eau distillée , ce sont les mêmes proportions que dans la première expérience de Lavoisier. J'ai procédé à la distillation par un grand feu , et j'ai recueilli la moitié de l'eau qui a distillé ; cette eau était parfaitement pure , et ne contenait pas un atôme de salpêtre. J'ai remis dans l'alembic une autre quantité d'eau distillée , et j'ai procédé de nouveau à une seconde distillation ; j'ai retiré , comme la première fois , de l'eau distillée parfaitement pure , ne faisant absolument rien avec le vinaigre de saturne , de celui qui décompose le salpêtre , etc. J'ai continué encore deux fois cette distillation , en remplaçant par d'autre eau distillée celle qui avait



passé dans la distillation, afin que s'il se fût élevé du salpêtre avec l'eau, il ne fût point remêlé avec celui resté dans l'alembic. Ce salpêtre peut avoir éprouvé à-peu-près soixante heures d'ébullition au degré de concentration, que Lavoisier dit être celui des liqueurs pendant le raffinage.

Après ces distillations, j'ai séparé le salpêtre de l'alembic, j'ai fait évaporer la liqueur dans une bassine de fer-blanc jusqu'à siccité, afin de n'avoir point de cristallisation; j'ai ensuite fait sécher le salpêtre au même point de siccité où je l'avais employé; j'ai retiré les 12 livres de salpêtre que j'avais employées, moins deux grains. Ce déchet est inévitable, et n'est absolument point dû à l'évaporation du salpêtre; comme on le verra mieux dans l'instant.

Dans la persuasion, que le salpêtre s'évapore pendant l'ébullition, Lavoisier dit, page 36: *existait-il des moyens de diminuer cette perte qui s'élève à 200 ou 250 milliers de salpêtre par an dans les seuls ateliers de la régie, et qui serait beaucoup plus considérable si on y ajoutait celle qui a lieu dans les chaudières et les ateliers des salpêtriers?*

M'occupant de salpêtre depuis très-long-tems, et étant certain qu'il ne s'en évapore point, ni dans les ateliers des salpêtriers, ni dans les ateliers de la régie; il était important que je vérifiassse cette allégation de Lavoisier, qui la prenant à l'affirmative en avait fait un projet de règlement, des rabais à faire en conséquence de cette prétendue évaporation sur les salpêtres bruts livrés à la régie. Le mémoire d'après lequel Lavoisier propose ses rabais a été lu à l'académie, le 20 mars 1793; il vient d'être mis à exécution d'après le rapport du citoyen Guyton, lu à l'institut, le 26 thermidor an 5. Pour éclaircir cette question, j'ai fait l'expérience suivante chez un salpêtrier.



## TROISIÈME EXPÉRIENCE.

La chaudière au-dessus de laquelle j'ai fait l'expérience, dont je vais rendre compte, est un peu conique par le bas, elle a cinq pieds et demi de diamètre par le haut et quatre pieds de profondeur, elle contient six muids. On évapore en quatre jours et quatre nuits dans cette chaudière dix-huit muids de lessive salpêtrée, donnant depuis six jusqu'à dix degrés à mon pèse-liqueur; on n'en met que cinq muids à la fois, et on l'entretient à cette plénitude, en ajoutant de la lessive à mesure qu'elle s'évapore; l'espace vide conservé est afin de laisser du jeu à l'ébullition pour que la liqueur ne sorte pas de la chaudière : cette quantité de liqueur évaporée jusqu'à la résidence de deux muids forme une cuite de salpêtre brut; en cet état elle donne à-peu-près 90 degrés et même 100 à mon pèse-liqueur; on met la liqueur bouillante dans des baquets de cuivre rouge pour la faire cristalliser; le salpêtre qui en provient se nomme *salpêtre brut* ou de *première cuite*, on en obtient à-peu-près 700 livres. Il est inutile, je pense, de dire comment on retire le sel marin à mesure qu'il se présente; ces détails ne sont pas nécessaire à mon objet; mais il était nécessaire de donner ces détails pour en venir à celui qui va prouver que le salpêtre ne s'évapore pas dans les ateliers des salpêtriers.

En commençant la cuite de salpêtre dont je viens de parler, j'ai fait suspendre à dix-huit pouces au-dessus des bords de la chaudière un chapiteau d'alembic de 15 pouces de diamètre; à quelques pouces au-dessous du bec de ce chapiteau, j'ai placé une petite bouteille avec un entonnoir de verre pour recevoir la liqueur distillante; il fallait à-peu-près quatre heures pour remplir une bouteille de quatre onces : j'ai recueilli par ce moyen vingt bouteilles semblables numérotées suivant



l'ordre dans lequel elles ont été remplies ; c'était le seul moyen de connaître si le salpêtre se volatilise pendant l'ébullition, et si il y a des époques où la liqueur plus concentrée en laisse évaporer davantage ; cet appareil a été placé de manière à ne point gêner les manœuvres nécessaires pendant la cuite. Voici maintenant les propriétés de ces eaux ainsi distillées.

Elles ont toutes une odeur fétide de matière animale, sans avoir le montant de l'alkali volatil ; aucune n'a de saveur salée, elles ne font rien avec la dissolution d'argent.

Toutes ces eaux précipitent en beau blanc ; le plomb du vinaigre de saturne fait avec la litharge ; le précipité est assez abondant, il se dissout complètement dans l'eau distillée et bouillante.

Aucune ne change la couleur de la teinture de tournesol.

Elles verdissent toutes la couleur du syrop violat.

Toutes ces eaux développent une couleur bleue à la dissolution de vitriol de cuivre.

L'eau obtenue sur la fin de la cuite m'a paru un peu plus chargée, sans cependant que j'aie pu m'en assurer par aucun moyen.

J'ai fait évaporer trois onces de cette dernière eau dans un petit poëlon d'argent, à une chaleur de 20 à 25 degrés, jusqu'à réduction d'environ quatre gouttes ; elle n'a point formé de cristaux ; je n'ai obtenu qu'une pellicule légèrement graisseuse qui poissait un peu les doigts, et qui n'avait aucune saveur salée ; j'ai laissé dessécher cette liqueur à l'air libre dans un des bords du poëlon, la pellicule est devenue fort adhérente, j'ai gratté ce que j'ai pu, j'ai tiré environ un grain de poudre grise ardoisée qui n'a point fusé sur un charbon ardent ; j'ai promené un charbon ardent sur ce que je n'ai pu enlever du poëlon, rien n'a fusé non plus.



Il résulte des expériences que je viens de rapporter ;

1°. Que le salpêtre ne s'évapore point à aucune époque pendant l'ébullition dans l'eau ;

2°. Que comme les terres salpêtrées sont toutes imprégnées de matières organiques en putréfaction chargées d'alkali volatil, par conséquent l'eau, qui a distillé depuis le commencement jusqu'à la fin de la cuite, se trouve chargée d'une bien petite quantité de ce sel volatil ; et cela doit être, peut-être même de quelques atômes de nitre ammoniacal ; presque tout l'alkali volatil se dissipe à l'aide de la chaleur sans rester uni à l'eau, du moins il n'en reste que des minicules presque insensibles.

J'ai constaté par des expériences certaines qu'une livre d'alkali volatil concret, le plus pur, très-sec, exposé à l'air, mais enveloppée dans des doubles papiers, le mouille d'abord, exhale le montant vif qu'on connaît à ce sel pendant à-peu-près six mois, et qu'il laisse une poudre blanche sèche sans montant d'alkali volatil, quoiqu'elle en soit encore ; ce sel restant est à-peu-près six autres mois à se dissiper en entier.

La chaleur pendant l'ébullition opère le même effet sur l'alkali volatil qui accompagne l'eau distillée ; pendant notre expérience, elle ne retient qu'une si petite quantité d'alkali volatil dans le même état, privé de montant, qu'il est insensible à l'odorat, et presque imperceptible aux réactifs ; mais quoiqu'il ne se rencontre qu'en petite quantité dans ces eaux ; il conserve néanmoins ses propriétés, comme de verdir la couleur bleue du syrop violat, de développer la couleur bleue de la dissolution de vitriol de cuivre, de précipiter le plomb du vinaigre de saturne fait avec de la litharge, etc.

3°. D'après l'idée que Lavoisier avait que le salpêtre se volatilisait pendant l'ébullition dans l'eau ; il se demande à lui-même, page 45 : *Si la régie doit payer aux salpêtriers le prix de tout le salpêtre*



*pêtre pur contenu dans le salpêtre brut qu'ils livrent , ou ne doit-elle que le prix du salpêtre pur qu'elle retire par le raffinage ? Il conclut , en disant , p. 46 : Les pertes que le salpêtre peut éprouver dans la manipulation et sur-tout par l'évaporation , maintenant qu'il est démontré qu'elle a lieu , sont donc à la charge du salpêtrier. Peu importe au surplus pour les salpêtriers d'être payés d'après l'épreuve ou d'après le raffinage ; il faut dans tous les cas qu'ils reçoivent le juste prix de leur travail , de leur industrie , de leurs frais , de leurs avances , etc.*

Que de vices dans tout ce raisonnement ! Il faut que les salpêtriers soient cautions des mauvaises manipulations , même des pertes mal-adroites au raffinage , qu'ils paient les 250 milliers de salpêtre PRÉTENDU ÉVAPORÉ , et qu'ils reçoivent ensuite le juste prix de leur travail , de leur industrie , etc.

Le citoyen Guyton a entièrement adopté sans examen cette doctrine de Lavoisier sur la volatilisation du salpêtre , elle est le fond de son rapport depuis le commencement jusqu'à la fin. C'est sur cette doctrine qu'il a établi les nouveaux rabais ci-devant proposés par Lavoisier et repropoés par lui ; si l'on conserve ce mode , je ne puis m'empêcher de dire avec Lavoisier , page 46 : *la peine d'une administration trop économe en ce genre serait de voir décliner en peu d'années , et s'anéantir entre ses mains la récolte nationale du salpêtre.*

Il était essentiel de constater si les salpêtres bruts retiennent assez d'alkali volatil pour occasionner des déchets au raffinage ; ce qui n'était pas présumable , puisqu'ils ont supporté une forte et longue ébullition , et une chaleur bien considérable sur la fin de leur cuite , capable de faire tout dissiper ; néanmoins j'ai voulu m'assurer par l'expérience quel serait le déchet du salpêtre brut traité comme celui pur de l'expérience troisième.

#### QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai pris du salpêtre brut de bonne qualité , de



celui qui diminue à l'analyse de vingt pour cent, je l'ai débarrassé de l'eau-mère par égout et par un léger lavage, afin d'être plus certain d'un terme fixe de dessiccation.

J'ai pesé 12 livres de ce salpêtre parfaitement sec, je l'ai mis en distillation dans le même alembic, traité de même et pendant le même tems avec de l'eau distillée. L'eau qui a distillé avait une légère odeur empireumatique, mais ne contenait absolument rien; excepté l'odeur qu'elle avait, elle était semblable à de l'eau distillée ordinaire.

J'ai séparé le salpêtre de l'alembic avec toutes les précautions et les lavages nécessaires du vaisseau pour ne rien perdre; j'ai fait évaporer la liqueur jusqu'à siccité dans une bassine de fer-blanc, afin d'éviter la cristallisation, etc. J'ai fait sécher le salpêtre sur un poêle, jusqu'à ce qu'il devînt aussi sec que lorsque je l'ai employé; j'ai obtenu les 12 livres de salpêtre moins dix grains; ce déchet n'est point du salpêtre volatilisé, il provient d'une partie de la terre qui s'est grippée aux parois du vaisseau d'une manière si intime qu'il m'a été impossible de l'enlever.

Il était nécessaire d'enlever l'eau-mère à ce salpêtre avant de l'employer, parce qu'elle est perdue pour les salpêtriers, et qu'elle retient quelques atômes d'alkali volatil, malgré la chaleur qu'elle a supportée sur la fin de la cuite du salpêtre brut qui aurait produit quelques grains de déchet.

#### CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

Enfin j'ai fait fondre dans un gobelet d'argent taré d'avance à des balances montées comme des balances d'essais qui trébuchent à un huitième de grain, lorsqu'elles sont chargées de huit onces de chaque côté; j'ai fait fondre, dis-je, dans ce gobelet quatre onces de salpêtre très-pur et parfaitement sec, pour faire ce qu'on nomme en pharmacie *crystal minéral*: je l'ai tiré du feu aussitôt qu'il a



été complètement fondu, et je l'ai laissé refroidir dans le gobelet sans le couler, pour éviter tout déchet étranger à la fusion; je l'ai repesé lorsqu'il a été refroidi assez pour le toucher sans se brûler, je n'ai trouvé qu'un seul grain de diminution ou la 2,304<sup>e</sup> partie de son poids.

Cette expérience prouve trois choses,

1<sup>o</sup>. Que le salpêtre n'a point d'eau de crystallisation ;

2<sup>o</sup>. Que le salpêtre peut supporter sans se volatiliser, sans s'évaporer, le degré de chaleur qui convient à sa fusion; à plus forte raison peut-il supporter sans se dissiper le degré de chaleur de l'ébullition dans l'eau ou avec de l'eau.

3<sup>o</sup>. Je conviens qu'il ne supporterait pas longtemps sans déchet le degré de chaleur qui le fait rougir, je sais même par une expérience que je faisais tous les ans dans mes cours de chimie, qu'il commence à s'évaporer lorsqu'il rougit et qu'il s'alkalise aussi, c'est-à-dire que l'acide nitreux s'évapore le premier. Je n'ignore pas non plus la belle expérience du citoyen Bertholet, au moyen de laquelle il est parvenu à tirer une très-grande quantité d'air déphlogistiqué de ce sel aux dépens de sa décomposition. Je dis seulement que ce sel entre en fusion sans s'évaporer, si on ne le fait pas rougir : à plus forte raison il ne s'évapore pas en bouillant avec l'eau pendant le raffinage; c'est ce qui vient d'être prouvé par les expériences que je viens de rapporter.

On me demandera, sans doute, où va donc le déficit qu'on éprouve chaque année depuis 40 jusqu'à 80 milliers de salpêtre du brut au raffinage, comme le disent Lavoisier et le cit. Guyton, s'il ne s'évapore pas? Quatre commissions que la régie a fait nommer successivement n'ont pu découvrir la cause de ce déchet, parce qu'au lieu de la chercher, elles se sont occupées, au desir des régisseurs, à faire cadrer par des rabais les produits de l'épreuve avec ceux du raffinage. J'étais de la troi-



sième commission; peu satisfait du rapport, je ne l'ai point signé, il était plutôt l'ouvrage de Lavoisier, toujours présent, comme il le dit lui-même, page 13, que celui de la commission.

Il en est de même du rapport du cit. Guyton, il est encore plutôt l'ouvrage de Lavoisier que celui de la commission. Lavoisier dit, page 48 : *Il ne s'agit donc pour faire cadrer l'une avec l'autre, (l'épreuve avec le raffinage) que de retrancher la bonification de quatre pour cent, et d'y substituer une déduction de deux pour cent sous le titre de déchet à la manipulation.*

Le cit. Guyton dit, page 274 : *Le jugement de l'essai est facile, on ajoute deux pour cent de l'échantillon au déchet résultant de l'opération, ou à la différence de poids de la matière essayée et du sel restant après l'épreuve.*

Tous ces rabais faits par les différentes commissions ne tendent qu'à détruire la fabrication du salpêtre, et ne feront pas encore cadrer, à beaucoup près, l'épreuve avec le raffinage; le déficit annuel qu'on cherche de tous côtés est imbibé dans les terres des ateliers de l'arsenal, comme je le dis page 5 de ce mémoire. On a beau lessiver ces terres, on ne retire pas tout celui qui s'y est introduit, il y a toujours du déchet.

S'il est question de faire cadrer le raffinage avec l'épreuve, il n'est pas difficile d'en approcher de bien près; il suffit pour cela d'ajouter au produit du raffinage, le poids du salpêtre tiré des terres des ateliers; tout le salpêtre de ces terres provient du salpêtre livré par les salpêtriers de Paris et des environs; on n'affine que ceux-là à l'arsenal.

