

Essai sur le phlogistique, et sur la constitution des acides / traduit de l'anglois [by Mme Lavoisier and Mme Picardet] ... de M. Kirwan ; avec des notes de MM. de Morveau, Lavoisier, de La Place, Monge, Berthollet, et de Fourcroy.

Contributors

Kirwan, Richard, 1733-1812.

Lavoisier, Marie-Anne-Pierrette, 1758-1836.

Guyton de Morveau, Louis-Bernard, 1737-1816.

De la Place, M.

Monge, MM.

Berthollet, Claude-Louis, 1748-1822.

Fourcroy, Antoine-François de, comte, 1755-1809.

Publication/Creation

A Paris : 'Rue et Hôtel Serpente' [Cuchet], 1788.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/tje3rhfg>

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**

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



31258/B

Imperfect
Wanting pp. v-xii

ESSAI

SUR

LE PHLOGISTIQUE,

ET SUR

LA CONSTITUTION DES ACIDES.

ESSAI

sur

LE PHILOGISTIQUE

ET SUR

LA CONSTITUTION DES ACIDES.

ESSAI

DE

LA PHLOGISTIQUE

DE

LA COMBUSTION DES ACIDES

TRADUIT DE L'ANGLAIS DE M. KAPPA

PAR M. DE LAUNAY

DE MM. DE LAUNAY, Docteur en Médecine, & de la Faculté

de Médecine, & de Pharmacie, &c.



A PARIS

DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

1788

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or date.



ESSAI

SUR

LE PHLOGISTIQUE,

ET SUR

LA CONSTITUTION DES ACIDES.

INTRODUCTION.

QUOIQUE la combustion & plusieurs des phénomènes les plus frappans de la chimie, & particulièrement de la métallurgie, ayent été connus dès les tems les plus reculés, il ne paroît pas qu'on en ait déduit des principes généraux, & qu'on ait essayé d'en former une théorie avant le neuvième siècle. Dans l'intervalle qui s'est écoulé entre cette époque & le treizième siècle, les qualités des corps commencèrent à être classées par les physiciens & les alchimistes,

ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE :

qui, suivant l'esprit général de la philosophie de leur tems, attribuèrent à chaque substance les qualités qu'elles paroissent posséder dans le plus éminent degré. Dans cette distribution des qualités, l'inflammabilité fut assignée au soufre ; & dans un sens plus étendu, il fut érigé en un des cinq principes chimiques. Mais la philosophie cartésienne ayant prévalu, les qualités vagues furent par-tout prosrites, & l'on s'attacha à donner, sur chaque objet, des notions plus exactes & plus précises. Beccher, métallurgiste allemand, d'une très-grande sagacité, & parfaitement instruit de tous les faits chimiques alors existans, qui étoient plus nombreux qu'on ne le croit communément, s'apperçut que le soufre, proprement dit, n'existoit point dans les substances végétales ni animales, quoiqu'elles fussent inflammables ; il en conclut que le soufre n'étoit pas le principe de l'inflammabilité, mais que cette qualité résidoit dans une substance commune au soufre, aux végétaux, aux animaux, & à quelques minéraux : il supposa qu'elle étoit de nature sèche ; c'est pourquoi il lui donna le nom de terre ; & pour la distinguer des autres substances qui portent ce nom, il lui donna celui de *phlogistique*.

Quelques années après, cette doctrine fut adoptée, perfectionnée & étendue par le célèbre

Stahl ; & la théorie qu'il forma d'après ces principes , produisit promptement une grande variété de découvertes utiles & curieuses. La plupart des phénomènes chimiques furent si heureusement expliqués & si régulièrement liés entre eux , par cette théorie , que depuis 1736 elle a été universellement adoptée dans toute l'Europe.

Il faut avouer , cependant , que cette doctrine portoit sur la supposition que les corps inflammables contenoient une substance qui n'existoit pas dans les corps non inflammables. Les chimistes même de ces derniers tems , n'ont jamais pu fournir de preuves de cette supposition ; ils n'ont jamais pu montrer ce principe séparé des corps ; cette impuissance les a conduits à dire qu'en quittant un corps , il s'unissoit toujours avec un autre. La plupart des chimistes se contentoient de ce raisonnement , principalement parce qu'ils regardoient comme impossible d'y substituer une meilleure théorie. Cette hypothèse favorite ne perdit pas même long-tems de son crédit , lorsqu'on découvrit que quelques substances métalliques augmentoient de poids dans les circonstances où l'on disoit qu'elles perdoient de leur phlogistique : quelques chimistes crurent que cette augmentation étoit due à l'addition des particules du feu ; d'autres , que le phlogistique étoit un principe de légèreté. Dans le dernier siècle ,

4 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE :

Rey trouva la vraie cause dans l'absorption de l'air ; mais sur de si foibles raisons qu'il n'a pas plus de droits à l'honneur de la découverte qu'un homme qui auroit fait un rêve vérifié par l'évènement, n'en auroit au titre de prophète. Je ne peux pas non plus, avec justice, attribuer cet honneur au docteur Hales, quoiqu'il soit le premier qui ait tiré de l'air du minium, parce qu'il a attribué l'augmentation de poids, non-seulement à l'air, mais aussi au soufre qu'il croyoit être produit par le feu. M. Lavoisier est, sans contredit, le premier qui ait prouvé, par des expériences directes & exactes, que le poids que les métaux acquièrent par la calcination, correspond à la quantité d'air qu'ils absorbent; il est aussi le premier qui ait dit que l'atmosphère étoit composée de deux fluides très-distincts; l'un propre à la respiration & à la combustion, qu'il appelle, à cause de cela, *air vital* ou *air pur*; l'autre, qui ne peut servir à aucune de ces deux opérations, qu'il a nommé *air méphitique* ou *mosfete*; & que dans la composition de l'air de l'atmosphère, la proportion du premier étoit au dernier à-peu-près comme un à quatre. Il a aussi prouvé, après le docteur Crafford, que l'air pur (substance que le docteur Priestley a le premier découverte, & appelé *air déphlogistiqué*) contenoit plus de matière du feu qu'aucune autre espèce d'air, & que

pendant la combustion, cette matière du feu se dégageoit sous la forme de chaleur & de lumière.

C'est d'après ces principes que M. Lavoisier s'est fondé pour prendre l'inverse de l'ancienne hypothèse. Au lieu de supposer que les corps inflammables contiennent une substance particulière que n'ont pas les corps non inflammables, il prétend que les premiers ont, à un certain degré de chaleur, une forte affinité avec l'air pur, & il prouve, par l'expérience, que ce qui reste de ces corps après leur combustion, & des métaux après leur calcination, contient une substance qu'ils n'avoient pas auparavant. De-là, il a d'abord mis modestement en question si la supposition de la substance à laquelle les chimistes ont donné le nom de phlogistique n'étoit pas entièrement superflue. Mais comme les expériences du docteur Priestley répandoient chaque jour de nouvelles lumières sur la nature des fluides aériformes, on a conclu de quelques-unes de ces expériences ainsi que d'une observation attentive des différens phénomènes chimiques, que l'air inflammable avant son dégagement des corps, où il existe dans un état concret, avoit tous les caractères & toutes les propriétés du phlogistique des anciens chimistes. On ne pouvoit donc plus regarder comme une substance pure-

6 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE:

ment hypothétique celle que l'on pouvoit montrer dans l'état aériforme, & dans un état aussi grand de pureté qu'aucune autre espèce d'air.

Cette opinion paroît avoir obtenu l'approbation des savans les plus distingués (a), tant en Angleterre qu'au dehors.

Je ne vois pas que M. Lavoisier ait rien dit de plus avant l'importante découverte de la composition de l'eau, faite par M. Cavendish; elle lui fournit une source nouvelle & inattendue, d'où il obtint l'air inflammable dégagé dans différentes expériences sur les substances métalliques ou inflammables. Cependant, en adoptant cette explication, M. Lavoisier s'écarte des règles de la logique, dont il reprochoit l'oubli à ses antagonistes; car si la composition de l'eau a été prouvée par des expériences directes, sa décomposition par des opérations chimiques est une pure supposition. M. Lavoisier ne peut pas dire qu'il est égal que l'air inflammable qui se dégage d'une dissolution métallique vienne de la décomposition de l'eau, ou de celle du métal; car les métaux qui fournissent le plus d'air inflammable, comme le fer & le zinc, sont par eux-mêmes

(a) Docteur Priestley, M. Bewly, M. Bergman, MM. de Morveau, de la Métherie, Chaptal, Crell, Wiegleb, Westrumb, Hermstadt, Kaersten, &c.

parfaitement inflammables, même dans l'absence totale de l'eau, & ils doivent donc être censés posséder le même principe de l'inflammabilité que les substances végétales & animales, dont l'inflammabilité a été attribuée, sans aucune espèce de difficulté, à l'air inflammable, au lieu que l'eau, dans aucune circonstance, ne peut être enflammée.

Les substances dans lesquelles M. Lavoisier convient qu'il existe un principe inflammable distinct de l'eau, sont les huiles, les résines, l'esprit-de-vin (*a*), les alkalis volatils (*b*), & par conséquent toutes les substances végétales & animales. Il regardoit même d'abord le charbon comme une modification inconnue du principe inflammable, quoiqu'à présent il semble penser autrement. S'il accorde que le charbon contienne le principe inflammable consolidé par un moyen inconnu, comme la glace est une modification de l'eau, il est difficile de le lui contester, quoique dans la vérité le charbon, outre le principe inflammable contienne encore de l'air fixe,

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, ann. 1781, pag. 491 & 492.

(*b*) N^o 29 du Journal de M. l'Abbé Rozier, p. 195.

§ ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE :

comme nous le prouverons par la suite (1).

La différence d'opinions se réduit par conséquent maintenant à ce petit nombre de points, savoir si le principe inflammable se trouve dans ce qu'on appelle les acides phlogistiqués, les acides végétaux, l'air fixe, le soufre, le phosphore, le sucre, le charbon & les métaux.

La question ainsi limitée n'en est pas moins intéressante, si nous attachons quelque importance à l'exact arrangement de nos idées & à nous former des apperçus exacts & vrais des opérations de la nature. Les substances ci-dessus nommées font le sujet de quelques opérations chimiques & les instrumens de presque toutes : sans la connoissance de leur composition & une perception claire de leur action, il seroit impossible de former même l'ébauche d'une théorie solide de cette science. L'accumulation journalière des faits ne feroit qu'augmenter la confusion & la perplexité ; & si l'on faisoit quelque découverte utile, elle seroit le résultat du hasard.

La nouvelle doctrine, que je prends la liberté d'appeller hypothèse *anti-phlogistique*, & dont j'appellerai les sectateurs *anti-phlogisticiens*, (non par plaisanterie, mais pour éviter les circonlocu-

(1) Voyez la note remise au Traducteur, pour être insérée à la suite de cette introduction, pag. 11.

tions) a de grandes présomptions en sa faveur. Cette hypothèse a été proposée dans un âge & dans un pays éclairés : elle est recommandable par sa simplicité ; elle doit son origine à un savant d'un grand mérite, qui, le premier, a introduit une précision presque mathématique dans la physique expérimentale ; mais l'ancien système présente aussi de fortes présomptions en sa faveur : il a pris naissance, il est vrai, dans un siècle moins éclairé, mais il tire son origine d'un pays où les connoissances chimiques étoient alors & où elles sont encore plus avancées que dans aucune partie de l'Europe. C'est en Allemagne que les nations modernes doivent aller se perfectionner dans la minéralogie & la métallurgie, comme les anciens alloient en Grèce se perfectionner dans les lettres. L'ancienne doctrine a été perfectionnée par les Allemands & les Suédois, & leur attachement pour elle est demeuré inébranlable. Nous ne devons pas nous laisser éblouir par une fausse apparence de simplicité ; car on verra que, tout bien considéré, l'ancienne doctrine est encore celle qui répond le mieux aux phénomènes. Dans celle-ci, on ne dit pas que l'air pur s'unisse à aucune substance, si ce n'est au principe de l'inflammabilité avec lequel il paroît évidemment se combiner dans la combustion du gaz inflammable : dans la doctrine moderne, l'air pur sans

être un acide, ni produire aucuns signes de salinité, a la principale prérogative des substances acides, celle de s'unir à presque tous les corps. Mais les préjugés de toute espèce doivent être mis de côté dans les recherches scientifiques, & nous ne devons avoir d'attachement que pour la vérité, lorsqu'elle nous est évidemment présentée, ou au moins pour la très-grande probabilité de quelques principes. La doctrine qui doit être regardée comme la moins probable est celle qui est le plus souvent en défaut dans l'explication des phénomènes, qui admet le plus d'arbitraire dans ses applications, & qui est la moins d'accord avec les règles générales du raisonnement philosophique. Je me flatte que d'après une lecture attentive des sections suivantes, on sera persuadé que l'hypothèse anti-phlogistique est dans ce cas.



N O T E

DE M. LAVOISIER

Sur l'Introduction.

M. KIRWAN ne paroissant pas s'être formé des idées parfaitement justes de la doctrine qu'il nomme anti-phlogistique, je me trouve forcé, avant d'entrer dans aucune discussion, de présenter ici un exposé succinct des principes sur lesquels elle est fondée; & pour ne point recommencer un travail déjà fait, je le puiserai principalement dans le rapport que nous avons lu à l'académie, M. Bertholet, M. de Fourcroy & moi, de deux mémoires de MM. Hassenfratz & Adet; rapport qui se trouve imprimé page 288 de la méthode de nomenclature chimique, que nous avons proposée. Ce rapport n'est point exactement adapté à la circonstance actuelle, parce que ce n'étoit point à M. Kirwan que nous nous proposons alors de répondre; mais nous étant une fois déterminés à le transcrire, nous n'avons pas cru qu'il nous fût permis d'y rien changer, & nous nous sommes fait un devoir de conserver le texte dans toute son exactitude. Voici comme nous nous sommes exprimés :

« Si on prend un corps solide, de la glace,

» par exemple , & si on l'échauffe , elle se con-
 » vertira en eau , & cette eau , exposée à une
 » chaleur de 80 degrés , prendra la forme de
 » vapeurs ou de gaz. On peut dire la même
 » chose de presque tous les corps de la nature ;
 » ils sont solides , liquides ou aériformes , sui-
 » vant le degré de chaleur auquel on les expose
 » (a). La physique moderne a même trouvé des
 » moyens de mesurer , avec exactitude , le rapport
 » des quantités de chaleur nécessaire pour convertir
 » une partie des corps solides en liquides , &
 » ceux-ci en fluides aériformes (b).

» En empruntant , pour exprimer ces faits , la
 » nouvelle nomenclature que nous avons adop-
 » tée , nous dirons qu'un gaz ou fluide aérifor-
 » me est une combinaison du *calorique* avec
 » une substance quelconque ; & en effet , toutes
 » les fois qu'il y a formation de gaz , il y a em-
 » ploi de calorique ; & réciproquement toutes
 » les fois qu'un gaz passe à l'état solide ou fluide ,

(a) « Voyez le Mémoire sur la combinaison de la
 » matière du feu avec les fluides évaporables , & sur la
 » formation des fluides élastiques aériformes. *Mémoires*
Acad. des Scienc. ann. 1777 , pag. 420. Voyez
aussi , même Volume , page 595 & suivantes.

(b) « Voyez Mémoire sur la chaleur. *Académie des*
 » *Scienc. ann. 1780 , pag. 355.*

» la portion de calorique nécessaire pour le conf-
 » tituer dans l'état de gaz, reparoît & devient
 » libre (a). Cet énoncé est rigoureusement vrai,
 » quelque idée qu'on attache au mot calorique,
 » soit qu'on le considère comme un fluide élastique
 » très-subtil, soit qu'on le regarde comme une
 » modification (b).

» Nous ne nions pas qu'il n'existe du calori-
 » que dans les corps solides (c); prétendre le
 » contraire, ce seroit aller contre l'évidence.
 » Mais nous disons que le même corps con-
 » tient plus de calorique dans l'état liquide
 » qu'il n'en contenoit dans l'état solide, &
 » plus encore lorsqu'il est porté à l'état aérifor-
 » me. Nous ne connoissons point encore d'ex-
 » ception à ce principe général.

» Il est donc nécessaire de distinguer dans toute
 » espèce de gaz, le calorique qui fait office de dissol-
 » vant, & la substance qui lui est unie & qui lui sert

(a) » Mém. Acad. 1777, p. 424.

(b) » Nous ne distinguons point ici le calorique de
 » la lumière, quoique cette distinction fût cependant
 » nécessaire; mais nous avons craint d'interrompre le
 » fil du raisonnement par de trop longues discussions.

(c) » Mém. Acad. des Scienc. ann. 1783, p. 524
 » & suiv.

» de base (a). L'air vital a donc sa base, &
 » c'est à cette base que nous donnons le nom
 » d'*oxigène*. Nous distinguons également la base
 » du gaz inflammable, & c'est elle que nous
 » désignons par le mot *hydrogène*. Nous ne
 » dirons donc pas que l'air vital se combine
 » avec les métaux, pour former les chaux mé-
 » talliques; cette manière de nous énoncer ne
 » seroit pas suffisamment exacte; mais nous di-
 » rons que lorsqu'un métal est élevé à un cer-
 » tain degré de température, lorsque ses molé-
 » cules ont été écartées jusqu'à un certain point
 » les unes des autres par la chaleur, & que leur
 » attraction a été suffisamment diminuée, il
 » devient susceptible de décomposer l'air vital,
 » d'enlever sa base, c'est-à-dire, l'oxigène, au
 » calorique, & qu'alors ce dernier devient libre.
 » Cette explication de ce qui se passe dans la
 » calcination n'est point une hypothèse; c'est le
 » résultat des faits. Il y a plus de douze ans
 » que les preuves en ont été mises, par l'un de
 » nous, sous les yeux de l'académie, & qu'elles
 » ont été vérifiées par une commission nom-
 » breuse (b). Il fut constaté alors que lorsqu'on

(a) Mém. Acad. des Scienc. ann. 1777, page 595.
 » & suiv.

(b) » Voyez, Opuscules Chimiques de M. Lavoisier,
 » Chap. V & VI, deux. Part.

» opéroit la calcination des métaux , soit sous des
 » cloches de verre , soit dans des vaisseaux fer-
 » més & dans des quantités connues d'air , il y
 » avoit décomposition de l'air , & que le métal
 » se trouvoit augmenté en poids d'une quantité
 » rigoureusement la même que celle de l'air
 » absorbé. Depuis , il a été reconnu que lorsqu'on
 » opéroit dans de l'air vital très-pur , on pou-
 » voit l'absorber en entier ; que lorsqu'on opéroit
 » dans des vaisseaux scellés hermétiquement ,
 » la calcination étoit limitée par la quantité de l'air
 » contenu dans les vaisseaux ; mais que le vaisseau
 » lui-même n'augmentoit ni ne diminueoit de
 » poids pendant l'opération (a). Enfin , on a ob-
 » servé que plus la calcination du métal étoit rapide ,
 » plus le dégagement du calorique étoit prompt ,
 » & que la calcination du fer , par exemple ,
 » devenoit une véritable combustion , lorsqu'on
 » l'opéroit dans l'air vital.

» Il y a de même absorption totale de l'air
 » vital , ou plutôt de l'oxigène qui forme sa
 » base , dans la combustion du phosphore , &
 » le poids de l'acide phosphorique qu'on obtient ,
 » se trouve rigoureusement égal au poids du
 » phosphore , plus à celui de l'air vital employé

(a) » Mém. de l'Académie des Science , ann. 1747 ,
 » p. 351 & suiv.

» dans la combustion (a). Le même rapport des
 » poids s'observe dans la combustion du gaz in-
 » flammable & de l'air vital, dans celle du char-
 » bon, &c. (b). Dans toutes ces opérations, le
 » calorique & la lumière, qui tenoient l'oxigène
 » en expansion, deviennent libres: avec cette
 » circonstance remarquable cependant, qu'il y a
 » plus de calorique dégagé dans la combustion
 » du gaz inflammable, que dans celle du phos-
 » phore, par la raison que les deux airs en
 » fournissent, tandis qu'au contraire il y en a
 » moins de dégagé dans la combustion du char-
 » bon, parce que le résultat de cette combustion
 » étant de l'*acide carbonique* ou air fixe, il y a
 » emploi de calorique pour le maintenir dans
 » l'état aériforme.

» Rien n'est supposé dans ces explications,
 » tout est prouvé le poids & la mesure à la
 » main. Qu'est-il donc besoin de recourir à un
 » principe hypothétique qu'on suppose toujours,
 » & qu'on ne prouve jamais, qu'on est obligé
 » de regarder tantôt comme pesant, tantôt

(a) » Voyez Opuscules Chimiques de M. Lavoisier,
 » Chap. IX, pag. 327, & Mém. Acad. année 1777,
 » p. 65 & suiv.

(b) » Mém. Acad. des Sciences, année 1781, page
 » 448 & 468.

SUR L'INTRODUCTION.

» comme exempt de pesanteur, & auquel on
» est quelquefois forcé de supposer même une
» pesanteur négative; qui tantôt passe & tantôt
» ne passe pas à travers les vaisseaux; qu'on n'ose
» définir rigoureusement, parce que son mérite
» & sa commodité consistent dans le vague même
» des définitions qu'on lui donne.

» C'est un beau fait, sans doute, observé
» par Stahl, que la propriété de brûler peut se
» transporter d'un corps dans un autre, suivant
» de certaines loix & de certaines affinités; mais
» aujourd'hui que nous reconnoissons que la
» propriété de brûler n'est autre chose que la
» propriété qu'ont quelques substances de dé-
» composer l'air vital, la grande affinité qu'elles
» ont pour l'oxigène, l'observation générale de
» Stahl se réduit à ce simple énoncé : *qu'un*
» *corps cesse d'être combustible dès que son affi-*
» *nité pour l'oxigène est satisfaite, dès qu'il en*
» *est saturé; mais qu'il redevient combustible,*
» *dès que l'oxigène lui a été enlevé par un*
» *autre corps qui a plus d'affinité avec ce prin-*
» *cipe.*

» Un des points de la doctrine moderne, qui
» paroît le plus solidement établi, est la forma-
» tion, la décomposition & la recomposition de
» l'eau; & comment seroit-il possible d'en dou-
» ter, quand on voit qu'en brûlant ensemble 15

» grains de gaz inflammable & 85 d'air vital, on
 » obtient exactement 100 grains d'eau, dans lesquels
 » on peut, par voie de décomposition retrouver
 » ces deux mêmes principes, & dans les mêmes
 » proportions (a)? Si on doutoit d'une vérité
 » établie par des expériences si simples, si pal-
 » pables, il n'y auroit plus rien de certain en
 » physique; il faudroit mettre en question si le
 » tartre vitriolé est réellement composé d'acide
 » vitriolique & d'alkali fixe; le sel ammoniac
 » d'acide marin & d'alkali volatil, &c. &c. car
 » les preuves que nous avons de la composition
 » de ces fels sont du même genre, & elles ne
 » sont pas plus rigoureuses que celles qui éta-
 » blissent la composition de l'eau.

» Rien peut-être ne prouve mieux l'insuffisance
 » de la théorie ancienne, que les explications
 » forcées qu'on a cherché à donner de ces expé-
 » riences.

» L'eau, dit-on, qu'on obtient, étoit dans
 » les deux airs, dans les deux gaz qui ont servi
 » à la combustion (b). Mais 100 grains d'air
 » ne peuvent pas contenir 100 grains d'eau; au-

(a) Voyez Mém. Acad. année 1781, pag. 269 &
 » suiv. 468 & suivantes.

(b) » Voyez la méthode de nomenclature Chimique,
 » pag. 249 & 250.

» trement, il faudroit dire que le gaz inflammable est de l'eau, que l'air vital est de l'eau, & que ces deux fluides aériformes sont une même chose; ce qui est contraire à l'évidence, puisqu'il est de principe que deux corps qui ont des propriétés très-différentes ne sont pas une seule & même chose.

» Il est d'ailleurs un autre genre d'expériences qui détruit tout ce système d'explication; c'est la revivification des chaux métalliques dans le gaz inflammable, à l'aide du verre ardent. Si l'on fait passer sous une cloche ou jarre remplie de mercure & plongée dans du mercure, une pinte, c'est-à-dire, deux grains de gaz inflammable (a), si on y introduit ensuite une chaux métallique, & si l'on fait tomber dessus le foyer d'un verre ardent, le gaz inflammable est absorbé en totalité: en même-tems, le métal se revivifie, & il se dépose une quantité assez considérable d'eau, tant sur les parois de la cloche ou jarre, que sur la surface du mercure. On n'a point encore déterminé, par des expériences exactes, la quantité d'eau qu'on obtient dans cette opération; mais il est au moins prouvé qu'elle excède de beaucoup le poids du gaz inflammable qu'on a em-

(a) » Expériences du Docteur Priestley.

» ployé ; elle ne pouvoit donc être contenue
 » dans ce gaz , & il feroit absurde de supposer
 » que deux grains de gaz inflammable pussent
 » tenir 8 ou 10 grains , & même plus d'eau en
 » dissolution.

» Ce n'est point au surplus par voie de recom-
 » position seulement , qu'on est parvenu à recon-
 » noître que l'eau est une substance composée , &
 » à déterminer la nature des principes qui entrent
 » dans sa combinaison ; on les retrouve par voie
 » d'analyse ou de décomposition ; en sorte qu'on
 » est parvenu sur ce point au complément de la
 » preuve chimique. Il suffit de présenter à l'eau
 » un corps qui ait une grande affinité , soit avec
 » l'hydrogène ou base du gaz inflammable , soit
 » avec l'oxigène ou base de l'air vital , pour opé-
 » rer la séparation des parties constituantes de
 » l'eau ; elle se décompose , & celui de ses
 » deux principes qui n'a point été engagé dans
 » la nouvelle combinaison , s'unit avec le calori-
 » que , & se montre sous la forme de gaz (a).
 » Les grands phénomènes de la nutrition , &
 » de l'accroissement des animaux & des végé-
 » taux , ceux des diverses espèces de fermenta-
 » tions , &c. nous fournissent des exemples mul-
 » tipliés de ces décompositions.

(a) » Mém. Académ. des Sciences, année 1781,
 » pag. 468.

» M. Cavendish & M. Kirwan, ne s'accordent
» point entièrement avec nous, sur la nature des
» principes constitutifs de l'eau; ils ont imaginé
» différentes hypothèses sur la nature & la com-
» position du gaz inflammable, & de l'air vital.
» Quant à nous, qui nous sommes fait une loi
» de ne rien conclure au-delà des faits, nous
» nous contentons de dire que l'eau est un com-
» posé de la base de l'air vital, & de celle du
» gaz inflammable, d'oxygène & d'hydrogène;
» & en nous tenant dans ces termes, nous som-
» mes assurés de ne point commettre une erreur.

» Nous passons à la théorie de l'acidification,
» si toutefois on peut donner le nom de théorie
» à une vérité de fait & d'observation, qui, par
» sa généralité, peut être regardée comme une
» loi constante de la nature. Nous ne sommes
» pas encore parvenus à décomposer & à recom-
» poser tous les acides; mais au moins nous
» sommes assurés que l'oxygène est un principe
» commun & nécessaire à la formation de tous
» ceux dont nous connoissons la composition.
» Ainsi il est de fait, & des expériences rigou-
» reuses le prouvent, que le soufre ne peut
» se convertir en acide sulfurique ou vitriolique,
» qu'autant qu'on lui combine une fois & demie
» son poids de base de l'air vital ou d'oxygène;
» que de même le phosphore ne devient acide

» phosphorique, & le charbon acide carbonique
 » ou air fixe, qu'autant qu'on les combine avec
 » deux parties & demie d'oxigène, &c. Jus-
 » ques-là, la doctrine nouvelle de l'acidification
 » n'est, comme l'on voit, que l'exposition d'un
 » fait ; mais lorsque de ces faits particuliers,
 » elle tire la conséquence générale que l'oxigène
 » est un principe commun à tous les acides,
 » elle est déterminée à cette conséquence par l'a-
 » nalogie, & c'est alors que commence la théo-
 » rie ; les expériences qui se multiplient tous
 » les jours, lui donnent une probabilité de
 » plus en plus grande, & nous ne croyons pas
 » que ce soit une des parties les moins impor-
 » tantes de la nouvelle doctrine (a) ».

Rien n'est plus aisé, d'après cet exposé succint de la doctrine anti-phlogistique, que de se former une idée de ce que j'entends par inflammabilité. Un corps inflammable n'est autre chose qu'un corps qui a la propriété de décomposer l'air vital, & d'enlever au calorique & à la lumière la base, c'est-à-dire, l'oxigène qui leur étoit uni. Lorsque cette décomposition de l'air est rapide, & pour ainsi

(a) » Voyez Opuscules Physiques & Chimiques de
 » M. Lavoisier, Chap. IX. Mém. Acad. ann. 1776,
 » pag. 671, ann. 1777, pag. 65 & 594, ann. 1778,
 » pag. 555.

dire, instantanée, il y a flamme, chaleur & lumière. Lorsqu'au contraire la décomposition est très-lente, & se fait paisiblement, la chaleur & la lumière sont à peine sensibles.

Si donc, au mot d'inflammabilité, on attache l'idée de dégagement de calorique & de lumière, tel que ce dégagement a lieu dans les phénomènes de la combustion & de la calcination, il faut en conclure que l'air vital, le gaz oxigène, est le corps inflammable par excellence, puisque c'est principalement, & presque uniquement de lui que se dégagent le calorique & la lumière.

M. Kirwan prétend que la question se réduit maintenant à savoir si le principe inflammable se trouve dans les acides phlogistiqués, les acides végétaux, l'air fixe, le soufre, le phosphore, le charbon & les métaux. Oui, sans doute, ces substances ont la propriété de s'enflammer & de brûler lorsqu'on les échauffe dans l'air, c'est-à-dire, qu'elles ont la propriété de décomposer l'air, le gaz oxigène, de s'emparer de sa base & d'en séparer le calorique. Mais il n'est pas nécessaire, pour expliquer cet effet, de supposer avec M. Kirwan, qu'il existe dans ces substances un principe commun à toutes, qu'elles contiennent toutes la base de l'air inflammable, c'est-à-dire, l'hydrogène; j'observerai d'abord que cette suppo-

24. NOTE SUR L'INTRODUCTION.

sition n'est nullement prouvée. Je dirai plus, elle n'est nullement probable; mais quand on parviendroit à l'établir, quand il seroit démontré que l'hydrogène est un principe commun à tous les corps combustibles, à tous les corps qui ont la propriété de décomposer l'air vital ou gaz oxygène, il ne resteroit pas moins prouvé encore que c'est l'air qui est le véritable combustible; que c'est lui qui fournit le calorique & la lumière pendant l'acte de la combustion, & la doctrine anti-phlogistique n'en seroit pas moins obligée de venir au secours de l'ancienne doctrine, pour expliquer les phénomènes de la calcination & de la combustion. Mais je m'abstiendrai de pousser plus loin dans ce moment ces réflexions, & je renvoie le lecteur aux preuves que la discussion des faits amenera naturellement dans le cours de cet ouvrage.



 SECTION I.

 DU POIDS DE DIFFÉRENTES ESPÈCES
 D'AIRS.

COMME, dans cet ouvrage, j'aurai souvent occasion de calculer le poids des différentes espèces d'air, il est nécessaire que je commence par donner les moyens que j'ai employés pour m'assurer de l'exactitude de ce poids.

De l'air atmosphérique.

Le chevalier Georges Schuckburgh, par une suite d'expériences faites avec un bon baromètre, s'est assuré de la hauteur d'une colonne d'air correspondante à $\frac{1}{10}$ de pouce de mercure, dont la gravité spécifique étoit 13,6, & il a répété ses expériences à différentes hauteurs du baromètre, & à différentes températures; le poids d'un dixième d'un pouce de mercure de cette pesanteur spécifique, (qui peut être regardée comme constante, les variations étant extrêmement petites dans la température habituelle de l'atmosphère) est 344,32.

D'après ce calcul l'on trouvera que 100 pouces cubiques d'air commun pèsent (a),

(a) Voyez les réductions de ces poids & mesures en poids & mesures françois à la fin de cette Section.