*Revendication sur Lavoisier, d'un procédé pour raffiner le salpêtre brut par le simple lavage à l'eau froide.*

J'ai découvert un procédé infiniment simple, très-économique pour raffiner le salpêtre brut; il est devenu par les circonstances de la plus grande



utilité. Lavoisier s'en est emparé et l'a imprimé comme de lui: le cit. Guyton croit que ce procédé est à Lavoisier, et fait les plus grands éloges du procédé et du prétendu auteur. Voici d'abord les faits qui constatent que le procédé de raffiner le salpêtre brut par le simple lavage à l'eau froide est bien à moi, et que Lavoisier n'y a aucune part.

1°. Au mois de février 1788 (1); je proposai ce procédé à la régie des poudres et salpêtres; je fis à l'arsenal sous les yeux de Lavoisier plusieurs expériences auxquelles il ne voulut donner aucune suite, il rejetta même ce procédé d'une manière désobligeante, et sous prétexte qu'il nécessiterait de trop grands changemens dans les opérations usitées, et dans la disposition de l'atelier du raffinage. On connaissait déjà mes manipulations, puisque je venais de les exécuter sur plusieurs quintaux de salpêtre brut.

2°. J'ai décrit mon procédé dans un mémoire lu à l'académie des sciences, le 24 mars 1792, et je présentai en même tems plusieurs livres de salpêtre affiné par mon procédé, qui se trouva plus pur que celui de l'Arsenal qu'on nomme de trois cuites.

3°. Mon mémoire a été imprimé dans les *Annales de chimie* pour le mois d'avril 1792, dont Lavoisier était l'un des auteurs, ainsi que le cit. Guyton qui l'est encore. Il y a même une circonstance singulière, qui prouve que ce mémoire a passé par les mains de Lavoisier. Lavoisier, de son autorité privée, a supprimé trois petits alinéa qui lui déplaisaient apparemment, qu'il a remplacés de son écriture par quatre lignes en marge du manuscrit, pour lier la phrase avec l'endroit où il voulait que l'imprimeur reprît. J'ai en main ce manuscrit ainsi paraphé par Lavoisier qui m'est revenu de l'imprimerie.

4°. Enfin j'ai fait imprimer ce mémoire dans son entier dans le journal de Physique pour le mois d'avril 1792. Je l'imprime de nouveau à la suite de

---

(1) Comme il est constaté dans mon mémoire imprimé.



la présente réclamation, tel qu'il est dans le journal de Physique.

Voici maintenant comment Lavoisier s'est emparé de ma découverte.

Il fait un mémoire qui a pour titre : *Sur les différentes méthodes proposées pour déterminer le titre ou la qualité du salpêtre brut ; sur la volatilisation de ce sel qui a lieu par la simple ébullition ; et sur les changemens qu'il paraît convenir de faire aux opérations usitées jusqu'à présent pour le raffinage du salpêtre.*

Ce mémoire est accompagné d'un projet de décret et de règlement sur le prix des salpêtres à payer aux salpêtriers, toujours dans la supposition que le salpêtre se volatilise pendant l'ébullition.

Lavoisier lut ce mémoire à l'académie des sciences, le 20 mars 1793, le fit imprimer et le distribua de suite à la convention nationale, et non pas en 1792, comme le dit le cit. Guyton dans son rapport, page 245.

„ Existe-t-il, ( dit Lavoisier, page 36 ) des  
 „ moyens de diminuer cette perte , qui s'élève à  
 „ 200 ou 250 milliers par an dans les seuls ateliers  
 „ de la régie ? ( Et à la page 37 ) Baumé a déjà  
 „ proposé de raffiner le salpêtre à froid par un  
 „ procédé à-peu près analogue à l'épreuve, c'est-  
 „ à-dire en lavant le salpêtre brut avec de l'eau  
 „ déjà saturée de salpêtre... Cette méthode n'était  
 „ pas aussi avantageuse qu'elle le paraissait au  
 „ premier coup-d'œil ; car premièrement , elle  
 „ exige , pour le lavage du salpêtre qu'on emploie ,  
 „ de l'eau saturée de salpêtre , et quand même on  
 „ y substituerait de l'eau pure , cette eau ne se  
 „ saturerait pas moins pendant l'opération du  
 „ lavage. „

Le cit. Guyton dit, page 241 : *Le cit. Baumé avait déjà proposé de raffiner le salpêtre à froid, en lavant le salpêtre brut avec de l'eau saturée de ce sel. Lavoisier entreprit aussi tôt le lavage de 5 milliers de salpêtre brut par ce procédé, ou plutôt en lavant ce*



*salpêtre avec de l'eau pure, en petite quantité, prévoyant bien qu'il n'y avait rien à gagner à employer, dans ce cas, de l'eau saturée.*

Je n'ai pas dit un mot des absurdités que Lavoisier et le cit. Guyton me prêtent ici ; je recommande d'employer 16 livres d'eau pure par quintal de salpêtre, et de faire trois lavages semblables. Le premier emporte l'eau-mère et une partie du sel marin, les deux lavages subséquens dissolvent le sel marin et fort peu de salpêtre. On peut vérifier ces faits dans mon mémoire imprimé dans les deux journaux que je viens de citer, dont le cit. Guyton est un des auteurs de l'un de ces journaux ( Annales de chimie. ) J'imprime ici ce mémoire pour la commodité du lecteur.

*Quand même (dit Lavoisier) on y substituerait de l'eau-pure, cette eau ne se saturerait pas moins pendant l'opération du lavage.* Sans doute elle se sature ; mais de quoi se sature-t-elle de préférence, si ce n'est de sel marin, comme plus dissoluble dans l'eau froide que le salpêtre ? Lavoisier présente cette saturation comme un inconvénient attaché à mon procédé exécuté avec de l'eau pure. Ici ce procédé, suivant lui, n'est pas bien bon ; tout-à-l'heure, il va devenir excellent entre ses mains, il a cru cette dépréciation nécessaire pour mieux s'emparer de mon procédé.

« L'épreuve que j'ai faite (dit-il, page 57) de  
 „ ce mode de raffinage sur 5,000 livres de salpêtre  
 „ brut n'a pas été, il est vrai, aussi satisfaisante  
 „ que je m'y étais attendu : mais elle a été faite  
 „ dans des vaisseaux qui n'étaient pas propres à  
 „ cet usage ; elle a été faite au milieu des trou-  
 „ bles, au point même qu'il ne m'a pas été pos-  
 „ sible de constater par moi-même les derniers  
 „ résultats de mes expériences. Il y a donc lieu de  
 „ présumer que les mêmes opérations répétées  
 „ dans des circonstances plus favorables, et diri-  
 „ gées avec intelligence dans une exploitation en



„ grand, présenteront des avantages plus pro-  
 „ noncés et plus conformes à ce qu'annoncent  
 „ les expériences dont j'ai rendu compte. Je ne  
 „ puis donc qu'exhorter les régisseurs des poudres  
 „ à reprendre le travail et à le compléter. „

A présent Lavoisier trouve mon procédé bon, il recommande, comme on voit, *de le répéter dans des circonstances plus favorables, il présenterait des avantages plus prononcés et conformes aux expériences dont il a, dit-il, rendu compte.* Par cette manière de s'exprimer, ne croirait-on pas qu'il aurait fait beaucoup d'expériences sur le raffinage par le lavage ? celle que je viens de rapporter est la seule qu'il ait faite, et encore il ne l'a point achevée, à cause, dit-il, *des circonstances et des vaisseaux employés peu propres à cette expérience.*

Cependant il avait mon mémoire sous les yeux, il m'avait vu opérer à l'arsenal en 1788, avec un appareil fort simple : un tonneau défoncé d'un côté, arrangé sur un chantier avec un baquet au-dessous, faisait tout mon appareil. Mais au moyen de l'absurdité qu'il m'a ci-devant prêtée, en présentant mon procédé comme étant analogue à celui de l'épreuve, Lavoisier a cru qu'avec une expérience mal faite et point achevée, comme il vient de le dire lui-même, il pourrait faire disparaître le véritable auteur du raffinage du salpêtre par lavage à l'eau pure, et s'emparer de mon procédé. Le cit. Guyton qui dans son rapport a copié mot à mot le mémoire de Lavoisier, n'a pas manqué de répéter et de me donner la même absurdité, comme je l'ai fait remarquer ci-devant, et de plus, de confirmer à présent la prétention de Lavoisier, en lui attribuant mon procédé à l'aide d'une anachronisme d'une année.

*Ce que Lavoisier proposait en 1792, ( dit le cit. Guyton dans son rapport, page 245 ) avec circonspection et dans la vue uniquement de diminuer les pertes occasionnées par l'évaporation (du salpêtre) fut bientôt*



*commandé par la nécessité d'arrêter l'invasion du territoire français, et de fournir pour cela de la poudre à douze armées en présence de l'ennemi, etc.*

Lavoisier lut son mémoire à l'académie, le 20 mars 1793, les registres font foi, et non pas en 1792, comme le dit le cit. Guyton, il distribua dans les mêmes jours son mémoire à la convention nationale, comme je l'ai déjà dit, ce qui est encore facile à vérifier.

« Cette théorie du raffinage (dit Lavoisier, p. 55)  
 „ qui n'est qu'une conséquence naturelle des  
 „ expériences que j'ai rapportées (1), me ramène  
 „ à un examen plus approfondi de la proposition  
 „ faite par Baumé de raffiner le salpêtre à froid par  
 „ des lavages, c'est-à-dire par une méthode ana-  
 „ logue à l'épreuve, (c'est à-dire avec de l'eau  
 „ saturée de salpêtre. ) »

Pour atténuer le mérite de ma découverte, on voit Lavoisier continuellement occupé à répéter l'absurdité qu'il me suggère, d'avoir proposé d'affiner le salpêtre avec de l'eau saturée de ce sel; il l'avait déjà dite précédemment, il la répète encore, dans l'espérance sans doute qu'à force de la dire on la croira.

Mon mémoire lu à l'académie, le 24 mars 1792, imprimé dans les deux journaux cités ci-dessus pour le mois d'avril 1792, le manuscrit contrôlé en marge par Lavoisier lui-même, suffisent pour constater mon antériorité sur lui, et pour prouver que mon travail mérite une autre considération que celle d'une simple proposition sous laquelle Lavoisier semble vouloir le restreindre. Mon mémoire contient un procédé fini, achevé, réglé, détaillé avec des résultats de la plus grande exactitude; je ne l'ai point imprimé avec circonspection; je l'ai imprimé au contraire en connaissance de cause pour

---

(1) Ce sont celles pour prouver l'évaporation du salpêtre qui n'ont aucun rapport au raffinage à l'eau froide.



faire connaître à la régie et à Lavoisier en particulier, que mon procédé présentait toute l'économie possible en tems, en combustible, en main-d'œuvre, en produits, et comme un des moyens propres à faire cadrer l'affinage en grand avec l'épreuve, et que mal-à-propos il avait été rejeté d'une manière désobligeante en 1788. Je dis même dans ce mémoire : *en publiant ce procédé, peut-être se trouvera-t-il quelque raffineur de salpêtre qui en sentira mieux l'utilité et l'économie.* L'usage qu'on en a fait ensuite a bien confirmé tout ce que je dis ici, qui n'est, pour ainsi dire, qu'une répétition de ce que j'avais dit dans mon mémoire imprimé.

Pour faire connaître l'utilité dont mon procédé a été par rapport aux circonstances, il suffit de citer ici ce que le cit. Guyton en dit dans nombre d'endroits de son rapport.

*On parvint par ce procédé à se procurer assez de salpêtre pour fournir de la poudre à douze armées en présence de l'ennemi. La fabrication de la poudre dans l'atelier de Grenelle a été portée jusqu'à 30 milliers par jour. (Voyez pages 245 et 246.) Trois jours devenaient suffisans pour le mettre en état d'être employé à la fabrication de la poudre. A la page 248. plus de 5 millions de salpêtre ont été affinés en quelques mois par ce procédé dans un seul atelier, etc.*

L'éloge que le cit. Guyton fait de mon procédé, en l'attribuant à Lavoisier, et la manière dont il rend compte de l'utilité dont il a été et dont il est encore, sont bien faits pour provoquer ma réclamation, ce n'est qu'au titre d'utilité, que je la fais à la face de la France entière. Il n'y a point de doute que si cette découverte eût été faite par d'autres que par moi, elle eût valu à son auteur une couronne civique ou au moins une récompense du gouvernement.

Enfin s'il était vrai que j'eusse proposé d'affiner les salpêtres bruts en les lavant avec de l'eau saturée de salpêtre, le procédé de l'épreuve serait donc encore à moi, et non au cit. Rifaut-des-Étres comme



le disent Lavoisier et le cit. Guyton; je ne réclame point cette idée : j'en fais la remarque seulement pour faire voir que les contradictions ne leur coûtent rien, pour déprécier les travaux de qui ne leur plaît pas. Cependant j'ai le droit le plus complet à revendiquer au moins ma part des manipulations qui ont fixé cette idée, donnée au hasard, en un procédé réglé pour l'épreuve des salpêtres bruts, comme le disent les régisseurs, page 10 de l'instruction, sur la manière dont on doit procéder à l'épreuve du salpêtre, etc., approuvé par l'académie des sciences, le 1<sup>er</sup> juillet 1789.

---

## M É M O I R E

### SUR LE RAFFINAGE DU SALPÊTRE BRUT.

*Lu à l'académie des Sciences, le 24 mars 1792; imprimé dans le Journal de Physique et dans les Annales de Chimie. Avril, même année.*

On nomme salpêtre brut, celui qu'on retire par lixiviation des terres qui le contiennent; à ces lessives on ajoute de la potasse pour décomposer les sels à bâses terreuses. Le salpêtre brut est un mélange de nitre à bâte d'alkali fixe, de nitre à bâte terreuse, de trois especes de sel marin, l'un à bâte d'alkali minéral, un autre à bâte d'alkali fixe végétal, et le troisième à bâte terreuse; d'un peu de sélénite, d'un peu de terre dans deux états différens, l'une libre et l'autre dissoute par les sels déliquescents, qui forment ce que l'on nomme *eau-mère*; enfin d'une certaine quantité de matière extractive végétale et animale; quelquefois le nitre brut contient encore un peu de sel ammoniacal.



L'objet du raffinage est de séparer le nitre d'avec les matières étrangères; « la régie a le  
 „ privilège exclusif d'affiner le salpêtre; c'est à  
 „ ce privilège qu'on doit attribuer le peu de  
 „ perfection de l'art de raffiner ce sel; on le  
 „ raffine encore aujourd'hui, comme on le raffi-  
 „ nait dans les siècles précédens, et peut-être  
 „ depuis l'invention de la poudre; il semble  
 „ même que, sous des prétextes spécieux, on ait  
 „ pris toutes les précautions pour empêcher que  
 „ cet art ne fît des progrès.

„ Les salpêtriers, par leur traité avec le gou-  
 „ vernement, sont obligés de livrer le salpêtre  
 „ brut à trente pour cent de déchet: c'est le  
 „ *maximum*; s'il est de nature à diminuer davan-  
 „ tage au raffinage, il est refusable; de même,  
 „ s'il est plus pur que le règlement ne le pres-  
 „ crit, le salpêtrier courait ci-devant les risques  
 „ d'une amende.

„ Cependant on ne tenait pas rigueur à cette  
 „ loi, il y a des salpêtriers qui le fournissent à 50  
 „ livres de déchet, et d'autres qui le livrent à  
 „ 18 livres de déchet pour cent; mais la loi n'en  
 „ existait pas moins, et le gouvernement peut la  
 „ remettre en vigueur lorsqu'il le voudra; il n'est  
 „ pas à craindre que les salpêtriers le fournissent  
 „ à un meilleur titre; car, par leur traité, ils  
 „ sont d'autant plus en perte qu'ils le livrent plus  
 „ pur (1). „

On fait supporter laborieusement au salpêtre

(1) Ce qui est en guillemets a été supprimé par Lavoisier de ce mémoire, imprimé dans les *Annales de Chimie*, avril 1792, dont il était un des auteurs, et il a écrit en marge du manuscrit, après le mot ligne 2 ... étrangères; dans les laboratoires de la régie des poudres qui, suivant la loi, raffine seule le salpêtre; la reprise est au mot on fait supporter, etc. Mais ce mémoire est en entier dans le journal de Physique, pour le mois d'avril 1792.



brut qu'on veut raffiner, deux dissolutions et deux cristallisations successives; à la première dissolution, on ajoute une certaine quantité de colle de Flandre pour clarifier la liqueur, qui fait un embarras de plus dans le travail, et qui est absolument inutile dans le procédé que je propose.

Voici en abrégé le procédé usité pour le raffinage du salpêtre brut.

On met cinq ou six milliers de salpêtre brut dans une chaudière de cuivre, avec environ autant d'eau; on fait chauffer le mélange: au moyen de la petite quantité d'eau, le salpêtre se dissout à l'aide de la chaleur, de préférence au sel marin; cependant il se dissout aussi de ce sel; on enlève ce dernier avec un grand écumoir; on met le sel égouter dans un panier placé au-dessus de la chaudière; alors on clarifie la liqueur avec une livre ou deux de colle de Flandre, dissoute dans de l'eau; elle forme une écume avec la terre libre; on l'enlève à mesure qu'elle se présente; on met la liqueur ainsi clarifiée dans de grands baquets de cuivre, où elle se cristallise; le nitre qui en provient est ce que l'on nomme *nitre de deux cuites*: on le met égouter, il est chargé d'une portion de sel marin et d'eau-mère dans laquelle il a cristallisé.

On purifie le salpêtre de deux cuites en le faisant dissoudre dans de l'eau, et le faisant cristalliser comme la première fois; le nitre qui en provient se nomme *salpêtre de trois cuites*; il sert à la fabrication de la poudre; on amasse les eaux-mères à mesure qu'elles se présentent, pour les travailler à part avec de la potasse.

Telle est en abrégé l'opération du raffinage du salpêtre qu'on pratique de tems immémorial; l'eau-mère et une partie du sel marin accompagnent le nitre à la première cristallisation; ces matières étrangères, en moindre quantité à la vérité, se trouvent encore confondues avec le nitre à la seconde cristallisation, puisque la liqueur sépa-



rée du salpêtre de trois cuites, évaporée de nouveau, ne forme que du salpêtre de deux cuites, parce qu'il est mêlé de sel marin et de l'eau-mère. Je n'ai pas cru devoir entrer dans de plus grands détails sur ce procédé, parce qu'il est décrit dans presque tous les livres de chimie; ce que j'en cite est suffisant pour le remettre sous les yeux, et pour pouvoir le comparer à celui que je propose: il suffit de remarquer qu'on fait éprouver successivement au salpêtre brut deux dissolutions et deux cristallisations, et qu'on travaille les eaux-mères à part.

Le procédé que je propose est plus simple: on obtient sans feu, sans dissolution, sans aucune clarification, et avec moins de main-d'œuvre, à moins de frais, en une seule opération, autant de salpêtre tout aussi pur que celui de trois cuites; on a de même, par mon procédé, l'eau-mère qu'on traite à part; mais comme je la sépare d'abord, ainsi que le sel marin, les matières étrangères au nitre n'accompagnent pas ce sel depuis le commencement jusqu'à la fin de la cristallisation, et ne fait point d'embarras dans sa purification.

J'ai proposé ce procédé en 1788 à l'Arsenal. On fit quelques expériences auxquelles on ne donna pas de suite, parce qu'on croyait que ce procédé pourrait trop changer la marche du travail usité, et les dispositions des ateliers: nous assurons qu'il n'oblige qu'à des changemens de la plus grande économie. *En publiant ce procédé, peut-être se trouvera-t-il quelque raffineur de salpêtre qui en sentira mieux l'utilité et l'économie.*

Je dois prévenir que je n'ai fait mes expériences que sur cent onces de salpêtre brut à-la-fois; cette quantité, infiniment petite, comparée à un travail très-en grand, n'empêche pas qu'on ne puisse traiter à-la-fois, de la même manière, telle quantité qu'on voudra. Ce procédé est fondé sur la propriété qu'a l'eau froide de dissoudre le



sel marin et l'eau - mère de préférence au salpêtre.

*Raffinage de salpêtre brut par le simple lavage à l'eau froide, et analyse de cent onces de ce salpêtre.*

J'ai pris pour mes expériences un salpêtre brut qui déchoyait d'environ trente pour cent.

J'ai mis cent onces de ce salpêtre dans une grande capsule de verre, avec seize onces d'eau froide de rivière; j'ai laissé ce mélange en infusion pendant une demi-heure, en l'agitant souvent; je l'ai mis égouter dans un grand entonnoir de verre, jusqu'à ce qu'il ne coulât plus rien; le bec de l'entonnoir était rempli d'un petit faisceau de tuyaux de paille pour retenir le salpêtre: par cette première opération, je me suis débarrassé de presque toute l'eau-mère et d'un peu de sel marin.

J'ai remis ce salpêtre dans la même capsule de verre, avec une livre de nouvelle eau froide de rivière; j'ai laissé ce mélange pendant vingt-quatre heures, en ayant soin de l'agiter souvent, pour faciliter la dissolution du sel marin: au bout de ce tems, je l'ai mis égouter comme la première fois.

Lorsqu'il a été entièrement égouté, je l'ai mêlé de nouveau, pour la troisième fois, avec une livre d'eau de rivière; j'ai laissé de même ce mélange pendant vingt-quatre heures en infusion, et je l'ai ensuite fait égouter de la même manière; lorsqu'il a été bien égouté, je l'ai aspergé d'eau froide à plusieurs reprises, pour achever de le laver: le salpêtre était très-beau, très-blanc et presque aussi pur que le salpêtre de trois cuites.

J'obtiens, quand je veux, par ce procédé simple, sans dissolution, du nitre plus pur que ne l'est ordinairement le salpêtre de trois cuites. Mais comme le salpêtre employé à la fabrication de la poudre doit être non-seulement très-pur,



mais encore exempt de petits cailloux ou graviers, il est important de purifier le salpêtre par dissolution complète ; il serait également essentiel de passer au travers d'une toile la liqueur avant la cristallisation : ces raisons , par conséquent , dispensent de purifier complètement le nitre par le simple lavage.

Le salpêtre lavé, comme je viens de le dire, et bien égouté, pesait soixante onces ; je l'ai dissous à l'aide de la chaleur dans cinq livres d'eau , j'ai filtré la liqueur : la terre est restée sur le filtre ; je l'ai lavée et fait sécher, il s'en est trouvé 48 grains ; j'ai obtenu en deux cristallisations 51 onces 4 gros et 9 grains de nitre sec, parfaitement pur, qui louchit à peine avec la dissolution d'argent ; il est aussi pur que celui qu'on préparait à l'Arsenal pour fabriquer la poudre de chasse du roi. Il m'est resté environ huit onces de liqueur que j'ai mêlée avec l'eau-mère pour les traiter ensemble, comme nous le dirons dans un instant.

C'est donc près des trois quarts de salpêtre très-pur retiré de cent onces de salpêtre brut en une seule purification.

Dans le travail ordinaire du raffinage du salpêtre, il reste également beaucoup de salpêtre dans les premières eaux-mères ; on le retire ensuite par des opérations postérieures qui auraient vraisemblablement besoin d'être examinées. Je ne propose rien, quant à présent, sur cet objet ; j'observerai seulement que, par le procédé que je propose, on sépare l'eau-mère par le premier lavage ; on peut la traiter à part avec de la potasse, comme à l'ordinaire : l'eau du second et du troisième lavage, évaporées ensemble, formeront du salpêtre de deux cuites, qu'on peut purifier ensuite par le lavage à l'eau froide.

Le salpêtre brut, comme nous l'avons dit précédemment, est mêlé d'une petite quantité de terre ; elle se trouve dans deux états différens ; une partie est libre et peut être séparée presque entièrement



tièrement pendant le lavage du salpêtre brut, il suffit pour cela d'enlever le salpêtre du vaisseau dans lequel on le lave avec un écumoir pour le mettre égouter, la dissolution de ce nitre ne se trouble point pendant les évaporations.

L'autre portion de terre est tenue en dissolution par l'eau-mère, elle se sépare successivement chaque fois qu'on fait évaporer la liqueur.

*Sur l'eau-mère du salpêtre de l'opération ci-dessus.*

Cette eau-mère contient les mêmes substances que le salpêtre brut, mais dans des proportions différentes; le nitre ne fait qu'environ la moitié du poids des autres substances salines; le sel marin s'y trouve rassemblé en totalité, ainsi que presque toute la terre. Dans les raffineries, on traite les eaux-mères avec de la potasse, qui décompose les sels à base terreuse, et forme du nitre et du sel marin de potasse. Mon intention était de suivre par voie d'analyse l'examen de cette eau-mère, afin d'en observer les produits, je l'ai traitée sans potasse. J'en ai traité aussi avec de cet alkali pour objet de comparaison; nous en parlerons après. Je passe ici sous silence les détails d'évaporations, de cristallisations et de séparations de sel marin, à mesure qu'il se présente. Ces détails très-multipliés, très-monotones seraient aussi ennuyans à décrire, qu'ils sont minutieux et difficiles à suivre, à cause des répétitions sans fin des mêmes manipulations: il suffit de dire, que cette eau-mère était trouble; je l'ai filtrée pour séparer la terre libre; la liqueur mise à évaporer a fourni d'abord du sel marin.

Je l'ai séparée à mesure, lorsque la liqueur s'est trouvée suffisamment évaporée; je l'ai filtrée et mise à cristalliser, elle a produit du nitre roux, mêlé d'un peu de sel marin; je l'ai mis égouter sur un entonnoir, et j'ai passé dessus, par aspersion, un peu d'eau froide qui a emporté la couleur rousse et a dissous le sel marin.



J'ai continué les évaporations, les séparations de sel marin, les filtrations, les cristallisations et les aspersions d'eau froide sur les cristaux de salpêtre, pour emporter par ce moyen la couleur et dissoudre le sel marin qui avait pu cristalliser avec le nitre; j'ai continué, dis-je, ces opérations, jusqu'à ce que la liqueur qui me restait, refusât de fournir des cristaux; il est resté environ une livre d'eau mère; je l'ai mêlée avec une livre d'esprit-de-vin rectifié à 34 degrés de mon pese-liqueur: j'ai exposé ce mélange au froid, et dans l'espace de quelques jours il s'est formé au fond de la bouteille une once et demie de sel qui était du nitre et du sel marin; ce dernier en moindre quantité.

J'ai séparé ces deux sels l'un de l'autre, j'ai fait évaporer l'esprit-de-vin pour avoir l'eau-mère, j'en ai obtenu 14 onces donnant 38 degrés à mon pese-liqueur.

La totalité de l'eau-mère traitée comme je viens de le dire, m'a fourni 18 onces 7 grains de nitre pur semblable au premier.

Pour éviter les répétitions, nous dirons dans l'article suivant de quelle manière j'ai séparé le salpêtre d'avec le sel marin.

#### Résultat.

Nitre tiré de la 1 <sup>re</sup> .	onc.	gros	grains	}	onc.	gros	grains
opération par le lavage.	51	4	9.				
Nitre tiré de l'eau-mère. . . . .	18	"	7.				
Nitre mêlé d'une bien petite quantité de sel marin. . . . .	"	2	"	}	69	6	16.
Sel marin. . . . .	13	6	54.				
Sel marin légèrement mêlé de nitre. . . . .	2	36.					
Terre en tout. . . . .	"	4	53.	}	14	1	18.
Eau-mère à 38 degrés. . . . .	14	"	"				
Perte en humidité. . . . .	1	3	57.				
Egal. . . . .	100	"	"				



*Raffinage de cent onces de salpêtre brut par le simple lavage à l'eau froide, et l'eau-mère traitée avec de l'alkali fixe.*

Pour compléter ce travail il me restait à examiner par l'analyse le même salpêtre, et de traiter l'eau-mère avec de l'alkali fixe, afin de connaître l'augmentation de salpêtre produite par ce sel.

J'ai d'abord lavé les 100 onces de salpêtre, comme je l'ai dit ci-dessus; j'ai séparé par ce moyen les trois-quarts de nitre qui n'a pas besoin d'alkali; je l'ai purifié ensuite comme le précédent; j'ai obtenu 51 onces 3 gros de nitre parfaitement pur et bien sec, j'ai lavé la terre restée sur le filtre, et l'ai fait sécher, il s'en est trouvé 58 grains; il est resté environ 8 onces d'eau-mère provenant de la purification de ce salpêtre, je l'ai mêlé avec celle séparée du salpêtre brut par le lavage.

J'ai d'abord filtré l'eau-mère pour recueillir la terre libre, j'ai lavé cette terre et l'ai fait sécher, il s'en est trouvé un gros 24 grains, qui ajoutés à celle du nitre lavé forment un total de 2 gros 10 grains de terre libre; le surplus est tenu en dissolution par l'eau-mère sans être combiné avec aucun acide, si ce n'est celui de l'air fixe.

J'ai fait chauffer la liqueur, et j'ai ajouté peu-à-peu de l'alkali fixe sec très-pur, jusqu'à ce que je fusse parvenu au point de saturation; il en a fallu 4 onces 2 gros 60 grains. La terre des sels à base terreuse a été précipitée; j'ai filtré la liqueur; elle a passé fort ambrée; j'ai lavé la terre restée sur le filtre, jusqu'à ce qu'elle fût parfaitement dessalée et l'ai fait sécher, il s'en est trouvé 2 onces 5 gros 52 grains.

J'ai réuni toutes les liqueurs, et je les ai fait évaporer, jusqu'à réduction d'environ une pinte; pendant cette évaporation, il s'est précipité beaucoup de sel marin; j'ai rassemblé ce sel sur un entonnoir, dont le bec était garni d'un petit fais-



ceau de tuyaux de paille afin qu'il pût s'égouter. La liqueur mise à cristalliser a formé beaucoup de nitre roux, mêlé de sel marin; je l'ai mis égouter sur un entonnoir, et l'ai lavé en passant de l'eau froide dessus qui a emporté la couleur et a dissous le sel marin.

J'ai continué de même les évaporations et les cristallisations en filtrant chaque fois la liqueur, et je lavais avec de l'eau froide les cristaux à chaque opération, pour les nétoyer de la matière colorante et pour dissoudre le sel marin. Je séparais aussi le sel marin à mesure qu'il se présentait aux évaporations, il m'est resté enfin 2 gros d'eau-mère extractive.

J'ai séparé ensuite le nitre que retenait le sel marin.

#### Résultat.

Nitre tiré de la 1 <sup>re</sup> opération par le lavage.	onc.	gros	grains	}	onc.	gros	grains
Nitre tiré de l'eau-mère.	51	3	..		72	6	4.
Terre libre.	21	3	4.		..	2	10.
Sel marin.					19	5	60.
Eau-mère extractive.					..	2	..
Perte en humidité en air pendant la saturation.					6	7	70.
Egal.					100	..	..

#### Remarques.

Au moyen du lavage qu'on fait d'abord du salpêtre brut, on se débarrasse des matières étrangères au nitre, il reste, comme on l'a dit, une très-petite quantité de terre libre; elle ne peut faire aucun embarras dans un travail en grand, elle s'attache aux parois supérieurs de la chaudière.

Si l'on fait à froid le mélange d'alkali et d'eau-mère, le précipité terreux, comme dans la prépa-



ration des laques , s'empare de la plus grande partie de la matière colorante extractive ; mais une partie de la terre se dissout par l'acide de l'air fixe qui se dégage pendant la saturation , et reparait au premier degré de chaleur qu'on fait éprouver à la liqueur ; si au contraire on fait la saturation à l'aide de la chaleur , on sépare moins de la matière colorante , et la liqueur ne se trouble que sur la fin de l'évaporation ; il serait à propos dans les travaux en grand de filtrer dans des tonneaux les liqueurs après leur précipitation , et même un peu avant l'instant où l'on cesse de les faire évaporer pour les faire cristalliser.