Baromètre.	Thermomètre.	
30 .	{ . 60 .	. . . 30,929
		. . . 31,612
29,5 .	{ . 60 .	. . . 30,414
		. . . 31,124

Poids moyen, 31,01975

Comme le baromètre ici & à Paris, est généralement entre 29,5 & 30 pouces, & la température de nos appartemens entre 50 & 60, je regarde le poids habituel de l'air atmosphérique, comme de 31 grains pour cent pouces cubiques (b).

Cent pouces cubiques d'eau pèsent 25318 grains, & comme 100 pouces cubiques d'air commun pèsent 31 grains, il s'en suit que dans les circonstances ci-dessus rapportées, l'air est 816 fois plus léger que l'eau (c). J'ai souvent pesé de l'air dans un globe de verre de la capacité de 116 pouces cubiques environ, & en général j'ai trouvé que mes résultats différoient peu de ceux du chevalier Georges Schuckburgh; ils donnoient constamment un poids un peu moindre, ce qui, je crois, dénote plutôt une erreur dans la méthode, que dans celle par le baromètre, c'étoit lorsque l'hygromètre de Saussure

étoit au-dessus de 90 degrés que l'air étoit toutes choses égales, le plus léger.

Air déphlogistique.

J'ai obtenu cet air du précipité *per se*, sa bonté étoit telle qu'une mesure de cet air & deux de gaz nitreux, ne laissoient que $\frac{3}{10}$ de mesure de résidu. Lorsque 116 pouces cubiques d'air commun pesoient 35,38 grains, 116 de cet air déphlogistique pesoient 39,03 grains. Par conséquent son poids est à celui de l'air commun, à-peu-près comme 1103 à 1000 (*d*).

Pour connoître la quantité d'humidité que cet air acquéroit lorsqu'il étoit produit sur l'eau, j'ai rempli une cloche de 81 pouces cubiques de cet air; je l'ai portée sur le mercure, j'ai posé la cloche sur une capsule de trois pouces de diamètre, contenant 256,8 grains d'acide vitriolique concentré, dont la gravité spécifique étoit 1,863; je l'ai retiré au bout de vingt-quatre heures, & je trouvai que l'acide étoit augmenté du poids de 3,47 grains, par conséquent 100 pouces cubiques peuvent contenir 4 grains, 32 d'eau: la température de la chambre étoit de 58 (*e*).

(*e*) Cette quantité d'eau est beaucoup plus considérable que celle trouvée par M. de Saussure dans l'air de l'atmosphère. La différence est même telle qu'il est difficile

Pour essayer si le volume de cet air seroit plus considérable en l'obtenant sur l'eau que sur le mercure, je distillai en même-tems 240 grains de précipité rouge, dans deux cornues de même grandeur, l'une sur le mercure, l'autre sur l'eau; je trouvai la quantité d'air exactement la même. La capacité de mes jarres étoit telle que je ne pouvois les remplir que de 81 pouces cubes de mercure; mais d'après cette expérience, je suis porté à penser que dans un court espace de tems, l'air déphlogistiqué n'absorbe pas plus d'humidité, lorsqu'il est reçu sur l'eau, que lorsqu'il est reçu sur le mercure (f).

Du gaz inflammable.

Le gaz inflammable employé dans cette expérience, étoit tiré d'une dissolution de limaille

de supposer qu'il ne se soit pas glissé quelque erreur dans le résultat de l'expérience. Au reste, il ne faut pas croire qu'aucune substance puisse dépouiller l'air de la totalité de l'eau qu'il contient. Il a déjà été observé plus haut que les attractions électives n'agissoient qu'en vertu de l'excès d'une affinité sur l'autre. L'acide sulfurique n'enlève donc pas toute l'eau à l'air; mais cette dernière se répartit entre l'air & l'acide sulfurique, jusqu'à ce que les deux forces soient en équilibre. Il est à observer que l'air en général, lorsqu'il est saturé d'eau, est spécifiquement plus léger que lorsqu'il en est privé. *Note du Traducteur.*

de fer doux, bien nette & récemment faite dans un acide vitriolique, dont la gravité spécifique étoit 1,0973; la température étoit de 59 degrés. Je reçus cet air sur le mercure; il n'avoit presque aucune odeur, & cette odeur étoit très-différente de celle que donne ordinairement l'air inflammable. Le baromètre étant à 29,9, le thermomètre à 60 degrés, le poids de cet air étoit à celui de l'air commun, comme 84,3 à 1000, conséquemment très-près de 12 fois plus léger (g).

Je trouvai que le volume du gaz inflammable obtenu de la même quantité, des mêmes matières en chauffant l'appareil vers la fin, étoit d'environ un huitième plus grand lorsqu'il étoit obtenu sur l'eau, que lorsqu'il étoit obtenu sur le mercure. Je n'ai pas pesé l'air inflammable ainsi obtenu sur l'eau, mais l'on fait qu'il est tout au plus huit ou neuf fois plus léger que l'air commun.

De 85 pouces cubiques d'air inflammable reçu sur l'eau, j'ai retiré par l'acide vitriolique de la manière ci-dessus mentionnée, en cinquante-cinq heures deux grains d'eau (h) Quoiqu'il y ait, sans doute, quelques erreurs dans toutes ces expériences, l'on ne peut guère douter que le gaz inflammable ne contienne moitié de son poids d'eau; le gaz inflammable en perdant son eau,

perdit son odeur ; mais il conserva toujours ses propriétés d'air inflammable comme auparavant, & par conséquent il n'y a pas de raison de penser qu'il ait été décomposé, ou que l'eau soit en aucune manière essentielle à sa composition.

Air phlogistique.

En exposant un mélange de limaille de fer & de soufre, dans un état de pâte sur du mercure dans l'air atmosphérique, j'obtins de l'air si phlogistique, qu'il n'éprouvoit aucune diminution par le gaz nitreux ; je le séchai en introduisant plusieurs fois du papier à filtrer sec, sous la jarre qui le contenoit. Son poids étoit à celui de l'air commun, comme 985 à 1000 ; le baromètre étoit à 30,46, & le thermomètre à 60 degrés (*i*). Il faut avoir soin que cet air ne reste pas long-tems avec le mélange de pâte martiale, autrement il pourroit y avoir de l'air inflammable de produit.

Gaz alkalin.

Le poids de ce gaz est à celui de l'air atmosphérique comme 600 est à 1000, le baromètre étant à 30 degrés, & le thermomètre à 61 degrés (*k*), son poids varie vraisemblablement en proportion de l'humidité qu'il contient, & qui doit être considérable.

Gaz nitreux.

Comme le gaz nitreux auroit infailliblement corrodé l'appareil métallique de mon globe à peser les airs, je cherchai à trouver son poids en comparant la perte des matières qui le produisent; j'employai à cet effet 50 grains de cuivre, & 580 d'acide nitreux, dont la gravité spécifique étoit 1,1389. J'obtins sur le mercure à la température de 64 degrés, & le baromètre à 29,6, en huit heures & demie, 38,74 pouces cubiques de gaz nitreux. J'eus une perte de poids de 14 grains de matière, par conséquent 100 pouces cubes de cet air, pesent 36,1; mais 100 pouces cubes d'air commun, pesent 30,2; par conséquent le poids de l'air nitreux, est à celui de l'air commun, comme 1195 à 1000 (1).

Si ce gaz eût été obtenu sur l'eau, ou par une forte chaleur, son poids eût été vraisemblablement très différent; comme il est susceptible de se mêler avec l'air phlogistique, avec les vapeurs nitreuses & avec une quantité d'eau plus ou moins grande, il est probable que les vapeurs nitreuses le rendroient plus pesant, & l'air phlogistique, ou l'eau plus léger.

Air fixe.

Le baromètre étant à 29,85, & le thermomètre à 64 degrés, je trouvai que le poids de

32 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE:

L'air fixe tiré du spath calcaire par l'acide marin, dont la pesanteur spécifique étoit 1,0145 & obtenu sur le mercure, étoit à l'air commun, comme 1500 à 1000 (*m*).

Quoique cet air fût obtenu de manière à l'avoir le plus sec possible, & que le globe qui le contenoit parût parfaitement sec, il se couvrit intérieurement d'une rosée, qui, bientôt se réunir en gouttes visibles, lorsqu'il fut placé dans une chambre de 27 degrés plus froide.

Gaz acide vitriolique.

Je retirai ce gaz, par une forte chaleur, du cuivre dissous dans un acide vitriolique, dont la gravité spécifique étoit 1,704, son poids étoit à celui de l'air commun, comme 2265 à 1000, le baromètre étant à 30,13, & le thermomètre à 60 degrés (*n*).

Le poids de cet air doit varier suivant la proportion d'eau & de soufre qu'il contient.

Gaz hépatique.

Celui que j'ai retiré du fer sulfuré, étoit à l'air commun, comme 1166 à 1000; mais comme il contenoit un peu de gaz inflammable métallique, il étoit probablement plus léger que celui que l'on retire des hépars calcaires ou alkalins.

TABLE

TABLE

DES poids absolus de 100 pouces cubes de différentes espèces d'air, & leur rapport avec l'air commun (0).

	Poids. Grains.	Proportion à l'air commun.
air commun,	31,	. 1000
déphlogistique,	34,	. 1103
phlogistique,	30,535	. 985
nitreux,	37,	. 1194
vitriolique,	70,215	. 2265
fixe,	46,5	. 1500
hépatique,	34,286	. 1106
alkalin,	18,16	. 600
inflammable.	2,613	. 84,3

100 pouces cubiques d'air.

Par le moyen de la troisième colonne, le poids de l'air commun étant rigoureusement donné, celui d'un gaz à la même température, & sous la même pression, peut être à-peu-près trouvé; car il faut avouer, que leur expansibilité dans les différentes températures, n'a pas encore été exactement déterminée. A l'égard de la compressibilité, la différence ne mérite aucune considération. J'ai donné le poids de l'air déphlogistique, & de l'air nitreux, plus foibles que je ne les ai trouvés, pour abrégé les calculs, & parce que les autres chimistes ont trouvé leur poids encore plus foible.

Le poids moyen de l'air commun d'après les calculs de M. Lavoisier, diffère très-peu de celui que je lui ai assigné, la différence de ses résultats n'excèdent les miens sur 1000 pouces cubiques anglois, que de 7 grains poids de troi; quant aux autres airs, la différence entre nous est plus grande, comme on peut le voir par la table suivante (p).

100 pouces cubes fran- çois pèsent d'après mes calculs.	}	Grains	
		François.	Par M. Lavoisier.
	air commun,	45,69	46,81
	Déphlogistique,	50,	47,317
	air fixe,	68,74	69,50
	air nitreux.	54,53	40,

Le poids de chacun de ces airs est si différent de celui sur lequel j'ai assis mes premiers calculs de la proportion des matières qui entrent dans leur composition, que j'ai été obligé de les recommencer en entier. Je donne encore au gaz inflammable le même poids qu'auparavant, parce qu'il n'a la grande légèreté que je lui ai trouvée, que lorsqu'il est fait avec un soin particulier; je ne le considère donc dans l'état ordinaire que comme dix fois plus léger que l'air commun, je considère aussi ces airs comme combinés avec leur proportion la plus habituelle d'eau, & non comme parfaitement purs: dans ces circonstances (q).

Cent pouces cubiques d'air nitreux contiennent 6,7 grains de phlogistique, & 30 grains de base nitreuse.

Cent pouces cubiques d'air fixe contiennent 8,14 grains de phlogistique, 38,06 d'air déphlogistiqué.

Cent grains d'air nitreux contiennent 18 grains de phlogistique, & 82 de base de nitre.

Cent grains d'air fixe contiennent 17 grains de phlogistique, & 83 d'air déphlogistiqué.

R É D U C T I O N

DES mesures, poids & échelles des baromètres & thermomètres employés par M. Kirwan aux mesures, poids & échelles que l'on emploie ordinairement en France, par M. Hassenfratz.

J'ai réduit toutes les mesures de M. Kirwan au pied-de-roi, & j'ai, pour cette réduction, fait usage de la supposition que le pied anglois, dont M. Kirwan s'est servi, étoit au pied françois, 11,2596 : 12. Ce rapport m'a été donné par M. de Lalande, d'après des expériences faites par lui sur la comparaison de la mesure des deux pays, d'où il suit :

	pouc. franç.
Que le pied anglois =	11,2596
Le pouce,	0,9383
La ligne,	0,0938

	pouc. franç.
Le pied quarré,	126,7795
Le pouce quarré,	0,8884
La ligne quarrée,	0,0088
Le pied cube,	1427,4864
Le pouce cube,	0,8260
La ligne cube,	0,0008

J'ai réduit tous les poids au poids de marc, & j'ai fait usage dans cette réduction de la supposition que M. Kirwan avoit toujours employé le poids de troi, & que la livre troi égaloit 12 onces 1 gros 47 grains, poids de marc. J'ai pris ce rapport dans un mémoire de M. Tillet, imprimé dans les mémoires de l'académie royale des sciences, pour l'année 1767. Il suit de ma supposition :

	gr. poids de m.
Que la livre de M. Kirwan, = . . .	7031,
L'once,	585,216
Le denier,	29,2958
Le grain,	1,22

Comme M. Kirwan a constamment fait des observations thermométriques, déterminées d'après l'échelle de Farenheit, j'ai réduit toutes ces observations à la température qu'auroit indiqué la graduation de M. de Reaumur, en me servant de la formule $\frac{n-32}{9} \times \frac{5}{4}$, & en supposant n , le degré indiqué par la graduation de Farenheit.

J'ai réuni toutes les réductions des poids de la première section dans la note qui va suivre, parce que ces réductions paroissent former un ensemble que l'on peut séparer de la section. J'ai eu l'attention de renvoyer à chaque article par des lettres, afin que l'on puisse vérifier les calculs. A l'avenir, les réductions feront en note au bas de chaque page.

(a) Cent pouces cubes françois d'air commun pèsent poids de marc,

Baromètre.	Thermomètre.	
28 p. 149	{ 12 d. 44 . . .	45,68
	{ 8	46,69
27 p. 679	{ 12 d. 44 . . .	44,92
	{ 8	45,97
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>		
Poids moyen,		45,81

} grains poids de marc,

(b) Les 29,5 p. & 30 p. du baromètre anglois correspondent à 27,676 p. & 28,149 p. du baromètre françois; & les 50 & 60 d. du thermomètre de Farenheit répondent à 8 & 12,44 d. de celui de M. de Reaumur.

(c) Cent pouces cubes d'eau pèsent 37419, 8 gr. poids de marc, & les cent pouces cubes d'air commun pèsent 45,81 gr. Ainsi le rapport est :: 816 : 6.

(d) Lorsque 95, 816 pouces cubes d'air commun pesoient 43, 36; 95, 816 d'air déphlogistiqué pesoient 47,61. Ainsi, les rapports sont à-peu-près :: 1104 : 1000.

(e) Ainsi cent pouces cubes françois peuvent contenir

38 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE:

d'après M. Kirwan 6,38 grains d'eau, la température étant 9,777.

(*f*) Deux cens quatre-vingt-douze grains d'oxide rouge de mercure ont donc rendu 66,906 pouces cubes d'air déphlogistiqué.

(*g*) La température à laquelle on a fait le gaz inflammable étoit de 12 d. de Reaumur; & lorsqu'il a été pesé la température étoit de 12,44, & le baromètre 28,149.

(*h*) Sept mille vingt-sept pouces cubes de gaz inflammable ont perdu 2,95 grains d'eau, étant exposés à l'action de l'acide vitriolique.

(*i*) Lorsque l'on a pris le poids de l'air phlogistiqué, le baromètre étoit à 28,58 p., & le thermomètre à 12,44 d.

(*k*) Le poids du gaz alkalin a été pris à une pression de 28,149 p., & une température de 12,88.

(*l*) Cinquante-un grains de cuivre dans 707,6 grains d'acide nitreux, dont la pesanteur spécifique étoit 1,1389, ont produit 31,999 pouces cubes de gaz nitreux à 27,773 p. du baromètre & 14,222 du thermomètre. La perte de poids pendant l'opération a été de 17,08 grains; ce qui détermine la pesanteur de 100 pouces cubes de 55,3 grains. La pesanteur de cent pouces cubes d'air commun étant 44,6, il s'ensuit que le premier est au second :: 1195 : à 1000.

(*m*) La pesanteur spécifique de l'air fixe a été prise à une pression de 28 p. & une température de 14,222.

(*n*) Le baromètre étant à 26,27 p. & le thermomètre à 12,44 d., la pesanteur de l'air acide vitriolique étoit à celle de l'air commun :: 2265 : 1000.

(o) Table du poids absolu de 100 pouces cubiques des différentes espèces d'air en poids & mesures françoises d'après M. Kirwan.

Air commun,	45,81	.....	1000
déphlogistiqué,	50,52	.....	1103
phlogistiqué,	45,192	.....	985
nitreux,	54,69	.....	1194
vitriolique,	103,759	.....	2265
fixe,	68,715	.....	1500
hépatique,	50,665	.....	1106
alkalin,	27,486	.....	600
inflammable,	3,861	.....	84,3

Comme toutes les expériences faites jusqu'à présent sur la composition de l'air commun, paroissent établir que sur 100 pouces cubes, il est composé de 28 p. d'air déphlogistiqué, & 72 d'air phlogistiqué, il s'en suivroit qu'en supposant qu'il n'y ait aucune combinaison entre ces deux espèces d'air, que si ces deux airs séparés ont été pesés exactement, le poids de 100 pouces cubes d'air commun devroit peser 46,68 grains, & que pour peu qu'il y ait de combinaison, son poids devroit augmenter d'autant.

(p) Suivant les expériences de M. Lavoisier, (voyez mémoires de la Société royale de Médecine, année 1782, page 569) 100 pouces cubiques d'air commun à la température de 10 degrés du thermomètre de Reaumur, & à 28 pouces de pression pèsent..... 46,00

Cent pouces cubiques d'air vital ou gaz oxigène à la même température & à la même pression pèsent..... 50,00

Cent pouces cubiques de mofete, air phlogistiqué ou gaz azotique, pèsent..... 44,44

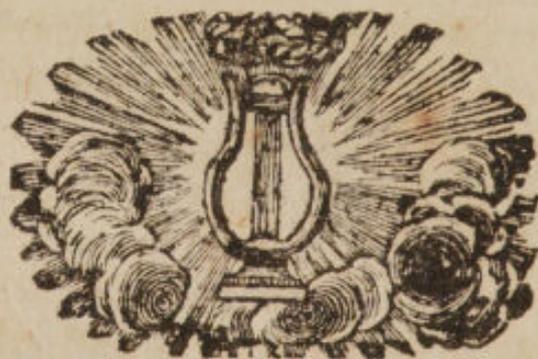
46 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE :

Depuis l'impression de ces résultats, M. Lavoisier a cherché à mettre encore plus de précision dans le poids de l'air vital ou gaz oxigène, en tenant compte de la petite quantité de mofete ou gaz azotique qu'il contient presque toujours ; & il pense qu'on peut porter à 51 grains le poids de cent pouces cubiques de cet air. Une plus grande pesanteur indique un mélange de gaz acide carbonique ; une moindre annonce un mélange de gaz azotique.

Ces airs, dans ces résultats, sont supposés saturés d'eau. Leur volume change à-peu-près de $\frac{1}{215}$ par degré du thermomètre de Reaumur.

(9) Cent pouces cubiques d'air nitreux contiennent 9,9 grains de phlogistique, & 44,79 de base nitreuse.

Cent pouces cubiques d'air fixe contiennent 12,0288 grains de phlogistique, & 56,687 d'air déphlogistiqué.



SECTION II.

*DE LA COMPOSITION DES ACIDES ET
DES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA
NOUVELLE THÉORIE.*

IL faut avouer qu'à l'égard de la nature & de la composition interne des acides, la théorie de la chimie a été bien avancée par les raisonnemens & les explications de M. Lavoisier. A la vérité, le docteur Priestley a découvert le premier qu'il disparoît une portion d'air pur pendant la combustion du soufre & du phosphore, & dans l'union de l'air pur avec le gaz nitreux; mais la connexion & la relation de cette absorption de l'air avec les acides qui en résultent, a été remarquée d'abord par M. Lavoisier. J'ai fait voir dans différens mémoires insérés dans les Transactions philosophiques que cet air est toujours uni au principe phlogistique, & qu'il est converti en air fixe; mais j'ai négligé de suivre plus loin la trace de cet air. Je suis maintenant convaincu qu'il devient une partie constituante & essentielle des acides.

Tous les acides dans la théorie nouvelle sont composés de deux principes; un particulier à chacun d'eux, qui, dans l'opinion des anti-phlo-

gisticiens, n'a point encore été décomposé, & qui par conséquent doit être regardé relativement à l'état de nos connoissances, comme une substance simple.

L'autre principe, l'air pur dans l'état concret qui est privé de la plus grande partie de sa chaleur spécifique, & condensé dans un plus petit volume; ils appellent le premier base de l'acide, le second principe oxigène. Ainsi l'acide nitrique, selon eux, est composé de soufre comme base, & d'air pur dans l'état concret, comme principe acidifiant ou oxigène.

Cette doctrine de la composition des acides, a été adoptée par les plus grands défenseurs du phlogistique, & particulièrement par un philosophe & un chimiste très-distingué, M. de Morveau, avec cette modification particulière, que la base des acides contient le phlogistique, & qu'elles le perdent en s'unissant à l'air pur; cependant il me paroît très-difficile de concevoir comment l'air pur peut s'unir au phlogistique, substance avec laquelle il a la plus grande affinité, sans former un nouveau composé avec des propriétés différentes de celles qu'il possédoit avant leur union; il me paroît plus raisonnable de penser, ou qu'il forme l'eau, comme M. Cavendish le pense, ou qu'il forme de l'air fixe, comme je m'efforcerais de le prouver dans les

chapitres suivans. Il faut avouer que les produits constans d'air fixe que l'on retire des acides végétaux, & l'impossibilité d'en obtenir de l'air pur, est une forte présomption en faveur de cette dernière opinion.

T A B L E

*DES affinités du principe oxigène, d'après
M. Lavoisier.*

<i>Bases.</i>	<i>Composés résultans.</i>
Base de l'acide marin,	Acide marin déphlogistique.
Charbon,	Air fixe.
Zinc,	Chaux de zinc.
Fer,	Chaux de fer.
Principes inflammable,	Eau.
Régule de manganèse,	Chaux de manganèse.
Cobalt,	Chaux de cobalt.
Nickel,	Chaux de nickel.
Plomb,	Chaux de plomb.
Etain,	Chaux d'étain.
Phosphore,	Acide phosphorique.
Cuivre,	Chaux de cuivre.
Bismuth,	Chaux de bismuth.
Régule d'antimoine,	Chaux d'antimoine.
Mercure,	Chaux de mercure.
Argent,	Chaux d'argent.

<i>Bases.</i>	<i>Composés résultans.</i>
Régule d'arsenic,	Chaux d'arsenic.
Sucre,	Acide du sucre.
Soufre,	Acide vitriolique.
Air nitreux,	Acide nitreux.
Principe de la chaleur,	Air déphlogistiqué.
Or,	Chaux d'or.
Vapeurs d'acide marin,	
Acide nitreux,	
Chaux noire de manga- nèse.	

Cette table est susceptible de nombreuses objections, que j'aurai occasion de faire par la suite ; je ne parlerai ici que de quelques-unes qui s'appliquent généralement à toute la table.

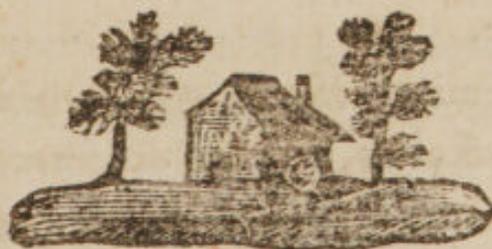
1°. Des dix-neufs premières substances qui ont la plus grande affinité avec le principe oxigène, aucune ne s'unit à lui à la température ordinaire de l'atmosphère. Cependant rien ne s'oppose à cette union, si ce n'est l'affinité du principe de la chaleur avec le principe oxigène ; laquelle affinité, cependant, est indiquée plus foible dans cette table, que celle d'aucune des dix-neuf substances qui le précèdent.

2°. La seule substance qui s'unit au principe oxigène à toutes les températures, & qui chasse constamment le principe de la chaleur, est l'air

nitreux (*). Il est cependant placé dans cette table, comme ayant la plus foible affinité avec le principe oxigène.

3^o. Il n'y a aucune preuve que l'air vital, lorsqu'il est dans son état de pureté, & non combiné, s'unisse à d'autres substances qu'au gaz inflammable. On ne l'a encore obtenu d'aucune autre substance, que des chaux des métaux parfaits, du mercure & du plomb, à moins que ces substances n'aient été combinées avec quelqu'acide.

(*) L'air nitreux ne chasse qu'une très-petite portion de la chaleur dans l'air vital, ou gaz oxigène. Cette même chaleur se retrouve dans toutes les décompositions de l'acide nitreux, & elle est même susceptible d'être mesurée. (*Note du Traducteur*).



NOTE

DE M. LAVOISIER.

M. KIRWAN, dans les défauts qu'il reproche à la table des affinités du principe oxigène avec différentes substances, ne me juge pas plus sévèrement que je ne me suis jugé moi-même; mais il auroit dû avertir que toutes les objections qu'il fait contre cette table, je les avois faites avant lui, & peut-être d'une manière plus forte. Voici comme je me suis exprimé, volume des mémoires de l'académie des sciences, année 1782, page 530 & suivantes.

« Je n'ignore pas combien la confection d'une
» table des affinités, comporte de difficultés, &
» pour qu'on ne croye pas que je me les suis
» dissimulées, je vais les exposer ici dans toute
» leur force.

» Un premier défaut, commun à toutes les
» tables d'affinités, qui ont été formées jusqu'ici,
» consiste à ne présenter que des résultats d'af-
» finités simples, tandis qu'il n'existe pour nous
» dans la nature que des cas d'affinités doubles,
» souvent triples, & peut-être beaucoup plus
» compliqués encore.

» Pour se former des idées précises sur ces
» phénomènes, il faut se représenter tous les
» corps de la nature comme plongés dans un
» fluide élastique très-rare, très-léger, connu
» sous le nom de *fluide igné, de principe de la*
» *chaleur*; ce fluide qui les pénètre tous, tend
» continuellement à en écarter les parties, & il
» y parviendroit si elles n'étoient retenues par
» l'attraction qu'elles exercent les unes sur les
» autres; c'est cette attraction qu'on a coutume
» d'appeller du nom d'*affinité d'aggrégation*. La
» résistance que les molécules constituantes des
» corps apportent à leur séparation, n'est donc
» qu'un résultat de deux forces qui sont variables
» l'une & l'autre; la première, suivant une cer-
» taineloi relative aux degrés du thermomètre; la
» seconde, en raison de l'écartement plus ou moins
» grand, occasionné entre les parties des corps
» par l'introduction du fluide igné: c'est par une
» suite de ces deux causes, que le même corps,
» plus ou moins échauffé, devient successive-
» ment solide, liquide ou aériforme, suivant
» que l'effort que fait la matière du feu pour en
» écarter les parties, est plus fort ou plus foible,
» ou en équilibre avec la force aggrégative. J'ai
» parlé ailleurs d'une autre cause qui s'oppose à
» l'écartement des molécules des corps, & prin-

» cipalement des fluides, c'est la pression de l'at-
» mosphère.

» Il suffit de-là, que lorsque l'on combine
» deux corps, l'action qu'ils exercent l'un sur
» l'autre, est absolument différente, suivant le
» degré de chaleur auquel se fait la combinai-
» son; sont-ils concrets l'un & l'autre, par
» exemple, comme du plomb & de l'étain, ils
» n'ont aucune action l'un sur l'autre, parce que
» l'attraction de leurs parties avec elles-mêmes,
» est plus forte que l'action réciproque que les
» molécules des deux métaux peuvent exercer
» les unes sur les autres; de-là cet axiome chimi-
» que, *corpora non agunt nisi sint soluta*: mais
» lorsque par une action plus forte de la cha-
» leur, les molécules de l'un des deux métaux
» ont été écartées; que leur attraction, leur af-
» finité d'aggrégation a été diminuée, alors ils
» agissent l'un sur l'autre, & la combinaison des
» deux métaux a lieu.

» Une table d'affinités ne peut donc présenter
» des résultats vrais qu'à un certain degré de chaleur
» & le mercure en fournit un exemple frappant:
» qu'on échauffe ce métal jusqu'au degré capa-
» ble de le faire bouillir, il décompose l'air vi-
» tal, il s'empare du principe oxigène qui le
» constitue, il se calcine & se convertit en
» chaux

» chaux rouge de mercure ; veut-on lui faire
 » éprouver une chaleur un peu plus forte, & capa-
 » ble seulement de ramollir le verre, l'air vital
 » se dégage, & le mercure se revivifie : ainsi au
 » degré du mercure bouillant, le principe oxigène a plus d'affinité avec le mercure, que la
 » matière de la chaleur, & le contraire a lieu à
 » une température plus élevée.

» Une table des rapports, construite sur les
 » principes de toutes celles que nous connoissons,
 » ne peut cependant exprimer que l'un ou l'autre
 » de ces deux effets ; elle est donc nécessairement
 » fautive dans l'un ou l'autre cas. M. Bergman
 » a cherché à remédier à cet inconvénient, en
 » divisant en deux parties sa table des affinités,
 » l'une destinée à présenter les résultats des ex-
 » périences par la voie humide, l'autre par la
 » voie sèche ; mais pour obtenir des tables ri-
 » goureusement d'accord avec l'expérience, il
 » faudroit, pour ainsi dire, en former une pour
 » chaque degré du thermomètre.

» Un second défaut de nos tables d'affinités,
 » est de ne faire entrer pour rien les effets de
 » l'attraction de l'eau, & peut-être de sa décom-
 » position, dans les combinaisons par la voie hu-
 » mide : on regarde l'eau comme un agent sim-
 » plement passif, tandis qu'elle agit avec une force

» réelle & perturbatrice qui doit entrer en ligne
» de compte dans les résultats.

» Une troisième imperfection des tables d'affi-
» nités, est de ne pouvoir exprimer les variations
» qui surviennent dans la force attractive des
» molécules des corps, en raison des différens
» degrés de saturation : il y a certaines combi-
» naisons pour lesquelles il y a deux & trois
» degrés de saturation marqués, d'autres pour
» lesquelles il y en a un plus grand nombre :
» la formation des acides en fournit beau-
» coup d'exemples, & il ne sera pas inutile
» de m'y arrêter un moment. L'acide vitriolique,
» comme je l'ai fait voir dans un mémoire im-
» primé dans le recueil de 1777, résulte de
» l'union du soufre & de l'oxigène ; mais
» par la combinaison de ces deux principes, on
» peut former deux acides distincts, & qui diffèrent
» essentiellement l'un de l'autre par le plus grand
» nombre de leurs propriétés ; l'acide vitriolique
» qui est pesant, fixe, sans odeur, & qui attire
» l'eau avec une grande avidité ; l'acide sulfureux
» qui est éminemment volatil, qui ne se com-
» bine avec l'eau qu'en assez petite quantité, qui
» a une odeur très-pénétrante : ces deux acides
» ont chacun leur degré de saturation ; le premier
» constitue l'acide sulfureux, le dernier constitue

» l'acide vitriolique, sans qu'il y ait aucun in-
 » termédiaire entre le soufre & l'acide sulfureux,
 » entre l'acide sulfureux & l'acide vitriolique ;
 » & pour convertir l'un dans l'autre, il suffit
 » d'ajouter de l'oxigène à l'acide sulfureux, &
 » d'en retrancher à l'acide vitriolique.