Le sel marin enlevé de l'eau-mère pendant les évaporations est mêlé de salpêtre ; il faut séparer ces deux sels afin d'en connaître leur poids séparément : cette séparation se fait à raison de leur différente dissolubilité dans l'eau froide ou dans l'eau chaude ; le salpêtre se dissout mieux dans l'eau chaude que le sel marin , et celui-ci se dissout mieux dans l'eau froide :

On met dans un poëlon d'argent le sel marin impregné de nitre ; on ajoute une petite quantité d'eau pour l'humecter , de manière qu'il n'en surnage que très-peu ; on fait chauffer ce mélange un instant , le nitre se dissout de préférence ; on décante la liqueur , on réitère cette opération dix , quinze fois et même davantage jusqu'à ce que le sel marin qui reste dans le poëlon ne contienne plus de nitre. On s'en assure en faisant sécher un peu de ce sel marin entre un petit paquet de papier gris , qu'on comprime sur une table ; on change le sel de place jusqu'à ce qu'il ne mouille plus le papier : alors on le met sur des charbons ardents ; pour peu qu'il fuse , il faut continuer à le laver de la même manière.

La liqueur chargée de nitre séparé du sel marin est encore mêlée de ce dernier sel ; il faut faire évaporer la liqueur , et la traiter de nouveau de la même manière : avec de la patience et de l'adresse



on parvient enfin à séparer ces deux sels l'un de l'autre ; ce qui est nécessaire pour une analyse parfaite.

Le sel marin dans le salpêtre bruts'y trouve, comme nous l'avons dit, dans trois états différens ; mais j'en ai observé une quatrième espèce qui a des propriétés singulières, et que j'ai cru d'abord être du sel marin oxigéné ; il ne détonne pas comme lui sur les charbons ardens ; je l'ai trouvé en plus grande quantité dans l'eau-mère traitée avec de la potasse : cette espèce de sel marin se présente presque sur la fin des évaporations.

Voici les propriétés de ce sel ; il est infiniment plus dissoluble que les sels marins à base d'alkali ; je n'ai pu observer la forme des cristaux par la manière dont je l'ai obtenu, qui est peu convenable à une cristallisation régulière ; il se fond et bouillonne sur les charbons ardens sans fuser ni décrépiter ; il laisse sur les charbons un sel neutre qui a un goût frais comme le sel fusible de l'urine ; l'acide vitriolique concentré en dégage avec beaucoup d'effervescence des vapeurs qui ont une forte odeur d'acide marin oxigéné ou d'eau régale, les vapeurs sont légèrement rutilantes.

Dans une autre opération semblable il me restait environ deux onces d'eau-mère syrupeuse brune, qui contenait beaucoup de ce sel, et encore un peu de nitre qu'il n'était plus possible de séparer par cristallisation ; j'ai fait dessécher une très-petite partie de cette matière dans un poëlon d'argent, à l'effet de détruire par la torréfaction la partie extractive : mais lorsque la matière est arrivée à un certain point de dessiccation, elle s'est enflammée tout-à-coup avec une forte explosion, et elle est sautée à plus de six pieds de hauteur ; le peu de matière restée dans le poëlon était de l'alkali fixe.

L'analyse du même salpêtre brut, faite avec ou sans alkali, présente des produits qui diffèrent assez en poids pour devoir être considérés ; la différence



des produits n'est cependant que dans les eaux-mères ; les nitres tirés de part et d'autres à la première opération sont à-peu-près de même poids.

L'eau-mère traitée avec 4 onces 2 gros 60 grains d'alkali fixe, a fourni sur celle traitée sans alkali un excédent de matières salines du poids de 8 onces 6 gros 3 $\frac{1}{2}$  grains, dont 3 onces 2 gros 69 grains de nitre, et 5 onces 4 gros 42 grains de sel marin : on conçoit que cette augmentation est produite par la décomposition des sels à base terreuse ; comme on suppose qu'il entre dans la composition du nitre et du sel marin autant d'alkali que d'acide sec en poids, la moindre quantité d'alkali a été employée à produire l'augmentation du nitre obtenu, et le reste de cet alkali, qui fait la majeure partie, a décomposé le sel marin à base terreuse, et a formé l'excédent du sel marin de potasse ; ce sel est sans valeur ; ainsi cette portion d'alkali est employée en pure perte. Il serait donc bien important de trouver un moyen qui pût séparer le sel marin calcaire des eaux-mères avant d'ajouter la potasse, alors tout l'alkali employé ne formerait plus que du nitre ; j'ai trouvé ce moyen, il fait l'objet d'un article particulier, que j'ajoute à la fin de ce mémoire.

Je joins ici un procédé infiniment simple que je propose pour apprécier le titre des salpêtres bruts.

*Procédé infiniment simple pour déterminer le titre des salpêtres bruts.*

Le travail que je fais depuis long-tems sur les salpêtres bruts, me met à portée de proposer un procédé de la plus grande simplicité pour déterminer le titre des salpêtres bruts ; il n'a, je pense, aucun des inconvéniens de ceux proposés jusqu'à présent. On n'y emploie aucun réactif, point d'eau saturée de salpêtre ; il n'est pas à craindre par conséquent d'introduire dans l'essai du salpêtre



étranger proportionné à la diminution de température ; il ne faut ni thermomètre ni pèse-liqueur, instrumens fort exacts, mais sujets à erreurs entre des mains peu exercées à les manier. Mon procédé ne demande point de main-d'œuvre, point de travail, fort peu de soin, on peut mener ensemble un très-grand nombre d'essais à la fois ; ce procédé peut être mis entre les mains de personnes les moins exercées aux manipulations chimiques.

Il est fondé sur la seule propriété déliquescente de sels étrangers qui se rencontrent dans les salpêtres bruts, et sur la propriété non déliquescente du nitre même exposé dans un endroit humide.

Ce procédé consiste donc à mettre cent gros de salpêtre brut sur un tamis garni de beaucoup de papiers gris, d'exposer ce tamis à la cave ; les sels étrangers qui accompagnent le salpêtre étant déliquescent attirent l'humidité de l'air, se résolvent en liqueur et s'imbibent dans le papier, ou dans toute autre matière absorbante qu'on veut employer en place ; le salpêtre qui n'est point déliquescent reste sec sur le papier, et parvient à un tel degré de pureté qu'il devient égal au salpêtre qu'on nomme de *trois cuites*.

Mais les sels déliquescent entraînent avec eux une certaine quantité de salpêtre qu'ils tiennent en dissolution, et qui s'imbibe conjointement avec eux dans le papier. Il y a par conséquent une suite d'expériences à faire pour connaître ce qui s'imbibe de salpêtre afin de le restituer à l'essai ; cette imbibition de salpêtre par le concours des sels déliquescent, est proportionnelle à la nature de ces mêmes sels, et aux proportions qui s'en rencontrent dans les salpêtres bruts : il eût été à désirer sans doute qu'elle fût uniforme pour tous les salpêtres bruts, mais cela n'est pas.

C'est un inconvenient attaché à la nature des salpêtres bruts et qui n'est point difficile à surmonter. Il suffit pour apprendre à connaître ce qui s'en imbibe.



1°. Opérer d'abord sur un certain nombre de salpêtres bruts artificiels, dont on connaît la quantité de salpêtres purs qui les composent ;

2°. Opérer de même sur des salpêtres bruts naturels, et rechercher dans les papiers humides la quantité de salpêtre qui s'y est imbibée avec les sels déliquescents. D'après un nombre suffisant d'expériences sur ces deux genres de salpêtres, il est très-facile d'apprendre à connaître avec une très-grande précision ce qu'ils ont perdu pendant cette imbibition pour la restituer judicieusement à l'essai, sans être obligé de rechercher chaque fois dans les papiers le salpêtre qui s'y est imbibé.

J'avais proposé ce moyen à la régie au mois de février 1788. On fit un grand nombre d'expériences qui présentaient la plus grande exactitude ; il a été rejeté, comme l'a été mon procédé du raffinage de salpêtre par le lavage à l'eau froide, disant pour raison qu'il était trop long ; je l'ai repropoé de nouveau à la commission de 1791, de laquelle j'étais, il a été rejeté pour la même raison. Lavoisier présidait cette commission, quoiqu'il ne fût pas commissaire ; il l'avait rejeté ci-devant, il était dans l'ordre qu'il le rejetât de nouveau.

J'observai cependant que sa longueur était un très-léger inconvénient, puisque la régie ne compte définitivement qu'au bout de l'année avec les salpêtriers, et que le procédé que je proposais offrait des résultats certains dans le courant d'un mois sans aucun travail. Ce procédé a l'avantage précieux de faire une sorte d'analyse exacte en cas de contestation sur le poids du résultat, en ce qu'on retrouve dans les papiers le poids du salpêtre imbibé sans mélange de salpêtre étranger, et qu'on ne peut pas objecter qu'il s'en est introduit par une manipulation vicieuse ou par un refroidissement de température, comme cela peut arriver par l'épreuve faite avec de l'eau saturée de salpêtre.

Aucune des expériences faites dans le tems à l'arsenal n'ont été achevées, on s'en est tenu à



connaître seulement les manipulations simples que je proposais. Je vais rapporter le petit nombre d'expériences que j'ai faites dans mon laboratoire sur des salpêtres bruts naturels, dont on venait de déterminer les titres par l'épreuve ordinaire, c'est-à-dire, les essais pesés humides, ensuite séchés, puis lavés avec de l'eau saturée, et aux résultats desquels on ajoute quatre pour cent. J'ai préféré de prendre des salpêtres bruts qui venaient d'être éprouvés, afin de comparer les résultats obtenus par les deux manières d'opérer.

*Première expérience.*

J'ai pesé 8 onces de salpêtre très-pur en poudre passé au tamis de crin, je les ai mises sur un tamis garni de papier gris, que j'ai posé par terre dans une cave humide, et l'y ai laissé huit jours : les papiers n'ont contracté aucune tache d'humidité ; le salpêtre pesé de nouveau s'est trouvé de même poids. Cette expérience prouve que le salpêtre n'attire point l'humidité de l'air : ce qu'il fallait constater, pour parvenir aux expériences suivantes.

*Deuxième expérience.*

Sur un autre tamis garni de beaucoup de papier gris ; j'ai mis 4 onces de sel marin purifié, j'ai mis ce tamis par terre à la même cave, il a été vingt jours à tomber en *deliquium*, tout s'est imbibé dans le papier ; il a fallu ce tems, qui cependant peut varier suivant que la cave sera plus ou moins humide.

*Troisième expérience.*

J'ai pris 100 gros de salpêtre brut qui venait d'être essayé par l'épreuve dont j'ai parlé ci-dessus, et qui ont donné pour résultat 70 gros 37 grains de salpêtre pur, y compris les quatre pour cent ajoutés



pour restituer à l'essai, ce qu'il perd pendant l'opération.

J'ai mis ces cent gros de salpêtre sur un clayon d'osier à fromage de onze pouces de diamètre, garni de quatre onces et demi de papier gris, et l'ai posé sur des chantiers dans une cave un peu humide. Dans l'espace de trois jours le *deliquium* avait mouillé à-peu-près les deux tiers du papier; je les ai séparés, j'ai posé le salpêtre sur les papiers non mouillés, et j'ai laissé le salpêtre à la cave.

Au bout de six autres jours, j'ai trouvé le reste du papier complètement mouillé; le salpêtre avait déjà acquis un certain degré de siccité qu'il n'avait pas auparavant, toute l'eau-mère s'était imbibée. J'ai broyé ce salpêtre dans un saladier de fayence avec une petite molette de verre, afin de faire présenter au sel marin plus de surface à l'humidité de l'air; j'ai remis le salpêtre sur six onces et demi de nouveau papier gris et l'ai replacé à la cave.

Cinq jours après j'ai trouvé la moitié de l'épaisseur des papiers bien mouillés, je les ai supprimés, et j'ai remis le salpêtre sur le restant de papier non mouillé.

Trois jours après j'ai trouvé mouillé le quart des papiers que j'avais laissés, je les ai ôtés, et j'ai remis le salpêtre sur la portion de papier non mouillé.

Enfin, au bout de trois autres jours, j'ai vu avec plaisir que les papiers sur lesquels posait le salpêtre ne se mouillaient plus, et que la séparation et l'imbibition des sels déliquesceus étrangers au salpêtre étaient finies; le salpêtre n'avait que le moite humide que prend tout corps exposé dans un lieu humide; je l'ai fait sécher au bain de sable dans un petit seau de verre, il s'en est trouvé 63 gros 42 grains, il était tout aussi pur que celui qu'on nomme de trois cuïtes, seulement un peu moins blanc, parce qu'il contient encore un peu de terre.

Toute l'opération a été terminée en vingt jours



sans beaucoup de travail. Il a été employé 10 onces 4 gros 85 grains de papier gris ; mais on peut employer toute autre substance moins chère, telle que de la cendre tamisée, de la craie, du plâtre, du sable, etc.

J'ai rassemblé tous les papiers qui ont servi à l'imbibition des sels déliquesceus du salpêtre de cette expérience, dans l'intention de connaître la quantité de salpêtre que ces sels avaient dissous.

J'ai lavé ces papiers à trois reprises dans deux pintes d'eau chaude chaque fois ; la dernière eau n'avait plus de saveur ; j'ai exprimé les papiers fortement à la main à chaque lotion. J'ai fait évaporer, et j'ai séparé les sels à mesure qu'ils se présentaient, de manière que j'en ai fait une véritable analyse. Je passe sous silence les manipulations minutieuses employées à séparer les sels l'un d'avec l'autre ; j'en ai rendu compte dans l'article précédent, page 405 : voici maintenant les résultats de cette analyse.

Salpêtre resté sur les papiers à la cave et séché. . . .	gros 63	grains 42.	} gros 70 grains 53.
Salpêtre tiré du lavage des papiers et séché. . . . .	7	11.	
Augmentation sur l'épreuve, grains, ou perte pour le salpêtrier.	16		
Sel marin. . . . .	15	4.	
Eau-mère à 38 degrés. . . . .	10	9.	
Terre séparée du salpêtre. . . . .		13.	
Humidité qu'il eût perdue, si je l'eusse fait sécher avant de l'employer.	3	65.	
Egal. . . . .	100	„.	

#### Remarques.

J'ai employé dans cette expérience le salpêtre pesé non séché pour me conformer à ce qui se pratique pour les essais de salpêtre à l'arsenal. On



peut voir page 363 la perte que le salpêtrier éprouve par ce mode. Dans cette expérience nous trouvons que le salpêtre contenait 3 gros 65 grains d'humidité ; c'est en supposant que l'eau-mère séparée est au même degré de concentration qu'elle l'était dans le salpêtre avant l'opération. Si j'eusse opéré sur cent gros sec, l'essai eût gagné à peu-près deux pour cent. Puisque la régie ne paie que sur le résultat très-sec de l'essai, il serait juste de faire l'épreuve sur le salpêtre séché au même point, avant de peser l'essai.

J'observerai que lorsqu'on aura constaté, de la manière que je viens d'exposer, la quantité de salpêtre imbibé dans les papiers, sur un certain nombre de salpêtres bruts naturels et artificiels, on pourra restituer à l'essai légitimement ce qui lui appartient, sans être obligé de faire chaque fois l'analyse de la matière qui a imbibé les sels déliquescents : mais il serait juste de faire sécher les essais de salpêtre avant de les peser pour les raisons que nous venons de dire.

Nous allons voir dans les expériences suivantes que l'imbition du salpêtre par les sels déliquescents est différente ; elle est relative aux proportions dans lesquelles ils se rencontrent dans les salpêtres bruts. En adoptant ce mode d'épreuve, il faudra en établir un de restitution, soit suivant une table, soit suivant une progression à tant pour cent : un mode uniforme deviendrait injuste à l'égard des salpêtres de médiocre qualité, comme sont presque tous ceux fournis par les salpêtriers de la campagne des environs de Paris.