» L'acide marin, comme je l'ai déjà observé,
 » présente le même phénomène ; il est composé
 » d'un principe inconnu, & qu'il n'a pas encore
 » été possible d'obtenir à nu, combiné avec
 » l'oxigène : si on le fait passer sur de la
 » manganèse ou d'autres chaux métalliques,
 » comme il a plus d'affinité que la plupart d'entre
 » elles avec l'oxigène, il le leur enlève &
 » s'en sature complètement ; alors, il forme un
 » acide gazeux, susceptible d'être absorbé par l'eau
 » jusqu'à saturation, qui a la propriété de dis-
 » soudre l'or, &c. C'est cet acide que MM. Berg-
 » man & Schéele ont nommé *acide marin*
 » *déphlogistiqué*. Dans l'état, au contraire,
 » où on l'obtient par la distillation du sel
 » marin, soit avec l'argile, soit avec l'acide
 » vitriolique, il n'est pas complètement sa-
 » turé d'oxigène ; alors, il est en analo-
 » gie avec l'acide sulfureux, il est très - vola-
 » til, d'une odeur très - pénétrante, &c. Il y
 » a grande apparence qu'il en est de même des
 » deux acides phosphoriques, de celui obtenu

» par *deliquium*, & de celui obtenu par com-
 » bustion; le premier est beaucoup moins sa-
 » turé d'oxigène que le second, & il existe en-
 » tre eux la même différence qu'entre l'acide
 » sulfureux & l'acide vitriolique.

» Enfin, l'air nitreux est susceptible de pren-
 » dre avec l'oxigène, non-seulement deux de-
 » grés, mais une infinité de degrés de satura-
 » tion; & il en résulte une infinité d'acides ni-
 » treux différens, depuis celui qu'on nomme
 » *déphlogistiqué*, & qui est blanc & sans cou-
 » leur, jusqu'à celui qui est le plus rutilant & le
 » plus fumant.

» On conçoit que la force d'affinité qui unit
 » les deux principes, le soufre, par exemple, avec
 » l'oxigène, n'est pas la même dans les deux
 » degrés de saturation, dans l'acide vitriolique &
 » dans l'acide sulfureux: mais c'est sur-tout dans
 » l'acide nitreux que cette différence est remar-
 » quable. L'air nitreux qui tient beaucoup à cet
 » acide lorsqu'il est complètement saturé d'oxi-
 » gène, y tient très-peu dans l'acide nitreux
 » fumant, puisque le simple degré de chaleur de
 » l'atmosphère suffit pour l'en séparer. Je pour-
 » rois ajouter que cette différence, dans la
 » proportion de l'oxigène, change les affinités
 » entre l'acide & les différentes substances avec
 » lesquelles il est susceptible de s'unir; que l'a-

» cide, qui étoit le plus fort lorsqu'il étoit fa-
 » turé complètement de ce principe, devient
 » quelquefois d'autant plus foible qu'il en est pri-
 » vé davantage; mais je fortirois de l'objet de
 » ce mémoire, dans lequel je ne me suis pro-
 » posé que d'examiner les degrés d'affinité de
 » l'oxigène avec différentes substances, & non
 » pas les degrés d'affinité qu'acquièrent ces dif-
 » férentes substances lorsqu'elles sont combinées
 » avec l'oxigène.

» Ce que je viens de dire contre les tables
 » d'affinités, en général, s'applique naturelle-
 » ment à celle que je vais présenter; mais je n'en
 » pense pas moins qu'elle peut être de quelque
 » utilité, au moins jusqu'à ce que des expé-
 » riences plus multipliées & l'application du
 » calcul à la chimie, nous mettent en état de
 » porter plus loin nos vues. Peut-être un
 » jour la précision des données fera-t-elle
 » amenée au point que le géomètre pourra
 » calculer, dans son cabinet, les phénomènes
 » d'une combinaison chimique quelconque, pour
 » ainsi dire de la même manière qu'il calcule
 » le mouvement des corps célestes. Les vues
 » que M. de la Place a sur cet objet, & les ex-
 » périences que nous avons projetées, d'après
 » ses idées, pour exprimer, par des nombres,
 » la force des affinités des différens corps, per-

» mettent déjà de ne pas regarder cette espérance comme absolument chimérique ».

Ce n'est qu'après ces observations préliminaires que j'ai ôsé hasarder un tableau des affinités de l'oxigène, avec différentes substances; & certainement, on ne pouvoit y mettre plus de réserve & de circonspection. Aujourd'hui même que je relis ces réflexions, plus de quatre ans après qu'elles ont été rédigées, & après avoir été instruit par la critique de M. Kirwan, je ne vois presque rien à y ajouter. J'insisterai seulement sur deux points que je n'ai indiqués alors que sommairement, & qui exigent un peu plus de développement.

On se formeroit une fausse idée des affinités, si on se persuadoit que, dans tous les cas, un corps enlève à un autre la totalité du principe pour lequel il a plus d'affinité : rendons cet énoncé plus clair par des exemples : si l'on fait bouillir de l'acide sulfurique sur du mercure, sur de l'argent, ou sur du cuivre, ces métaux ne décomposent pas complètement l'acide sulfurique; ils n'enlèvent pas au soufre la totalité de l'oxigène auquel il étoit uni : ils n'agissent sur l'oxigène qu'en vertu de la force attractive qu'ils exercent sur lui, diminuée par la force attractive que le soufre exerce sur ce même principe. Il faut donc considérer l'oxigène dans ces sortes de dé-

compositions comme obéissant à deux forces inégales : d'une part, il est attiré par le métal qui tend à se réduire en chaux, autrement dit, en oxide ; de l'autre, il est retenu par le soufre, & il se répartit entre les deux, jusqu'à ce qu'il y ait équilibre. Ainsi, quand la table d'affinités annonce que l'argent, le mercure, le cuivre enlèvent l'oxigène au soufre, elle n'exprime pas une chose exacte ; elle devrait dire que quand ces métaux sont en présence de l'oxigène & du soufre, l'oxigène se répartit entre le soufre & les métaux, dans une certaine proportion qui constitue un oxide & l'acide sulfureux. Or, en supposant que la forme donnée jusqu'ici à nos tables d'affinités, permît d'exprimer cet effet mixte dans le cas simple que je viens de rapporter, il en est une infinité d'autres plus compliqués, auxquels le langage de nos tables n'est absolument point applicable.

J'ajouterai, en second lieu, qu'à l'époque où j'ai rédigé le mémoire sur les affinités de l'oxigène, la décomposition de l'eau n'étoit encore que soupçonnée ; que cette décomposition, qui est aujourd'hui prouvée, oblige de considérer, d'une manière très-différente, toute les affinités qui ont lieu lors de la dissolution des métaux, dans des acides étendus d'eau ; il est impossible de n'y pas faire entrer l'affinité qu'ont les prin-

cipes de l'eau, soit entre eux, soit avec les métaux, soit avec les principes constitutifs des acides; & la complication qui en résulte dans les effets, donne lieu à une infinité d'anomalies dont il est difficile de rendre raison, qu'il est encore plus difficile de prévoir dans l'état actuel de nos connoissances, & qu'il est sur-tout impossible d'exprimer dans nos tables d'affinités.

Voilà tout ce que j'ajouterai, dans ce moment, aux réflexions générales & préliminaires placées en tête du mémoire que j'ai publié sur cet objet dans le volume de 1782; elles tendent à confirmer qu'il est impossible de faire une table exacte d'affinités, d'après la forme adoptée jusqu'ici, & dans l'état actuel de nos connoissances. Ainsi, pour me résumer, la table que j'ai présentée ne donne des résultats vrais que relativement à certains degrés de température. Elle n'exprime pas qu'un corps enlève à un autre la totalité de l'oxigène qui lui étoit combiné; mais seulement que ce principe se repartit entre les deux jusqu'au point d'équilibre: enfin, je n'ai pu avoir égard, en la construisant, à une infinité de causes perturbatrices, telles que l'action de l'eau & des principes qui la composent. Mais ces causes d'erreurs & d'incertitudes sont communes à toutes les tables d'affinités publiées jusqu'ici, & on peut notamment les reprocher à

la colonne des affinités du phlogistique, publiée par M. Bergman, & dont la mienne n'est que l'inverse, à beaucoup d'égards.

Je me crois, d'après ces réflexions générales, dispensé de discuter article par article, les objections de M. Kirwan. Je me plaindrai seulement à lui de ce qu'après avoir prouvé que certains articles de ma table d'affinités présentent des résultats faux dans quelques circonstances, ce que j'ai moi-même annoncé d'avance, il les suppose ensuite vrais, pour en argumenter en faveur de la doctrine du phlogistique; mais il me sera aisé de déconcerter cette manière d'argumenter, puisqu'il est de principe, en bonne logique, qu'on ne peut pas tirer une conséquence juste d'un fait qu'on regarde comme faux, ni d'un principe qu'on croit erroné.



 SUITE DE LA SECTION II.

 DE LA COMPOSITION ET DE LA
 DÉCOMPOSITION DE L'EAU.

LES expériences de M. Cavendish & de M. Monge, me paroissent prouver de manière à ne laisser aucun doute que le produit de la combustion de l'air déphlogistiqué & du gaz inflammable n'est que de l'eau ; car lorsque ces airs ont été employés dans une juste proportion, $\frac{1}{50}$ seulement du mélange des deux airs garde sa forme gazeuse (*a*). Il est donc impossible de supposer que toute l'eau obtenue existât dans ces gaz, c'est-à-dire, que sur 50 parties il y en eut 49 d'eau. D'après M. Lavoisier, 100 parties d'eau en poids contiennent environ 87 parties d'air déphlogistiqué, & 13 de gaz inflammable : ce qui est à-peu-près dans la proportion de 7 à 1 (*b*) ; & en supposant le poids de ces airs tel que

(*a*) Transactions Philosophiques, année 1784, page 134.

(*b*) Les expériences faites au commencement de 1785, en présence des Commissaires de l'Académie des Sciences de Paris, donnent environ en poids 85 d'air

je l'ai donné dans le premier chapitre, 100 grains (poids de troy) d'eau contiendroient 2544 pouces cubiques d'air déphlogistiqué, & 497 de gaz inflammable (a), ce qui est à peu-près dans la proportion d'un à deux. Cependant ce calcul est quelquefois précaire, comme cela est sur-tout prouvé d'après l'expérience de M. Monge, la plus exacte de celles faites en France; le gaz inflammable qu'il a employé étoit certainement saturé d'eau, sa pesanteur spécifique n'étant pas tout-à-fait sept fois au-dessous de l'air commun (b).

La seule circonstance dans laquelle il a été clairement prouvé que l'eau résulte de l'union du gaz inflammable & de l'air déphlogistiqué, est celle dans laquelle un des gaz ou tous les deux, ont été exposés à une chaleur rouge; mais assurément on ne peut pas en inférer que l'eau résulte de leur union à une température plus basse; au contraire il paroît qu'alors il se forme un autre composé des deux gaz qui est l'air fixe.

vital, & 15 de gaz inflammable. Cette expérience peut être regardée comme aussi exacte que celle de M. Monge. (*Note du Traducteur*).

(a) Donc 100 grains poids de marc contiendroient 2101,34 de gaz oxigène & 417,522 de gaz hydrogène.

(b) Mémoires de Paris, ann. 1783, pag. 79.

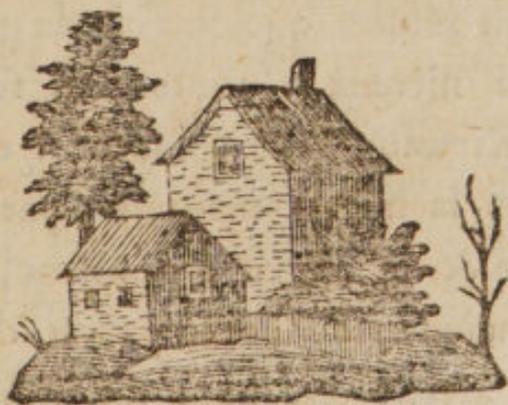
Ainsi, par exemple, le mercure & le soufre à une chaleur médiocre forment l'éthiops, à une plus grande ils forment le cinabre: il est certain qu'à une foible chaleur ces deux airs peuvent rester long-tems ensemble sans former aucune combinaison; & lorsqu'ils s'unissent, c'est parce que l'un des deux n'a plus toute sa quantité de feu spécifique. Mais à une autre température, leur chaleur spécifique devient chaleur sensible, comme l'a découvert M. Watt (a). J'ai fait voir ailleurs par l'exemple de l'air fixe & de la chaux vive, & par celui de l'acide vitriolique concentré & de l'eau (b), combien est grand l'obstacle que met la chaleur spécifique à l'union des corps, lorsque le composé qui résulteroit de leur union, doit en contenir beaucoup moins que n'en contenoit chacun des composans dont il est formé.

Un autre principe adopté par les partisans de la nouvelle théorie, & qui est réellement la base de tout leur système, est la décomposition de l'eau; mais les défenseurs de l'ancienne doctrine n'ont pas regardé comme satisfaisantes les preuves

(a) Transactions Philosophiques, année 1784, page 335.

(b) Transactions Philosophiques, année 1784, page 168.

qu'on en a données jusqu'ici. D'après la table de M. Lavoisier, l'eau devrait être décomposée par le charbon, au moins à la chaleur de l'ébullition, qui est plus que suffisante pour communiquer à la partie inflammable de l'eau, autant de chaleur spécifique qu'il lui en faut pour prendre l'état aériforme. Cependant, l'eau n'a pas encore été décomposée de cette manière, tandis que l'eau & le fer produisent du gaz inflammable à la température de l'atmosphère, quoique le fer, dans le système de M. Lavoisier, ait moins d'affinité avec le principe oxigène que le charbon n'en a avec ce même principe. C'est un signe évident que le gaz inflammable obtenu ne vient pas de l'eau, mais du fer.



NOTE

DE M. LAVOISIER,

Sur la décomposition & la recomposition de l'eau.

M. KIRWAN convient avec nous dans cet article, que l'eau est composée d'air déphlogistiqué & de gaz inflammable, ou, selon notre manière de nous énoncer, d'oxigène & d'hydrogène; ainsi nous n'avons rien à lui répondre à cet égard. Mais il pense que de cette combinaison, de l'oxigène & de l'hydrogène, il ne résulte pas toujours de l'eau; que dans quelques circonstances il en résulte de l'air fixe ou acide carbonique; que dans d'autres il en résulte de l'air phlogistiqué ou gaz azotique; enfin qu'il en résulte quelquefois du gaz nitreux & de l'acide nitreux: toutes ces substances, suivant M. Kirwan, sont composées des mêmes principes; de la même manière, par exemple, que du soufre & du mercure donnent, suivant le degré de chaleur, de l'éthiops ou du cinabre. C'est sur cet article que nous différons essentiellement de l'opinion de M. Kirwan. Nous soutenons qu'en employant de l'air inflammable pur,

c'est-à-dire, exempt de tout mélange d'air phlogistique ou de gaz azotique & de charbon, & en le combinant, à quelque degré de chaleur que ce soit, avec de l'air vital ou gaz oxigène parfaitement pur, on forme constamment de l'eau, & que le poids de cette eau est rigoureusement égal au poids des deux airs : nous irons même plus loin; nous ferons voir dans la discussion des expériences de M. Kirwan, que par-tout où il a obtenu de l'air fixe ou acide carbonique, il y avoit du charbon, & que par-tout où il n'y a point eu de charbon, il ne s'est point formé d'acide carbonique : enfin, que c'est gratuitement & sans preuve qu'il suppose que le gaz inflammable ou hydrogène est un des élémens du charbon.

A l'égard de la décomposition de l'eau que nie M. Kirwan, la dernière expérience qui a été faite à Paris en présence d'une commission nombreuse de l'académie des sciences, ne permet pas d'en douter. Une longue absence de M. Meusnier, l'un des coopérateurs de cette expérience, a empêché qu'elle n'ait été publiée jusqu'ici; en voici un détail abrégé.

On prit un canon de fusil dans lequel on introduisit de gros fil de fer qu'on avoit applati sous

le marteau; on pesa avec une exactitude scrupuleuse le canon de fusil & le fer qu'il contenoit; on l'enduisit ensuite à l'extérieur avec un lut, dont l'objet étoit de le garantir du contact immédiat du feu. Il fut ensuite placé dans un fourneau, & on l'inclina de manière que l'eau pût y couler. On adapta à son extrémité la plus élevée un entonnoir destiné à contenir de l'eau, & qui ne la laissoit échapper que goutte à goutte au moyen d'un robinet. Cet entonnoir étoit fermé pour éviter toute évaporation de l'eau. A l'extrémité inférieure du même canon de fusil, étoit luté un récipient tubulé destiné à recevoir l'eau qui auroit échappé à la décomposition. Enfin à la tubulure, du récipient étoit adapté un tube destiné à conduire le gaz hydrogène à l'appareil pneumatique chimique.

Pour plus de précautions on fit, avant de commencer l'expérience, le vuide dans tout l'appareil, afin que le gaz hydrogène ne fût pas mélangé d'air commun; enfin, lorsque tous ces préparatifs furent achevés, on fit rougir le canon de fusil, & on y introduisit l'eau goutte à goutte. Une énorme quantité de gaz inflammable ou hydrogène se dégagaa pendant le cours de l'expérience. Lorsqu'elle fut finie, on dépouilla le canon de fusil de son lut,

lut, & l'ayant pesé, il se trouva avoir acquis une augmentation de poids fort considérable; cette augmentation de poids ajoutée à celui du gaz hydrogène obtenu, donne un total très-exactement égal à celui de l'eau qui se trouva manquer. Quant aux bandes de fer qu'on avoit introduites dans le canon de fusil, & à l'intérieur du canon de fusil lui-même, elles se trouvèrent converties en une couche épaisse d'oxide de fer noir ou éthiops martial cristallisé comme la mine de fer d'Elbe. L'analyse chimique qu'on en fit, donna la preuve que le fer dans cette expérience avoit été réduit exactement dans le même état que celui qui a été brûlé dans de l'air vital ou gaz oxigène; autrement dit, c'étoit du fer combiné avec de l'oxigène.

Quelque démonstrative que fut cette expérience, on ne s'en contenta pas: on voulut reformer de l'eau avec le même gaz inflammable ou hydrogène qu'on avoit obtenu; on le fit brûler dans un appareil disposé à cet effet avec une quantité de gaz oxigène égale à celle qui avoit été retenue par le canon de fusil, & on reforma assez exactement la même quantité d'eau qui se trouva d'un peu plus de six onces. Cette double expérience, une des plus mémorables qui ait jamais été faite par l'exactitude scrupuleuse qu'on

y apporta, peut être regardée comme une *démonstration* de la possibilité de décomposer & de recomposer l'eau, & de sa résolution en deux principes, l'oxigène & l'hydrogène, si toutefois le terme de démonstration peut être employé en physique & en chimie.

A des expériences aussi décisives, M. Kirwan oppose un argument tiré de l'ordre dans lequel j'ai rangé les différentes substances dans la table que j'ai donnée des affinités du principe oxigène. Le charbon, suivant cette table, a plus d'affinité que le fer avec l'oxigène : or le fer décompose, suivant moi, l'eau à froid, donc le charbon devrait aussi la décomposer à froid, ou au moins au degré de l'ébullition. Je répondrai, comme je l'ai déjà fait, que ces anomalies des affinités dépendent absolument du degré de température. On ne peut douter que le charbon à une chaleur rouge n'enlève l'oxigène à toutes les substances métalliques, c'est un fait qui ne paroît souffrir aucune exception, & sur lequel est fondée toute la théorie de la réduction métallique; mais cette action du charbon sur l'oxigène, cette propriété qu'il a de l'enlever aux substances métalliques n'est pas aussi forte à froid qu'à une chaleur rouge, puisque nous ne connoissons aucune révisi-

cation métallique qui s'opère à froid par le charbon.

Ce qui est vrai à l'égard des oxides ou chaux métalliques, l'est également à l'égard de l'eau; le charbon qui la décompose facilement & instantanément à une chaleur rouge, n'a qu'une action lente & presque insensible sur elle à la température ordinaire de l'atmosphère. Je dis une action presque insensible, parce que cette action n'est pas absolument nulle. M. Gengembre a observé que si on met du charbon dans de l'eau, & si l'on entretient cette dernière à une température de 30 degrés du thermomètre de M. de Reaumur, l'eau se décompose peu-à-peu, & il se forme du gaz inflammable. Au reste, comme je l'ai déjà fait observer, les difficultés qui peuvent se rencontrer dans l'explication de quelques faits particuliers, ne peuvent, ni détruire ni ébranler des vérités solidement établies, & qui sont fondées sur des expériences décisives. Il est de principe qu'une opinion ne peut être réfutée que par des preuves du même genre que celles dont on s'est servi pour la fonder. Les preuves que nous avons données de la décomposition & de la recomposition de l'eau étant de l'ordre démonstratif, c'est par des expériences du même ordre, c'est-à-dire, par des expériences démonf-

tratives qu'il faut les attaquer. Toutes les objections qu'on leur a opposées jusqu'ici, loin d'avoir le moindre caractère de démonstration, peuvent à peine équivaloir à de légères probabilités.



SECTION III.

DE L'ACIDE VITRIOLIQUE.

D'APRÈS la nouvelle théorie, cet acide abstraction faite de l'eau qu'il contient toujours, est composé de soufre, (qu'on regarde comme une substance simple,) uni à une grande proportion de principe oxigène. Suivant moi, il est composé d'une base ou principe radical qui, lorsqu'il est saturé par le phlogistique, constitue le soufre, lorsqu'il est saturé avec l'air fixe, devient l'acide vitriolique fixe commun; enfin, lorsqu'il est combiné, partie avec l'un, partie avec l'autre, forme l'acide vitriolique volatil. Ainsi cet acide vitriolique volatil n'est autre chose que l'acide vitriolique commun, tenant du soufre en dissolution. Je dois cette manière de considérer l'acide vitriolique volatil à M. Bertholet, & il me paroît que c'est la seule amélioration qui ait été faite à cette théorie depuis Sthal.

Que le soufre durant sa conversion en acide vitriolique s'unisse à un air d'une espèce ou d'une autre, c'est ce qui est évident par la quantité qu'il en absorbe, quelle que soit la manière dont cette conversion s'opère. Ainsi 1°. J'ai fait voir

que pendant la combustion dans l'air respirable, 100 grains de soufre absorboient 420 pouces cubiques d'air pur, ou environ 143 grains (a); mais la proportion de cet air pur qui s'unit alors avec une quantité donnée de soufre n'est pas aisée à déterminer, parce que c'est de l'air vitriolique qui est constamment formé, & que cet air contient essentiellement quelques portions de soufre en dissolution, portions dont la quantité est variable.

2°. Les pyrites durant leur décomposition, absorbent une grande quantité d'air pur, comme M. Lavoisier l'a observé. Il en est de même du foie de soufre qui se convertit au bout de quelque temps en tartre vitriolé.

Mais que l'air pur ainsi absorbé reste air pur, ou qu'il soit converti en air fixe ou en eau, c'est sur quoi tout le monde n'est pas d'accord. D'après les expériences suivantes, il me paroît plus probable qu'il est converti en air fixe.

1°. J'ai pris 60 grains de précipité rouge, & 12 grains de fleurs de soufre; les ayant bien mêlés, je les ai distillés à une douce chaleur dans une cornue de verre dont la capacité, y compris son allonge, étoit de 6,18 pouces cubiques; il passa

(a) Ce qui fait 346,92 pouces cubiques françois, pesant 174,46 grains poids de marc.

d'abord environ un pouce cubique $\frac{1}{2}$ d'air qui n'étoit qu'une partie de celui des vaisseaux, ensuite il y eut une légère inflammation dans la cornue; il se fit une production rapide d'air accompagné de vapeurs blanches, & une partie de la masse se sublima au col de la cornue. La totalité de l'air obtenu avant & après l'inflammation, étoit de 6 pouces cubiques $\frac{1}{2}$; je changeai alors le récipient, & en donnant un plus grand degré de feu, j'obtins sans aucune espèce d'inflammation 10 pouces cubiques d'air transparent & sans couleur.

Des 16 pouces cubiques $\frac{1}{2}$ d'air ainsi produit, il y en eut 14 d'air vitriolique qui fut absorbé par une dissolution de baro-selenite marine ou *muriate barotique*; un pouce ne fut absorbé que par l'addition de l'eau de chaux, & le reste se trouva moins bon que l'air ordinaire (a).

De cette expérience, je conclus que l'air qui s'étoit uni au soufre étoit de l'air fixe; car si c'eût été de l'air pur, la combustion auroit continué tout le temps de leur union. On

(a) Ce sont en mesures françoises 73,2 grains poids de marc d'oxide rouge de mercure & 14,64 de fleurs de soufre dans une cornue dont la capacité étoit de 5,1 pouces cubiques. M. Kirwan en obtint 13,629 pouces cubiques de gaz, dont 11,563 de gaz acide sulfureux.

objecteroit inutilement que la présence du gaz acide sulfureux a empêché la combustion : car si cet air pouvoit empêcher la combustion (c'est à-dire l'expulsion de la chaleur & de la lumière de l'air pur,) il empêcheroit aussi l'union de l'air pur & du soufre comme il arrive lorsqu'on brûle du soufre, dans l'air pur. Mais puisqu'il y a union sans dégagement de chaleur & de lumière, il est évident que l'air qui est entré dans cette combinaison n'étoit pas de l'air pur ; & par le même raisonnement, il s'ensuit qu'il n'y a pas eu d'eau de formée. La première inflammation vient de l'air commun des vaisseaux ; la diminution à l'eau de chaux prouve qu'il y a quelque portion d'air fixe qui est restée sans se combiner. Dans cette expérience, le soufre est décomposé ; son phlogistique s'unit au mercure, & sa base à l'air fixe contenu dans la chaux de mercure. Quelques portions de soufre restent sans se décomposer, & contribuent à la formation de l'air acide vitriolique.

2°. J'ai déjà dit dans mon Traité sur le gaz hépatique que 6 pouces cubiques de gaz acide sulfureux, & 5 de gaz hépatique, laissoient un résidu d'air fixe qui étoit nécessairement contenu dans l'air vitriolique.

3°. Le docteur Priestley a constamment ob-

tenu un résidu d'air fixe de la distillation des vitriols de fer, de cuivre ou de mercure (*a*). M. Lavoisier a observé que l'air déphlogistiqué obtenu du vitriol de mercure, précipite l'eau de chaux (*b*). Si on brûle du soufre dans une grande quantité d'air pur, il y a toujours un résidu d'air fixe (*c*).

4°. Si l'on fait passer de l'acide vitriolique concentré en vapeurs à travers un tube de terre échauffé au rouge, on obtient de l'air fixe en quantité (*d*).

5°. Si l'on met du soufre en digestion dans l'huile de thérebentine, & si on le distille lentement pendant dix ou douze jours, il se convertira en acide vitriolique suivant M. Homberg (*e*). Il paroît que le soufre est d'abord déphlogistiqué, & alors il s'unit à l'air fixe de l'huile. Il paroît évident qu'il ne peut recevoir d'elle de l'air pur. Il est nécessaire d'avertir que si cette expérience n'est pas conduite avec prudence, elle est très-dangereuse.

(*a*) Priestley, tome III, pag. 216, 227.

(*b*) Mém. de Paris, ann. 1777, pag. 327.

(*c*) Priestley, tom. VI, pag. 267.

(*d*) Annal. Chimiq. ann. 1785, pag. 523.

(*e*) Mém. de Paris, année 1703.

Ces faits ne permettent pas raisonnablement de douter que l'air fixe ne soit produit par la combustion du soufre, & qu'il ne devienne une partie constitutive de l'acide vitriolique.

Indépendamment des preuves précédentes, les faits suivans confirment encore que le soufre contient du phlogistique.

1°. Le docteur Priestley a converti l'acide vitriolique en soufre en l'évaporant à siccité sous un récipient rempli d'air inflammable (*a*). Mais comme cette expérience peut être expliquée d'une autre manière, je ne fais pas grand fonds sur elle, quoiqu'elle soit très-satisfaisante pour ceux qui n'adoptent pas la théorie anti-phlogistique.

2°. Le même savant a fondu par le moyen d'un verre ardent du fer dans l'air acide sulfureux. Il y a eu du soufre formé sur-le-champ; une portion s'est unie au fer & l'a rendu cassant, & l'autre s'est sublimée. Le résidu étoit partie air fixe, partie air inflammable (*d*). Dans ce cas l'air acide sulfureux a été converti en soufre par l'air inflammable du fer, & l'air fixe s'est dégagé de l'air vitriolique dans l'instant de sa conversion en soufre. Cette expérience démontre deux

(*a*) Tome VI, pag. 22.

(*b*) Idem, pag. 116.

points de ma théorie. Je suis persuadé que les anti-phlogisticiens répondront que l'air inflammable vient de la décomposition de l'eau contenue dans le gaz acide sulfureux, & l'air fixe de la plombagine du fer. Mais pour ne pas anticiper sur ce que j'ai à opposer contre la décomposition de l'eau, je dirai seulement qu'on ne peut pas attribuer l'air fixe produit à la décomposition de la plombagine: car le verre ardent du docteur Priestley, ne peut pas fondre plus de vingt grains de fer; &, suivant Bergman, 100 grains de fer ne contiennent pas plus d'un 0,12 de grain de plombagine; par conséquent vingt grains ne contiennent que 0,024 de grain dont un tiers seulement en air fixe, quantité presque imperceptible.

3°. Si la chaux de fer très-déphlogistiquée & d'après cela parfaitement insoluble dans l'acide nitreux déphlogistiqué, est mise en pâte avec du soufre & de l'eau & chauffée légèrement, elle devient soluble dans l'acide nitreux, parce qu'alors elle prend le phlogistique du soufre (a). On ne peut pas objecter que le soufre prenne une portion du principe oxigène du fer; car d'après les tables de M. Lavoisier, le soufre a moins d'affinité que le fer avec ce principe.

(a) Schal, 3 Observ. pag. 352.

4°. Si l'on fait passer de l'eau en vapeur dans un tube de terre échauffé qui contienne du soufre, il sera décomposé & l'on obtiendra de l'air inflammable (a). On ne peut pas dire que l'eau soit décomposée, car d'après la table de M. Lavoisier, le principe oxigène a plus d'affinité avec l'air inflammable qu'avec le soufre.

5°. Il est reconnu par les anti-phlogisticiens que les alkalis volatils contiennent du phlogistique : si l'on sublime du vitriol ammoniacal, une portion est décomposée & l'acide devient sulfureux (b).

6°. M. Westrumb a jeté environ une dragme de magnésie calcinée dans une once d'acide vitriolique noir concentré, & par conséquent phlogistiqué. Il y a eu sur-le-champ une forte chaleur & une flamme brillante : mais avec l'acide vitriolique déphlogistiqué ou l'acide nitreux concentré, il n'a pas obtenu le même effet (c). Comme l'acide vitriolique a une grande affinité avec la magnésie, & son phlogistique une forte affinité avec l'air commun, il se fait sur-le-champ dans cette expérience une double décom-

(a) Priestley, tom. VI, pag. 150.

(b) Mém. de Paris, ann. 1783, pag. 736.

(c) Annales Chimiques, ann. 1784, pag. 432 ; & Cornette, Mém. de Paris, ann. 1779, pag. 484.

position & une double recombposition, & il y a de l'inflammation.

Mais comme l'acide vitriolique déphlogistiqué ne contient pas de phlogistique, il n'a pas pu se produire de flamme, dans la seconde expérience.

7^e. Si l'on fait digérer du soufre dans l'acide nitreux, il est graduellement décomposé; l'acide nitreux devient phlogistique, une grande partie est convertie en air nitreux, tandis que la plus grande partie du soufre est convertie en acide vitriolique (*a*). Or l'acide nitreux ne peut pas être changé en air nitreux sans addition de phlogistique (*b*), comme on le verra dans le chapitre suivant.

L'acide vitriolique imprégné d'air nitreux a moins d'affinité avec l'eau, & peut subsister dans un état sec.

(*a*) Chaptal, page

(*b*) Priestley, tom. 4, pag. 26.



NOTE

DE M. LAVOISIER,

Sur l'Acide Vitriolique.

SUIVANT M. Kirwan, le soufre est composé d'une base ou radical qui, lorsqu'il est saturé par le phlogistique, ou, ce qui est la même chose, par le gaz inflammable, ou hydrogène, forme le soufre; & lorsqu'il est saturé par l'air fixe, ou acide carbonique, forme l'acide vitriolique ou sulfurique. Mais comme l'acide carbonique, est composé, suivant lui, d'oxigène & d'hydrogène & comme l'hydrogène est déjà préexistant dans le soufre, il s'ensuit que pour changer du soufre en acide vitriolique ou sulfurique, il ne faut qu'y ajouter de l'oxigène. On voit d'abord par cet exposé que M. Kirwan est absolument d'accord avec nous quant au fait principal, qu'il est forcé de convenir que le soufre entre en entier dans la composition de l'acide sulfurique, que l'oxigène y entre également, & qu'il en forme une partie constitutive; enfin qu'il n'existe dans l'acide sulfurique que du soufre & de l'oxigène. Le seul point qui nous divise, est que M. Kirwan refuse de s'en tenir comme nous à la conséquence immédiate des faits, & qu'il suppose que l'oxigène,

en s'unissant au soufre, rencontre le phlogistique ou l'hydrogène qui le convertit en acide carbonique, lequel se combine avec le soufre pour former l'acide sulfurique.

M. Kirwan a donc deux choses à établir pour appuyer son système; la première, que le soufre contient du gaz inflammable ou gaz hydrogène, & c'est ce qu'il n'a pas prouvé jusqu'ici; la seconde, que la réunion de l'hydrogène & de l'oxigène forme de l'air fixe, ou acide carbonique; or il est rigoureusement prouvé au contraire que l'acide carbonique n'est autre chose que le résultat de la dissolution du charbon dans l'air vital ou gaz oxigène. Ainsi l'affertion de M. Kirwan renferme une supposition gratuite & une erreur; elle est donc inadmissible. Je dirai plus, c'est qu'en partant même des données de M. Kirwan, on augmente les difficultés au lieu de les applanir, & qu'on n'explique aucun des phénomènes de la combustion du soufre.

En effet, comment Stal a-t-il été conduit à supposer qu'il existoit dans les corps combustibles un principe inflammable? C'est parce qu'il a cru qu'on ne pouvoit pas expliquer autrement le dégagement de chaleur & de lumière qui a lieu au moment de la combustion. C'est à la séparation, à l'émission du principe inflammable qui étoit emprisonné dans les corps & qui devient libre, qu'il a attribué cet effet; mais dans

l'hypothèse de M. Kirwan, il n'y a point dans la combustion du soufre de dégagement du principe inflammable; ce principe reste au contraire engagé dans la combinaison pour former l'air fixe; on ne peut donc pas lui attribuer les phénomènes de la combustion, en sorte que la combustion reste absolument inexpiquée dans le système de M. Kirwan. Que gagne-t-il donc à sa supposition? Des difficultés de plus, & aucun secours pour les lever.

Il objecte que si on prend du mercure précipité rouge, si on le combine avec des fleurs de soufre, & si on distille à une chaleur douce, le soufre se convertit en acide sulfurique, sans qu'il y ait à peine de combustion; & il en conclut qu'il existe de l'air fixe dans la chaux de mercure, & que c'est cet air fixe qui empêche la combustion; mais il est aisé de voir que ce que M. Kirwan présente ici comme une objection contre la doctrine anti-phlogistique, est une des plus fortes preuves qu'on puisse apporter en sa faveur. C'est précisément parce que l'air vital à l'état d'oxigène se trouve dans le mercure précipité rouge, & parce qu'il y est dépouillé de la plus grande partie du calorique & de la lumière nécessaire pour le constituer gaz, qu'il ne peut plus en fournir quand on le combine au soufre, & que par conséquent

il n'est plus susceptible de brûler. Cette expérience ne présente donc que le passage simple & tranquille de l'oxigène d'un corps dans un autre; elle prouve que ce principe, au degré de chaleur employé pour opérer la décomposition, a plus d'affinité avec le soufre qu'avec le mercure. M. Kirwan ne peut rien conclure en faveur de sa doctrine de la très-petite portion d'air fixe ou acide carbonique qu'il a obtenue dans cette expérience; elle prouve seulement que le précipité rouge qu'il a employé n'avoit pas été bien garanti du contact de l'air; car on fait que cet oxide métallique, comme ceux de plomb & de fer, ont la propriété d'absorber de l'acide carbonique quand on les laisse exposées à l'air.

Les réponses à presque toutes les objections contenues dans ce même article, se présentant d'elles-mêmes, & M. Kirwan les ayant lui-même indiquées, je m'abstiendrai de les discuter; il est seulement un objet sur lequel je me permettrai d'ajouter encore quelques réflexions.

M. Kirwan annonce que si on prend de la chaux de fer très-déphlogistiquée, (c'est - à - dire, très-chargée d'oxigène) & d'après cela parfaitement insoluble dans l'acide nitreux; & si après l'avoir mise en pâte avec du soufre & de l'eau, on chauffe légèrement, cette chaux devient soluble dans l'acide nitreux: « on ne peut pas objecter, »

dit-il, « que le soufre enlève une portion d'oxigène » au fer; car, d'après la table de M. Lavoisier, le » soufre a moins d'affinité que le fer avec ce prin- » cipe ».

Il est facile de pressentir, d'après ce que j'ai dit plus haut, ce que j'ai à répondre à cette objection. On fait que le fer est susceptible de divers degrés de calcination, ou, pour parler plus correctement, que la combinaison du fer avec l'oxigène est susceptible de divers degrés de saturation. Le premier de ces degrés est l'éthiops martial ou oxide de fer noir qui contient environ 30 pour cent d'oxigène; ensuite vient la rouille ou oxide de fer jaune ou rouge qui en contiennent quarante & cinquante pour cent: mais l'affinité du fer avec l'oxigène n'est pas la même à ces différens degrés de saturation; il tient beaucoup plus à l'éthiops & beaucoup moins à la rouille. Il arrive de là que le fer qui a la propriété d'enlever à l'acide vitriolique concentré & bouillant assez d'oxigène pour devenir éthiops, n'a pas assez de force pour l'en dépouiller au-delà. Le point d'équilibre entre le soufre, le fer & l'oxigène est donc l'acide sulfureux & l'éthiops; d'où il suit que si on combine de l'oxide jaune de fer avec du soufre, ce dernier doit enlever au fer une partie de son oxigène, & le ramener à l'état d'oxide noir ou d'éthiops martial; c'est-à-dire, au point d'équi-

libre. Bien entendu que ce point d'équilibre, comme je l'ai déjà observé bien des fois, varie suivant les degrés de température. Il n'y a dans cela rien qui ne cadre avec tous les faits connus, & j'ai prevenu d'avance cette difficulté lorsque j'ai exposé les inconvéniens que présente la forme de nos tables d'affinités.



SECTION IV.

DE L'ACIDE NITREUX.

LA découverte importante des substances qui contribuent à la production artificielle de l'acide nitreux faite par M. Cavendish, celles de M. Thouvenel sur le moyen que la nature emploie, enfin les nombreuses & ingénieuses expériences contenues dans le dernier volume de Priestley, ont au moins dissipé en grande partie l'obscurité qui accompagnoit ces opérations & la nature de ces modifications. Les travaux des anti-phlogistiens n'ont pas été non plus sans utilité. M. Lavoisier & M. Berthollet, en distinguant soigneusement les parties constituantes, sur-tout de l'air nitreux, ont répandu un grand jour sur cet objet; quoiqu'en négligeant une partie essentielle, le phlogistique, ils m'aient obligé de différer de leur opinion dans quelques points. Avec ces secours, je suis en état de donner une théorie nouvelle de cet acide qui me paroît plus satisfaisante que ce qu'on connoît, & en même tems de montrer la foiblesse de la doctrine antiphlogistique.

M. Cavendish a démontré qu'on formoit de l'acide nitreux en faisant passer l'étincelle élec-

trique dans un mélange de 3 mesures d'air phlogistique & 7 d'air déphlogistique, & en évaluant les quantités en poids de 10 parties du premier, & d'environ 26 du second.

D'après M. Lavoisier, l'acide nitreux est composé d'air nitreux, comme base, uni au principe oxigène, & 100 grains d'acide nitreux sec sont le produit de 64 grains d'air nitreux uni à 36 grains d'air pur privé de son feu spécifique & en mesures, suivant mon calcul, de 173 pouces cubiques d'air nitreux, & de 105 d'air pur (a).

Mais le gaz nitreux, comme il l'a très-bien remarqué, est lui-même une substance composée : d'après ses expériences, 100 grains d'air nitreux contiennent 32 grains d'air phlogistique & 68 d'air pur, par conséquent 64 grains contiennent 20,5 d'air phlogistique & 43,5 d'air pur (b). Il en conclut que 100 grains d'acide nitreux sec contiennent $79 \frac{1}{2}$ d'air pur & $20 \frac{1}{2}$ d'air phlogistique.

Ces proportions d'air pur & d'air phlogistique diffèrent très - considérablement de celles de M.

(a) Ce qui feroit, tout réduit en mesures françoises, 142,7 pouces cubiques de gaz nitreux, & 86,5 de gaz oxigène.

(b) Mém. des Sav. Etrang. tom. 11, pag. 629.

Cavendish, mais comme M. Lavoisier le remarque très bien, l'acide nitreux n'est pas toujours le même ; le rouge diffère beaucoup de celui qui est pâle & sans couleur. Le premier contient plus de gaz nitreux qui peut être séparé par la simple chaleur ; il doit par conséquent contenir plus d'air phlogistique que le dernier ; & dans le fait l'acide nitreux que M. Cavendish a obtenu étoit rouge & dans l'état de ce que nous appellons fortement phlogistique. Il devoit conséquemment contenir plus d'air phlogistique que celui qui est sans couleur. Dans mon opinion, 100 grains d'acide nitreux sans couleur pur & sec, contiennent 38,17 grains d'air fixe, comme principe acidifiant, 57,06 de base nitreuse, & 4,77 de phlogistique uni à la base nitreuse.

Quant à la base nitreuse, un tiers de son poids est de l'air phlogistique, & les deux tiers sont de l'air pur ou déphlogistique, tous les deux dans l'état concret ; elle a en même tems de l'affinité pour l'air fixe & pour le phlogistique.

La base nitreuse saturée avec le phlogistique, constitue le gaz nitreux ; 100 grains de cette base prennent environ 22 grains de phlogistique.

Je vais donner les preuves de cette théorie.

Ainsi les principes qui constituent l'acide nitreux sont l'air fixe, l'air déphlogistique, l'air

phlogistiqué, & le gaz inflammable, tous dans l'état concret.

Les acides nitreux rouges, jaunes, verts & bleus, lorsque ces couleurs sont intenses, doivent cet état particulier à l'absorption du gaz nitreux, & par conséquent les proportions de leurs principes sont variables, quoiqu'ils aient tous l'acide nitreux déphlogistiqué pour base. Le docteur Priestley ayant mis en contact avec le gaz nitreux de l'acide nitreux d'un jaune très-pâle dont la pesanteur spécifique n'étoit pas au dessous de 1,400, a trouvé que 100 grains de cet acide absorboient en deux jours 247 pouces de gaz nitreux (*a*); 100 grains de cet acide nitreux doivent contenir d'après mes calculs, environ 21 grains d'acide sec, & ces 21 grains avoient pris 91,39 grains de gaz nitreux. Lorsqu'il y eut environ 20 pouces (*b*) de gaz nitreux d'absorbé (c'est-à-dire, à-peu-près 7 grains) (*c*), l'acide se colora en orangé. Lorsque 50 pouces cubiques (*d*) furent absorbés (c'est à-

(*a*) Cent vingt-deux grains françois absorbent donc 204,022 pouces de gaz nitreux.

(*b*) 16,92 pouces françois.

(*c*) 8,54 grains françois.

(*d*) 41,30 pouces françois.

dire environ 18 grains) (a), il devint verd, & lorsque la totalité fut absorbée, il s'éleva sous la forme de vapeurs nitreuses emportant avec lui une partie de l'eau (b).

Nous voyons par-là que les vapeurs nitreuses sont composées d'acide nitreux uni à 3 ou 4 fois leur poids de gaz nitreux, & à un peu d'eau. Cette vapeur est d'une couleur rouge. Nous voyons donc que l'acide devient phlogistique en absorbant du gaz nitreux. Les vapeurs rouges doivent être distinguées soigneusement d'une autre vapeur invisible & sans couleur dont le docteur Priestley fait souvent mention, & qui n'est autre chose que de l'acide nitreux lui même séparé de l'eau.

Il est rare que le gaz nitreux soit parfaitement pur ; il est susceptible de deux altérations ; l'une lui vient des vapeurs nitreuses, l'autre de l'air phlogistique : voici quelle est la cause de ces altérations. Lorsqu'on fait dissoudre dans l'acide nitreux un métal, ou une substance phlogistique, ces substances attirent le principe acidifiant de l'acide nitreux, & son phlogistique est attiré par la base nitreuse. Ainsi par une double affinité, l'a-

(a) 21,96 grains françois.

(b) Priestley, tom. 3, pag. 123.

acide nitreux est décomposé en partie, & il se forme du gaz nitreux. Une portion de ce gaz nitreux s'échappe de la dissolution, mais une partie s'unit à l'acide non décomposé, sur-tout si cet acide est déphlogistiqué; & il forme avec lui les vapeurs nitreuses dont une portion s'unit au sel métallique ou à la chaux, & une partie s'évapore avec le gaz nitreux auquel il se mêle. De l'union du gaz nitreux avec l'acide qui n'est pas décomposé & la chaux métallique, proviennent les couleurs variées que l'on observe dans la dissolution du mercure par l'acide nitreux concentré; de même le fer & particulièrement le zinc, l'étain, le régule d'antimoine sont rapidement dissous dans l'acide nitreux; comme ces substances laissent échapper leur phlogistique très-abondamment ou du moins très-promptement, non-seulement le principe acidifiant ou l'air fixe s'unit à ces métaux, mais la base nitreuse elle-même, à raison de la chaleur produite & du dégagement subit du phlogistique est décomposée; son air pur s'unit au phlogistique, & forme l'air fixe, tandis que l'air phlogistiqué s'évapore, se mêle avec le gaz nitreux, & en altère la pureté.

La base nitreuse, débarrassée du principe acidifiant & du phlogistique qui lui étoit accidentel, forme l'espèce d'air que Priestley appelle gaz nitreux déphlogistiqué, & que j'ai nommé gaz ni-

90 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE :

treux *desacidifié* : ces deux noms considérés d'après leurs rapports sont également justes ; car lorsqu'il est assez pur pour entretenir la combustion d'une lumière avec une flamme agrandie , il est également séparé de la vapeur nitreuse & de la petite portion de phlogistique qui lui est ordinairement adhérente ; l'air déphlogistiqué qu'il contient est si fortement combiné à l'air phlogistiqué qu'ils ne peuvent être séparés que par une chaleur rouge , ou par une double affinité ; & delà vient qu'une lumière y brûle plus ou moins bien , quoiqu'un animal ne puisse y vivre. Une preuve certaine que l'air nitreux déphlogistiqué contient ordinairement une petite portion de phlogistique , c'est qu'il devient rouge lorsqu'on le mêle avec de l'air déphlogistiqué ; mais il ne décompose pas le gaz nitreux , parce que son air est déjà uni à l'air phlogistiqué. Il paroîtra extraordinaire que cet air (puisqu'il est une partie de l'acide nitreux) soit en même - tems formé à l'aide de l'étincelle électrique , & décomposé par une chaleur rouge ; mais il faut se rappeler que, pendant sa formation, l'air pur ne rencontre de phlogistique que celui qui étoit contenu dans l'air phlogistiqué , lequel n'est pas susceptible d'inflammation ; au lieu que lorsqu'on lui présente la flamme d'une bougie , il

trouve du phlogistique libre avec lequel il peut à cette chaleur s'unir promptement.

Ces modifications de l'acide nitreux expliquées d'une manière générale, (car des détails particuliers meneroient trop loin) il me reste maintenant à prouver la présence du phlogistique dans l'air phlogistiqué & dans l'air nitreux, ainsi que l'existence de l'air fixe dans l'acide nitreux, d'où il résultera que l'air déphlogistiqué & l'air nitreux ne peuvent pas être regardés comme ses principes constituans. J'examinerai ensuite les expériences les plus remarquables qui ont été faites avec cet acide.

Quant à l'*air phlogistiqué*, il faut avouer qu'il n'y a aucune preuve directe qu'il contienne le phlogistique, puisqu'on n'a pas encore pu en retirer de gaz inflammable, & qu'il ne résulte pas généralement des procédés phlogisticans. Mais puisque l'acide nitreux qui est formé de cet air & de l'air déphlogistiqué se trouve fortement phlogistiqué, & que l'acide nitreux devient lui-même fortement phlogistiqué par cette union, il est évident que l'air phlogistiqué doit contenir du phlogistique, si le gaz nitreux en contient.

Or, les expériences suivantes prouvent que l'air nitreux contient le phlogistique.

1^o. L'acide nitreux déphlogistique le soufre, & il est alors converti en grande partie en air

nitreux. Or, il a déjà été prouvé que le soufre contient du phlogistique. Le même acide nitreux déphlogistique aussi le phosphore, le sucre, les métaux, substances dans lesquelles je démontrerais ci-après la présence de ce principe.

2°. Si l'on fait passer l'étincelle électrique à travers du gaz nitreux, il est réduit à un tiers de son volume; le résidu n'est que de l'air phlogistique (*a*) & il y a une petite portion d'acide qui se dépose. Or, les anti-phlogistiens conviennent que le gaz nitreux contient de l'air pur & de l'air phlogistique, & puisque cet air pur disparoît, n'est-il pas évident qu'il est converti en eau? Mais si la formation de l'eau demande la présence du gaz inflammable, ne s'ensuit-il pas que le gaz nitreux le contenoit, & alors l'air phlogistique ne devoit-il pas rester pur & seul? Quant à l'acide nitreux, il est évident qu'il provient des vapeurs nitreuses presque toujours dispersées dans le gaz nitreux.

L'expérience suivante faite par le docteur Priestley s'accorde avec ce qui précède: si l'on fait fondre quelques grains de fer dans le gaz nitreux, il augmente de poids; & le résidu n'est

(*a*) Priestley, tom. 6, pag. 430; Vanmarum, page 312, & Rozier, tom. 27, pag. 150.

que de l'air phlogistique (a). Dans cette expérience, le gaz nitreux est décomposé de la même manière : le phlogistique du fer & celui du gaz nitreux s'unissent à l'air pur & forment de l'eau qui, s'unissant au fer, augmente son poids, & il ne reste que de l'air phlogistique.

3°. Le docteur Priestley a fait tomber le foyer d'un verre ardent sur du nitre de plomb renfermé sous une cloche remplie de gaz inflammable. Le plomb s'est en grande partie revivifié ; l'air inflammable a disparu, & les deux tiers du récipient se sont trouvés remplis de gaz nitreux. On voit donc que dans ce cas une partie du gaz inflammable a été absorbée par le métal qui se revivifie, l'autre partie est décomposée par l'acide nitreux dont la base est convertie en gaz nitreux.

Les anti-phlogistiens répliqueront probablement que l'acide a été décomposé ; que le gaz inflammable s'unissant à son principe oxigène a formé de l'eau, tandis que le gaz nitreux a été simplement dégagé & non formé. Cette réponse suppose que le gaz nitreux est un principe constituant de l'acide nitreux, ce que je prouverai bientôt être faux & inconséquent d'après leurs propres principes : car il s'ensuivroit que l'acide

(a) Priestley, tom. VI, pag. 304.

nitreux feroit décomposé, & qu'il y auroit du gaz nitreux de produit en faisant bouillir du charbon dans cet acide, puisque, d'après la table de M. Lavoisier, le charbon a une beaucoup plus grande affinité avec le principe oxigène que n'en a le gaz nitreux. Cependant M. Lichtenstein vient de prouver que le charbon a plus de tendance à retenir le gaz nitreux qu'à le laisser libre (a).

Les expériences suivantes prouvent que le gaz nitreux n'est pas un des principes constituans de l'acide nitreux; mais que c'est l'air fixe; & c'est la troisième proposition qui me reste à prouver.

1^o. Il n'y a pas de doute que l'acide nitreux pur ne se combine en entier & sans décomposition avec l'alkali fixe pour former le nitre. Or si l'on distille du nitre dans une bonne cornue de terre, ce sel est entièrement décomposé, & l'acide lui-même l'est aussi, excepté quelques gouttes qui passent dans le commencement de la distillation (b); on n'obtient autre chose que de l'air déphlogistiqué plus ou moins pur (mêlé par conséquent d'air phlogistiqué) & une très-petite quantité d'air fixe. Ce sont donc là ses véritables parties constituantes, lorsqu'il est dégagé des substances

(a) Annales Chimiques 1786, pag. 217.

(b) Mém. de Paris, ann. 1781, pag. 23.

qui ne peuvent pas lui communiquer une quantité remarquable de phlogistique telles que les terres & les alkalis; mais s'il est séparé des substances qui contiennent le phlogistique telles que les métaux, il se résout en gaz nitreux & en air déphlogistiqué plus ou moins pur, le phlogistique de l'air étant retenu par le métal. Comme ces faits sont de la plus grande importance pour faire comprendre la composition de cet acide, il faut les détailler davantage.

M. Berthollet qui paroît avoir fait cette expérience avec beaucoup d'exactitude, a obtenu de 472,5 grains, poids de troy, (a) de nitre, 701,22 pouces cubiques anglois d'air (b), c'est-à-dire, dans la proportion de 714 par once de nitre poids de troy. Cet air est bien loin d'être le plus pur possible, puisque la plus grande partie ne donnoit que 0,95 suivant la méthode du docteur Priestley, tandis que le meilleur qu'il ait obtenu est 0,03; par conséquent il contient de l'air phlogistiqué: MM. Priestley, Berthollet & Succow ont observé que la portion d'air qui passe la première contient de l'air fixe qui trouble l'eau de chaux.

(a) Ou 576 grains françois, ou une once.

(b) Ou 580 pouces françois.

M. Succow a remarqué qu'il passoit aussi de ce même air dans la dernière portion. Nous avons d'après cela les trois parties constituantes de l'acide nitreux auxquelles il faut ajouter encore une petite portion de gaz nitreux que les anti-phlogistiens supposent être une de ses parties constituantes, & faire les deux tiers du volume de cet acide lorsqu'il paroît sous la forme de gaz.

Quoi qu'il en soit, une petite quantité de vapeurs nitreuses est généralement répandue dans l'air ainsi obtenu; parce que l'acide ainsi que l'alkali dont le nitre est formé, sont quelque peu phlogistiqués; l'alkali étant retiré de la potasse ordinaire, & étant en conséquence dans un état plus ou moins savonneux, ou mêlé avec du charbon, & l'acide nitreux étant ordinairement retiré de terres calcaires mêlées avec des substances animales. Dans le commencement de la distillation, il passe une portion d'acide sans être décomposé, à l'aide de l'eau de cristallisation qu'il contient.

On peut dire, avec beaucoup de vraisemblance, que la portion d'air fixe ainsi obtenue, est trop petite pour être regardée comme une des parties constituantes de l'acide nitreux. Avant de répondre à cette objection, il est à propos de déterminer dans quelle proportion il est contenu
dans

dans cet acide ; cette proportion est variable, comme nous l'avons déjà vu : elle est moindre dans l'acide phlogistique, & plus grande dans celui qui est déphlogistique ; mais en général nous pouvons l'évaluer à $\frac{1}{3}$ de l'acide tel qu'il est dans le nitre. Lorsque ce sel est exposé à une chaleur rouge, l'union des parties constituantes de l'acide est graduellement rompue ; la portion qui est à la surface de l'alkali étant en contact avec l'eau qui est dans ce composé la partie la plus volatile, n'éprouve pas une action aussi forte de la chaleur, & une partie passe sans être décomposée ; la portion qui reste devenant de plus en plus concentrée décompose son propre air fixe, & par conséquent devient de plus en plus phlogistiquée (a). Cette phlogistication continue jusqu'à la fin ; la portion restante déphlogistique celle qui s'échappe jusqu'à ce qu'elle soit forcée de se volatiliser elle-même ; c'est ce qui fait que la dernière portion est toujours la plus impure, & contient même du gaz nitreux.

Il paroît par un grand nombre d'expériences

(a) Nous avons une preuve complete de la phlogistication de l'acide nitreux par la réaction sur lui-même, dans la couleur rouge qu'il prend lorsqu'on l'échauffe dans un tube de verre scellé hermétiquement. Priestley, tom. 3, pag. 187.

que l'air fixe peut être décomposé de cette manière. Le docteur Priestley a, par exemple, obtenu de l'air déphlogistiqué de la sélénite acéteuse (acétite de chaux) (a) lui & M. Laffone ont obtenu de l'air presque aussi bon que l'air commun de la terre calcaire, après en avoir retiré la plus grande partie de l'air fixe (b).

Pour rendre cette explication plus intelligible, il faut observer que si l'on fait éprouver au nitre l'action d'une chaleur long-tems continuée, à quelque époque qu'on l'examine, pourvû que ce soit avant sa décomposition totale, on ne trouvera aucune portion de l'acide phlogistiquée, si ce n'est celle qui est à la surface, & qui, au moment de son dégagement est déphlogistiquée par la portion d'acide qui en est la plus proche; cet acide alors devient phlogistiqué & est décomposé à son tour par la couche inférieure. Cet effet se continue jusqu'à ce que le tout soit décomposé. C'est ce que j'ai observé en versant de l'acide nitreux sur du nitre qui avoit été fondu; il ne s'est dégagé qu'une petite portion de gaz nitreux. C'est ce qui a fait soupçonner à M. Berthollet que M. Bergman s'étoit trompé en assurant que le nitre phlogistiqué pouvoit être dé-

(a) Tome 6, pag. 292.

(b) Tome 6, pag. 227.

composé par l'acide acéteux ; cet acide ne peut en effet en décomposer qu'une petite partie, parce qu'il n'y a réellement qu'une petite portion du nitre fondu qui soit phlogistiquée. L'air déphlogistiqué du précipité rouge contient même une portion d'air fixe, comme MM. Lavoisier, Priestley & Monge l'ont observé (a).

2°. M. Berthollet a distillé 472,5 grains (b) de nitre avec moitié de son poids de limaille de fer, il a obtenu 453,37 pouces cubiques anglois (c) d'air à-peu-près aussi bon que l'air commun, contenant un mélange d'air pur & d'air phlogistiqué ; mais pas un atôme de gaz nitreux, la masse alkaline restante contenoit de l'air fixe. (d) Il seroit absurde d'attribuer cet air fixe à la plombagine du fer, de laquelle M. Bergman (e) dit *ferrum ductile ferè nihil plumbaginis fovet*. Mais dans ce cas, l'air fixe peut venir, ou de la décomposition de l'acide nitreux, ou de l'union du

(a) Priestley, tom. 2, page 217 ; Mémoires de Paris, année 1782, pag. 495 ; & 1783, pag. 85.

(b) Une once.

(c) 374,48 pouces françois.

(d) Mém. de Paris, ann. 1781, pag. 234.

(e) Tome 3, pag. 49.

phlogistique du fer avec l'air déphlogistiqué du nitre, & plus probablement de tous les deux.

Lorsqu'on a employé poids égal de limaille de fer & de nitre, il n'y a pas eu de gaz nitreux de produit, parce que alors le fer n'a pas été attaqué par l'acide nitreux non décomposé. Mais il y a eu une plus grande quantité d'air phlogistiqué, parce que le nitre, en raison de la présence du fer, a été décomposé par une chaleur plus modérée, & que l'alkali par la même raison contenoit encore plus d'air fixe que dans le premier cas.

La même expérience a réussi de la même manière à M. Achard (a); il a trouvé de l'air fixe, non-seulement dans le nitre alkalisé, mais aussi dans l'air qui s'en échappoit; il avoit probablement employé une chaleur plus forte, en conséquence il y avoit plus d'air fixe de produit que l'alkali n'en pouvoit absorber à cette même chaleur.

M. Berthollet a observé qu'un mélange de 120 grains de nitre & 60 de zinc, produisoit pendant sa détonnation autant d'air fixe qu'il en falloit pour précipiter trois ou quatre pintes d'eau de chaux. Il a trouvé aussi qu'un mélange de nitre & de cuivre produisoit de l'air fixe,

(a) Annales Chimiques, ann. 1784, p. 493.

quoiqu'il détonnât à peine, parce que le cuivre se sépare difficilement de son phlogistique. M. Cavallo a reconnu qu'un mélange de trois parties de nitre, d'une de soufre & d'une de cuivre, donnoit de l'air fixe & de l'air phlogistique, & que l'air fixe formoit $\frac{1}{15}$ du total (a). D'après cela, je pense que l'air fixe est évidemment une partie constituante de l'acide nitreux. J'ai cependant souvent jetté du nitre sur de la limaille de fer rouge, & j'ai toujours trouvé de l'alkali caustique. On peut expliquer ce fait en disant, ou qu'il y a de l'eau produite à une chaleur rouge au lieu d'air fixe, ou bien que l'alkali concret ne peut pas absorber l'air fixe à une si forte chaleur.

Si l'on distille 60 grains de nitre & trois de charbon, l'on obtient de l'air fixe & de l'air phlogistique.

Si l'on double la quantité de charbon, il y a une légère détonnation; il se produit de l'air fixe, & une plus grande quantité d'air phlogistique, mais on n'obtient pas de gaz nitreux (b). Dans cette expérience l'air fixe est en partie formé & en partie dégagé: la quantité d'air phlogistique est plus grande lorsqu'il y a plus de charbon employé,

(a) Voyez Cavallo, Traité sur l'air, p. 815.

(b) Mém. de Paris, ann. 1781, p. 231.

parce que l'acide nitreux est décomposé à une chaleur plus modérée, & que l'air phlogistique qu'il contient n'est pas décomposé; car je ne le regarde pas comme un produit de l'opération; mais l'acide nitreux étant décomposé avant son union avec le charbon, il ne peut pas y avoir d'air nitreux de formé.

Mais le résultat est très-différent lorsqu'on distille du nitre avec une petite portion de soufre (a); le gaz nitreux est le principal produit qu'on obtient; il passe en outre une petite portion d'air déphlogistique qui, étant sur-le-champ converti en acide nitreux par son union avec une petite portion de gaz nitreux, ne peut pas être obtenu séparément, & reste sous l'état de vapeurs dans le résidu du gaz nitreux. L'on obtient du gaz nitreux dans cette circonstance, parce que le soufre par son inflammation se change en acide vitriolique, comme je le ferai voir dans la suite. Cet acide alors réagit sur le nitre, & chasse son acide sans qu'il y ait décomposition; mais l'acide chassé rencontrant du soufre non enflammé, est immédiatement décomposé par lui & dépouillé de son air fixe, en même tems qu'il enlève le phlogistique à la base du soufre, & que de cette manière il se convertit en gaz nitreux. L'acide vitriolique

(a) Mémoires de Paris, année 1781, p. 231.

ainsi formé de l'air fixe, de l'acide nitreux & de la base du soufre, dégage une plus grande quantité d'acide nitreux qui est décomposé de la même manière jusqu'à ce que le nitre soit changé en tartre vitriolé. A la fin de l'opération une petite portion de nitre est décomposée par la chaleur seule, & il passe de l'air déphlogistiqué.

Si l'on dissout du mercure dans l'acide nitreux & si l'on distille jusqu'à siccité, les premiers produits sont du gaz nitreux, & les derniers de l'air déphlogistiqué. Le gaz nitreux est formé par l'union du phlogistique du métal avec la base nitreuse, tandis que l'air fixe s'unit à la chaux métallique; à la fin l'air fixe est décomposé, la portion déphlogistiquée devient libre pendant que son phlogistique revivifie le métal, comme je vais le faire voir plus amplement.

3° Si l'on fait passer de la vapeur d'esprit de nitre bouillant à travers un tube de terre échauffé au rouge, il se convertit en air déphlogistiqué, dans lequel on trouve à la fois une portion d'air phlogistiqué & d'air fixe comme le docteur Priestley l'a découvert; l'eau à travers laquelle cet air passe contient aussi de l'air fixe.

Dans ces différens procédés employés pour décomposer l'acide nitreux, il n'y en a qu'un seul dans lequel il se soit converti en gaz nitreux & en air déphlogistiqué: en ces deux on même for-

tement soupçonner qu'il reçoit une addition d'un autre principe. Pourquoi donc regarderoit-on le gaz nitreux & l'air déphlogistiqué comme les principes constituans de l'acide nitreux ? & puisque dans les deux moyens les plus simples de décomposition, dans ceux où l'on ne peut soupçonner la réaction d'aucune substance étrangère, on obtient à la fois de l'air déphlogistiqué, de l'air phlogistiqué & de l'air fixe, (car le premier contient toujours un mélange des deux autres) pourquoi ne regarderoit-on pas ces trois principes comme les parties constituantes de cet acide ?