#### *Quatrième expérience.*

Sur un salpêtre brut qui venait d'être éprouvé, par l'épreuve dont nous avons parlé, cent gros pesés humides, au résultat desquels on ajoute au prorata de quatre pour cent, ont rendu 74 gros 68 grains de salpêtre pur.



J'ai traité cent gros de ce salpêtre pesé humide comme le précédent; j'ai employé de même 10 onces 4 gros 35 grains de papier gris, les papiers ont été lavés de la même manière. Voici les résultats :

Salpêtre resté sur les papiers à la cave et séché. . . . .	69	40.	} gros grains	
Salpêtre tiré du lavage des papiers et séché. . . . .	6	36.		
			76	4.

Augmentation sur l'épreuve  
1 gros 8 grains, ou perte pour  
le salpétrier.

Sel marin. . . . .	9	34.
Eau-mère à 38 degrés. . . . .	9	15.
Terre séparée du salpêtre. . . . .	"	9.
Humidité qu'il eût perdue, s'il eût été séché avant de le peser. . . . .	5	10.

Egal. . . . . 100 "

L'humidité calculée ici est toujours dans la supposition que l'eau-mère concentrée à 38 degrés est de même dans le salpêtre avant de l'employer; mais si elle est plus concentrée dans ce sel, l'essai perd d'autant au résultat.

#### *Cinquième expérience.*

Sur un salpêtre brut de la meilleure qualité, qui venait d'être éprouvé comme les précédens, cent gros pesés humides, au résultat desquels les quatre pour cent ajoutés ont rendu 80 gros 44 grains de salpêtre pur.

J'ai traité comme les précédens cent gros de ce salpêtre pesé humide, il ne m'a fallu que 8 onces 4 gros de papier gris pour imbiber les sels déliquescons. Voici les résultats :



Salpêtre resté sur les pa-	gros	grains	}	gros	grains
piers à la cave et séché. . . . .	77	59.			
Salpêtre tiré du lavage des	2	59.	}	80	46.
papiers et séché. . . . .					

Augmentation sur l'épreuve,  
2 grains, ou perte pour le sal-  
pêtrier.

Sel marin. . . . .	9	11.
Eau-mère à 38 degrés. . . . .	8	10.
Terre séparée du salpêtre. . . . .	"	3.
Humidité qu'il eût perdue, s'il eût été séché avant de l'employer. . . . .	2	13.
Egal. . . . .	100	".

### Sixième expérience.

Sur un salpêtre brut de la plus mauvaise qua-  
lité qui venait d'être éprouvé comme les précédens,  
cent gros pesés humides avec les quatre pour cent  
ajoutés au résultat de l'essai, ont rendu 55 gros  
8 grains.

Cent gros de ce salpêtre pesé humide et traité  
comme les précédens, il a fallu une livre de  
papier gris pour imbiber la déliquescence. Voici  
les résultats :

Salpêtre resté sur les pa-	gros	grains	}	gros	grains
piers à la cave et séché. . . . .	48	10.			
Salpêtre tiré du lavage des	10	2.	}	52	12.
papiers et séché. . . . .					

Augmentation sur l'épreuve,  
3 gros 8 grains, ou perte pour le  
salpêtrier.

Sel marin. . . . .	11	".
Eau mère à 38 degrés. . . . .	22	".
Terre séparée du salpêtre. . . . .	"	24.
Humidité qu'il eût perdue, s'il eût été séché. . . . .	8	36.
Egal. . . . .	100	".



*Septième expérience.*

Sur un salpêtre brut de la meilleure qualité, livré à l'Arsenal le 18 pluviôse an VI, par le cit. Rihouey, et trouvé au titre de 84 livres de salpêtre pur par cent, y compris les deux pour cent ajoutés au résultat de l'essai, suivant le nouveau mode du cit. Guyton.

Le cit. Rihouey m'a donné du même salpêtre pour vérifier le titre trouvé à l'Arsenal ; ce que j'ai fait par mon procédé de l'imbibition.

Le 19 pluviôse an VI, j'ai pesé cent gros du même salpêtre humide, et l'ai traité à la cave, comme les précédens, sur du papier gris, pour imbiber les sels déliquescens ; il en a fallu 7 onces 4 gros. Voici les résultats :

Salpêtre resté sur les papiers à la cave et séché. . . . .	83	54.	} gros grains. 87 54.
Salpêtre tiré du lavage des papiers et séché. . . . .	4	”.	
Augmentation sur le mode d'épreuve, 3 gros 54 grains.			
Sel marin. . . . .	7	20.	
Eau - mère. . . . .	2	”.	
Terre séparée du résultat de l'essai. . . . .	”	4.	
Humidité qu'il eût perdue, s'il eût été séché avant de l'employer. . . . .	2	66.	
Egal. . . . .	100	”.	

Ce salpêtre perd donc, par le nouveau mode d'épreuve, 3 gros 54 grains ; plus à-peu-près un demi-gros par l'humidité dont l'essai n'a point été privé avant de l'employer ; ce qui fait en total un peu plus de 4 livres 4 onces de déchet pour cent : déchet tel que le salpêtrier ne reçoit pas la totalité de ce qui lui est légitimement dû.

Il résulte de ces expériences,

1°. Que le procédé que je propose pour l'épreuve  
des



des salpêtres bruts est infiniment simple, et peut être exécuté par toutes personnes même sans avoir des connaissances en chimie : sa longueur n'est pas un inconvénient, (puisque'on ne fait le décompte des salpêtriers qu'après l'année révolue) vingt jours suffisent, et quand il faudrait un mois, ce mode n'exige presque point de main-d'œuvre ; le point certain où l'essai est fini, est celui où il ne mouille plus le papier ; arrivé à ce terme, il resterait long-tems à la cave qu'il n'éprouvera plus de déchet.

2°. On peut se dispenser d'employer une aussi grande quantité de papier, deux ou trois feuilles mises l'une sur l'autre suffisent pour recevoir le salpêtre ; on pose le tout sur de la craie ou sur de la cendre, etc. : lorsqu'il convient de changer la matière imbibante, on enleve la seule feuille sur laquelle est le salpêtre, et on la pose sur un appareil nouveau. Il est facile de s'arranger, de manière qu'il suffira de changer une seule fois la matière imbibante pendant le cours de l'essai ; c'est spécialement après l'imbibition de l'eau-mère, et au moment où il convient de broyer le salpêtre ; tout cela n'exige pas une grande main-d'œuvre.

3°. Il n'est pas difficile de faire concevoir que si les sels déliquesceus entraînent avec eux une certaine quantité de salpêtre par imbibition que l'eau-mère tenait en dissolution, à plus forte raison, ils doivent en entraîner davantage par le lavage avec de l'eau saturée, surtout, lorsqu'on lave les essais sans les avoir fait sécher auparavant, pour les raisons dites page 363 ; aussi la perte est-elle plus considérable, elle va sur beaucoup de salpêtres de campagne jusqu'à seize pour cent, comme je l'ai constaté. Ces déchets ne sont ni connus ni sentis par le procédé du cit. Guyton ; ils sont encore indépendans des nouveaux rabais qu'il propose par son mode de conclure le poids de l'essai, savoir : 1°. un pour cent qu'il suppose



l'essai augmenté par la liqueur d'épreuve qui reste, dit-il, avec l'essai au moment où on le fait dessécher au bain de sable. 2°. Deux pour cent qu'il estime pour la terre d'une manière uniforme, quoiqu'il y ait des salpêtres qui n'en contiennent que deux à trois grains sur cent gros. Tous ces rabais non apperçus et directs, font un total de 19 pour cent à l'égard d'un grand nombre de salpêtres. Ils sont encore indépendans de 30 ou de 35, ou de 40, etc. de déchets légitimes pour l'eau-mère et le sel marin qui restent au profit de la régie. Enfin tous ces rabais par le nouveau mode, sont remplacés par deux pour cent qu'on ajoute au résultat de l'essai. Tous ces inconvéniens et toutes ces difficultés disparaissent absolument par le procédé simple que je propose.

4°. Ce procédé offre un très-bon moyen de raffiner le salpêtre brut sans main-d'œuvre et sans beaucoup de déchet; on voit que du salpêtre brut à 70 donne 63 livres de salpêtre pur de première opération; si ce n'était la crainte du gravier qu'il peut contenir, il pourrait être employé à la fabrication de la poudre. Il se purifie de lui-même par lavage avec l'humidité de l'air, qui résout en liqueur les sels déliquesceus. Comme ce lavage se fait d'une manière insensible, le salpêtre éprouve peu de déchet. Il serait très-facile de pratiquer ce procédé en grand et même sur plusieurs millions de livres à la fois, l'opération serait finie à-peu-près dans un mois. Il suffirait pour cela de former dans un souterrain humide un plan incliné assez étendu, sur lequel on mettrait le salpêtre, et de recevoir l'égout dans plusieurs tonneaux. Lorsqu'on serait pressé, on pourrait accélérer le raffinage en arrosant le salpêtre avec de l'eau au moyen d'un arrosoir dont les trous seraient très-petits, et que l'on réitérerait plusieurs fois par jour. Il ne faudrait pas plus de quinze jours pour en raffiner plusieurs millions de livres à la fois.



J'avais proposé ce moyen à la régie en 1788, en même tems que le procédé de l'épreuve par imbibition dont je viens de rendre compte: ce dernier n'était qu'une image en petit de ce que je proposais en grand; Lavoisier rejetta ce procédé comme il avait fait des autres.

### Observations.

Le cit. Guyton, dans la première partie de son rapport, rend compte des différens procédés successivement employés pour l'épreuve des salpêtres bruts, j'ignorais absolument qu'il fût l'auteur de celui pratiqué depuis 1785 jusqu'en 1788 inclus; ce procédé, est celui par lequel on décompose le sel marin par le nitre de plomb, etc. Je ne puis m'empêcher de remarquer qu'il fait plusieurs anachronismes pour établir des déficits du raffinage à l'épreuve. Lavoisier les a faits avant lui, il n'a fait que les copier.

Lavoisier dit, page 10 : « Baumé, nommé  
 » par le ministre pour assister aux épreuves, pro-  
 » posa différentes corrections qui furent adoptées:  
 » on substitua, d'après son avis, *l'acétite de plomb*  
 » au *muriate de plomb*, pour opérer la décompo-  
 » sition du *muriate de soude*, etc.; et à la p. 11  
 » on avait lieu de s'attendre que d'après ces cor-  
 » rections, le résultat des épreuves cadrerait mieux  
 » avec celui du raffinage; mais le déficit en 1786  
 » n'en fut pas moins de quatre et demi pour  
 » cent, et il s'éleva l'année suivante à six trois  
 » cinquièmes. »

Voici ce que dit le cit. Guyton, p. 230 : « Enfin  
 » malgré la correction avantageuse proposée alors  
 » par le cit. Baumé, et qui consistait à employer  
 » l'acétite de plomb au lieu de nitrate de plomb,  
 » le déficit du raffinage sur le produit de l'épreuve  
 » s'éleva encore à quatre et demi et six trois cin-  
 » quièmes pour cent. »

Je n'ai commencé à faire les épreuves de sal-



pêtres bruts qu'au mois de février 1788 ; je puis le prouver par l'arrêt du conseil qui me nomme à cette commission, en date du 18 décembre 1787, n<sup>o</sup>. 55, et par la lettre du contrôleur général du 1<sup>er</sup> février 1788, qui m'en donne avis : j'ai l'un et l'autre en main. Les réformes que j'ai proposées en 1788, n'ont pas dû produire des améliorations sur les épreuves et sur le raffinage de 1786 et 1787 ; ces erreurs de dates et de faits répétées à plusieurs reprises dans le mémoire de Lavoisier, peuvent bien me faire soupçonner qu'il pourrait s'être glissé aussi quelques erreurs de calculs sur le déficit du raffinage à l'épreuve qu'il annonce à chaque page dans son mémoire. S'il s'est trompé sur la volatilisation du salpêtre, il peut bien avoir commis quelques erreurs sur le poids du déficit annuel.

Au reste, aussi-tôt mon entrée en fonction, et après avoir pris connaissance du procédé que j'allais exécuter, je fis connaître à Lavoisier les erreurs qui devaient résulter au désavantage de la régie, s'il était suivi ponctuellement comme il est décrit dans l'instruction imprimée. Néanmoins, comme il m'était enjoint par la lettre du ministre de suivre *scrupuleusement* ce procédé, auquel Lavoisier était attaché, on fit encore pour la dernière fois les épreuves de cette année 1788 suivant ce procédé, sans y faire aucun changement ; et après il fut rejeté pour toujours.

Mais immédiatement après les épreuves finies, je fis sous les yeux de Lavoisier les expériences avec de l'acétite de plomb, et d'une autre part les mêmes expériences avec du nitre de plomb sur du sel marin et sur des salpêtres bruts factices, pour comparer ensuite le poids et les propriétés du muriate de plomb obtenu par l'une et par l'autre substance. Les résultats furent si différens, qu'on voulait donner une plus grande suite aux expériences que je venais de faire, et adopter ce mode d'épreuve ; j'observai qu'il n'était pas suffisam-



ment exact ; et il n'y a jamais eu un seul essai légal fait par ce procédé , quoique Lavoisier dise le contraire dans son mémoire , page 11.

Comme ces expériences m'ont présenté des phénomènes chimiques essentiels à connaître , et qu'elles ont du rapport avec celles sur le salpêtre , j'en ai fait l'objet d'un mémoire lu à l'académie des sciences , le 13 août 1791. Je joins ici ce mémoire.

---

## M É M O I R E

*Sur la décomposition du sel marin par le nitre saturnin et par le vinaigre de saturne , lu à l'académie des sciences le 13 août 1791.*

Avant que je fusse chargé de faire l'épreuve des salpêtres bruts , on faisait usage d'un procédé très-compliqué : on déterminait le poids du nitre pur qu'on cherchait à connaître par le poids du sel marin ; le poids de celui-ci se déterminait par celui du muriate de plomb , résultant de la décomposition du sel marin par le nitre de plomb ; mais le muriate de plomb formé par ce moyen est si dissoluble dans l'eau qu'on n'osait le laver pour le débarrasser des sels étrangers. C'était cependant le poids de ce dernier produit qui faisait connaître le poids du nitre et du sel marin qui disparaissaient entièrement.

Je dis alors , si c'est le poids du muriate de plomb qui doit déterminer le titre du salpêtre brut , il est important d'employer des substances qui produisent un muriate de plomb peu ou point dissoluble dans l'eau : au lieu de nitre de plomb , j'ai employé de l'acétite de plomb , qui a rempli mon objet ; le muriate de plomb qu'il produit est presque indissoluble dans l'eau ; on peut le laver autant qu'il est nécessaire ; les résultats enfin sont



moins inexact. Mais je m'appercus aussi-tôt que l'acétite de plomb employé à ces expériences décomposait le nitre pur avec la même facilité qu'il décompose le sel marin. Cette décomposition du nitre présente plusieurs phénomènes dont nous rendrons compte dans un article, à la suite de celui-ci.

Pour connaître les degrés de dissolubilité des divers muriates de plomb, j'ai préparé ceux suivans.

1°. J'ai préparé du muriate de plomb avec 10 onces de nitre de saturne et 4 onces de sel marin purifié, ce dernier dissous dans une livre d'eau distillée chaude.

2°. J'ai préparé du muriate de plomb avec 10 onces de nitre de saturne et 4 onces de sel marin à base terreuse, ce dernier dissous dans une livre d'eau distillée chaude.

3°. Enfin j'ai préparé du muriate de plomb avec 3 onces de sel marin pur, dissous dans 3 liv. d'eau distillée chaude; on a versé dans cette dissolution 5 livres 8 onces de vinaigre de saturne concentré au point de donner 28 degrés à mon pese-liqueur des sels (1).