Cette théorie est encore confirmée par l'observation de la manière dont opère la nature dans la formation de l'acide nitreux (a) M. Thouvenel a trouvé que cet acide se produisoit constamment lorsqu'on exposoit de la craye à un mélange d'air putride & d'air commun, ou d'air putride & d'air déphlogistiqué ; mais si l'on fait passer l'air putride à travers l'eau de chaux, il n'y a point de production d'acide nitreux. On a de même rarement de l'acide nitreux quand on expose ces airs à la chaux vive ou aux alkalis fixes ; cette expérience ne prouve-t-elle pas que l'air fixe est essentiel à la formation de l'acide nitreux ? Si les alkalis, quoiqu'aérés, ne

(a) Savans étrangers, tom. II, p. 126 & 128.

ne sont pas aussi propres que les terres calcaires à sa formation, c'est qu'ils ne se combinent pas aussi facilement qu'elles avec l'air phlogistique. A la vérité M. Cavendish a obtenu de l'acide nitreux sans aucun mélange apparent d'air fixe, mais l'atôme d'air fixe nécessaire pour former la petite quantité d'acide nitreux qu'il a produit, (environ un tiers de grain) pourroit bien avoir été contenu dans l'air phlogistique qu'il a employé ou peut - être avoir été formé dans l'opération. Car il est impossible de refuser toute croyance à ceux qui assurent que l'eau de chaux se précipite en faisant passer l'étincelle électrique dans l'air commun, quoique M. Cavendish n'ait point obtenu cette précipitation, soit qu'il ait employé des instrumens d'une force différente, ou qu'il se soit servi d'air phlogistique obtenu par des procédés différens.

5°. Je fis dissoudre, ou plutôt, je calcinai 371 grains de limaille de fer bien nette dans 1451 grains d'acide nitreux rouge dont la pesanteur spécifique étoit 1,456. Je l'étendis d'un peu d'eau, & ayant laissé passer le gaz nitreux, je distillai cette dissolution à une chaleur graduée jusqu'à ce que la cornue fût parfaitement rouge, je reçus l'air sur le mercure, & j'avois un appareil pour recevoir à part la liqueur acide. Après que l'air commun & le gaz nitreux eurent passé, je re-

cueillis séparément, en quatre portions, de l'air moins bon que l'air commun, & toutes contenoient de l'air fixe: le lendemain j'ajoutai de l'eau, & j'eus constamment de l'air fixe tant qu'il resta de la liqueur.

6^e. Le docteur Priestley ayant distillé de la limaille de fer, qui s'étoit convertie en rouille parfaite par la longue exposition au gaz nitreux, en a obtenu une grande quantité d'air dont la majeure partie étoit de l'air fixe mêlé d'un peu d'air phlogistiqué, & à la fin de l'air pur (a). Dans cette expérience, l'air fixe venoit pour la plus grande partie de la décomposition du gaz nitreux, sa portion déphlogistiquée prenant le phlogistique du fer.

Examinons présentement l'explication que d'autres savans, & particulièrement les anti-phlogisticiens ont donnée de ces phénomènes.

Mon ingénieux ami M. Watt & M. Cavendish pensent que tout l'air déphlogistiqué produit dans la distillation du nitre, vient de la déphlogistication de son eau, qui est décomposée par l'acide nitreux, lequel alors devient phlogistiqué. Cette opinion présente des difficultés insurmontables. En premier lieu le nitre produit de l'air déphlogistiqué dans la proportion de 146,125

(a) Priestley, tom. 6, p. 319.

pouces cubiques (a) pour 100 grains de nitre, (b) en supposant que cent pouces cubiques d'air déphlogistiqué ne pèsent que 32 grains, (c) ce qui est la plus basse évaluation, & ce qu'on peut admettre à cause du mélange de l'air déphlogistiqué, 146,125 pouces cubiques peseroient 46,77. (d) Mais l'air déphlogistiqué n'est qu'une des parties constituantes de l'eau; car elle contient 13 pour 100 de gaz inflammable, c'est-à-dire 87 d'air déphlogistiqué. Pour former 100 grains d'eau il faut une addition de 13 grains de gaz inflammable, par conséquent 46,77 grains d'air déphlogistiqué en demandent environ 7 de gaz inflammable, & alors formeroient 53,77 grains d'eau; ce qui excéderoit la moitié du produit du nitre, comme M. Watt l'a franchement avoué, & cette quantité d'eau est certainement inadmissible, car le nitre contient évidemment au moins moitié de son poids d'alkali, & alors rien ne resteroit pour l'acide; d'ailleurs l'air phlogistiqué ne peut pas être venu de l'eau, & il fait environ $\frac{1}{8}$ du total; de sorte qu'il faut absolument que l'acide ait été décomposé. On ne

(a) 120,699 pouces françois.

(b) 122, grains.

(c) 45,29 grains.

(d) 66,216 grains.

rend au surplus aucun compte satisfaisant de ce que devient l'acide. M. Watt a observé que l'eau à travers laquelle on avoit fait passer l'air provenant de la décomposition de 960 grains de nitre, ne contenoit que l'acide appartenant à 120 grains de ce sel, & ce n'étoit même que d'après mes expériences qu'il faisoit une évaluation aussi foible de cette dernière quantité; mais mes expériences ne sont nullement applicables à ce cas, car je n'ai employé que de l'acide nitreux déphlogistiqué, & il faut une beaucoup plus petite quantité d'acide phlogistiqué que d'acide déphlogistiqué pour saturer une même dose d'alkali, comme on le voit évidemment dans l'acide marin déphlogistiqué: c'est ce que Sthal a observé il y a long-tems, lorsqu'il a dit que l'acide volatil du soufre sature dix fois autant d'alkali que l'acide vitriolique fixe (a) M. Bergman & M. Scheele ont aussi observé que le nitre fondu est toujours un sel neutre quoiqu'il soit phlogistiqué, par conséquent c'est l'air & non pas l'eau qui lui manque; aussi le docteur Priestley a-t-il remarqué qu'il vicie l'air en lui enlevant son air déphlogistiqué; mais si on le laisse quelque tems en fusion, il perd son

(a) Voyez Traité des sels de Sthal, p. 160 de l'édition françoise.

acide & devient alkalin, & l'air qu'il recouvre est sûrement plutôt employé à recomposer l'acide qu'à former de l'eau. Il n'y a d'ailleurs aucune preuve de la formation de l'eau à la température de l'atmosphère. Au contraire, l'impossibilité de rendre compte de la perte de l'acide dans ce cas, est une preuve évidente de la fausseté de cette hypothèse.

D'après l'analyse de M. Lavoisier, (a) 100 grains de nitre contiennent 57 grains d'alkali caustique ; d'après M. Bergman 49 grains ; d'après M. Wenzel 52 ; d'après M. Wiegleb $46 \frac{1}{2}$; d'après mes expériences 63. Le terme moyen est $53 \frac{1}{2}$: ce qui donne 46,5 pour l'acide & l'eau, & ce qui répond à-peu près au poids de l'air dégagé. La différence des quantités attribuées au nitre par différens chimistes est en partie due au degré de phlogistication du nitre (b).

Je crois pour le présent que 100 grains de nitre contiennent 34 d'acide & environ 12 d'eau, en y comprenant tant celle de l'acide que celle de cristallifation.

(a) Savans Etrangers, Vol. II, p. 627.

(b) Il faut d'autant moins d'acide déphlogistiqué qu'il se phlogistique de plus en plus en s'unissant à l'alkali.

Les anti-phlogisticiens n'ont encore donné aucune explication de la décomposition du nitre par la chaleur.

M. Lavoisier a bien observé les phénomènes de la détonnation du nitre avec le charbon, & les différens produits aërifformes qui en résultent, mais les explications qu'il en donne ne me paroissent pas satisfaisantes (a).

Il a réduit en poudre très-fine & mêlé ensemble 708,6 grains de nitre & 93,52 de charbon; il les a introduits dans un tube de cuivre, & , après avoir allumé, il a plongé le tube, l'ouverture renversée sous une jarre pleine d'eau, où il est resté jusqu'à ce que le charbon fut consumé & le nitre décomposé; il a obtenu les produits suivans :

<i>Matières.</i>	<i>Produits.</i>	<i>P. cub.</i>	<i>Poids.</i>
Nitre, 708,6	air fixe, . . .	708,25	329,33
Charbon, <u>93,52</u>	air phlogistique, <u>195,56</u>		59,8
	802,12 alkali caustique,		<u>406,5</u>
	Total des produits,		795,63
	Matières employées,		<u>802,12</u>

(a) Mémoires des Savans Etrangers, tome II, page 626 : ici, comme ailleurs, je substitue les mesures angloises à celles de France.

Perte, 6,49 (a).

M. Lavoisier pense que la totalité de l'air du nitre, à l'exception des 59,8 (b) pouces cubiques de l'air phlogistique, s'unit au charbon, avec lequel il forme l'air fixe. Nous trouvons cependant un déficit de 6,49 grains (c) dont il ne tient pas compte, parce qu'il porte trop haut le poids de l'air fixe. Je n'examinerai pas maintenant, si le charbon en nature uni à l'air déphlogistique forme l'air fixe, cette matière sera amplement discutée dans une autre section.

Dans ma théorie l'on peut expliquer cette expérience de la manière suivante : d'abord 708,6 grains de nitre contiennent 240,9 grains d'acide réel, sur lesquels il y en a 59,8 d'air phlogistique, (en supposant qu'il y ait un peu d'eau contenue dans cet air) les 181,1 grains restans sont de l'air déphlogistique ; ou, ce qui est la même

<i>(a) Matières.</i>	<i>Produits.</i>	<i>Pouc. c.</i>	<i>Poids.</i>
Nitre, . . 864,592	air fixe,	585,0145	401,782
Charbon, <u>114,094</u>	air phlogistique, 161,532		72,956
978,686	alkali caustique,		<u>495,93</u>
Total des poids,			970,668
Matières employées,			978,686
Perte,			<u>8,018</u>

(b) 49,394 pouces cubiques.

(c) 8,018 grains.

112 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE :

chose, les 240,9 grains font de l'air pur mêlé avec de l'air fixe ; si cet air étoit parfaitement pur, il prendroit au charbon 37 grains de phlogistique, & alors il formeroit 218,1 grains d'air fixe, auquel ajoutant l'air fixe du charbon, nous aurons 274,62 grains d'air fixe. Enfin si on ajoute encore $\frac{1}{5}$ du poids total pour l'eau, nous aurons 329,62 grains d'air fixe ; en voici le détail.

Total du poids de l'air retiré du nitre,	240,9
Air phlogistique à déduire,	59,8
	181,1
Ajoutant l'air inflammable du char-	
bon,	37
	218,1
Le résidu du charbon étant de l'air fixe,	
$93,52 - 37 = 56,52$.	
Total de l'air fixe = $218,1 + 56,52 (= 274,62)$	
ajoutant $\frac{1}{5}$ de son poids d'eau (= 55), on aura,	
Poids total de l'air fixe,	329,62
Poids de l'air phlogistique,	59,8
Alkali caustique,	406,5
	795,92

Quoique cette expérience ne soit pas parfaitement

rement exacte, attendu que la quantité d'eau contenue dans les différens airs n'a pas encore été exactement déterminée; elle a cependant un grand mérite. M. Lavoisier en a très-judicieusement inféré que l'acide nitreux contient environ $\frac{1}{3}$ de son poids d'air phlogistique, même avant la découverte de M. Cavendish. Il faut que ceux qui croient que le charbon est un composé, conviennent que cette expérience est une preuve que l'air fixe est formé d'air déphlogistique & d'air inflammable. Car il ne seroit pas possible que la quantité d'air fixe qu'on obtient par ce procédé, existât dans le charbon qui n'a pas le tiers du poids qu'on en retire; l'on peut aussi en conclure que l'air phlogistique peut être décomposé & brûlé pendant la distillation du nitre *per se*; car l'air résultant ne contient jamais $\frac{1}{3}$ d'air phlogistique.

M. Berthollet a également bien observé la détonation du nitre & du soufre; il a remarqué que lorsqu'on mêloit deux parties de nitre & une de soufre, il y avoit toujours une détonation; mais que lorsque la proportion du soufre étoit à celle du nitre comme un à quatre, le nitre étoit décomposé sans détonation, & qu'il se dégageoit du gaz nitreux. Il a trouvé que dans cette expérience 30 grains de soufre distillé avec 120 grains de nitre, produisoient 108,8 pouces cubiques

de gaz nitreux, (a) c'est à-dire 40,27 grains (b).
Le nitre est totalement décomposé.

Voilà comment, d'après mes principes, s'explique cette expérience.

Cent grains de nitre contiennent environ 46 grains d'acide, y comprise l'eau dont il est toujours accompagné & dont il ne peut être séparé. Par conséquent 120 grains de nitre en contiennent 55 d'acide; la base du nitre forme les deux tiers de l'acide nitreux; or les deux tiers de 55, font 36,6, par conséquent nous avons dans ce cas 36,6. de base nitreuse.

Mais le gaz nitreux est un composé de base nitreuse unie à 0,18 de son poids de phlogistique. Maintenant les 0,18 de 36,6. = 6,6 alors $36,6 + 6,6 = 43,2$; 43,2 fera la quantité de gaz nitreux: de plus il y a un tiers d'air fixe dans l'acide nitreux du nitre, par conséquent 55 grains de cet acide contiennent 18 grains d'air fixe qu'il cède au soufre en même tems qu'il lui enlève 6,6 grains de phlogistique. Mais 18 grains d'air fixe ne font pas à beaucoup près suffisans pour convertir 23,34 grains de soufre, ou plutôt de soufre déphlogistiqué en acide vitriolique fixe, ils

(a) 72,12 pouces françois.

(b) 49,219 grains.

le convertissent donc en gaz vitriolique, lequel saturer alors la base alcaline du nitre. Dans ce cas, comme il n'y a de phlogistique que ce qui est nécessaire pour changer les acides en gaz nitreux & vitriolique, il en résulte une production graduelle de ces airs, comme cela a été expliqué, page 102.

Si l'on employe une plus forte proportion de soufre, alors la base nitreuse elle-même se décompose, parce qu'elle rencontre une plus grande proportion de phlogistique & alors on ne trouve presque pas de gaz nitreux, mais seulement de l'air phlogistiqué & du gaz sulfureux; & comme une plus grande quantité d'air est subitement mise en liberté dans un appareil fermé, il s'ensuit nécessairement une petite détonation.

Cette expérience montre que le gaz nitreux n'est pas seulement composé d'acide nitreux uni au phlogistique, comme M. Cavendish & moi-même d'abord l'avions pensé. Suivant lui 87,5 (a) grains de nitre contiennent assez d'acide pour former 98,53 pouces cubiques de gaz nitreux (b): par conséquent 120 grains contiendroient l'acide de 134

(a) 106,75 grains français.

(b) 81,385 pouces français.

pouces cubiques (a) de gaz nitreux. Cependant quoique le nitre soit absolument décomposé dans cette expérience, il y a seulement 108,8 (b) pouces cubiques de gaz nitreux de produits. Il est donc évident que l'acide nitreux perd une de ses parties constituantes, lorsqu'il acquiert le phlogistique qui le convertit en gaz nitreux ; & réciproquement acquiert cette même partie constituante lorsque par l'addition de l'air pur, le gaz nitreux est converti en acide nitreux, & par conséquent le phlogistique & l'air pur ne sont pas simplement convertis en eau.

Avant d'entrer dans le détail de l'explication des expériences de M. Lavoisier sur la décomposition de l'acide nitreux par le mercure, il est nécessaire d'expliquer quelques faits relatifs à la formation de l'acide nitreux, du gaz nitreux, & de l'air déphlogistiqué.

Lorsqu'on mêle soigneusement une mesure d'air déphlogistiqué très-pur avec deux mesures de bon air nitreux, ces deux airs s'unissent si parfaitement, qu'il ne reste que 0,27 d'une mesure ; par conséquent, une mesure d'air déphlogistiqué absorbe 1,73 de gaz nitreux, & plus communément 1,7.

(a) 91,48.

(b) 72,02.

Cependant, le docteur Priestley a employé une fois des airs si purs, & il a pris tant de soin dans leur mélange, qu'il ne restoit que 0,03 d'une mesure; d'où l'on peut conclure que si les deux airs eussent été parfaitement purs & mêlés dans la plus juste proportion, tout auroit été absorbé, c'est-à-dire, que 200 pouces cubiques de gaz nitreux absorbent 100 pouces cubiques d'air déphlogistiqué. De quelque manière que se fasse cette combinaison, ils s'unissent toujours dans cette proportion: l'acide ainsi formé a absorbé tout l'air déphlogistiqué dont il étoit susceptible; il forme ce qu'on appelle l'acide nitreux déphlogistiqué.

Deux cens pouces cubiques (a) de gaz nitreux demandent donc, pour être complètement saturés, 100 pouces cubiques d'air déphlogistiqué; & puisque le poids du premier est de 74 grains & celui du dernier de 34, le poids de l'acide nitreux résultant est 108 grains. De

(a) 165,2 pouces cubiques de gaz nitreux demandent donc, pour être saturés, 82,6 pouces cubiques de gaz oxigène; & puisque le poids du premier est de 87,54 grains, & celui du dernier de 41,48, le poids de l'acide nitreux résultant est de 131,79 grains. De même 93,173 pouces cubiques de gaz oxigène absorbant 9,93 de phlogistique, 100 doivent en absorber 10,53.

même 112,8 pouces cubiques d'air déphlogistiqué absorbant 8,14 grains de phlogistique, 100 pouces cubiques en doivent absorber 7,216 (a).

Or, 100 pouces cubiques d'air déphlogistiqué = 34 grains, auxquels ajoutant 7 grains 216 de phlogistique, nous avons 41,216 grains d'air fixe dans 108 d'acide nitreux déphlogistiqué; & si 108 grains de cet acide en contiennent 41,216 d'air fixe, 100 grains du même acide en contiendront 38,16 (b). Mais il est rare que des quantités données de gaz nitreux & d'air déphlogistiqué, s'unissent si parfaitement; car aussi-tôt qu'une petite portion d'acide est formée par l'union des deux airs, une portion de gaz nitreux s'unit à l'acide qui vient de se former, & il reste une portion d'air déphlogistiqué qui ne se sature pas. Si donc ces

(a) Voyez page 35 ci-dessus. Voyez aussi Transactions Philosophiques, les 112,8 pouces entrant dans la composition de 100 pouces cubiques d'air fixe.

(b) 72,6 pouces cubiques de gaz oxigène = 41,48 grains qui, avec 8,803 = 50,283 d'air fixe dans 131,73 grains d'acide nitrique; & si 113,76 de cet acide contiennent 50,283 d'air fixe, 100 grains du même acide en contiendront 38,16.

deux airs ne viennent pas sur-le-champ en un parfait contact, la diminution n'est pas si grande qu'elle devoit l'être en proportion de la pureté des deux airs. L'acide ainsi formé est plus ou moins phlogistique, selon la quantité de gaz nitreux non saturé qui n'est pas combiné avec lui; ce qui forme une grande source d'incertitude dans les expériences faites avec l'eudiomètre.

De ce que je viens de dire, on peut conclure que l'acide nitreux même déphlogistique contient un peu de phlogistique indépendamment de celui qui est contenu dans l'air fixe & l'air phlogistique qui forment ses parties constituantes; car 200 pouces cubiques de gaz nitreux contiennent 13,4 grains de phlogistique, & 100 pouces cubiques d'air déphlogistique ne leur en enlèvent que 7,216 grains; par conséquent, il en restera toujours 6,184 dans 108 grains de cet acide. De sorte que 100 grains de cet acide retiendront 5,72 grains de phlogistique (a), encore uni à la base

(a) 165,2 pouces cubiques de gaz nitreux contiennent 16,34 grains de phlogistique, & 82,6 pouces cubiques de gaz oxigène en enlèvent 8,803 grains; donc, il en reste toujours 7,544 grains dans 131,76 de cet acide: de sorte que 100 grains en contiennent toujours 5,72.

nitreuse. Par le mot d'acide, j'entends toujours l'acide sec, c'est-à-dire, celui qui ne contient d'eau que celle qui est unie aux deux airs dont il est formé.

Me voilà parvenu à la célèbre expérience de M. Lavoisier, qui a été la base de la nouvelle théorie sur laquelle elle est encore principalement fondée.

M. Lavoisier a mis dans une cornue 945 grains d'acide nitreux, dont la gravité spécifique étoit 1,316 & 1004 grains de mercure. Il y eut 273,234 pouces cubiques d'air nitreux de produit. Ayant échauffé la cornue, & le sel mercuriel ayant été distillé à siccité, lorsqu'il devint rouge il passa de l'air déphlogistiqué, & sa production continua jusqu'à ce que presque tout le mercure fut revivifié: la quantité d'air déphlogistiqué produite se trouva de 287,742 pouces cubiques (a).

M. Lavoisier en conclut 1° que l'acide nitreux est totalement décomposé, puisqu'il y a production de deux espèces d'air qui peuvent reformer l'acide par leur réunion; que par conséquent

(a) 1152 grains d'acide nitreux à 1,316 de pesanteur spécifique & 1224 de mercure ont produit 225,691 pouces cubiques de gaz nitreux & 217,694 pouces cubiques de gaz oxigène.

Le poids de ces airs donne le poids réel de l'acide contenu dans 945 grains d'esprit de nitre, dont la gravité spécifique est 1,316.

2°. Que puisque le mercure avoit été revivifié sans perte ni altération, il n'y avoit pas de raison de supposer qu'il eût perdu quelque principe pendant sa dissolution dans l'acide nitreux; mais qu'il étoit réduit en chaux simplement par son union avec l'air pur, puisqu'il recouvroit sa forme métallique en proportion de ce que l'air pur en étoit dégagé.

Pour justifier cette première conclusion, il faudroit prouver trois choses; 1°. que pendant la distillation, il ne s'est combiné aucune portion d'acide nitreux avec l'eau sur laquelle se faisoit l'expérience.

2°. Que le gaz nitreux dégagé pendant la dissolution n'étoit pas produit aux dépens de quelques parties constituantes du mercure, puisque c'étoit principalement le point contesté.

3°. Que dans la réunion des deux airs, il se formoit une même quantité d'acide; ce qu'il auroit été facile de prouver en examinant s'il pouvoit dissoudre encore la même quantité de mercure: en supposant que cet effet eût lieu, le premier point auroit été suffisamment éclairci; mais loin d'avoir sur ces objets aucune preuve satisfaisante, il y a des expériences tout-à-fait

contraires. Pour ne rien dire de mes expériences ni de celles de M. Watt (a), M. Lavoisier lui-même a prouvé 1° qu'une partie de l'acide passoit toujours sans être décomposée pendant la distillation du nitre mercuriel (b). 2°. Que l'air nitreux contient une des parties constituantes du mercure, puisque l'acide nitreux ne produit jamais de gaz nitreux que lorsqu'il est distillé avec une substance qui contient les mêmes parties constituantes que celles qui sont attribuées au mercure, c'est-à-dire, le principe inflammable. Ainsi, l'acide nitreux distillé avec l'esprit de vin, les huiles & les résines que les anti-phlogisticiens reconnoissent contenir du gaz inflammable, produisent du gaz nitreux mêlé avec les autres espèces d'air dues à ces substances; mais si l'on distille ce même acide avec les alkalis ou les terres, il ne se produit pas de gaz nitreux (c).

3°. Que non-seulement l'acide décomposé ne peut pas être reformé en entier par la réunion des deux airs obtenus, mais qu'il y a un grand

(a) Transactions Philosophiques, 1784, p. 339.

(b) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, ann. 1782, p. 495.

(c) Priestley, tom. II, p. 126.

excès de l'un d'eux ; ce dont on ne peut pas rendre raison dans l'hypothèse anti-phlogistique ; car la quantité de gaz nitreux obtenue s'est trouvée de 273,234 pouces cubiques ou 101,09 grains, & celle de l'air déphlogistiqué de 287,742 pouc. ou 97,83 grains, de sorte que la somme du poids des deux airs provenant de l'acide décomposé, étoit de 198,92 grains : maintenant, si nous mêlons ces deux airs ensemble, ils s'uniront, selon M. Lavoisier, (& c'est la plus favorable supposition) dans la proportion de 69 parties de gaz nitreux sur 40 d'air déphlogistiqué (*a*) ; alors, $69 : 40 :: 273,234 : 143,8$; par conséquent, il y aura au plus 144 pouces cubes d'air déphlogistiqué, d'absorbé, dont le poids est 48,96 ou 49 grains : donc, la quantité d'acide reproduit fera au plus $101,09 + 49 = 150,09$ grains, quoique le poids des deux airs soit de 198,92 grains (*b*).

(*a*) Mémoires de Paris, ann. 1782, p. 488.

(*b*) 225,691 pouces cubiques de gaz nitreux ou 113,329 grains & 217,674 pouces cubiques de gaz oxigène ou 119,35 gr. = 242,679 grains ; comme dans le mélange des airs, il faut 69 parties de gaz nitreux sur 40 de gaz oxigène ; on doit avoir $69 : 40 :: 225,691 : 118,776$. Ainsi, il y aura au plus 119 pouces de gaz oxigène d'absorbé, pesant 59,72 gr. Ainsi, la quantité d'a-

198,92 grains.

150,09 grains.

Deficit , 48,83 grains. Ce qui est environ le quart du poids total.

Encore , si de tout l'air déphlogistiqué produit , (qui est 287,74 pouces cubiques) nous soustrayons la quantité qui s'unit au gaz nitreux , nous trouverons un excès de 143,742 pouces ; ce qui fera environ moitié du tout. Cette moitié , selon M. Lavoisier lui-même , doit avoir existé dans l'acide nitreux uni à quelqu'autre principe qu'on ne retrouve plus. Je demande quel est ce principe , & je ne vois pas ce qu'on peut raisonnablement répondre. L'acide nitreux a donc perdu quelque chose dont on ne rend pas compte dans la nouvelle hypothèse ?

Il est vrai que M. Lavoisier a fait deux tentatives pour répondre à cette objection. Dans les mémoires de 1776 , il dit « que l'acide nitreux » étoit extrait par le moyen de la terre argileuse , & que , dans ce cas , il contient toujours » un excès d'air pur ». Mais comment un principe actuellement combiné avec l'acide nitreux

acide produit doit être $123,329 + 59,72 = 183,046$ grains, quoique le poids des deux airs soit de 242,679 : donc *deficit* , 59,630.

& qui, loin de l'affoiblir, augmente sa propriété acide, peut-il être appelé un excès? Dans les mémoires de 1782, il avance (ce qui est contre toute expérience) que l'acide nitreux est composé de parties égales en poids de gaz nitreux & d'air pur. Il s'ôte ainsi l'avantage qu'il paroïssoit avoir de recomposer de l'acide nitreux avec ces deux airs; car à poids égal, il est impossible de les unir.

Pour appuyer sa seconde conclusion, il faudroit que M. Lavoisier prouvât que le mercure, pendant sa revivification, n'enlève rien de la substance à laquelle il étoit uni lorsqu'il étoit dans l'état de chaux, de laquelle substance l'air pur pouvoit avoir été une partie constituante: c'est ce qui ne peut être prouvé en établissant l'égalité de poids de la chaux d'une part, & de celui du mercure & de l'air de l'autre; car en supposant que la chaux de mercure pesât 100 grains, la chaux revivifiée 90, & l'air produit 10 grains, nous aurons alors $100 = 90 + 10$. De cette manière, M. Lavoisier auroit la totalité du poids. Mais nous trouverons le même produit si nous supposons la chaux de mercure peser 89 grains, la portion d'air 11 grains, & que pendant la revivification, la chaux attire 1 grain de la portion d'air. Alors, la somme des produits sera également $90 + 10$. Il est vrai qu'en général les

propositions négatives n'ont pas besoin d'être prouvées. Mais dans ce cas, il y a une forte présomption que la portion d'air a réellement perdu quelque chose lors de sa production, puisque cet air ne peut plus reformer la même quantité qu'avant l'opération. Ce n'est pas, comme il arrive dans d'autres cas, à raison de sa chaleur spécifique, puisqu'il y en a une partie qui entre dans cette combinaison ; mais c'est parce qu'il perd quelque chose qui s'unit au métal. Nous pouvons donc plutôt dire qu'il y a un défaut de gaz nitreux, qu'un excès d'air pur.

Voici, ce me semble, la manière la plus naturelle d'expliquer les résultats précédens.

Neuf cens quarante-cinq grains d'esprit de nitre, dont la pesanteur spécifique est 1,316, contiennent, d'après ma table, 219 grains d'acide réel.

Le poids de l'acide combiné avec le mercure pendant sa dissolution, doit cadrer avec celui des airs obtenus ; car quoique le phlogistique du gaz nitreux ait été enlevé au métal, & qu'il soit par conséquent étranger à l'acide, cependant, comme en dernière analyse le métal est revivifié, il faut bien qu'il ait pris de l'acide autant de phlogistique qu'il lui en a donné. Le poids total des deux airs obtenus est de 198,92 grains. Il n'y a donc qu'environ 200 grains d'acide décom-

posé, & il a dû en passer 19 grains pendant la distillation, comme M. Watt l'a observé, & j'ai trouvé que 22 grains d'acide réel dissolvoient, à l'aide de la chaleur, 100 grains de mercure. Il n'y a par conséquent, dans ce cas, que 900 grains de mercure de dissous, & 104 restent non dissous; circonstance qui a bien pu échapper (a).

Nous avons déjà vu que la totalité de l'air nitreux étoit de 101,09 grains, & celle de l'air déphlogistiqué de 97,83 grains; cette quantité de gaz nitreux contient 18,18 grains de phlogistique, & par conséquent 82,91 grains de base nitreuse.

Examinons à présent la proportion & la quantité des parties constituantes des 200 grains d'acide décomposé. Je dis 200 pour éviter les fractions, parce que 198,92 approchent très-près de cette quantité.

Cet acide, d'après l'expression de M. Lavoisier, contient un excès d'air pur, c'est-à-dire, qu'il est dans l'état de ce que nous avons nommé acide nitreux déphlogistiqué: nous avons déjà vu que 100 grains d'un tel acide contiennent 38 grains

(a) M. Schéele a pareillement observé qu'il reste toujours un peu de mercure non dissous dans la dissolution de ce métal par l'acide nitreux: pag. 222 de l'édition française.

d'air fixe, & 62 de base nitreuse ; par conséquent, les 200 grains décomposés doivent contenir 76 grains d'air fixe & 124 de base nitreuse ; de ces 124 de base nitreuse, 82,91 grains s'unissent immédiatement à une portion du phlogistique du métal, qui est de 18,18 grains, & forme avec lui 101,09 grains de gaz nitreux, qui est reçu dans le récipient. Le reste de la base nitreuse, qui est de 41,09 grains, reste dans la dissolution ; il est décomposé vers le milieu de l'opération. Pour entendre cette décomposition, il faut se rappeler que dans la combinaison des substances métalliques avec l'acide nitreux, elles s'y unissent au moyen de leur affinité avec le principe acidifiant qui est l'air fixe ; & qu'elles saisissent la base, sur-tout en raison de l'union de cette base avec le principe acidifiant.

Vers le milieu de cette expérience, le métal étant échauffé, perd plus de phlogistique qu'il ne peut en être absorbé par la base du nitre non décomposée. Cet excédent de phlogistique s'unit à l'air pur contenu dans la base nitreuse, il est alors converti en air fixe, & s'unit à la chaux métallique ; l'air phlogistiqué, par conséquent, devient libre.

Comme la base nitreuse est composée d'air pur & d'air phlogistiqué dans la proportion de deux à un, les 41,09 grains de base nitreuse

treuse qui restoient dans la dissolution, contenoient 27,42 grains d'air pur & 13,67 grains d'air phlogistique. L'air pur a été converti en air fixe par le phlogistique du métal; l'air phlogistique s'est mêlé, en partie, avec l'air fixe qui est resté dans le métal, & en partie avec le gaz nitreux qui s'est échappé; & quand l'air fixe a été décomposé pendant la revivification du métal, une petite partie de l'air phlogistique l'a été également. On explique de cette manière exactement tous les phénomènes.

	grains.	
Nous avons, 1 ^o , gaz nitreux,	101,	09
2 ^o . Air pur contenu		
dans 76 grains d'air	grains.	
fixe,	63,	08
Air pur contenu dans		
la base nitreuse, . . .	27,	42
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
	90,	50
3 ^o . Mélange d'air		
phlogistique & d'air pur,		
provenant de la décom-		
position d'une partie de		
la base nitreuse, . . .	7,	33
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
	97,	83
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	97,
		83
Total du poids de l'air,	198,	92

Le mercure perd 18,18 grains de phlogistique, qui lui sont enlevés par le gaz nitreux ; mais cette même quantité lui est rendue par la décomposition de 76 grains d'air fixe contenu originairement dans l'acide nitreux, lesquels contiennent 12 grains 92 de phlogistique ; & de plus par l'absorption du phlogistique, qui est contenu dans 200 grains de cet acide, laquelle quantité nous avons vu être de 11 grains 44 ; de sorte qu'il y a un excès de 6 grains 2, qui fait compensation pour la phlogistication de 19 grains d'acide non décomposé, qui ont été phlogistiqués aux dépens du métal, & qui ont passé dans le récipient, comme nous l'avons vu.

L'on pourroit m'objecter, d'après la table que j'ai donnée du poids absolu du phlogistique dans les métaux, que 100 grains de mercure contiennent 4 grains 56 de phlogistique, & que par conséquent 900 en contiendroient 41 grains 04 ; qu'ainsi, il lui en seroit plus rendu qu'il n'en auroit donné. Je répondrai à cela qu'une portion a été employée à la conversion en air fixe de 27 grains 42 d'air pur de la base nitreuse décomposée ; qu'une autre portion s'est unie au composé d'acide & de chaux, lequel composé, comme Schéele l'a remarqué, prend plus de phlogistique que chacune des substances composantes en par-

ticulier, & qu'à la fin le tout est repris par le métal.

Il est bon d'observer que cette décomposition de la base nitreuse, qui arrive pendant la dissolution du mercure avec chaleur, a lieu dans un degré beaucoup plus considérable lorsqu'elle s'opère dans les dissolutions d'étain, de zinc, de fer, & de régule d'antimoine.

M. Watt, & quelques autres savans, mettent en question si l'air déphlogistiqué dans ce cas, & dans tous les autres où l'acide nitreux paroît être décomposé, provient entièrement de la déphlogistication de l'eau, dont le phlogistique, disent-ils, est enlevé par l'acide nitreux ou par le métal. Mais sûrement le mélange d'air phlogistiqué qu'on obtient toujours avec l'air déphlogistiqué ne peut pas venir de l'eau. D'ailleurs, on ne peut pas reformer la même quantité d'acide & d'eau par l'union des deux airs, comme cela devoit être suivant la théorie, si elle étoit exacte; il reste toujours de l'air déphlogistiqué, qui ne peut pas être combiné; & il est évident que l'acide est décomposé, puisqu'on n'en obtient que la moitié.

Indépendamment des substances métalliques qui colorent l'acide nitreux, sa couleur dépend, comme je l'ai dit, de la proportion de gaz nitreux

qui est combinée avec lui. Si on expose à la lumière une bouteille à moitié pleine d'acide nitreux fans couleur, il deviendra d'un jaune verd, & il y aura de l'air déphlogistiqué de produit ; car la lumière a la propriété d'augmenter, dans la portion déphlogistiquée de l'air fixe, la capacité de contenir le feu, & conséquemment de diminuer son union avec le phlogistique ; le phlogistique s'unit alors avec une partie de la base nitreuse, & devient gaz nitreux, lequel se combine avec l'acide nitreux & le colore. Lorsque la bouteille est pleine, l'air déphlogistiqué ne peut pas être séparé, & il n'y a pas de décomposition.

Si l'on mêle du gaz nitreux avec poids égal de gaz hépatique, celui-ci attire les vapeurs nitreuses qui sont répandues dans l'air nitreux, & ces vapeurs entraînent avec elles le phlogistique du gaz nitreux. Par ces attractions, les capacités sont changées, & la quantité de feu nécessaire à sa fluidité, s'échappe ; il se précipite donc du soufre des vapeurs nitreuses, & beaucoup de phlogistique ; l'eau dans laquelle ce précipité est lavé, précipite le nitre d'argent en blanc ; caractère que M. Cavendish a reconnu être propre à l'acide nitreux phlogistiqué. La base nitreuse reste alors presque pure & déphlogistiquée ; & comme la quantité d'air déphlogistiqué qu'elle contient est double de l'air phlogistiqué, une chandelle y brûle

naturellement & même mieux que dans l'air commun, selon que l'air est plus ou moins bien désacidifié & déphlogistiqué. Cette désacidification & cette déphlogistification, qui en est une suite, ont lieu à-peu-près de la même manière, quand on expose du fer ou du foie de soufre dans du gaz nitreux.



OBSERVATIONS
SUR L'ACIDE NITRIQUE,

Par M. BERTHOLLET.

LES idées que M. Kirwan présente sur la composition de l'acide nitrique, sont toutes fondées en dernière analyse sur la supposition que l'air phlogistique, ou gaz azotique, contient du phlogistique, & il prétend le prouver par l'état dans lequel se trouve l'acide qu'on forme dans l'expérience de M. Cavendish; car cet acide qui, selon sa manière de voir, est phlogistique, doit cet état au gaz nitreux qu'il tient en dissolution; (voyez p. 91) or, le gaz nitreux contient du phlogistique, puisque l'acide nitrique déphlogistique le soufre, & que par-là il se change, en partie, en gaz nitreux. Mais si l'on vient aux preuves de l'existence du phlogistique dans le soufre, on trouve que le soufre contient du phlogistique, puisque lorsqu'on le traite avec l'acide nitrique, il se forme du gaz nitreux, (p. 77) : de sorte que toute cette suite de raisonnemens, toutes les explications qu'on a lues dans cette section, tous les calculs des quantités du phlogistique qui se trouve dans les différens états de l'acide nitrique, portent principalement sur ce

cercle vicieux; le gaz nitreux contient du phlogistique, puisqu'il l'a enlevé au soufre; le soufre contient du phlogistique, puisqu'il a converti l'acide nitrique en gaz nitreux.

L'on convient des faits suivans. 1°. Lorsqu'on décompose le nitre par l'action de la chaleur, on retire de l'air vital & du gaz azotique, ou air phlogistiqué, qui ont repris l'un & l'autre l'état gazeux, en se combinant avec une quantité suffisante de calorique & de principe de la lumière. Il est clair que la petite portion qui a échappé à la décomposition, soit sous la forme d'acide nitreux, soit sous celle de vapeur nitreuse, auroit pu être décomposée de même; ainsi, on peut considérer la décomposition comme totale.

2°. M. Cavendish a reproduit de l'acide nitreux, en soumettant à l'action de l'étincelle électrique un mélange de gaz azotique & d'air vital, & il vient de répéter cette belle expérience d'une manière authentique. L'acide nitrique donne donc par la décomposition les mêmes principes qui peuvent ensuite le reproduire.

Mais on a observé qu'il se dégageoit une très-petite quantité d'acide carbonique dans le commencement de la décomposition du nitre par la chaleur. M. Kirwan conclut de là que l'acide carbonique, ou air fixe, est une partie constituante de l'acide nitrique; cependant il me paroît incontestable que

cette petite quantité d'acide carbonique n'est qu'une production due à un principe étranger à l'acide nitrique ; car si lorsque cette portion d'acide carbonique s'est dégagée, on cesse l'opération & qu'on dissolvé le nitre dans l'eau, il reparoît par la cristallisation, pour la plus grande partie, dans son état naturel. Tout le nitre qui se décompose depuis cette époque, ne donne point d'acide carbonique ; donc la présence de cet acide n'est qu'un accident, & l'on expliquera ci-après pourquoi il est si facile que cet accident ait lieu.

Qu'on suive les différentes décompositions de l'acide nitrique, on retrouve, dans toutes, les deux principes que nous y avons reconnus, & rien de plus. Si une substance a la propriété d'enlever une partie de l'oxigène à l'acide nitrique, elle le réduit en gaz nitreux, dans lequel on peut reconnoître, soit par l'action de quelques métaux, soit par celles des sulfures d'alkalis, les deux mêmes principes, mais en proportions différentes, parce qu'une portion de l'oxigène qui constituoit l'acide nitrique lui a été enlevée. Enfin, si l'on présente à l'acide nitrique une substance qui puisse s'emparer de tout l'oxigène, alors, on ne dégage que le gaz azotique. Il y a un gaz qui approche beaucoup du gaz nitreux, & que M. Priestley a appelé gaz nitreux déphlogistiqué : sa constitution n'est pas encore bien établie : l'on

ignore les proportions de ses principes, & l'on ne connoît pas, d'une manière assez précise, ses relations avec le gaz nitreux & avec l'acide nitrique; de sorte que l'on ne peut en tirer aucune induction favorable ou contraire à l'existence du phlogistique. Si nous voulions nous contenter d'explications vagues, il seroit facile d'en opposer une à celle de M. Kirwan.

Les faits que M. Kirwan oppose ici, s'expliquent clairement sans ajouter aucune supposition aux résultats immédiats de l'expérience; nous allons parcourir les principaux.

J'ai obtenu de l'acide carbonique, principalement en traitant l'acier & le zinc avec le nitre; j'ignorois alors que ces deux métaux contenoient du charbon; mais c'est une chose si bien prouvée à présent, qu'il ne doit plus rester de doute sur l'origine de cet acide, & que même on ne doit point être surpris d'en retirer une quantité assez considérable.

1^o. Parce qu'un poids donné de carbure de fer ou plombagine doit former, avec l'oxigène, plus de trois fois son poids d'acide carbonique; au lieu que M. Kirwan suppose, avec Schéele, qu'il ne doit s'en dégager que le tiers de son poids, de sorte que la différence est à-peu-près comme 10 à 1. 2^o. Parce que la quantité de carbure de fer qu'on retire des dissolutions de ce métal, est

toujours inférieure à celle qui y existoit réellement, ainsi qu'on l'a fait voir dans le mémoire sur les différens états du fer; 3° parce qu'il ne faut qu'une très petite quantité d'acide carbonique pour troubler l'eau de chaux, comme le prouvent les expériences que M. Kirwan rapporte lui-même dans un autre endroit. Ce savant chimiste dit, dans ses remarques sur les expériences de M. Cavendish relativement à l'air, que si on dissout un pouce cubique d'acide carbonique dans trois onces d'eau, il ne faut que quelques gouttes de cette eau pour troubler l'eau de chaux, & il conclut de plusieurs observations qu'un millième de pouce cubique d'acide carbonique peut être rendu sensible; or, comme une partie de charbon produit près de quatre parties d'acide carbonique par sa combinaison avec l'oxigène, il en résulte qu'il ne faut de charbon qu'à-peu près le poids d'un quatre millième de pouce cubique d'acide carbonique pour former une quantité de cet acide sensible à l'eau de chaux.

Ces considérations expliquent comment il est si difficile de traiter au feu une substance qui contient de l'oxigène, sans retirer un peu d'acide carbonique; car si elle a été exposée librement à l'air, il suffit qu'il s'y soit attaché une molécule qui contienne un six millième de grain de charbon, puisque le poids d'un pouce cubique

d'acide carbonique peut être évalué à deux tiers de grain. D'ailleurs, l'acide carbonique qui est tenu en dissolution par l'air atmosphérique, peut être fixé par beaucoup de substances; ainsi, lorsqu'on distille l'oxide de mercure rouge, on en retire toujours plus ou moins d'acide carbonique, à moins qu'on ne prenne les précautions qu'a employées M. Monge, lorsqu'il a voulu se procurer la grande quantité d'air vital dont il avoit besoin pour ses expériences sur la composition de l'eau; il a fait dissoudre le mercure par l'acide nitrique dans des cornues dont il a ensuite chassé l'acide & le gaz nitreux, & dont il a retiré l'air vital en continuant l'opération: tout cet air vital ne lui a pas donné le plus petit indice d'acide carbonique. On voit donc que l'acide carbonique qu'on retire dans la distillation de l'oxide mercuriel, a une origine étrangère à l'acide nitrique & au mercure, & que ce n'est point par les petites quantités d'acide carbonique qu'on doit obtenir de la plupart des opérations chimiques, qu'on peut infirmer les preuves directes & rigoureuses que M. Lavoisier a données de sa composition.

Dans le tems que j'ai fait mes expériences sur la décomposition du nitre, je ne connoissois pas la différence que pouvoient apporter dans les résultats l'acier ou le fer, & je dis positivement (mémoires de 1781) que c'est de l'acier dont je

me suis servi; M. Kirwan suppose, au contraire, que j'ai employé du fer ductile; enfin, depuis ce tems-là ayant appris que Schéele avoit fait détonner l'antimoine & le nitre sans en retirer d'acide carbonique, j'ai traité cette substance métallique avec le nitre, en différentes proportions, & avec les précautions nécessaires, j'ai eu le même résultat que Schéele, quoique la détonnation ait été très-vive. La production de l'acide carbonique n'est donc point un effet qui dépend nécessairement de la détonnation des substances métalliques, lorsqu'elle est accompagnée de beaucoup de chaleur; & ce n'est point le degré de chaleur qui décide la formation de l'eau ou celle de l'acide carbonique, ainsi que beaucoup d'autres faits le prouvent.

La diminution du gaz nitreux par l'étincelle électrique que M. Kirwan attribue à une formation d'eau, est due à la combinaison du mercure avec l'oxigène qui étoit dans ce gaz, ainsi que je l'ai remarqué dans les mémoires de l'académie 1785. Pour expliquer les observations de MM. Priestley & Vanmarum, M. Kirwan est obligé de supposer que le gaz nitreux contenoit de la vapeur nitreuse, comme il en contient, dit-il, presque toujours; mais le gaz nitreux, qui est sans couleur & qu'on a reçu à travers l'eau, ne contient pas de vapeurs nitreuses.

Lorsque M. Lichtenstein a distillé un mélange d'acide nitrique & de charbon, il n'a point examiné les vapeurs qui se dégageoient, ainsi qu'il est facile de le voir par la description de ses expériences & par les conséquences qu'il en tire; mais M. Lavoisier & M. Hassenfratz ont constaté l'un & l'autre qu'il se dégageoit beaucoup de gaz nitreux mêlé d'acide carbonique.

M. Kirwan se fonde sur deux expériences pour prouver la décomposition de l'acide carbonique. La première est tirée de M. Priestley, qui dit avoir obtenu de l'air vital en distillant l'acide acétique ou vinaigre radical avec la chaux : M. Kirwan appelle simplement cette combinaison sélénite acéteuse, sans distinguer l'acide acéteux de celui qu'on a appelé jusqu'à présent vinaigre radical, & dont s'est servi M. Priestley, (expériences & observations, &c. tome IV, page 309). C'est cependant cette distinction qui donne la solution de ce fait, qui a été aussi observé par M. de Fourcroy. Le vinaigre radical, ou acide acétique, diffère de l'acide acéteux en ce qu'il a reçu dans sa combinaison une plus grande quantité d'oxygène; c'est cette partie d'oxygène qui se dégage par le moyen de la chaux.

La deuxième expérience dont M. Kirwan fait usage est encore tirée de M. Priestley, qui dit

(expériences & observations sur différentes branches de la physique, tome IV, page 242) qu'ayant soumis à la distillation une pierre calcaire, il a passé, sur la fin du procédé, de l'air qui étoit à-peu-près de la pureté de l'air atmosphérique; mais je demanderai à M. Kirwan pourquoi il voudra plutôt tirer parti de cette expérience que de celle qui la suit immédiatement, & dans laquelle l'auteur dit que le résidu d'une pareille distillation étoit de l'air phlogistiqué, & que la dernière portion contenoit autant d'air phlogistiqué que d'air fixe? M. Kirwan ne pourroit-il pas également prouver que la manganèse contient du phlogistique, parce que dans la même suite d'expériences, M. Priestley a retiré d'un échantillon de manganèse 1200 mesures d'air, dont les deux tiers étoient inflammables, & brûlant avec une flamme bleue, (page 246)? Ce n'est point par quelques expériences isolées, & qui ont été faites sans aucun but décidé, qu'on peut combattre des vérités établies par une serie de faits qui s'expliquent mutuellement. Le célèbre Priestley nous a souvent lui-même donné l'exemple de rectifier les résultats de quelques-unes de ses nombreuses expériences.

Ce n'est pas qu'on veuille nier que l'acide carbonique se décompose jamais, mais on ne connoît encore aucun fait chimique où l'on

puisse même conjecturer que cette décomposition ait lieu.

Je ne suis pas d'accord avec M. Kirwan quand il dit que lorsqu'on expose à la lumière un flacon qui contient de l'acide nitrique, il ne s'en dégage point d'air vital, s'il est parfaitement plein. Il faut seulement que l'air vital qui tend à se dégager, trouve une issue libre, ou qu'il n'éprouve qu'une résistance qu'il puisse vaincre. Il est cependant bon de remarquer que si le flacon est très-petit, il ne s'en dégage pas de l'air vital.

Avant qu'on eut des notions précises sur les principes qui constituent l'acide nitrique, M. Lavoisier l'avoit regardé comme composé de gaz nitreux & d'oxigène; il avoit expliqué par-là les effets qu'il exerce sur les métaux, & l'acidité qu'il communique au soufre, au phosphore & à quelques autres substances: c'étoit un grand pas, & l'on ne pouvoit approcher plus près du but. Mais dans les calculs qu'il a faits pour déterminer les quantités respectives de ces deux principes, en les séparant par le moyen du mercure, & en les recombinaut ensuite pour former de nouveau de l'acide nitrique, il se glissoit une erreur qu'il ne lui étoit pas possible d'expliquer, parce qu'une partie de l'acide nitrique étoit réduite en ses derniers principes; c'est-à-dire, en gaz azotique

& en air vital, de manière que dans la recomposition, il se trouvoit un excès plus ou moins grand d'air vital. Mais aujourd'hui, on en voit si clairement la cause, qu'il paroît inutile de s'y arrêter.



 SECTION V.

DE L'ACIDE MARIN.

L'ACIDE marin ordinaire me paroît être composé de phlogistique & d'air fixe, unis avec une base particulière qui semble avoir avec tous deux une forte affinité.

Si l'on prive de son phlogistique la base marine, son affinité avec l'air fixe devient beaucoup plus grande; elle s'unit, avec lui, dans une si grande proportion que les affinités de l'acide résultant, pour les corps qui ne contiennent que peu ou point de phlogistique, sont, à condensation égale, presque aussi foibles que celle de l'air fixe même; mais son affinité est beaucoup plus forte pour les corps qui contiennent beaucoup de phlogistique, parce que sa base attire le phlogistique, tandis que ces corps attirent son excès d'air fixe. L'acide résultant de l'union de la base déphlogistiquée avec excès d'air fixe, est appelé acide marin déphlogistiqué.

Avant les découvertes de M. Berthollet, les propriétés de cet acide me paroissent fournir de fortes preuves de la fausseté de la théorie anti-phlogistique. Les expériences de cet excellent chimiste ont jetté sur cet objet un jour tout-à-fait

différent, au point que je dois avouer qu'elles seules me paroissent donner quelques fondemens solides à cette hypothèse.

Selon les anti-phlogisticiens, l'acide marin consiste dans une base particulière, unie à une petite portion d'air pur ou de principe oxigène, & l'acide marin déphlogistiqué ne diffère de l'acide marin ordinaire que parce qu'il contient un excès de ce principe.

Si l'on distille de l'acide marin sur de la chaux noire de manganèse ou du minium, cet acide devient déphlogistiqué, comme l'immortel Schéele l'a le premier découvert; mais alors, il s'unit à une portion considérable de l'air contenu dans ces chaux, comme il résulte des expériences de MM. Berthollet & Pelletier (a). D'après la table de M. Lavoisier, la base de l'acide marin a une plus forte affinité avec l'oxigène que les chaux de tous les métaux ou la base de tous les acides; alors, pourquoi ne devient-il pas déphlogistiqué lorsqu'on le distille sur les chaux de fer ou sur l'acide vitriolique? Et pourquoi cet acide n'est-il pas converti en soufre? N'est-ce pas parce que ces substances ne peuvent pas le déphlogistiquer?

L'acide marin déphlogistiqué s'unit à l'eau avec

(a) Journ. de Physiq. tom. XXVI, p. 322 & 389.

presque autant de difficulté que l'air fixe, parce qu'étant supersaturé de cet air, il a beaucoup de ses propriétés.

Cet acide ne chasse pas l'air fixe des alkalis ou des terres aérées, jusqu'à ce qu'il soit échauffé; alors, l'air déphlogistiqué s'en sépare, & l'acide devient, à tous égards, de l'acide marin ordinaire: car cet acide contenant un excès d'air fixe, il agit presque comme un acide de la même nature. Mais lorsqu'on lui applique la chaleur, sa base déphlogistique son propre air, lequel devient alors air déphlogistiqué, en même-tems que l'acide devient acide marin commun, & agit comme tel. La chaleur seule ne déphlogistiqueroit pas cet acide à cause de sa volatilité, son affinité avec les alkalis le retient, & aide à sa décomposition; mais l'acide marin déphlogistiqué, (acide muriatique oxigéné) s'unit avec effervescence avec l'alkali volatil ou caustique, parce que ces alkalis sont composés de gaz inflammable & d'air phlogistiqué. La base marine (muriatique) s'unit à l'air inflammable, & l'air phlogistiqué devient libre.

Cet acide détruit les couleurs végétales, en privant la matière colorante de son phlogistique, & en la saturant d'air fixe; c'est pour cela que la couleur n'est pas rétablie par l'addition des

alkalis : ces substances ne peuvent pas rendre le phlogistique.

Toutes les substances métalliques sont solubles dans l'acide marin déphlogistique , sans production de gaz inflammable , parce que leur phlogistique est absorbé par la base marine , & par le composé d'acide & de chaux métallique.

Si l'on verse goutte à goutte une dissolution de nitre mercuriel dans de l'acide marin ordinaire , il se forme un précipité blanc , qui est phlogistique , puisqu'il donne des vapeurs rouges , lorsqu'on le redissout dans l'acide nitreux.

Mais si la dissolution de nitre mercuriel est versée goutte à goutte dans l'acide marin déphlogistique , il se forme du sublimé corrosif , qui ne donne pas de vapeurs rouges , lorsqu'on verse dessus de l'acide nitreux. La raison est que , dans le premier cas , il y a trop peu d'acide nitreux pour déphlogistiquer l'acide marin qui le chasse ; mais que , dans le second cas , il est déjà déphlogistique : c'est le moyen d'épreuve que M. Berthollet emploie pour reconnoître l'acide marin déphlogistique.

Les expériences qui portent principalement les anti-phlogisticiens à maintenir la présence de l'air pur dans l'acide marin déphlogistique , sont les suivantes :

1°. Parce qu'on obtient cet acide en distillant de l'acide marin sur de la manganèse, & qu'elle donne, distillée seule, de l'air déphlogistiqué, tandis qu'elle n'en donne plus, lorsqu'on a distillé l'acide sur elle.

Cette expérience ne prouve autre chose, sinon que la manganèse contient de l'air qui devient déphlogistiqué pendant sa calcination; mais il paroît, d'après les considérations suivantes, que cet air est de l'air fixe. Les premiers produits de la chaux noire de manganèse, sont toujours de l'air fixe; l'air déphlogistiqué ne vient qu'après; d'où il est naturel de conclure que l'air déphlogistiqué vient de la déphlogistication de l'air fixe. Si l'on distille de la manganèse avec de la limaille de fer dans un canon de fusil, elle ne donnera presque que de l'air fixe (a); ou si elle donne quelquefois de l'air déphlogistiqué mêlé ou non d'un peu d'air fixe, cette circonstance est due à la parfaite déphlogistication de la chaux, & à ce qu'elle contient un peu d'humidité. Le docteur Priestley a obtenu une très-grande quantité d'air fixe, & à peine aucune autre espèce d'air, en faisant passer un courant d'eau bouillante sur de la manganèse,

(a) Priestley, tom. IV, p. 239. Hermstad, *Physical Chim. Versuche*, tom. I, p. 277.

à travers un tube de terre échauffé (a). En répétant cette expérience avec de la manganèse bien dépouillée de terre calcaire, j'ai obtenu beaucoup d'air déphlogistiqué; mais je crois que ces différences tiennent au degré de chaleur auquel on expose le tube; ayant distillé, avec de l'acide marin ordinaire, de la manganèse qui donnoit seule de l'air fixe, j'ai obtenu de l'acide marin déphlogistiqué, & pas un atôme d'air fixe; ce qui prouve que le dernier s'est combiné avec la base déphlogistiquée, pour former l'acide déphlogistiqué. M. Hermstad, chimiste allemand de la plus haute réputation, a dissous de la chaux noire de manganèse dans l'acide marin ordinaire, & l'a précipitée avec de l'alkali fixe aéré: il a obtenu, comme on devoit s'y attendre, un précipité blanc, qui, lorsqu'il étoit échauffé, laissoit échapper une grande partie de l'air fixe, qu'il avoit enlevé à l'alkali. Mais lorsqu'il l'eut chauffé jusqu'à lui faire prendre une couleur d'un rouge brun, & que par conséquent il l'eut déphlogistiqué, ce précipité a converti l'acide marin commun en acide déphlogistiqué; ce qui ne pouvoit provenir que de quelques portions d'air fixe qui n'avoient pas été dégagées. Cependant, si l'on distille du sel ammo-

(b) Priestley, tom. VI, p. 354. Hermstad, tome I,

niac avec de la chaux noire de manganèse, l'alcali fera caustique, l'air fixe ayant plus d'affinité avec la base marine déphlogistiquée qu'avec l'alcali volatil.

Si l'on mêle parties égales de gaz inflammable & d'air marin déphlogistiqué, il se forme sur-le-champ un nuage blanc; la moitié du volume des deux airs est promptement absorbée; il reste de l'acide marin ordinaire. On assure que le résidu détonne comme un mélange d'air inflammable & d'air déphlogistiqué (a), & cette expérience m'a paru être d'une grande importance. Je l'ai répétée; & ayant mêlé sur l'eau six pouces cubiques de gaz inflammable avec six de gaz marin déphlogistiqué, il s'est formé à l'instant un nuage blanc, épais, & il s'est fait une diminution d'un pouce cubique; mais au bout d'une demi-heure, il y a eu une absorption de 7 pouces cubiques: j'introduisis, dans le résidu, un petit morceau de phosphore, par le moyen d'un fil-de-fer, & j'essayai en vain de l'enflammer, en approchant à l'extérieur un fer rougi au feu. Le phosphore brilla, & même fuma, & se sublim sans aucune espèce de détonnation: ce qui prouve que ce résidu n'étoit pas un mélange d'air in-

(a) Journal de Physique, tom. XXVI, p. 453.

flammable & d'air déphlogistiqué; la détonnation qu'a observé M. Pelletier venoit plutôt de l'union du gaz inflammable & du gaz marin déphlogistiqué.

Pour plus grande certitude, je mêlai de nouveau parties égales des deux airs; & lorsque plus de la moitié eut disparu, j'allumai le résidu dans une bouteille à col étroit; j'obtins quatre explosions successives; ce qui prouve que c'étoit de l'air inflammable pur, qui n'étoit point mélangé d'air déphlogistiqué. Cette expérience ne permet pas de douter que l'air inflammable ne s'unisse à l'acide marin déphlogistiqué, & ne le change en acide marin ordinaire.

Pour savoir si le gaz acide marin déphlogistiqué contenoit de l'air fixe, j'ai essayé plusieurs fois de mêler sur l'eau de chaux 6 pouces cubiques de gaz inflammable, avec une égale quantité de gaz marin; environ dix minutes après la plus grande absorption, il parut un nuage blanc à la surface de l'eau de chaux; & par l'agitation, elle se troubla entièrement. Comme il étoit possible que la manganèse dont je m'étois servi fût mêlée de terre calcaire, j'en pris une autre portion, avec laquelle je retirai du gaz acide marin déphlogistiqué, que je reçus sur l'eau de chaux. Il fut totalement absorbé, sans donner le moindre nuage, quoiqu'il y eut assez de chaux; car

en ajoutant de l'eau imprégnée d'air fixe, il y eut sur-le-champ un précipité.

Cette expérience renverse absolument la doctrine anti-phlogistique, & me confirme dans mon opinion. Elle n'auroit pas été dérangée, lors même que la manganèse auroit contenu de la terre calcaire, puisque j'ai obtenu de l'acide marin déphlogistiqué avec de la craie, & M. Gallish en a obtenu de la magnésie; car l'air fixe s'unit à l'acide, aussi-tôt qu'il perd son phlogistique.

Si l'on mêle du gaz nitreux avec du gaz acide marin déphlogistiqué sur l'eau, ils deviennent tous deux visibles sur-le-champ, & sont absorbés (a). Il y a, dans cette expérience, double décomposition; l'acide marin ordinaire & l'acide nitreux sont régénérés. Le gaz acide marin déphlogistique l'air nitreux, & donne en même-tems son principe acidifiant à la base nitreuse.

Si l'on expose du soufre à l'action de l'acide marin déphlogistiqué concentré, le soufre est décomposé, & l'acide marin déphlogistiqué devient de l'acide marin ordinaire (b); ce qui

(a) Journal de Physique, tom. XXVI, p. 393. —
Mémoire de M. Pelletier.

(b) Nouvelle Encyclopédie, p. 252. Additions Chim.
de M. Crell, tom. I, troisième cayer.

prouve que le soufre contient le même principe que le gaz inflammable, qui, comme nous l'avons vu, ramène l'acide marin déphlogistiqué à son état ordinaire; le phosphore peut aussi être décomposé à l'aide de la chaleur.

Si l'on expose de l'acide marin déphlogistiqué à la lumière du soleil, il y aura dégagement d'air déphlogistiqué, & l'acide deviendra acide marin ordinaire (a) : l'air fixe est alors décomposé comme nous l'avons vu, page 132.

M. Berthollet & M. de Morveau ont essayé en vain de combiner directement de l'air déphlogistiqué avec de l'acide marin ordinaire (b).

(a) Journal de Physique, tom. XXIX, p. 82.

(b) Nouvelle Encyclopédie, vol. I, p. 254.



OBSERVATIONS

SUR L'ACIDE MURIATIQUE,

Par M. BERTHOLLET.

DANS la supposition de M. Kirwan, l'acide muriatique est composé d'une base particulière, unie avec le phlogistique & avec une certaine portion d'air fixe, lequel est composé lui-même de phlogistique & d'oxigène : lorsque la manganèse déphlogistique l'acide muriatique, elle prend de son phlogistique, & lui donne de l'air fixe. L'acide muriatique est donc composé d'une base, de phlogistique & d'oxigène; & lorsqu'il est déphlogistiqué, il est encore composé d'une base, de phlogistique & d'oxigène dans d'autres proportions,

Mais lorsque l'acide muriatique a été oxigéné, l'action de la lumière le rétablit dans son premier état, en dégagant l'air vital qui y étoit fixé. M. Kirwan convient que la lumière ne fait que rendre l'élasticité à l'oxigène : donc, l'acide muriatique avoit conservé tout le phlogistique qui lui appartenoit, & la manganèse ne lui en avoit point ôté. Si l'on vouloit dire

que la lumière lui a rendu du phlogistique, il faudroit supposer qu'elle lui a rendu du gaz hydrogène; ce qui ne peut se soutenir.

Lorsque M. Kirwan avoue que l'action de la lumière rétablit l'acide muriatique oxigéné dans son premier état, en rendant l'état élastique à son oxigène, ne faut-il pas qu'il convienne que cet oxigène est la seule différence réelle qui existe entre l'acide muriatique oxigéné & l'acide muriatique? Le phlogistique qu'il suppose n'est-il donc pas un être inutile, & qui n'a aucune influence sur tous les phénomènes que nous avons cherché à expliquer l'un & l'autre, relativement aux propriétés de l'acide muriatique oxigéné? S'il se trouve de l'hydrogène dans l'acide muriatique, rien n'en dévoile l'existence; il faut la deviner.