Ces trois muriates de plomb, qui ont été recueillis séparément sur des filtres après leurs précipitations, n'ont point été lavés; on les a fait sécher sur des tamis de crin garnis de beaucoup de papier gris.

L'objet de ces expériences était toujours l'examen des salpêtres bruts. En conséquence il fallait comparer les degrés de dissolubilité de ces trois muriates de plomb, mais dans des dissolutions de salpêtre, faites dans les mêmes proportions que

(1) Ce vinaigre de plomb fait avec de la litharge et du vinaigre distillé, nous verrons dans un instant que, fait avec une autre chaux de plomb, il a quelques propriétés différentes.



se trouvent les essais de salpêtre brut qu'on éprouve.

En conséquence, j'ai mis dans un matras 5 liv. d'eau distillée et 85 gros de salpêtre pur, la dissolution a été faite à une chaleur de 15 degrés; alors j'ai ajouté 5 onces 4 gros de muriate de plomb, n°. 1<sup>er</sup>: après dix minutes d'agitation, j'ai filtré la liqueur; le muriate de plomb non dissous est resté sur le filtre, je l'ai lavé avec de l'eau tiède, que j'ai passée dessus, et je l'ai fait sécher, il s'en est trouvé une once 7 gros 66 grains; il s'en est dissous par conséquent 3 onces 4 gros 6 grains.

La même quantité de muriate de plomb du n°. 2 traitée de même, a laissé sur le filtre une once 5 gros 10 grains de muriate de plomb bien séché; il s'en est dissous par conséquent 3 onces 6 gros 62 grains.

Enfin la même quantité de muriate de plomb du n°. 3, traitée de même, a laissé sur le filtre 5 onces 3 gros 58 grains de muriate de plomb bien séché; il ne s'en est dissous par conséquent que 14 grains, qu'on peut attribuer à un reste de terre foliée ou d'acétite de potasse resté dans le précipité, parce qu'il n'avait pas été lavé après la précipitation, comme nous l'avons dit.

Ces expériences prouvent d'une manière sans réplique que le muriate de plomb formé par le nitre saturnin est infiniment dissoluble, en comparaison de celui produit par l'acétite de plomb. Malgré cette conviction, il fallut, avant d'abandonner ce mode d'épreuve des salpêtres, faire une autre suite d'expériences sur des salpêtres factices. Jusqu'alors ce moyen faisait loi entre la régie et les salpêtriers, parce qu'il avait été approuvé par l'académie, le 9 mai 1787.

Avant de procéder à ces expériences, j'ai constaté par celle qui suit, combien le sel marin pur fournit de muriate de plomb fait par le vinaigre de saturne, fait avec la litharge et le vinaigre distillé.



J'ai fait dissoudre 2 onces de sel marin très-pur dans une livre d'eau distillée froide, j'ai versé successivement dans cette dissolution 3 liv. 7 onces 3 gros de vinaigre de saturne concentré à 38 degrés de mon pese-liqueur; il a fallu cette quantité. Lorsque le précipité a été bien formé, j'ai filtré la liqueur, j'ai lavé le muriate de plomb resté sur le filtre et l'ai fait sécher, il s'en est trouvé 9 onces 6 gros 19 grains.

J'ai fait évaporer les liqueurs provenant de cette expérience jusqu'à la réduction de 5 à 6 onces; elles ont fourni par le refroidissement beaucoup de cristaux de terre foliée, cristallisée ou acétite de soude.

Alors on a composé d'une part cinq espèces de salpêtres, en variant le poids du sel marin et en conservant toujours le même poids du nitre. On n'a point mis d'eau-mère afin de n'avoir pas l'embarras de la séparer par l'esprit-de-vin, comme cela se pratique. On a examiné ensuite ces salpêtres par le nitre de plomb, en employant la même quantité d'eau distillée qu'on emploie dans le procédé: on a rassemblé sur des filtres séparément le muriate de plomb de ces cinq expériences; on a passé de l'eau chaude sur les filtres pour laver les précipités, on les a bien faits sécher et on les a pesé. On peut voir dans le tableau ci-joint le poids de chacun.

D'une autre part on a composé les cinq espèces de salpêtres ci-dessus dans les mêmes proportions de sel marin et de nitre pur, et de même sans eau-mère; on les a examinés par le moyen du vinaigre de saturne ci-dessus désigné, en tenant note du poids employé, et on achevait en eau distillée le poids nécessaire pour former 5 livres de fluide aqueux, employé dans les expériences précédentes, afin que tout se trouvât égal sur cet objet. On a recueilli sur des filtres séparément les précipités formés dans chacune des expériences; on a passé de l'eau chaude sur les filtres pour laver les



précipités ; on les a fait sécher et on les a pesés. On peut voir dans le tableau ci-après (page 427) les résultats du muriate de plomb de ces cinq dernières expériences, et les comparer aux résultats des cinq autres produits par le nitre de plomb.

Comme on jugeait du titre du salpêtre par le poids du sel marin, et qu'on jugeait du poids du sel marin par celui du muriate de plomb qu'on obtenait, il est facile d'appercevoir les erreurs dans lesquelles entraînait ce procédé au désavantage de la régie ; c'est le premier service que ma mission a rendu à la régie, en lui faisant connaître les défauts de ce procédé. Cependant ces erreurs étaient en partie corrigées par de mauvaises manipulations, on ne lavait pas les filtres qui retenaient jusqu'à huit gros de matières salines, comptés comme faisant parties du poids du muriate de plomb, il se faisait en outre une autre compensation pour le poids de la terre qu'on portait arbitrairement depuis quatre jusqu'à sept pour cent. Sans ces compensations, la régie aurait fait des pertes énormes pendant tout le tems qu'elle s'est servie de ce procédé (1). Les moyens d'essayer les salpêtres bruts n'étaient à cette époque, ni cultivés ni connus : on travaillait à tâtons, comme au tems où l'on jugeait du titre du salpêtre par la manière dont il déflageait sur les charbons ardents.

Ces deux moyens de décomposer le sel marin présentent des phénomènes chimiques intéressans à connaître ; ce n'est qu'à ce titre que je les rapporte ici, sans cela je les eusse absolument passés sous silence.

1°. Le nitre de saturne est acide, il décompose

(1) Le cit. Guyton, par son nouveau mode, est passé d'une extrémité à l'autre ; ce sont les salpêtriers qui éprouvent des pertes que la fabrication ne peut pas supporter, même une seule fois.



le sel marin en bien petite quantité ; le précipité qu'on a pris pour du muriate de plomb pur , est un mélange de muriate de plomb et de beaucoup de nitre de saturne ; ce dernier sel se dissout au lavage , et laisse la petite quantité de muriate de plomb qui s'est formé : c'est un phénomène singulier , que cette décomposition du sel marin par ce moyen ne soit que partielle ; il est difficile de se rendre raison pourquoi la totalité employée n'est pas décomposée.

Les liqueurs provenant de cette décomposition fournissent beaucoup de nitre de saturne , qui se cristallise ; et sur la fin des évaporations on obtient des cristaux de nitre de soude proportionnellement au sel marin qui a été décomposé.

2°. Le plomb pur ou sa chaux ne décompose pas le sel marin , quoiqu'on ait proposé de décomposer ce sel par le moyen de la litharge ; mais la vérification des expériences annoncées ont prouvé le contraire. Le vinaigre est un acide trop faible pour produire cet effet. Ces deux substances réunies offrent une combinaison qui décompose efficacement le sel marin ; on obtient tout l'acide du sel employé combiné avec le plomb sous forme de muriate de plomb ou plomb corné ; il n'en reste que quelques grains en dissolution dans les liqueurs , parce que ce sel est très-peu dissoluble.

3°. Il arrive dans cette opération deux décompositions et deux nouvelles combinaisons ; c'est un de ces cas d'affinité que j'ai nommés *de quatre corps* , qui agissent ensemble. L'acide marin quitte sa base pour s'unir au plomb , et le vinaigre s'unit à l'alkali du sel marin ; cette combinaison se trouve en dissolution dans la liqueur , en la faisant évaporer , comme je l'ai fait ; elle fournit beaucoup de cristaux d'acétite de soude ou terre foliée cristallisée.



*TABLE dans laquelle on compare la quantité de muriate de plomb, produit par cinq espèces de salpêtres factices, examinés par le nitre de plomb et par le vinaigre de saturne.*

*1°. Par le nitre de plomb.*

Nos.	Composition des salpêtres. Sel marin. Nitre pur.		Eau employée pour dissoudre les deux sels.	Nitre de Saturne employé.	Poids du muriate de plomb obtenu.
1	gros. 5	gros. 70	livres. 5	gros. 48	gros. 6
2	10	70	5	48	8
3	15	70	5	48	17
4	20	70	5	48	27
5	25	70	5	48	34

*2°. Par le vinaigre de Saturne.*

	Vinaigre de Saturne employé.		
	liv. onc. gros.	liv. onc. gros.	gros. grains.
1	3 11 6	1 4 2	23 48
2	2 7 4	2 8 4	48 26
3	1 3 2	3 12 6	75 68
4	20 70	5 1 11	98 15



*Sur la décomposition du nitre et du sel marin par le vinaigre de plomb ou de saturne.*

La décomposition du nitre par le vinaigre de saturne que j'avais remarquée en voulant décomposer seulement le sel marin contenu dans le salpêtre brut, me fit présumer qu'il serait peut-être possible de trouver un moyen de décomposer l'un sans décomposer l'autre, quoiqu'ils fussent mêlés. Je regardai cette découverte assez importante pour m'en occuper, surtout si elle pouvait être pratiquée dans les travaux en grand, et spécialement pour séparer le sel marin à base terreuse d'avec le nitre à base terreuse, qui constituent les eaux-mères des salpêtres bruts. Il y aurait une économie en potasse employée, qui décompose en même tems le sel marin et le nitre à base terreuse. C'est d'après ces vues que j'ai dirigé les expériences dont je vais rendre compte : je suis parvenu à mon but ; j'ai trouvé le moyen de décomposer et de séparer des eaux-mères de salpêtre, le sel marin à base terreuse, d'avec le nitre à base terreuse que le même agent ne décompose point. Je dois prévenir aussi que cette découverte n'est que pour la théorie, et que ce moyen serait trop dispendieux pour être pratiqué dans les travaux en grand. Néanmoins je vais rendre compte de mes expériences, parce qu'elles peuvent conduire d'autres à trouver des moyens moins dispendieux.

Les circonstances m'ont forcé de borner mes recherches aux seules combinaisons de plusieurs chaux de plomb avec le vinaigre et avec la crème de tartre, ou le tartre purifié. Ces combinaisons sont très-connues ; par cette raison je ne rapporterai aucun détail de manipulation ; je me contenterai de donner seulement les résultats.



## PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

*Vinaigre de saturne fait avec du vinaigre rouge non distillé et de la litharge en poudre.*

Deux livres de vinaigre rouge ordinaire bouilli pendant un quart-d'heure avec six onces de litharge en poudre, ont dissous 3 onces 6 gros 66 grains de cette substance : la liqueur filtrée froide et évaporée jusqu'à la réduction de 26 onces, donnait 20 degrés à mon pese liqueur ; ce vinaigre de plomb avait une couleur ambrée semblable à celle de la bière blanche.

## DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

*Vinaigre de saturne fait avec du vinaigre distillé et de la litharge en poudre.*

Deux livres de vinaigre distillé dans des vaisseaux de grès, bouilli pendant un quart-d'heure avec trois onces de litharge en poudre ont dissous 2 onces 6 gros 24 grains de cette substance ; la liqueur filtrée et évaporée jusqu'à la réduction de 12 onces, donnait 31 degrés à l'aréomètre. La portion de litharge non dissoute était très-blanche.

## TROISIÈME EXPÉRIENCE.

*Vinaigre de saturne fait avec le vinaigre distillé et le minium.*

Deux livres de vinaigre distillé, bouilli pendant un quart-d'heure avec 3 onces de minium, ont dissous 2 onces de cette chaux de plomb ; ce qui ne s'est point dissous n'a point changé de couleur. La liqueur filtrée et réduite à 12 onces par l'évaporation, donnait 24 degrés à mon pese-liqueur ; du jour au lendemain il s'est formé



quelques cristaux de sel de saturne : le vinaigre est d'une couleur légèrement ambrée.

#### QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

*Vinaigre de saturne fait avec le vinaigre distillé et le blanc de plomb.*

Deux livres du même vinaigre distillé, bouilli pendant un quart-d'heure avec 3 onces de blanc de plomb en poudre fine, ont dissous 2 onces 2 gros 54 grains de cette substance. La liqueur filtrée et réduite à 12 onces avait une légère couleur de paille un peu foncée, et donnait 23 degrés à mon pese-liqueur.

#### CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

*Combinaison de la crème de tartre avec de la litharge ou tartre de plomb.*

J'ai fait bouillir ensemble dans 2 livres d'eau de rivière 3 onces de crème de tartre et 3 onces de litharge en poudre, il s'en est dissous 2 onces 4 gros 60 grains avec une légère effervescence. Cette combinaison a formé 4 onces de sel cristallisé, qui n'est guère plus dissoluble que la crème de tartre. La liqueur restante pesait 12 onces, et donnait 10 degrés à mon pese-liqueur.

Cette liqueur se moisit avec la plus grande facilité.

Voici les propriétés de ces différentes combinaisons, à l'égard des différens sels marins et des sels de nitres ; nous allons voir qu'il ne faut pas toujours s'en rapporter à l'analogie : d'abord avec les sels marins.

Les vinaigres de plomb numéros 1, 2 et 4 décomposent le sel marin ordinaire, et tous les sels marins calcaires.

Le vinaigre de plomb n°. 3 décompose ces mêmes sels marins, mais avec quelques diffé-



rences ; si l'on met dans un verre de ce vinaigre étendu de beaucoup d'eau distillée, et qu'on verse goutte à goutte du sel marin calcaire, soit de marbre blanc, soit de craie, soit de chaux, etc. ; il se fait aussi-tôt un précipité, mais qui se dissout en remuant le mélange avec une paille ; en continuant de verser de ce vinaigre de plomb il se fait de nouveau un précipité, mais qui ne se dissout plus.

Le tartre de plomb en liqueur n<sup>o</sup> 5 ne décompose pas le sel marin ordinaire : mais il décompose tous les sels marins calcaires de la même manière que le fait le vinaigre de plomb n<sup>o</sup>. 3.

Le tartre de plomb cristallisé dissous dans de l'eau distillée présente les mêmes résultats ; mais comme ce sel n'est qu'un peu plus dissoluble que la crème de tartre, la dissolution est peu chargée, et les précipités moins abondans par conséquent.

Voici présentement les propriétés de ces mêmes combinaisons avec les différens nitres.

Les vinaigres de plomb numéros 1 et 2 décomposent le nitre, et tous les nitres calcaires de craie, de marbre blanc, de chaux, etc.

Le vinaigre de plomb n<sup>o</sup>. 4 ne décompose le nitre que partiellement et mal, et ne décompose aucun nitre à base calcaire.

Le vinaigre de plomb n<sup>o</sup>. 3 ne décompose pas le nitre ni aucun des nitres à base de terre calcaire. Comme ce vinaigre décompose tous les sels marins, il fournit un moyen de séparer ces sels des eaux-mères, s'il n'était pas dispendieux.

Le tartre de plomb en liqueur n<sup>o</sup>. 5 ne décompose pas le nitre ; mais cette liqueur mêlée peu-à-peu dans les dissolutions de nitre calcaire, occasionne un précipité qui se dissout en agitant les mélanges ; en rajoutant de la liqueur de tartre de plomb, le même précipité blanc se reproduit et ne se dissout plus.

Le tartre de plomb en liqueur, ajouté à un



mélange de dissolution de nitre et de sel marin, n'occasionne aucun trouble dans le mélange.

Cette liqueur de tartre de plomb mêlée avec des eaux mères de salpêtre délayées dans de l'eau, il y en a où elle occasionne un précipité, et d'autres point.