M. Kirwan reconnoît que le gaz hydrogène ne devient point détonnant lorsqu'on le mêle avec le gaz muriatique oxigéné; mais il prétend qu'il se forme de l'acide carbonique, & par conséquent que l'acide muriatique oxigéné reprend son premier état. J'ai fait passer plusieurs fois successivement du gaz acide muriatique oxigéné dans du gaz hydrogène, & à chaque fois, j'agitois le mélange sur l'eau. L'acide muriatique oxigéné s'est absorbé sans éprouver aucun changement; il n'a point été ramené à l'état d'acide muriatique ordinaire, comme le prétend M. Kir-

wan : le gaz hydrogène n'a également éprouvé aucune altération ni diminution. (Mémoires de l'académie , 1785).

L'acide carbonique qui se dégage de la manganèse fert , selon M. Kirwan , à former l'acide muriatique oxigéné : c'est sur-tout des parties calcaires qui se trouvent presque toujours mêlées avec l'oxide de manganèse , que vient l'acide carbonique. Mais bien loin qu'il contribue à la production de l'acide muriatique oxigéné , la manganèse dont on l'a chassé , par le moyen de l'acide sulfurique , est beaucoup plus propre à servir à la préparation de l'acide muriatique oxigéné , sur-tout lorsqu'on veut faire l'opération en grand , parce qu'on évite par-là l'effervescence qui se fait dans le commencement , & qui n'est due qu'au dégagement de l'acide carbonique.

Lorsque M. Lavoisier a attribué à la base de l'acide muriatique une plus forte affinité avec l'oxigène qu'aux métaux , il n'a prétendu parler que de cette partie d'oxigène , qu'il suppose , sur de fortes analogies , exister dans l'acide muriatique ordinaire , & qu'on ne peut dégager par aucun moyen connu : M. Kirwan la confond , dans les objections qu'il lui oppose , avec l'oxigène , qui , en se combinant en excès avec l'acide muriatique , le change en acide muriatique oxigéné , & qui l'abandonne avec beaucoup de facilité.

L'observation de M. Hermstadt n'a rien de contraire à notre doctrine. Quant à l'acide muriatique oxigéné, qui, dans une expérience, a été produit par le moyen de la craie, il est naturel de l'attribuer à quelque substance étrangère, & probablement à l'acide nitrique, qui a pu se trouver dans la craie ou dans l'acide muriatique dont on s'est servi.



 SECTION VI.

DE L'EAU RÉGALE.

SI l'on mêle un volume égal d'acide marin ordinaire & d'acide nitreux fort, mais sans couleur, l'acide marin défacidifiera en grande partie l'acide nitreux, tandis que celui-ci déphlogistiquera l'acide marin; c'est-à-dire, que l'acide marin enlevera une grande partie de l'air fixe à l'acide nitreux, tandis que l'acide nitreux enlèvera le phlogistique à l'acide marin. Une portion de l'acide nitreux est convertie en gaz nitreux, lequel s'unissant immédiatement à la partie d'acide non décomposé, forme l'acide nitreux phlogistiqué, & alors la liqueur est colorée en rouge.

Si l'acide nitreux est en petite proportion, il est certainement décomposé; car la base marine & le phlogistique de la portion qui est convertie en gaz nitreux, attirent tous deux l'air pur de la base nitreuse. Cet air pur ainsi dégagé s'unit à la base muriatique, & l'air déphlogistiqué devient libre & se dégage (a).

(a) Voyez les curieuses expériences de M. Pelletier, Rozier, tom. XXVI, p. 393.

Le docteur Priestley a découvert qu'en faisant absorber des vapeurs nitreuses par l'acide marin, on obtenoit une eau régale très-forte; parce que ces vapeurs contiennent une grande quantité de base nitreuse, comme on l'a déjà vu, & très-peu d'eau. Cette base étant décomposée, donne à la base marine une quantité d'air fixe trois fois plus grande que le volume de l'acide nitreux aqueux. Peu de tems après le mélange de l'acide nitreux & de l'acide marin, il se dégage un gaz qui est sur-le-champ absorbé par l'eau (a); parce que c'est un mélange de gaz nitreux & de gaz marin déphlogistiqué; l'un & l'autre se décomposent & forment de l'acide nitreux & de l'acide marin ordinaire.

Lorsque l'eau régale est faite avec une certaine proportion de sel ammoniac, l'alkali volatil est détruit; car lorsque l'acide marin est déphlogistiqué, il réagit sur l'alkali volatil, & le décompose.

Mais comme l'eau, à la température ordinaire de l'atmosphère, ne peut retenir qu'une petite quantité d'acide marin déphlogistiqué, il paroît très-difficile d'expliquer pourquoi il reste dans l'eau régale une si grande quantité de cet acide: cette circonstance me paroît tenir à l'af-

(a) Journal de Rozier, tom. XXVI, p. 323.

finité qu'il a avec l'acide nitreux non décomposé. Pour m'en assurer, j'ai mêlé de l'acide nitreux & de l'acide marin en différentes proportions; j'ai examiné si la pesanteur spécifique du mélange étoit plus grande que le poids moyen qui devoit en résulter, & je l'ai toujours trouvée moindre; mais comme il se dégageoit beaucoup de gaz pendant l'union & la pesée de ces deux acides, cette expérience ne peut pas être regardée comme concluante.

L'explication que les anti-plogisticiens donnent de ces phénomènes, me paroît embarrassée & difficile à comprendre. Suivant M. Berthollet (a), quoique le gaz nitreux attire le principe oxigène plus fortement que l'acide marin, cependant, « par une double affinité, d'un côté » le gaz nitreux se combine avec l'acide marin » & l'acide nitreux de l'eau régale, & de l'autre, l'air vital d'une partie de l'acide nitreux » se combine avec une partie de l'acide marin ».

A l'égard de l'affinité de l'acide marin & du gaz nitreux, il est difficile de l'accorder; car, d'après les expériences de M. Priestley, l'acide marin n'en absorbe, en peu de tems, qu'une quantité presqu'insensible & pas plus du quart

(a) Encyclopédie, tom. I, p. 259.

de son volume en deux mois (*a*), pendant que l'eau régale se fait en une demi-heure. Au total, cette explication ne dit autre chose, si ce n'est que les deux acides s'unissent ensemble, puisque l'acide marin s'unit aux deux principes de l'acide nitreux, qui sont l'air pur & le gaz nitreux; cependant, il arrive quelque chose de plus; ce qui est évident, même par l'odeur qui est toujours la même que celle de l'acide marin, tenu en digestion sur la chaux de manganèse.

(*a*) Priestley, tom. III, p. 129.



OBSERVATIONS
SUR L'EAU RÉGALE,
OU ACIDE NITRO-MURIATIQUE,
Par M. BERTHOLLET.

ON a vu, dans la section précédente, que l'acide muriatique oxigéné ne pouvoit avoir perdu du phlogistique, puisque si l'on en sépare simplement l'oxigène par le secours de la lumière, il se trouve ramené à son état primitif : les échanges de phlogistique que M. Kirwan suppose ici entre l'acide muriatique & l'acide nitrique, n'ont, par conséquent, besoin d'être soumis à aucune nouvelle discussion.

M. Kirwan m'attribue une opinion qui me paroît aussi inintelligible qu'à lui-même, mais qui est différente de la mienne : il prétend que je regarde le gaz nitreux comme uni à une partie de l'acide muriatique, pendant qu'une autre partie de celui-ci est combinée avec l'oxigène de l'acide nitrique, & cela dans la même liqueur ; mais la partie de l'acide muriatique qui se combine avec l'oxigène, ne de-

meure pas dans la liqueur; elle se dégage, & on peut la recevoir à mesure qu'elle se forme aux dépens d'une partie de l'oxigène de l'acide nitrique : le gaz nitreux qui résulte de la décomposition de l'acide nitrique reste en dissolution avec l'acide muriatique non oxigéné, & avec la partie de l'acide nitrique qui n'a pas été décomposée. Voilà ce que prouvent les expériences que j'ai décrites (Mém. Acad. des Scienc. 1785).

C'est avec grande raison que M. Kirwan trouve surprenant que l'acide muriatique de l'eau régale puisse rester uni dans l'état oxigéné avec un peu d'acide nitreux. Il suffit effectivement d'avoir comparé de l'eau régale & de l'acide muriatique oxigéné dans l'état de concentration dans lequel on peut l'obtenir, il suffit d'avoir observé son odeur extrêmement pénétrante, & sa grande disposition à se vaporiser, quoiqu'il contienne nécessairement une grande quantité d'eau, pour se persuader que ce n'est pas cet être-là qui forme l'eau régale. On peut s'en convaincre bientôt, en observant les effets de celle-ci sur les couleurs végétales & sur les alkalis, car ses effets sont semblables à ceux que produisent les autres acides, & par conséquent très-différens de ceux de l'acide muriatique oxigéné. Ce n'est donc qu'une supposition que l'auteur a faite, quand il a dit

que lorsqu'on préparoit l'eau régale par le muriate ammoniacal, l'alkali volatil étoit détruit; elle est si peu fondée, que l'alkali volatil n'est plus décomposé par l'acide muriatique oxigéné, à la température de l'atmosphère, dès qu'il est lui-même combiné avec l'acide muriatique ou avec l'acide nitrique.



SECTION VII.

DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE.

D'APRÈS différentes expériences, & particulièrement d'après celles de M. Lavoisier, qui paroissent faites avec grand soin, l'acide phosphorique seroit composé d'une base particulière, unie à 2,265 de son poids de principe acidifiant, c'est-à-dire, d'air fixe; ou en d'autres termes, que 100 grains d'acide phosphorique sec contiennent environ 69 grains d'air fixe, & 31 grains de sa base particulière: 100 grains de la base phosphorique absorbent 226,5 grains d'air fixe, ou 32,9 de phlogistique, lorsqu'elle devient phosphore; & 100 grains de phosphore contiennent 75,24 grains de base, & 24,76 grains de phlogistique.

Les anti-phlogisticiens pensent que l'acide phosphorique est composé du phosphore lui-même, uni au principe oxigène, & qu'il ne contient point de phlogistique.

M. de Morveau a fait une expérience qui prouve évidemment la déphlogistication de cette substance pendant son acidification, & que l'air

pur se change en air fixe avant de s'unir à lui. Il a laissé trois ou quatre jours un morceau de phosphore dans un grand vaisseau de verre bien fermé, exposé à une température de 70 à 72 degrés; il ouvrit ensuite ce vase sous l'eau de chaux, qui entra dans le vase, & se troubla sur-le-champ; après la filtration, elle laissa un précipité qui faisoit effervescence avec l'acide nitreux, par conséquent, la précipitation ne venoit pas de la combinaison de la chaux avec l'acide phosphorique (a).

M. Lavoisier ayant jetté graduellement du phosphore dans de l'acide nitreux, dont la pesanteur spécifique étoit 1,299, il l'a échauffé jusqu'à 133 degrés (b). Il observa qu'il y avoit une grande quantité de gaz nitreux de produit; que presque tout le phosphore étoit converti en acide phosphorique, & que son poids se trouvoit presque double. Comme j'ai déjà prouvé que le gaz nitreux contient une grande quantité de phlogistique, & qu'il ne préexiste pas dans l'acide nitreux, je dois regarder cette expérience

(a) Encyclopédie, tom. I, pag. 220.

(b) 39,1 du thermomètre de M. de Reaumur.

comme une preuve que le phosphore contient du phlogistique, & qu'il a pris l'air fixe de l'acide nitreux. Mais l'augmentation de poids que le phosphore acquiert pendant cette opération, ne peut pas venir entièrement de l'acide nitreux, parce qu'il a dû se mêler beaucoup d'air commun pendant l'introduction graduelle du phosphore dans la cornue (a).

Le célèbre M. Sage a fait voir que le phosphore précipite le cuivre, l'argent & les autres métaux sous la forme métallique, lorsque leurs dissolutions sont affoiblies; & qu'en même-tems le phosphore est converti en acide (b): ce qui est une preuve complète que le phosphore contient le phlogistique, si les métaux en contiennent lorsqu'ils sont sous la forme métallique. Margraf (c) dit que si l'on distille l'acide phosphorique avec le zinc, il sera converti en phosphore; que le même effet aura lieu si on le distille avec l'étain; ce qui est contradictoire avec la table des affinités de M. Lavoisier.

(a) Mémoires de l'Académ. des Sciences, ann. 1780, page 350.

(b) Journal de Physique, tom. XVIII, p. 263.

(c) Tom. I, pag. 146.

La base de l'acide phosphorique, comme M. de Morveau l'a très-bien observé, est la seule que l'on puisse obtenir libre, dégagée en même-tems du phlogistique & de son principe acidifiant. C'est cette base qu'on a nommée acide phosphorique glacial, quoique improprement, puisqu'elle n'est pas soluble dans l'eau.



L E T T R E

DE M. DE MORVEAU A M. HASSENFRAZ,
SUR L'ACIDE PHOSPHORIQUE.

« M O N S I E U R ,

» Vous n'auriez sûrement pas été embarrassé
» de répondre à l'argument que M. Kirwan tire
» de mon expérience, dans sa section sur l'acide
» phosphorique; mais il falloit en même-tems
» contredire l'expérience même, & vous avez
» l'honnêteté de me fournir l'occasion de me
» redresser moi-même.

» Je dis que vous n'auriez pas été embarrassé;
» en effet, la solution se déduit de l'hypothèse
» même de M. Kirwan : si c'est l'air fixe qui
» est le principe acidifiant, il est impossible qu'il
» serve tout-à-la-fois à acidifier le phosphore,
» & à rendre la chaux effervescente. Y en au-
» roit-il une portion surabondante? Mais pour-
» quoi ne se manifesterait-elle pas dans les
» autres opérations, où le phosphore est de même
» acidifié? Comment, dans cette supposition,
» trouverait-on le poids acquis par le phosphore.

» correspondant à celui de l'air vital absorbé ?
» &c. &c.

» J'aurois donc pu, Monsieur, me borner à
» vous renvoyer à vos propres réflexions, qui
» auroient suffi pour faire tomber l'objection ;
» mais j'ai différé ma réponse pour pouvoir ré-
» péter l'expérience avec toutes les précautions
» capables d'en assurer le résultat.

» J'ai mis 20 grains de phosphore, le plus
» pur que j'aie pu me procurer, & d'une belle
» transparence, sur un petit entonnoir de verre
» soufflé à la lampe ; j'ai suspendu cet entonnoir
» dans un très-grand flacon, à-peu-près aux deux
» tiers de sa hauteur ; le bouchon du flacon
» portoit un siphon, dont le bout étoit plongé dans
» un grand vaisseau rempli d'eau de chaux, pré-
» parée l'instant auparavant. Ce flacon contenoit
» de l'air commun, que j'avois fait passer à
» travers l'eau de chaux avant de l'y introduire,
» afin de juger s'il ne tenoit pas, par hasard,
» un peu de gaz acide carbonique libre.

» Dans un flacon semblable, j'ai fait entrer
» de l'air vital, en le faisant passer aussi à tra-
» vers l'eau de chaux, & le phosphore y ayant
» été suspendu de même dans un entonnoir, on
» a établi, comme pour le précédent, un siphon de
» verre plongeant profondément dans l'eau de
» chaux.

» Dans l'expérience décrite page 220 de l'Encyclopédie, je n'avois qu'un flacon rempli d'air commun; ce qui m'a déterminé à opérer cette fois tant sur l'air commun que sur l'air vital, c'est qu'il se pourroit bien que le premier contînt habituellement une petite portion de gaz carbonique, dans un état de combinaison qui l'empêchât d'altérer les réactifs; & dans ce cas, il n'auroit pas été surprenant que cette portion se fût séparée du fluide atmosphérique, dans le même tems que le phosphore lui enlevoit une de ses parties constituantes; mais cet effet n'a pas eu lieu.

» A mesure que le phosphore s'est brûlé (ce qui n'a pas été bien long, parce que j'avois exposé les flacons aux rayons du soleil), l'eau de chaux y est rentrée pour remplacer l'air absorbé. Dans le commencement, l'acide qui se formoit tomboit par le bec de l'entonnoir comme une liqueur, quoiqu'elle eût encore manifestement une consistance vaporeuse, qu'elle conservoit en arrivant sur le fond du flacon. Quand l'eau de chaux y a été en certaine quantité, il s'est déposé une matière blanche floconneuse.

» Par le moyen de ces appareils, la combustion du phosphore a été & plus prompte & plus complète. Elle a continué dans le pre-

» mier flacon jusqu'à ce que toute la portion
» d'air vital ait été consumée ; elle s'est arrêtée
» dans le second lorsque l'eau de chaux est montée
» au point de couvrir le reste du phosphore.

» Alors , j'ai ouvert les deux flacons ; j'ai
» porté, dans la liqueur, du papier bleu, qui
» a sur-le-champ passé au rouge. Il y avoit donc
» de l'acide phosphorique par surabondance ; &
» dès lors, il est évident qu'il ne pouvoit y avoir
» de l'acide carbonique dans le précipité ; car
» l'acide phosphorique l'auroit dégagé ; il est au
» contraire très-certain qu'il y avoit une por-
» tion de phosphate de chaux, tenue en disso-
» lution par l'excès d'acide phosphorique.

» Il n'y avoit point de gaz acide carbonique
» au-dessus de la liqueur des flacons : s'il y en
» avoit eu, il auroit été attiré par l'eau de
» chaux dans le siphon dont le diamètre étoit
» de plus de 3 lignes ; il auroit tapissé ses pa-
» rois de carbonate de chaux, il en auroit laissé
» quelques traces à son orifice ; il eût du moins
» troublé légèrement la liqueur qu'il contenoit :
» rien de tout cela ; l'eau de chaux du siphon
» a conservé toute sa transparence, lorsque celle
» du vaisseau, qui avoit le contact de l'air ex-
» térieur, étoit déjà couverte d'une pellicule
» assez épaisse.

» Comment ai-je donc pu voir un mouve-

» ment d'effervescence quand j'ai versé la pre-
 » mière fois de l'acide nitrique sur un semblable
 » précipité : Il est bien certain que je l'ai vu,
 » puisque je l'ai décrit : mais j'ai été induit en
 » erreur par quelque circonstance étrangère.
 » Qui est-ce qui ne fait qu'avec les meilleures
 » intentions, on est toujours disposé à se con-
 » tenter des apparences, quand elles s'accordent
 » avec nos explications; & voilà pourquoi ce
 » que nous voyons prend toujours une teinte de
 » ce que nous pensons. Ce n'est pas assez, ce-
 » pendant, de dire qu'on a été trompé, il faut,
 » pour donner confiance à la seconde observa-
 » tion, découvrir la cause de l'erreur. C'est ce
 » qui m'a engagé à traiter encore mes précipités
 » comme dans l'expérience citée par M. Kirwan.
 » J'ai fait plus; avant de les jeter sur le filtre,
 » j'ai ajouté de l'eau de chaux, par excès, dans
 » les deux flacons; je les ai rebouchés & forte-
 » ment agités; malgré cela, l'acide nitrique
 » les a redissous, sans dégager la moindre partie
 » de gaz. A la vérité, j'ai soumis à cette
 » épreuve la matière restée sur le filtre, dès
 » qu'elle n'a plus été baignée dans la liqueur;
 » & je n'ai pas cru devoir la *laisser sécher*, ainsi
 » que je l'avois fait, & que je l'ai dit dans le
 » récit de la première expérience. Cette circon-
 » stance suffit pour rendre raison de la différence

» des phénomènes observés, en ce que, pen-
» dant le tems de la dessiccation, l'eau de chaux
» dont étoit impregné le phosphate calcaire, a
» bien pu recevoir de l'acide carbonique de l'air
» ambiant.

» Je suis, &c.



SECTION VIII.

DE L'ACIDE SACCHARIN.

LES substances végétales, en général, se résolvent par l'analyse en air fixe, en gaz inflammable & en air phlogistique; il n'existe d'autres différences entre elles que dans le nombre, la proportion & le degré de condensation de ces principes. Si nous les supposons chacun d'eux seulement susceptibles de dix degrés de condensation, nous aurons 40 principes différens, indépendamment peut-être des alkalis, dont la composition n'est pas encore connue; les combinaisons dont ces principes sont susceptibles pourroient fournir amplement toutes les variétés qu'on peut supposer exister. Chaque combinaison de deux ou de plusieurs de ces principes, comme aussi chaque degré de condensation de ces mêmes principes, paroissent déterminer les propriétés particulières à chacune d'elles. Mais comme nous sommes d'une grande ignorance sur la manière de combiner ou de condenser ces principes, nous ne sommes pas encore en état de recomposer les substances végétales, même celles qui ne sont plus organisées.

Le sucre est un composé d'air fixe, d'une beaucoup plus grande quantité de gaz inflammable, & d'un peu d'eau, le tout condensé à un degré que nous ne connoissons pas. En total, il retient une chaleur spécifique plus grande que les huiles & le charbon; ce qui me fait exclure l'eau de sa composition. M. de Morveau croit, avec une grande probabilité, qu'il a pour base une huile éthérée subtile, à laquelle une grande proportion de gaz inflammable condensé est surajouté.

L'acide du sucre est donc formé de cette base particulière, dépouillée du phlogistique surabondant, & unie à une grande proportion d'air fixe dans l'état de condensation. L'acide saccharin ne préexiste donc pas dans le sucre, mais il est formé par l'opération qui le fournit; ainsi, il diffère des sels neutres, des savons & des acides minéraux phlogistiqués.

Cet acide tire la plus grande partie de son principe acidifiable de l'acide nitreux, qui est décomposé, ainsi que le sucre lui-même, dans l'opération qui produit l'acide saccharin. La base nitreuse enlève le phlogistique du sucre, tandis que l'air fixe de l'acide nitreux, se combine avec la base saccharine.

La simplicité de la théorie des anti-phlogisticiens paroît avoir un grand avantage dans l'ex-

plication des phénomènes des acides minéraux ; mais elle le perd absolument dans l'explication de l'analyse & de la production des acides végétaux , & c'est alors que son insuffisance se démontre.

M. Lavoisier a distillé 236,25 grains de sucre avec 945 grains d'acide nitreux, dont la pesanteur spécifique étoit 1,316, étendu avec 945 grains d'eau dans un appareil propre à recevoir les airs. Il y avoit adapté une bouteille intermédiaire, destinée à recueillir la liqueur qui passeroit pendant la distillation. Le poids total des matières étoit 2126,25 grains ; & lorsque l'opération fut achevée, le total étoit :

	pouc.		gr.		{	Qui contiennent 15 grains de phlogistique, & 6,7 grains de base nitreuse.
Gaz nitreux,	229	71 =	85			
Air fixe,	108	81 =	50,6			
Gaz inflammable, 50,		22 =	1,			
Liqueur & sel dans la cornue,	1316,					
Poids acquis dans la bouteille intermédiaire,			599,			
			<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>			
			grains.			
Total,	2051		6			
Poids primitif, 2126,			25			
			<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>			

Perte, . . . 74, 65 (a).

Cette perte est si considérable qu'il est inutile d'entrer dans le détail de la quantité d'acide nitreux décomposé (b), d'autant plus que la décomposition de cet acide n'est pas contestée. Mais il

(a) M. Lavoisier a distillé 288 grains de sucre dans 1157,9 d'acide nitreux, à 1,316 de pesanteur spécifique, & étendu de 1157 grains d'eau. Ainsi le total étoit 2602 grains; il a obtenu :

Gaz nitreux, 189,74	p. cub.	=	103,7	gr.	{ Qui contiennent 18,2 de phlogistique, & 8,174 de base nitreuse.
Air fixe, . . . 89,877		=	61,732		
Gaz inflamm. 24,96		=	1,22		
Liqueur & sel dans la cornue, 1605,52					
Poids acquis dans la bouteille, 730,78					
			2502,952		
Poids primitif, 2602,					
			99,048		
Perte,			99,048		

(b) Mémoires de Paris, ann. 1778, pag. 541.

Il semble qu'il y ait ici une contradiction dans le compte rendu par M. Lavoisier de son expérience; car il dit que la bouteille intermédiaire a acquis 1 once 2 gros 12 grains, tandis que quelques lignes plus bas, il annonce qu'il y a passé seulement 3 gros 56 grains.

regarde comme certain, ce qui ne peut lui être accordé, que le gaz nitreux préexistoit dans l'acide nitreux, & que même cet acide contenoit un volume égal de gaz nitreux & d'air pur; ce qui a déjà été prouvé impossible.

Il infère de cette expérience que le sucre est une espèce de charbon, qui, s'unissant au principe oxigène de l'acide nitreux, décompose cet acide, en chasse le gaz nitreux, & forme l'acide saccharin. Mais vers la fin de l'opération, cet acide est lui-même décomposé, comme le pense M. Lavoisier; & de-là vient l'air fixe, qui n'est autre chose que le principe oxigène uni au charbon.

Sur cela je remarque, 1^o. que d'après cette théorie, l'acide du sucre & l'air fixe seroient une seule & même chose, puisqu'ils sont tous les deux composés de principe oxigène uni au charbon. M. Lavoisier peut répondre que l'acide du sucre, outre ces deux principes, contient encore de l'air inflammable; mais alors il doit avouer que le sucre contient une plus grande proportion de gaz inflammable que celle qu'il a obtenue pendant la formation de l'acide du sucre. Il ne pourra pas nier que cette partie de ce gaz inflammable ne se soit combinée avec la base nitreuse; il dira peut-être aussi que ce charbon est différent du charbon ordinaire. Si

cela est ainsi, comment a-t-il pu former le même air fixe qu'avec le charbon ordinaire; en outre, si c'étoit une espèce différente de charbon, l'acide du sucre, dans son système, seroit décomposé par le charbon ordinaire, & le sucre seroit régénéré: car, d'après la table d'affinités, le charbon a une beaucoup plus grande affinité avec l'oxigène que le sucre n'en a avec ce principe. Enfin, le sucre seroit régénéré par différentes substances métalliques, qui sont rangées avant lui dans l'ordre d'attraction pour le principe oxigène.

2°. Si l'acide du sucre étoit le résultat de l'union du sucre avec le principe oxigène, il devroit peser plus que le sucre lui-même, dont il est formé, quoiqu'il se dégage un peu d'air fixe & de gaz inflammable: car dans les expériences de M. Lavoisier, la quantité de sucre employée étoit de 236,25 grains (*a*), & celle de l'oxigène absorbée de 83 grains (*b*); de sorte que s'il n'y avoit rien eu de perdu, la totalité de l'acide saccharin auroit dû être de 319,25 grains (*c*),

(*a*) 238.

(*b*) 101,26.

(*c*) 349,485.

& si nous déduisons la perte de 50 grains d'air fixe (*a*) & d'un grain de gaz inflammable (*b*), nous aurons encore 268,25 grains (*c*), c'est-à-dire, 32 grains de plus que le poids du sucre (*d*). Mais cette augmentation de poids est contraire à l'expérience de tous ceux qui ont examiné la matière avec quelque attention. M. Bergman, de trois parties de sucre, n'en a obtenu qu'une d'acide (*e*); M. Chaptal, d'un tiers aux deux cinquièmes du sucre employé (*f*); M. Sage seulement dix seizièmes (*g*); & cependant, si nous considérons la proportion & la force de l'acide dont s'est servi M. Lavoisier, nous trouverons qu'il est très-vraisemblable que même tout le sucre qu'il a employé n'a pas été converti en acide saccharin.

(*a*) 61.

(*b*) 1,22.

(*c*) 326,265.

(*d*) 39,04.

(*e*) Tom. I, pag. 253.

(*f*) Chaptal, pag. 61.

(*g*) Mémoires de Paris, année 1777, p. 437.

3°. Si l'acide saccharin ne consiste que dans le résultat de la combinaison du sucre en entier avec l'oxigène, on pourroit le former en distillant du sucre sur de la chaux noire de manganèse ou avec l'acide marin déphlogistiqué; car ces deux substances contiennent l'oxigène en grande abondance, & ce principe s'en dégage facilement. Cependant, après plusieurs tentatives, ni M. Schéele, ni M. de Morveau, n'ont pu former aucune portion d'acide saccharin par le moyen de ces substances: ce n'est pas faute d'affinité de l'oxigène avec le sucre; car, d'après la table de M. Lavoisier, il a une plus forte affinité avec le sucre qu'avec aucune de ces substances; &, comme M. de Morveau l'a fait voir, il les quitte pour s'unir au soufre, avec lequel, d'après cette table, il a moins d'affinité. La seule raison qui empêche que le sucre ne se convertisse en acide par le moyen de ces substances, est donc qu'aucunes d'elles ne peut lui enlever la quantité de phlogistique qu'il doit perdre pour devenir acide.

Enfin, si l'on distille l'acide du sucre, il se convertit en entier en eau, en air fixe, & en gaz inflammable. On ne trouve pas la moindre quantité de charbon ni d'air déphlogistiqué. Il n'est, par conséquent, pas raisonnable de re-

184 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE.

garder ces deux substances comme ses parties
constituantes. Mais comme l'air fixe est le seul
qu'on puisse extraire de tous les acides végé-
taux, il me paroît en être le vrai principe aci-
difiant.



R E M A R Q U E S
S U R L'ACIDE DU SUCRE,

Par M. DE FOURCROY.

Q U O I Q U' O N n'ait point encore de connoissances très-positives sur les divers principes qui forment les matières végétales, les expériences des modernes ont cependant fait voir que ces principes sont beaucoup plus simples & moins nombreux qu'on ne le croyoit autrefois, puisqu'en dernière analyse, on n'a retiré des végétaux, que la base du gaz inflammable que nous appellons hydrogène, le charbon qui y est tout formé, l'oxigène ou la base acidifiante de l'air vital, l'azote, ou la base du gaz azotique de l'eau & quelques terres. C'est avec ces cinq ou six substances primitives qui paroissent très-simples, ou dont au moins les élémens composans n'ont pas encore pu être isolés, que le travail de la végétation, produit les extraits, les mucilages fades, le sucre, les huiles fixes & volatiles, l'arome, le gluten, la farine, les parties colorantes, les divers acides, &c.

Toutes ces matières végétales paroissent ne différer les unes des autres, que par le nombre,

la proportion des composans qui les constituent, & comme l'indique M. Kirwan, par le plus ou moins de condensation que les composans y éprouvent.

Il en est du sucre comme des autres matières végétales : l'analyse la plus exacte n'y démontre pour principes primitifs que l'hydrogène, le carbone, de l'eau & un peu de substance terreuse & alkaline; rien ne prouve qu'il contienne l'acide carbonique tout formé. M. Kirwan avance cette assertion sans preuves positives; tout annonce au contraire que cet acide qui s'en dégage par l'action du feu ou de la fermentation, se forme au moment même de son dégagement.

M. Kirwan pense avec nous que l'acide oxalique, (*saccharin*) n'y préexiste pas, & qu'il est produit par l'action de l'acide du nitre. Mais il diffère dans l'explication qu'il en donne; il croit que l'huile éthérée du sucre cède son hydrogène ou phlogistique à la base nitreuse qui devient gaz nitreux, tandis que l'acide carbonique de cet acide se fixe dans l'huile déphlogistiquée & la convertit en acide oxalique. Examinons la juste valeur de cette théorie. 1°. M. Kirwan n'a pas démontré la présence de l'acide carbonique dans l'acide du nitre, ni même que le premier de ces acides se formât pendant la

séparation des principes & sur-tout de l'air vital du second. Mais quand cette assertion seroit démontrée, comment M. Kirwan peut-il expliquer que le gaz inflammable ou le phlogistique du sucre se dégage pour s'unir à la base nitreuse, & reprendre un même phlogistique à cet acide? Pourquoi le sucre, contenant suivant lui tout ce qui lui est essentiel pour devenir acide oxalique, puisqu'il y admet la présence de l'air fixe, ne se change-t-il pas spontanément en cet acide? pourquoi, en un mot, quitte-t-il son phlogistique, pour en reprendre seulement dans l'état d'air fixe?