Le tartre de plomb cristallisé dissous dans de l'eau distillée, m'a donné les mêmes résultats avec le nitre ordinaire et avec les nitres calcaires.

Le tartre de plomb, soit en liqueur, soit la dissolution des cristaux, mêlé à partie égale avec tous les vinaigres de plomb pris séparément, fait un *coagulum*.

## F I N.



## TABLE DES ARTICLES.

<i>A</i> VERTISSEMENT. . . . .	page 1.
Recherches sur la cause de la causticité des agens chimiques. . . . .	17.
Mémoires sur les moyens de purifier les al- kalis fixes. . . . .	152.
De la potasse. . . . .	155.
Purification de la potasse du commerce pour en séparer l'alkali fixe dans le plus grand état de pureté. . . . .	155.
De la cendre gravelée. . . . .	165.
Purification de l'alkali de la cendre gravelée.	166.
Du sel fixe de tartre. . . . .	167.
Produit de 50 livres de tartre blanc. . . . .	170.
Produit de 50 livres de crème de tartre. . . . .	171.
De la soude. . . . .	174.
Alkali minéral rendu caustique par de la chaux vive, lessive des savonniers, pierre à cautère. . . . .	181.
Observations sur la lumière. . . . .	199.
Mémoire sur les thermometres. Avertissement.	211.
Mémoire sur les thermometres. . . . .	223.
Sur les thermometres de Lakire. . . . .	225.
Construction du thermometre de Réaumur. . . . .	229.



Qualité de l'esprit-de-vin que Réaumur employait à construire ses thermometres. page 232.

Expériences faites pour connaître les degrés de dilatabilité de cinq especes d'esprit-de-vin , comparé à la dilatation de l'eau. . 237.

Moyens employés pour colorer les cinq especes d'esprit-de-vin. . . . . 247.

Expériences pour connaître les altérations que l'esprit-de-vin subit pendant qu'on purge d'air celui employé en thermometre. afin qu'il puisse supporter la chaleur de l'eau bouillante. . . . . 249.

Choix du mercure propre à la construction des thermometres. . . . . 256.

Purification du mercure. . . . . 258.

Des degrés de dilatabilité du mercure. . . 261.

Degrés de chaleur que le mercure prend en bouillant à l'air libre , et degrés de chaleur qu'il reçoit en bouillant dans un thermometre non fermé. . . . . 262.

Des tubes. . . . . 263.

Du remplissage des thermometres à mercure. 265.

Sur le froid de 1709 et sur celui de 1776. 268.

Sur le froid de 1776. . . . . 274.

Procédé pour réduire en métal plusieurs chaux métalliques de difficile réduction. . 275.

Sur l'acide vitriolique séparé du soufre par le nitre. . . . . 281.

Sédiment qu'on ramasse sur le plancher de la chambre de plomb. . . . . 295.



<i>Matière restante sur la pelle après la combustion du soufre par le nitre. . .</i>	<i>page 296.</i>
<i>De l'acide vitriolique. . . . .</i>	<i>297.</i>
<i>Acides vitrioliques faits dans des chambres de plomb, comparés avec celui fait dans des ballons de verre. . . . .</i>	<i>298.</i>
<i>Purification de l'acide vitriolique du commerce, pour en séparer les acides nitreux et marins. . . . .</i>	<i>301.</i>
<i>Régule d'arsenic tiré d'une mine pure de ce demi-métal, qu'on trouve dans la mine d'argent à Almont en Dauphiné. . . .</i>	<i>304.</i>
<i>Observations sur beaucoup de végétaux brûlés par des coups de soleil, sans nuages apparens, pendant les grandes chaleurs du mois de juillet 1793. . . . .</i>	<i>315.</i>
<i>Sur le feu qui agit sous formé de froid. .</i>	<i>319.</i>
<i>Additions. . . . .</i>	<i>353.</i>
<i>Observations sur le rapport du cit. Guyton, sur le salpêtre. . . . .</i>	<i>355.</i>
<i>Examen du procédé du cit. Guyton, pour reconnaître le titre du salpêtre. . . .</i>	<i>357.</i>
<i>Sur la question de savoir si le salpêtre s'évapore par la simple ébullition. . . . .</i>	<i>371.</i>
<i>Expériences qui prouvent que le salpêtre ne s'évapore pas pendant l'ébullition. . . .</i>	<i>379.</i>
<i>Revendication sur Lavoisier, d'un procédé pour raffiner le salpêtre brut par le simple lavage à l'eau froide. . . . .</i>	<i>388.</i>
<i>Mémoire sur le raffinage du salpêtre brut, etc.</i>	<i>395.</i>



*Raffinage du salpêtre brut par le simple lavage à l'eau froide. . . . .* page 399.

*Raffinage du salpêtre brut par lavage à l'eau froide, et l'eau-mère traitée avec de l'alcali fixe. . . . .* 403.

*Procédé infiniment simple pour déterminer le titre des salpêtres bruts. . . . .* 407.

*Observations. . . . .* 419.

*Mémoire sur la décomposition du sel marin par le nitre saturnin et par le vinaigre de Saturne. . . . .* 421.



## TABLE DES MATIÈRES.

<b>A</b> CIDE de l'air fixe est dégagé par les autres acides. . . . .	page 55.
<b>A</b> CIDE marin jaune ; cette couleur vient du soufre. . . . .	312.
<b>A</b> CIDES minéraux ont chacun leur manière de cautériser. . . . .	31.
<b>A</b> CIDES minéraux produisent du froid avec de la glace. . . . .	75.
<b>A</b> CIDES minéraux s'échauffent avec de l'eau ; pourquoi. . . . .	74.
<b>A</b> CIDE nitreux calcine l'étain ; pourquoi il reste acide après son action. . .	117.
<b>A</b> CIDES ont chacun leur manière de se combiner avec les alkalis, etc. . .	111.
<i>ACIDUM pingue</i> ou <i>causticum</i> de Meyer. .	27.
<b>A</b> CIDE vitriolique ; dans quelle circonstance il a de l'action sur le plomb. .	291.
<b>A</b> CIDE vitriolique de la plus grande pureté. . . . .	303.
<b>A</b> CIDE vitriolique du soufre fabriqué dans des ballons de verre. . . . .	285.
<b>A</b> CIDE vitriolique fait dans une chambre de plomb, comparé à celui fait dans des ballons de verre. . . . .	298.
<b>A</b> CIDE vitriolique ; moyens de le débarrasser des acides nitreux et marin. .	301.
<b>A</b> CIDE vitriolique séparé du soufre par le nitre. . . . .	281.
<b>A</b> CIDE vitriolique se tire encore en Allemagne du vitriol de Mars, par la distillation <i>per descensum</i> . . . . .	282.



ACIDE vitriolique ; son peu d'action sur le cuivre. . . . .	page 299.
ACIDE vitriolique ternit le cuivre en le décappant ; pourquoi. . . . .	313.
ACIDE vitriolique tiré du soufre dans une chambre de plomb ; ses propriétés. .	297.
ADDITIONS. . . . .	353.
AIR déphlogistiqué échauffe les corps vivans. . . . .	190.
AIR fixe échauffe les corps vivans. .	<i>ibid.</i>
AIR fixe ; son absence n'est point la seule cause de la causticité de la chaux. .	56.
ALKALI caustique ; cause de sa déliques- cence. . . . .	44.
ALKALI caustique est une composition, et n'est point de l'alkali pur. 153, 183 et 196.	
ALKALI caustique ; la terre séparée en le décomposant est celle du savon de feu, et non la terre constituante de l'alkali. . . . .	185.
ALKALI ; fausse dénomination de sa pu- reté. . . . .	154.
ALKALI fixe aéré offre un moyen d'obte- nir ce sel dans le plus grand état de pureté. . . . .	185.
ALKALI fixe artificiel. . . . .	176.
ALKALI fixe aéré ; ce que c'est. . . .	183.
ALKALI fixe ; il est de sa nature d'être effervescent. . . . .	<i>ibid.</i>
ALKALIS fixes ; pourquoi la chaux aug- mente leur causticité. . . . .	43.
ALKALIS fixes supersaturés de feu. . .	39, 57.
ALKALI minéral caustique ; sa prépa- ration. . . . .	181.



- ALKALI végétal ; terre qu'on sépare de ce  
ce sel. . . . . pag. 187, 188.
- ALKALI volatil caustique fait par la chaux,  
n'est point effervescent. . . . . 184.
- ALKALI volatil caustique , fait par le  
minium, est effervescent. . . . . *ibid.*
- ALTÉRATIONS que l'esprit-de-vin éprouve  
pendant la construction des thermo-  
metres. . . . . 249.
- ARGENT resté dans le cuivre échappé  
à sa réduction en verd-de-gris. . . . . 279.
- ARGENT précipité en lune cornée, de la  
dissolution de la chaux de cuivre sé-  
parée du verd-de-gris. . . . . 280.
- ATTRAPE - MOUCHE. . . . . 304.
- AUGMENTATION du poids des métaux  
pendant leur calcination (cause de l'). 59, 61.
- AUGMENTER la causticité de la lessive de  
soude sans rien ajouter. . . . . 178.
- AURORE et crépuscule ; mécanisme de leur  
lumière. . . . . 210.
- BAYES de myrtille colorent bien l'esprit-  
de-vin pour les thermometres. . . . . 247.
- BALLONS de verre dans lesquels on a  
commencé à brûler le soufre , pour  
préparer l'acide vitriolique. . . . . 284.
- CALORIQUE ; expression impropre. . . . . 336.
- CALORIQUE et frigorique sont des effets  
du feu en action. . . . . 199.
- CALORIQUE ; mauvaise expression intro-  
duite dans la chimie. . . . . 337.
- CARBONATE de potasse ; fausse dénomi-  
nation des docteurs modernes. . . . . 196.
- CAUSTICITÉ des alkalis est due à l'absence  
de l'air fixe , suivant Macquer. . . . . 51.



CAUSTICITÉ est due à la pesanteur des molécules de la matière , suivant Macquer. . . . .	page 130.
CAUSTICITÉ et effervescence sont deux qualités indépendantes l'une de l'autre. . . . .	183.
CAUSTICITÉ : Macquer a trois sentimens (sur la cause de la). . . . .	100.
CAUSTICITÉ ; sentiment de l'auteur ; c'est le feu. Toutes les pages du mémoire.	
CAUSTICITÉ : sentiment de Lemery. . . . .	24.
CAUSTICITÉ : sentiment de Macquer. . . . .	22, 36, 48, 99, 130.
CAUSTICITÉ : sentiment de Meyer. . . . .	27.
CAUSTIQUES acides, produisent chaleur et effervescence en se dissolvant dans l'eau. . . . .	87.
CAUSTIQUES alcalins, produisent chaleur sans effervescence, en se dissolvant dans l'eau. . . . .	<i>ibid.</i>
CAUSTIQUES chimiques ; leur nature. . . . .	17.
CAUSTIQUES effervescens. . . . .	184.
CAUSTICUM est la même substance que le phlogistique. . . . .	30.
CAUSTIQUES végétaux et animaux ; conjectures sur la cause de leur causticité. . . . .	78.
CENDRE gravelée. . . . .	165.
CENDRE gravelée ; sa purification. . . . .	166.
CHALEUR agit différemment sur la glace que sur les autres corps. . . . .	329.
CHALEUR des corps n'est point absorbée ; elle est éteinte. . . . .	337.
CHALEUR est un effet du feu, ainsi que le froid. . . . .	198.
CHALEUR ; hypothèse renouvelée sur la cause (de la). . . . .	326.



- CHALEUR ne peut être absorbée. pag. 336, 337.
- CHALEUR ne pénètre pas la glace comme les autres corps. . . . . 353, 354.
- CHALEUR ne se combine pas. . . . . 324, 325.
- CHALEUR spécifique des corps; ce que l'on entend par ce terme; est illusoire. . . . . 327.
- CHAMBRE de plomb dans laquelle on brûle le soufre pour obtenir l'acide vitriolique. . . . . 286 et suiv.
- CHAUD et froid, sont des effets du feu. . . . . 92.
- CHAUD et froid, produisent beaucoup d'effets semblables. . . . . 198.
- CHAUX brûlée; ce que c'est. . . . . 41, 64.
- CHAUX de cuivre séparée du verd-de-gris ressuscité en métal. . . . . 279.
- CHAUX de cuivre vitrifiée pendant sa réduction au travers des charbons. . . . . *ibid.*
- CHAUX d'étain des teinturiers en écarlate, peut être réduite avec bénéfice. . . . . 276.
- CHAUX d'étain faite par de l'acide nitreux, réduite en métal. . . . . 280.
- CHAUX métalliques augmentent la causticité des alkalis, comme la chaux vive. . . . . 59.
- CHAUX; sa causticité est due à du feu combiné. . . . . 40.
- CHAUX vive; ce qui la constitue telle. . . . . 135.
- CHAUX vive contient du feu pur isolé. 40, 57.
- Contient du feu dans l'état de combinaison. . . . . 40.
- CHAUX vive est supersaturée de molécules de feu pur. . . . . 38.
- CHAUX vive incendie les corps en s'éteignant dans l'eau. . . . . *ibid.*



- CHAUX vive saturée d'air fixe , n'est point  
régénérée en terre calcaire telle qu'elle  
était avant sa calcination. . . . page 57.
- CHocs entre les corps durs produisent  
de la chaleur, mais elle est propor-  
tionnée à la matière inflammable qu'ils  
contiennent. . . . . 73, 76, 86.
- COMBINAISON : deux corps qui se combi-  
nent acquièrent ou perdent quelque  
chose, et souvent ces deux phénomènes  
ont lieu en même-tems. . . . . 120, 150.
- COMBINAISON : pendant qu'elle se fait,  
il y a expulsion de ce qui ne peut faire  
partie du nouveau composé. . . . 142, 149.
- COMBINAISON : sa définition exacte. . . . 46.
- COMBUSTION réciproque du soufre et du  
nitre; théorie de cette opération. 293 et suiv.
- CORPS de la nature divisés en trois classes  
suivant leur degré de combustibilité. . . 31.
- CORPS (les) n'ont ni chaud ni froid spé-  
cifique. . . . . 327.
- CORPS (les) refroidis se contractent d'a-  
bord, se dilatent ensuite, et manifes-  
tent de la chaleur. . . . . 328, 330.
- CORPS sont dilatables à des intensités de  
froid différent, suivant leur nature. . . 343.
- DÉCOMPOSITION chimique des corps. . . 46.
- DULUC : son thermometre devrait être  
généralement adopté. . . . . 211.
- EAU en se gelant manifeste de la chaleur. 331.
- EAU en se gelant se dilate beaucoup. . . 333.
- EAU: quel est le *maximum* de son moindre  
volume. . . . . 330.
- EAU qui se gèle ne prend qu'un demi-  
degré de froid. . . . . 332.



EAU-MÈRE de salpêtre (sur l'). . . . .	page 401.
EAU MÈRE de salpêtre traitée avec de l'alkali fixe. . . . .	403.
ÉPREUVE des salpêtres bruts par l'acetite de plomb. . . . .	419.
ESPRIT-DE-VIN ; dilatation de cinq es- pèces, déterminées d'après leur pesan- teur spécifique. . . . .	235 et suiv.
ESPRIT-DE-VIN ne peut faire des thermo- metres exacts. . . . .	213.
ESPRIT-DE-VIN que Réaumur employait à la construction de ses thermometres.	232.
ÉTOILES fixes ; pourquoi elles ne donnent point de chaleur. . . . .	353.
EXAMEN du mode d'épreuve de salpêtre brut du cit. Guyton. . . . .	357.
FEU ; comme il cautérise. . . . .	98.
FEU ; des caustiques ne manifestent point de chaleur sur les thermometres , et pourquoi. . . . .	70, 190.
FEU élémentaire ; le soleil est le résér- voir de celui de notre globe. . . . .	204.
FEU en action présente des phénomènes différens, suivant la nature du corps qui en est pénétré. . . . .	76.
FEU est caustique sous forme de chaleur et sous forme de froid. . . . .	75, 190.
FEU est caustique, suivant Macquer, après avoir dit le contraire. . . . .	124.
FEU est dans deux états dans la chaux vive. . . . .	42.
FEU est le principe acidifiant. . . . .	314.
FEU est un protée. . . . .	309.
FEU légèrement combiné n'est pas tou-	



jours appercevable par le thermomètre, et l'est par les corps vivans. . .	page 190.
<b>FEU</b> : le réservoir de cet élément ne pouvait être placé sur notre globe. . .	203.
<b>FEU</b> n'est pas caustique exclusivement, suivant Macquer. . . . .	124.
<b>FEU</b> par la voie sèche s'imbibe mieux dans la terre calcaire que dans l'alkali fixe. . . . .	58.
<b>FEU</b> pur et libre n'est point lumineux. . .	200.
<b>FEU</b> pur non combiné n'est pas toujours chaud. . . . .	322.
<b>FEU</b> qui agit sous forme de froid. . .	319.
<b>FEU</b> qui se combine dans les corps, et n'est point chaud. . . . .	325.
<b>FEU</b> se dégage avec la chaleur par le concours de l'eau. . . . .	339.
<b>FEU</b> se dégage avec froid par le concours de la glace. . . . .	<i>ibid.</i>
<b>FEU</b> se manifeste chaud ou froid, suivant les circonstances. . . . .	340.
<b>FEU</b> se présente sous forme de froid dans beaucoup de circonstances. . . . .	199.
<b>FEU</b> s'imbibe dans les corps qui peuvent le retenir. . . . .	189.
<b>FEU</b> , suivant Macquer, n'est caustique que conditionnellement. . . . .	99.
<b>FLEURS</b> de soufre formées dans la chambre de plomb pendant la combustion du soufre. . . . .	290.
<b>FRIGORIQUE</b> : on pourrait nommer ainsi le feu qui agit sous forme de froid. . .	198.
<b>FROID</b> a des propriétés communes avec le chaud. . . . .	337.



FROID artificiel avec de la glace pilée et  
de l'acide nitreux. . . . . page 273.

FROID artificiel de sel et de glace pilée fait  
un peu en grand, n'est pas égale dans  
toute la masse. . . . . 272.

FROID artificiel : moyen de l'avoir uni-  
forme dans toute la masse. . . . . *ibid.*

FROID cautérise comme le feu chaud. . . . . 341.

FROID dilate les corps comme le chaud,  
. . . . . 322, 330, 334, 341, 344.

FROID de 1709, doit être rapporté à 17  
degrés sur un thermomètre à mercure  
divisé en 80. . . . . 229.

FROID de 1709 estimé à 15 degrés  $\frac{1}{2}$  par  
Réaumur. . . . . 216.

FROID de 1709 rapporté à 17 degrés au  
thermomètre à mercure, et à 15 deg.  
au thermomètre d'esprit-de-vin. . . . . 274.

FROID de 1709 et de 1776 (sur le). . . . . 268.

FROID de 1776 doit être rapporté à 15 deg.  $\frac{1}{3}$ . . . . . 222.

FROID de l'hiver de 1776 (sur le). . . . . 274.

FROID observé par Messier à 15 degrés  $\frac{2}{3}$ . . . . . 275.

FROID est principal agent de la dissolu-  
tion de l'eau sous forme de nuages. . . . . 346.

FROID est un agent dont la nature se sert  
aussi utile que le chaud. . . . . 345.

FROID et chaud sont des effets du feu. 92, 324.

FROID produit par l'évaporation de li-  
quides très-évaporables. . . . . 85.

FROID : sa propagation . . . . . 323.

FROID : ses effets semblables à ceux du  
chaud . . . . . 91 et suiv.

FROID tient plus d'eau en dissolution  
dans les nuages que l'air le plus chaud. . . . . 346.

GAZ nitreux produit pendant la combus-



tion du soufre et du nitre dans une chambre de plomb. . . . .	page 289.
GLACE (la) se fond sans que la chaleur pénètre son intérieur. . . . .	329.
GLACE ne s'échauffe pas comme les au- tres corps. . . . .	353.
GRAVELLE. . . . .	165.
HUILE essentielle de tartre. . . . .	174.
LE feu est modifié à l'infini dans les corps.	35.
LESSIVE des savonniers ; sa préparation.	181.
LIQVOR silicum ; pourquoi il est caustique.	59.
LUMIÈRE est le mode sous lequel nous parvient le feu élémentaire. . . . .	204.
LUMIÈRE n'est point émise du soleil. . . . .	206.
LUMIÈRE (observations sur la). . . . .	199.
LUMIÈRE de la lune n'enflamme pas notre matière de la lumière. . . . .	353.
LUMIÈRE est sombre en tems couvert ; (pourquoi la) . . . . .	<i>ibid.</i>
LUMINEUX (les corps) ne propagent pas leur lumière. . . . .	207.
LUMINEUX : les corps pénétrés de feu conservent ce lumineux inégalement.	201.
LUMINEUX (les corps) sont apperçus dans un instant indivisibles. . . . .	207, 208.
MACQUER ignorait que l'air fixe fût acide quand il a écrit son article causticité.	53.
MATIÈRE du feu ; mauvaise expression introduite dans la chimie. . . . .	337.
MATIÈRES inflammables augmentent la causticité des alkalis ; pourquoi. . . . .	59, 178.
MATIÈRE qui reste sur la pelle , après la combustion du soufre dans une chambre de plomb. . . . .	296.



MERCURE (choix du) pour la construction des thermometres. . . . .	page 256, 260.
MERCURE : degres de chaleur qu'il prend à l'air libre, et contenus dans un verre de thermometre. . . . .	262.
MERCURE est le meilleur liquide pour la construction des thermometres. . . . .	213.
MERCURE; pourquoi il se sépare dans les thermometres. . . . .	257.
MERCURE; sa purification pour les ther- mometres. . . . .	258.
MERCURE; ses degres de dilatabilité. . . . .	261.
MÉTAL gelé; ce que c'est. . . . .	334.
NITRE de plomb ne décompose le sel marin que partiellement. . . . .	426.
NITRE et sel marin décomposés par le vinaigre de saturne. . . . .	428.
NUAGES; leur nature. . . . .	349.
NUAGES; leur utilité dans la nature. . . . .	347.
NUAGES, sont plus froids que le terme qui fait geler de l'eau. . . . .	351.
Observations sur le rapport du salpêtre du cit. Guyton. . . . .	354.
ORSEILLE; inconveniens de l'employer à colorer l'esprit-de-vin pour les therm. . . . .	247.
OXIGÈNE n'est pas la vraie cause de l'état de chaux que prennent les métaux par la calcination. . . . .	60, 61.
PHLOGISTIQUE, <i>causticum</i> , oxigène sont la même substance dans des états dif- férens. . . . .	30, 192.
PIERRE à cautère. . . . .	181.
PLOMB est minéralisé par le soufre con- tenu dans l'acide vitriolique. . . . .	292.
PLOMB refroidi par le repos de masse et non figé. . . . .	334.



POIDS du sel alkali tiré de 50 livres de crème de tartre. . . . .	page 171.
POIDS du sel alkali tiré de 50 liv. de tartre.	170.
POTASSE contient des sels neutres. . . . .	162.
POTASSE (de la). . . . .	155.
POTASSE ; sa purification. . . . .	<i>ibid.</i>
POTASSE ; séparer les sels neutres qu'elle contient. . . . .	163.
POUDRE noire séparée de l'étain par dissolution dans l'acide marin. . . . .	313.
PROCÉDÉ infiniment simple pour déter- miner le titre des salpêtres bruts. . . . .	407.
PURIFICATION des alkalis fixes. . . . .	152.
RAFFINAGE du salpêtre brut à l'eau froide, (mémoire sur le). . . . .	395.
RAPPORT du cit. Guyton, (observat. sur le).	354
RÉAUMUR est la cause des retards sur la perfection des thermometres. . . . .	213.
RECHERCHES sur la cause de la causticité des agens chimiques. . . . .	17.
RÉDUIRE en métal plusieurs chaux mé- talliques de difficile réduction. . . . .	275.
RÉGULE d'arsenic du commerce s'en- flamme spontanément. . . . .	191.
RÉGULE d'arsenic fait avec sa chaux. . . . .	309.
RÉGULE d'arsenic ; ses alliages. . . . .	306.
RÉGULE d'arsenic ; ses propriétés. . . . .	<i>ibid.</i>
RÉGULE d'arsenic tiré d'une mine de ce demi-métal venant d'Almont en Dau- phiné. . . . .	304.
RÉSINE séparée du tartre. . . . .	173.
REVENDEICATION sur Lavoisier d'un pro- cédé pour raffiner le salpêtre brut à l'eau froide. . . . .	388.



SALPÊTRE : analyse de cent onces de ce sel brut. . . . .	page 399, 403.
SALPÊTRE brut; différence que présente l'analyse faite avec ou sans alkali. .	406.
SALPÊTRE brut : moyen simple de l'affiner en grand, sans main-d'œuvre. .	418.
SALPÊTRES bruts : procédé très-simple pour reconnaître leurs titres. . .	407.
SALPÊTRE pur n'attire point l'humidité de l'air. . . . .	410.
SALPÊTRE; sur la question de savoir si ce sel s'évapore pendant l'ébullition. .	371.
SALPÊTRE : Lavoisier prétend qu'il s'évapore pendant l'ébullition. . . .	374 et suiv.
SALPÊTRE ne s'évapore pas; expériences qui le prouvent. . . . .	379.
SAVON de feu. . . . .	153, 175.
SAVON de feu donne une couleur rouge aux alkalis. . . . .	178.
S'oppose à la cristallisation. . .	<i>ibid.</i>
SAVON de feu est une combinaison étrangère à la pureté des alkalis. . .	196.
SAVON de feu n'est combiné dans la potasse qu'avec une partie de l'alkali. .	195.
SAVON de feu n'est combiné dans la soude qu'avec une partie de l'alkali. .	178.
SAVON de feu; sa décomposition. 179, 182, 187, 194.	
SAVON de feu; ses propriétés. . .	181 et suiv.
SAVON de feu s'oppose à la cristallisation du sel de soude. . . .	178, 179, 194.
SAVON est décomposé par de l'air fixe comme par les autres acides. . . .	112.
SÉDIMENT qui s'amasse dans la chambre de plomb où l'on fait l'acide vitriolique. . . . .	295.



<b>SEL ammoniac</b> décomposé par de la chaux présente une affinité de quatre corps. page 44.	
<b>SEL fixe de tartre.</b> . . . . .	167.
<b>SEL de tartre</b> cristallisé par de l'acide crayeux. . . . .	172.
<b>SEL marin</b> clarifie le verre comme la manganèse. . . . .	166.
<b>SEL marin</b> ; comment on le sépare d'avec le salpêtre. . . . .	405.
<b>SEL marin</b> décomposé par le nitre de sa- turne et par le vinaigre de saturne ; comparaison des résultats. . . . .	421, 427.
<b>SEL marin</b> ; espèce singulière qui se ren- contre dans le salpêtre brut. . . . .	406.
<b>SEL marin</b> et nitre décomposé par le vi- naigre de saturne. . . . .	428.
<b>SEL marin</b> calcaire séparé du nitre cal- caire par le vinaigre de plomb fait avec le minium. . . . .	431.
<b>SELS métalliques</b> sont plus caustiques que les autres sels ; pourquoi. . . . .	50, 123.
<b>SOUDE</b> (de la). . . . .	174.
<b>SOUDE</b> et potasse enflamment des corps combustibles comme la chaux vive. . . . .	39.
<b>SOLEIL</b> ; pourquoi il paraît lumineux. . . . .	203.
<b>SOUFRE</b> ; combien il contient d'acide vi- triolique. . . . .	283.
<b>SOUFRE</b> n'est point partie constituante du tartre vitriolé. . . . .	311.
<b>SOUFRE</b> n'est point partie constituante du sel sulfureux de Sthal. . . . .	310.
Substances qui s'enflamment spontané- ment. . . . .	191.
<b>TABLE</b> des résultats de la marche des ther- mometres d'esprit-de-vin , purgés et non purgés d'air. . . . .	255.



TARTRE de plomb. . . . .	430.
TARTRE; sa calcination. . . . .	page 169.
TEMPÉRATURE des caves de l'Observatoire n'a point changé. . . . .	218.
TERRE calcaire convertie en verre au foyer d'un miroir ardent. . . . .	133.
TERRE vitrifiable, devenue calcaire par le travail des corps organisés. . . . .	<i>ibid.</i>
TERRE siliceuse dissoute dans l'eau n'a aucune causticité. . . . .	131, 132.
THERMOMETRE à mercure; à quoi on reconnaît qu'il est bien fait. . . . .	267.
THERMOMETRES à mercure; manière de les remplir. . . . .	265.
THERMOMETRE de Réaumur a servi d'étalon pour estimer le froid de 1776. . . . .	216.
THERMOMETRE de Réaumur ne peut supporter la chaleur de l'eau bouillante. . . . .	244.
THERMOM. de Réaumur; sa construction. . . . .	229.
THERMOMETRE de Réaumur s'est gelé à 37 degrés à Tornéo. . . . .	246.
THERMOMETRES d'esprit-de-vin; comment on les purge d'air. . . . .	249, 251.
THERMOMETRES d'esprit-de-vin, purgés et non purgés d'air, comparés entr'eux. . . . .	253.
THERMOMETRE de Lahire. . . . .	225, 269.
THERMOMETRE de Lahire, comparé à celui de Réaumur. . . . .	228.
THERMOMETRES (sur les). . . . .	211.
TRUDAINÉ est le fondateur, en France, de la fabrication de l'acide vitriolique tiré du soufre. . . . .	284.
TUBES propres à la construction des therm. . . . .	263.
VÉGÉTAUX brûlés par des coups de soleil. . . . .	315.
VERRE est décomposable, comme beaucoup d'autres corps. . . . .	114.



VINAIGRE de plomb fait avec le minium, ne décompose aucun nitre, et décom- pose tous les sels marins. . . .	page 431.
VINAIGRE de Saturne fait avec la litharge.	429.
VINAIGRE de Saturne fait avec le minium.	<i>ibid.</i>
VINAIGRE de Saturne fait avec le blanc de plomb. . . . .	430.

---

### ~~ERRATA.~~

- ~~Page 26, ligne 13 : fire, lisez faire.~~
- ~~Page 39, ligne 16 : de la chaux, lisez de la causticité de la chaux.~~
- ~~Page 42, ligne 25 : gazeux, lisez saturés d'air fixe.~~
- ~~Page 44, ligne 8 : après combinaison; ajoutez, qui est.~~
- ~~Page 45, ligne 15 : c'est, lisez l'est.~~
- ~~Page 55, ligne 32 : ôtez pur.~~
- ~~Page 92, ligne 38 : après remonte; ajoutez, tel-  
ment qu'il se fixe.~~
- ~~Page 180, ligne 26 : bassins, lisez bassines.~~
- ~~Page 184, ligne 38 : après acide, ajoutez, mais  
bien à la présence du feu combiné.~~
- ~~Page 212, ligne 13 : météorologiques, lisez ther-  
mométriques.~~
- ~~Page 222, ligne 6 : lisez  $15\frac{1}{2}$ .~~
- ~~Ligne 10 : 15, lisez 13.~~
- ~~Page 244, ligne 19 : elle, lisez qu'elle.~~
- ~~Page 247, ligne 22 : chaleur, lisez chaux.~~
- ~~Page 284, ligne 38 : gras, lisez gros.~~
- ~~Page 288, ligne 5 : parlons, lisez parlerons.~~
- ~~Page 298, ligne 25 : degrés, lisez livres.~~
- ~~Page 304, ligne 26 : pourvu, lisez dépourvu.~~
- ~~Page 311, ligne 37 : alkali, lisez acide.~~
- ~~Page 312, ligne 18 : ôtez, comme nous venons  
de le dire.~~
- ~~Page 329, ligne 27 : après chaleur; ajoutez, et il  
n'en reste point d'excédente.~~