2°. Si la conversion de l'huile étherée du sucre, ou de la base saccharine en acide oxalique ne consiste que dans le dégagement de son hydrogène, ou phlogistique, & dans l'absorption de l'acide carbonique, pourquoi cet acide ne se forme-t-il pas par la distillation du sucre, ou les deux circonstances nécessaires à cette formation, semblent être réunies.

3°. On ne peut pas démontrer la présence de l'acide carbonique dans l'acide oxalique; on n'a point opéré la conversion réciproque de l'un dans l'autre, comme on a séparé & réuni les principes de ceux des acides dont la composition est rigoureusement démontrée dans la doctrine moderne des chimistes françois.

Les objections que M. Kirwan fait à cette théorie, relativement à la formation de l'acide oxalique, ne nous ont pas paru aussi fortes qu'il les croit. Pour y répondre avec précision, remarquons d'abord que le Mémoire de M. Lavoisier sur cet acide, imprimé dans le volume de 1778, d'où M. Kirwan tire la plus grande partie de ses argumens, est fort éloigné de ce que les découvertes modernes ont appris de plus exact sur la nature des substances végétales. Si l'on ne s'en rapportoit qu'aux ouvrages écrits il y a dix ans, pour connoître notre théorie, on risqueroit de nous attribuer des inexactitudes & même des erreurs que les expériences qui se sont succédées sans interruption depuis cette époque, ont peu-à-peu fait disparaître. M. Lavoisier a fait des recherches plus exactes sur le sucre, & il ne diroit plus aujourd'hui que le sucre entier entre dans la composition de l'acide oxalique, ou que c'est du charbon qui en fait la base. Il résulte de ses nouvelles recherches sur le sucre analysé par la fermentation spiritueuse, que cette matière végétale contient par quintal près de 8 livres d'hydrogène, 60 livres d'oxigène, & plus de 30 livres, de carbone, c'est-à-dire qu'il est composé d'eau de carbone, avec un excès d'oxigène. Ce n'est point cet ensemble qui entre dans la composition de l'acide

oxalique ; il est décomposé comme l'acide nitrique qui sert à le former, & sans avoir besoin d'opposer à M. Kirwan, qui ne décrit pas des expériences particulières sur cet objet, des essais faits avec toute l'exactitude requise qui nous manquent encore, nous avons assez de données pour lui prouver que notre théorie est aussi simple sur ce point que sur tous les autres, & qu'elle n'a point le désavantage d'exiger comme la sienne des suppositions multipliées.

Lorsque l'on combine le sucre avec l'acide nitrique, il se dégage pendant l'effervescence une assez grande quantité d'acide carbonique mêlé au gaz nitreux ; cet acide ne peut provenir que du charbon du sucre uni à l'oxygène de l'acide du nitre, car ce dernier n'en donne jamais sans le contact du charbon ou d'une matière qui en contient, & l'on peut convertir totalement en gaz nitreux & en acide carbonique, des quantités proportionnelles de charbon & d'acide nitrique ; ce premier fait prouve que l'acide oxalique qui se forme à mesure qu'il se dégage du gaz acide carbonique & du gaz nitreux, contient moins de carbone que le sucre, & explique pourquoi ce dernier perd de son poids en devenant acide ; on peut donc regarder l'acide oxalique comme un acide

mixte formé d'hydrogène , de carbone , & d'oxigène , en certaine proportion encore indéterminée. Si l'oxigène ne forme point simplement de l'eau avec l'hydrogène , & de l'acide carbonique avec le carbone , mais un composé nouveau & particulier , c'est que ces deux principes sont unis entr'eux d'une manière particulière & tiennent également à l'oxigène. Dès qu'une force étrangère viendra rompre l'équilibre , comme l'action d'un certain degré de chaleur , les trois principes se sépareront & s'uniront dans un autre ordre , l'hydrogène se dégagera , & il se formera de l'acide carbonique qui n'y existoit pas d'abord ; tels sont aussi les produits de la distillation faite sur cet acide. Comme l'acide oxalique est composé de deux des matières qui ont la plus grande affinité possible avec l'oxigène , la plupart des métaux ne peuvent le décomposer ; d'ailleurs le zinc & le fer qui seuls pourroient enlever une partie d'oxigène à cet acide , ayant besoin pour cela d'une assez forte température , celle-ci décomposerait l'acide oxalique en opérant la réaction de ces principes & la rupture de leur équilibre , de manière à les altérer très-fortement.

Il ne nous manque , pour avoir une connois-

fance plus exacte de l'acide oxalique, que de connoître exactement la proportion des principes qui entrent dans sa composition ; ce qui peut être fait par le rapport des produits de la distillation du sucre, de sa fermentation, & de son analyse par l'acide nitrique. La condensation de ses principes est aussi un élément à rechercher pour cette connoissance ; la chaleur & la pesanteur spécifiques pourront le fournir.

Notre doctrine sur ce point n'est, comme sur tous les autres, que le résultat simple indiqué par l'expérience ; elle s'accorde avec tout ce qu'on fait sur cet acide oxalique & sur tous les matériaux qui le fournissent par l'action de l'acide nitrique. Tous ceux-ci ne se réduisent jamais en dernière analyse qu'en hydrogène, oxigène & carbone.

Nous pensons aussi, d'après ces données générales, que les dix acides végétaux différens que l'on connoît aujourd'hui, contiennent tous les mêmes principes que l'oxalique, le carbone, l'hydrogène & l'oxigène ; mais qu'ils diffèrent les uns des autres par la proportion, la condensation de ces principes, ainsi que par l'addition de quelque matière, comme par exemple d'un peu d'alcool dans l'acide acéteux. Cette

opinion est fondée sur la convertibilité de ces acides les uns dans les autres, prouvée par les recherches de MM. Crell, Hermstad, &c. & opérée par le seul changement dans la quantité de leurs composans.



SECTION IX.

*DE LA CALCINATION, DE LA RÉDUCTION
DES MÉTAUX, ET DE LA FORMATION
DE L'AIR FIXE.*

CALCINER un métal, c'est le priver de son brillant métallique, ou l'amener à une forme cassante moins cohérente & pulvérulente. Les métaux malléables perdent par-là leur malléabilité, & le mercure sa fluidité. Réduire un métal, c'est lui rendre son éclat métallique & le degré de cohérence & de malléabilité qui lui est propre.

Les chaux métalliques sont plus pesantes que les métaux dont elles sont formées; d'où il est évident qu'elles ont acquis une nouvelle substance; mais elles sont spécifiquement *plus légères* qu'avant la calcination, d'où il est clair que cette nouvelle substance est plus légère que celle à laquelle les métaux étoient unis avant la calcination, s'il est vrai qu'ils fussent unis à quelque chose.

Les différentes substances par le moyen desquelles aidés de la chaleur, les métaux peuvent être calcinés, sont l'air respirable, l'eau, les

acides, les alkalis, le mercure à l'aide de l'air respirable, & différentes autres matières métalliques dans diverses circonstances.

Selon la nouvelle théorie, les substances métalliques ne perdent rien pendant leur calcination, mais au contraire elles s'unissent au principe oxigène qui est l'air pur privé de la plus grande partie de sa chaleur spécifique.

Ceux qui admettent la présence du principe inflammable dans les métaux, sont communément d'accord qu'il s'en sépare pendant la calcination. Mais quant à la nouvelle substance que les métaux absorbent, il y a, jusqu'à présent, peu de partisans de l'ancien système qui aient déclaré leur sentiment. J'éviterai de discuter les anciennes opinions abandonnées depuis long-tems, ainsi que celle de M. Schéele, qui a eu peu de partisans, & qui a été suffisamment réfutée par M. Lavoisier, & par les expériences de M. Fordyce.

M. Cavendish est porté à penser que les métaux imparfaits perdent leur principe inflammable ou leur phlogistique pendant la calcination, & qu'ils prennent de l'eau à sa place: mais quant aux chaux de mercure & des métaux parfaits, il pense qu'il est ridicule de décider si c'est le mercure & non l'eau, ou bien si c'est

l'eau & non le mercure, qui ont perdu leur principe inflammable.

Dans le système des anti-phlogisticiens, pour réduire un métal calciné, il faut seulement le priver de son principe oxigène. Suivant M. Cavendish, dans la plupart des cas, il suffit de décomposer l'eau à laquelle la chaux est unie; le principe inflammable de l'eau s'unit au métal; l'air pur qui formoit l'autre principe de l'eau est dégagé.

Dans mon opinion, les substances métalliques perdent, par la calcination, leur phlogistique, qui n'est autre chose que le gaz inflammable pur dans l'état concret: en même-tems, elles s'unissent le plus communément à l'air fixe formé pendant l'opération; mais quelquefois, plusieurs d'entre elles s'unissent à l'eau & à d'autres substances, par le moyen desquelles elles sont également calcinées. Les chaux des métaux parfaits peuvent donc se réduire par la décomposition de leur air fixe: celles des métaux imparfaits & des demi-métaux, partie par la décomposition de leur air fixe, partie par son expulsion ou par celle des autres substances étrangères qu'ils ont absorbées, & par leur réunion simultanée avec le principe inflammable.

Pour appuyer cette opinion, il est nécessaire de prouver que le phlogistique ou l'air inflammable existe sous forme concrète dans les substances

métalliques dans leur état parfait. C'est ce que je crois avoir suffisamment prouvé dans une autre occasion (a). J'y ai fait voir, 1^o. que la plupart des métaux pendant leur dissolution dans les acides, produisent du gaz inflammable, & cependant que les mêmes métaux placés dans la dissolution d'autres métaux par les mêmes acides, quoiqu'ils s'y dissolvent, ne donnent plus d'air inflammable; mais que dans le même tems & dans la même proportion, le métal précédemment dissous & calciné reprend son éclat métallique.

J'ai conclu de ces faits que la substance qui se seroit dégagée dans l'état de gaz inflammable du métal ajouté, s'il avoit été seul, avoit été, dans cette occasion, reprise & absorbée par le métal revivifié.

2^o. Que les chaux métalliques sont revivifiées par la simple chaleur dans le gaz inflammable qu'elles absorbent visiblement.

3^o. Que le gaz inflammable se dégage des substances métalliques dans le vuide, par la pure chaleur, du moins avec l'aide d'un peu d'humidité.

4^o. Que les chaux des métaux imparfaits ne sont jamais revivifiées que par les substances qui

(a) Transactions Philosophiques, ann. 1782, p. 195.

contiennent le principe inflammable. Il ne me reste plus qu'à répondre aux objections qui ont été faites à ma conclusion générale & à ma théorie de l'air fixe, par la décomposition duquel les chaux de mercure sont revivifiées. D'abord, les anti-phlogisticiens prétendent que le gaz inflammable produit pendant la dissolution des métaux, vient de la décomposition de l'eau. « Car » (dit cet éminent mathématicien & philosophe, M. de la Place, qui, le premier, a suggéré cette idée favorable au système des anti-phlogisticiens) « les métaux sont » calcinés par l'action des acides, c'est-à-dire, « qu'ils s'unissent à l'air vital : » (ces expressions ne doivent pas cependant être regardées comme synonymes) « il paroît, par les expériences de » M. Lavoisier, qu'aucune portion de l'acide » vitriolique n'est altérée par le fer, puisqu'il » peut saturer la même quantité d'alkali avant » qu'après » : (cela admis prouve seulement que le gaz inflammable ne vient pas de l'acide) « si le gaz inflammable se dégageoit du métal, » nous en obtiendrions de même par l'acide » nitreux ; » (point du tout ; l'acide nitreux est évidemment décomposé : le gaz inflammable s'unit à sa base, & forme du gaz nitreux) « s'il » se formoit du gaz inflammable, il deviendroit » sensible par son union avec l'air pur ». (Non ;

en s'unissant avec l'air pur, il forme l'air fixe).
 « En outre, l'action de l'acide nitreux sur le
 » mercure développe du gaz nitreux ; cependant,
 » il ne paroît pas que le mercure donne de gaz
 » inflammable, puisque sa chaux est revivifiée
 » sans addition d'air inflammable ».

(Cette revivification a été expliquée en détail à la fin de la quatrième section ; l'on verra, à la fin de celle-ci, de nouvelles preuves que cette réduction est due au gaz inflammable). (a).

(a). Note remise au Traducteur par M. de la Place.

Je répondrai aux objections de M. Kirwan en reprenant mon raisonnement sur la décomposition de l'eau dans les dissolutions métalliques.

Les métaux sont calcinés par l'action des acides, & s'unissent, dans cette opération, à l'oxigène ; cela est incontestable, d'après toutes les expériences que l'on a faites, dans ces derniers tems, sur cet objet. Dans la dissolution du fer par l'acide sulfurique, l'acide n'est point altéré, puisqu'il peut toujours, avant comme après, saturer la même quantité d'alkali. Le gaz inflammable qui se dégage, & l'oxigène qui se combine avec le fer, ne viennent donc point de cet acide ; & puisque la dissolution a également lieu dans des vaisseaux fermés, il est clair que l'eau seule fournit l'air vital nécessaire à cette opération. Elle produit donc le gaz inflammable qui se

Si nous considérons, dans ce cas, la décomposition de l'eau sous un point de vue chimique,

développe, puisque, donnant un de ses principes, l'autre devient libre. M. Kirwan ne répond rien à cela.

Le gaz inflammable fournit une seconde preuve de la décomposition de l'eau dans ces dissolutions, car on vient de voir qu'il ne résulte point de l'acide sulfurique. En le supposant produit par le fer, on l'obtiendrait également par l'action de l'acide nitrique; & l'on sait que dans ce cas, il ne se dégage que du gaz nitreux. On peut dire, à la vérité, qu'il est un des principes du gaz nitreux, mais il devrait reparoître, lorsqu'en unissant le gaz nitreux à l'air vital, on reforme l'acide nitreux décomposé.

Ici, M. Kirwan répond que dans cette union il se forme de l'air fixe, qui, suivant cet excellent physicien, est formé d'air vital & de gaz inflammable; mais toutes les épreuves que l'on a tentées pour s'assurer de l'existence de l'air fixe, dans ce cas, n'en ont pas fait reconnoître le moindre vestige.

Pour prouver encore que le gaz nitreux ne renferme point comme principe, le gaz inflammable, j'ajoute que ce gaz se développe par l'action de l'acide nitrique sur le mercure, quoique cette substance métallique ne renferme point de gaz inflammable, puisque son oxide se réduit sans son intermède, & par la seule action de la chaleur. M. Kirwan répond que dans l'oxidation du mercure, le gaz inflammable se combine avec l'air vital, & forme de l'air fixe, qui s'unit à l'oxide mercuriel, & que dans la revivification de cet oxide, l'air fixe rend au mercure son principe inflammable, & dégage de

elle ne pourra paroître que très-peu probable. Toute décomposition a lieu en vertu d'une simple ou d'une double affinité ; par conséquent, si l'eau est décomposée pendant la dissolution du fer dans l'acide vitriolique, étendu d'eau, cela doit arriver en vertu d'une affinité simple ou double. Dans ce cas cependant, ni l'une ni l'autre ne peuvent avoir lieu : ce n'est point une double affinité, puisque le gaz inflammable s'échappe sans s'unir à l'acide ; ce n'est pas une affinité simple, puisqu'il n'y a aucune preuve qu'il en existe une telle dans ce cas ; & s'il en existoit, l'eau seroit aussi aisément décomposée par le fer sans l'acide, que lorsque l'acide est présent, ou même plus aisément ; car l'affinité de l'eau doit diminuer sa force d'aggrégation ou celle de ses parties constituantes, pour s'unir à toute autre substance ; c'est pour cela que nous trouvons des différences dans les précipités des dissolutions faites par l'a-

l'air vital. M. Kirwan paroît donc convenir que le gaz inflammable reste uni à l'oxide mercuriel dans l'oxidation de ce métal, par l'acide nitrique. Il n'entre donc point dans la formation du gaz nitreux qui se développe. On voit ainsi que la production de l'oxigène & celle du gaz inflammable dans la dissolution du fer par l'acide sulfurique, concourent à faire voir que l'eau se décompose dans cette opération.

cide vitriolique, précisément parce qu'il attire l'eau nécessaire pour les tenir en dissolution (a). Je serois bien aise de favoir quelle est la partie de l'acide qui agit dans ce cas; dans la théorie nouvelle, il paroît absolument inutile, & ne contribuer en rien à la dissolution. Pourquoi son principe oxigène ne s'unit-il pas au gaz inflammable de l'eau, tandis que le principe oxigène de l'eau s'unit au métal? Puisque d'après la table de M. Lavoisier ce principe a une plus grande affinité pour le gaz inflammable que pour le soufre, comment arrive-t-il que l'acide vitriolique volatil dégage le gaz inflammable du fer, puisque son propre principe oxigène est suffisamment développé, & suffisamment abondant pour s'unir au fer sans avoir recours à celui de l'eau? Comment l'air fixe chasse-t-il le gaz inflammable du fer? Comment tous les acides facilitent-ils la décomposition de l'eau, & restent-ils cependant sans action?

D'ailleurs, quoique le fer & le zinc soient les seuls métaux qui, d'après la table de M. Lavoisier, aient plus d'affinité avec le principe oxigène que le gaz inflammable n'en a avec ce principe, cependant, il y a dégagement de ce

(a) Comme le tartre vitriolé, l'alun. Sav. Etrang. premier volume, page 105, & Vogel, § 769.

gaz pendant la dissolution des autres métaux, quoique, suivant la même table, ils aient moins d'affinité que lui avec le principe oxigène. C'est ainsi que l'on obtient du gaz inflammable d'une dissolution de manganèse dans l'acide vitriolique étendu d'eau, & d'une dissolution d'étain dans l'acide marin; de même, suivant cette table, l'acide vitriolique & le charbon décomposeroient l'eau dans les mêmes circonstances que l'acide vitriolique & le fer la décomposent : ce qui n'est cependant pas supposé.

Je sens bien que tous les raisonnemens généraux doivent céder aux faits : mais ils doivent être comptés pour quelque chose lorsqu'ils sont dirigés contre de simples conjectures & de simples inductions.

Pour détruire, avec succès, cette supposition, j'ai fait l'expérience suivante. J'ai échauffé quelques livres de mercure à 212 degrés (*a*), & je l'ai gardé à cette chaleur pendant six heures, en le remuant souvent pour dissiper toute l'humidité. J'ai fait un amalgame d'une livre de ce mercure, en l'agitant fréquemment dans une bouteille de verre, avec 360 grains de limaille de zinc (*b*), qui avoit été échauffée presque au

(*a*) 80 degrés de Reaumur.

(*b*) 439,2 poids de marc.

rouge. J'ai versé cet amalgame avec environ 40 grains de poudre de zinc (*a*) sur sa surface dans une cornue de verre luttée, aussi sèche qu'il étoit possible, & qui, avec son allonge, contenoit environ 20 pouces cubiques (*b*). J'ai distillé à une douce chaleur, & j'ai reçu l'air sur le mercure en cinq portions différentes : la première & la deuxième portion, chacune d'environ 5 pouces cubiques (*c*), étoient de l'air commun ; la troisième, du même volume à-peu-près, donna du gaz inflammable qui détonnoit avec l'air commun ; la quatrième, encore de 5 pouces cubiques (*d*), donna quatre explosions successives, après lesquelles il y eut une très-grande absorption, & le mercure commença alors à passer ; la cinquième portion de ce gaz se dégagera lentement : la moitié étoit de l'air fixe, & l'autre moitié rougissoit foiblement avec le gaz nitreux. Dans cette expérience, la plus concluante que j'aie pu imaginer, j'avois pris toutes les précautions possibles pour éviter toute humidité, & il ne pouvoit y avoir d'eau que celle tenue en

(*a*) 48,8.

(*b*) 16,52 pouces cubiques françois.

(*c*) 4,13.

(*d*) 4,13.

dissolution dans l'air qui avoit été absorbé pendant l'amalgamation. Le gaz inflammable paroît donc provenir du zinc qui, comme tous les métaux imparfaits, est calciné jusqu'à un certain point pendant son union avec le mercure, & il paroît encore qu'il prit la forme de fluide élastique au moyen de la chaleur qui lui étoit appliquée, lorsqu'il n'y eut plus qu'un peu d'air commun dans la cornue : ce gaz avoit une odeur très-particulière.

Il est vrai que lorsqu'on distille du vitriol de fer, il donne à la fin de l'air déphlogistiqué, mais cet air vient évidemment de la décomposition d'une partie de l'acide, & non de l'eau; car la production de cet air est toujours précédée d'une grande quantité de gaz acide sulfureux, qui provient de ce qu'une partie de l'air fixe de cet acide est absorbé par la chaux métallique.

M. Lavoisier a fait les expériences suivantes pour prouver la décomposition de l'eau. 1°. Il a introduit sous une cloche remplie de mercure de la limaille de fer, imbibée d'eau; au bout de quelques jours, il a obtenu une petite quantité de gaz inflammable.

2°. Ayant fait passer la vapeur de l'eau bouillante à travers un tube de fer rouge, il a obtenu une grande quantité de gaz inflammable;

la surface intérieure du tube étoit calcinée, & ressembloit à ce que nous appellons mine de fer tessulaire ou spéculaire; elle étoit très-dure, à peine magnétique, ne donnoit pas de gaz avec les acides (a), & avoit pris une augmentation de poids de 25 à 30 pour cent.

Ces expériences ne me prouvent autre chose si ce n'est que l'eau s'unit au fer & en dégage l'air inflammable, ce qui est encore confirmé par les expériences suivantes. Si l'on jette un peu d'eau sur une grande quantité de limaille de fer, il se produit sur-le-champ une chaleur considérable (b), qui paroît venir de la condensation de l'eau, pendant son union avec le fer, la chaleur dégagée excédant celle absorbée par le gaz inflammable, dont le poids est extrêmement petit. Dans l'hypothèse de M. Lavoisier, le fer absorbe seulement le principe oxigène de l'eau, & comme cet oxigène est déjà très-condensé dans l'eau, il ne me paroît pas probable qu'il fournisse beaucoup de chaleur.

2°. Cette chaux est très-différente de celle qui est formée par l'absorption de l'air, telle que la rouille, par exemple, dont on peut retirer de l'air fixe & même de l'air déphlogistiqué, au

(a) Mém. de Paris, ann. 1781, p. 271, 272 & 487.

(b) Bergman, tom. III, p. 94.

lieu qu'on ne peut retirer aucune espèce d'air du fer qui est calciné par l'eau.

Le docteur Priestley a fait, sur cet objet, plusieurs expériences curieuses qui méritent une attention particulière, parce que leurs résultats sont incompatibles avec la nouvelle théorie, & mettent hors de doute l'absorption de l'eau en nature. Le docteur Priestley échauffa, par le moyen d'un verre ardent, un morceau de fer dans l'air déphlogistique tiré du précipité *per se*; l'air diminua sur-le-champ, & fut visiblement absorbé par le fer, qui fut converti en scorie, & prit une augmentation de poids à-peu-près égale à celle de l'air absorbé.

Mais lorsque ensuite il échauffa cette scorie dans du gaz inflammable, celui-ci disparut sur-le-champ, & il y eut une grande quantité d'eau formée; ce métal fut revivifié, & il diminua de poids en raison à-peu-près égale à la quantité d'eau formée. Dans la première expérience, le phlogistique du fer s'est uni à l'air déphlogistique, & a formé l'eau que le fer a absorbé, en se convertissant en scorie; par conséquent, son poids a dû être augmenté de tout celui de l'air déphlogistique. Dans la seconde expérience, l'eau s'est dégagée & convertie en vapeurs, tandis que le

gaz inflammable a été absorbé, & le fer alors a repris son poids & son état métallique.

Les anti-phlogisticiens doivent dire que dans la première expérience, l'air pur s'unit au fer, & forme la scorie, & que dans la seconde, il abandonne le fer, s'unit au gaz inflammable, & forme de l'eau; mais cela est contraire à la table de M. Lavoisier, suivant laquelle l'air pur a une plus grande affinité avec le fer qu'avec le gaz inflammable. On ne peut pas dire que la chaleur soit cause du dégagement de l'air pur du fer, & de sa combinaison avec le gaz inflammable, puisque ce dégagement a lieu dans les mêmes circonstances où l'on dit que l'eau est décomposée par la séparation du gaz inflammable du principe oxigène, & par l'union de ce principe au fer. Si l'on réplique « que nous admettons aussi que le gaz inflammable chasse l'eau » du fer dans les mêmes circonstances où nous disons que le gaz inflammable est dégagé du fer par le moyen de l'eau », je répondrai que les circonstances ne sont pas les mêmes : lorsque l'eau chasse le gaz inflammable du fer, elle contient beaucoup plus de chaleur spécifique que le fer ou son phlogistique, & le phlogistique a de l'espace pour s'échapper alors sous la forme de gaz inflammable ; mais lorsque le gaz inflammable chasse l'eau du fer, ce gaz est *confiné*,

& comme il a une affinité égale avec le fer & une chaleur spécifique plus grande que l'eau condensée, pressant sur le fer avec une force considérable, en raison de sa chaleur & de ce qu'il est *confiné*, il donne sa chaleur à l'eau qui, sur le champ, se convertit en vapeurs, & se condense sur les parois du vase : dans l'hypothèse anti-phlogistique, cette explication ne sera pas reçue, parce que, suivant cette hypothèse, le principe oxigène a une plus grande affinité avec le fer, & que le gaz inflammable n'en a pas du tout ; de manière qu'il n'y a ici aucune substance qui tende à chasser l'oxigène, & que la communication de la chaleur spécifique au principe oxigène, empêcheroit plutôt qu'elle ne détermineroit son union avec le gaz inflammable, puisque cette chaleur doit être dégagée avant que l'union puisse avoir lieu.

Si l'on mêle la scorie de fer dont il a déjà été question (c'est à-dire le fer calciné par la vapeur de l'eau) avec du charbon parfaitement sec, & dont tout le gaz inflammable non combiné ait été dégagé, & si l'on distille ce mélange dans une cornue de terre bien cuite, vernissée extérieurement, il y a production d'air fixe & de gaz inflammable, & le fer est revivifié (a). Je demande d'où vient ici le gaz in-

(a) Priestley, tom. VI, p. 109.

flammable? Les anti-phlogisticiens ne peuvent pas dire qu'il vient du charbon, car ils nient qu'il en contienne; ils ne peuvent pas avoir recours à la décomposition de l'eau, car, d'après eux, la scorie ne contient que le principe oxygène, & point d'eau. Cet argument décisif est employé contre eux par le docteur Priestley.

Les autres expériences que M. Lavoisier ajoute en preuve de la décomposition de l'eau, sont celles qu'il a faites sur le charbon. Je les examinerai en les comparant avec celles du docteur Priestley sur le même sujet.

M. Lavoisier fait passer 1122 (*a*) grains d'eau réduite en vapeurs sur 248,62 grains de charbon (*b*), dont il avoit eu soin d'enlever tout l'air & toute l'humidité qu'il pouvoit contenir accidentellement. Ce charbon étoit placé dans un tube de fer, doublé de cuivre; (métal sur lequel l'eau n'a pas d'action) il obtint 6644 pouces cubiques (*c*) de gaz inflammable, dont il estime le poids 550 grains (*d*). En introduisant l'alkali caustique, il trouva qu'un quart du

(*a*) 1368,84 poids de marc.

(*b*) 303,316.

(*c*) 5487,984.

(*d*) 671.

volume de ce gaz étoit de l'air fixe, & il étoit resté 5 grains (a) de cendres. Comme le poids de ce produit étoit plus du double de celui du charbon employé, il en conclut que l'eau doit avoir été décomposée, que son principe inflammable a formé le gaz inflammable, & que son principe oxigène s'unissant au charbon, a formé l'air fixe (b).

Je remarquerai, 1^o. que M. Lavoisier suppose que le gaz inflammable & l'air fixe qui sont produits dans cette expérience sont absolument privés d'eau; supposition qui ne s'accorde ni avec les expériences de M. de Saussure, ni avec les miennes. Et si nous supposons que plus de moitié du poids de ces airs fût de l'eau, ainsi que le prouvent complètement mes expériences, il n'y aura pas besoin d'en inférer la décomposition de l'eau, mais seulement celle du charbon qui résout, en grande partie, en ses principes constituans, le gaz inflammable & l'air fixe. Cette décomposition n'est même pas complète, car il y a toujours du gaz inflammable combiné avec l'air fixe: l'on s'en apperçoit à sa pesanteur & à la flamme bleue qu'il donne en brûlant.

(a) 4,13.

(b) Mémoires de Paris, ann. 1781, p. 280.

2°. La garniture intérieure de cuivre n'étoit point assez exacte pour empêcher qu'il n'y eût du fer de calciné. Une partie du gaz inflammable a donc dû venir du fer ; ainsi, l'on ne peut rien conclure des calculs faits sur cette expérience.

3°. Le poids de l'air fixe (en supposant qu'il fût le quart du volume total des gaz obtenus) excéderoit le poids total, lequel étoit de 550 grains. Mais l'air fixe montant à $\frac{6644}{4}$ (= 1661) pouces cubiques, peseroit 772 grains, en estimant de 46,5 grains le poids des cent pouces cubiques (a).

Le docteur Priestley a trouvé des variations très-considérables dans ses résultats, en faisant des expériences semblables. Lorsqu'il n'a fait passer que la quantité d'eau nécessaire pour la production de l'air, il n'a jamais obtenu d'air fixe libre ; tout le produit étoit du gaz inflammable. Lorsqu'il a employé une grande quantité d'eau, l'air fixe qu'il a obtenu varioit du douzième au tiers du produit total. L'air inflammable étoit un peu plus léger que moitié de

(a) Les $\frac{5487,934}{4}$ = 1371,996 à 68,715 les 100 pouces cubiques feroient 842,767 beaucoup plus fort que 671.

son volume d'air commun, car 100 pouces cubiques pesoient 14 grains (a).

Dans l'expérience sur laquelle il comptoit le plus, il a trouvé que 94 grains de charbon, dont tout l'air libre avoit été auparavant dégagé par la chaleur, ont donné, avec 240 grains d'eau, 294 grains ou 1591 pouces cubiques d'air, dont un cinquième en volume étoit de l'air fixe (b). Mais comme ce dernier poids n'est pas déduit d'une expérience directe, le docteur avoue lui-même qu'on ne peut y donner une grande confiance.

Il faut se rappeler que le charbon parfaitement privé d'air étranger en réabsorbe promptement, que par conséquent il ne peut être pesé avec exactitude, & qu'après avoir été pesé, il continue toujours à en attirer: ajoutez à cette cause d'inexactitude le poids de l'air des vaisseaux, & celui de l'eau absorbée, il est aisé de concevoir comment on obtient un poids d'air qui excède de beaucoup celui du charbon. Ce sont-là toutes les expériences faites

(a) 100 pouces cubiques françois pesoient 20,67 grains.

(b) 114,68 grains de charbon avec 298,8 d'eau, ont produit 358,58 grains, ou 1314,166 pouces cubiques d'air.

jusqu'à présent pour prouver la décomposition de l'eau. Lorsqu'on les examine avec attention, on voit qu'elles ne prouvent pas cette décomposition, mais seulement le pouvoir qu'a la vapeur de décomposer le fer & le charbon, & de s'unir, en grande quantité, avec l'air obtenu de ce dernier. Si dans cette expérience on n'emploie que l'eau absolument nécessaire, l'air que l'on obtient ne paroît être autre chose que le charbon lui-même dans l'état aériforme, uni à une grande quantité d'eau; mais les expériences suivantes prouvent que le charbon est composé de gaz inflammable & d'air fixe.

1^o. M. Schéele a distillé du charbon avec de l'alkali caustique; il a obtenu du gaz inflammable, & l'alkali est devenu effervescent.

2^o. J'ai mis dans un petit creuset négligemment fermé une demi-once de poudre de charbon bien sèche, qui le remplissoit presque en entier; je l'ai fait chauffer jusqu'au rouge pendant quelques heures. Le couvercle avoit un trou par lequel l'air qui se produisoit pouvoit se dégager: j'ai reconnu qu'il en sortoit du gaz inflammable, qui brûloit avec une flamme bleue pendant tout le tems de l'opération, comme je m'en suis assuré en y mettant le feu de tems en tems avec un papier allumé. Il est impossible d'attribuer ce dégagement continuel de gaz in-

flammable à quelque corps étranger que le charbon auroit contenu.

La deuxième preuve que j'ai donnée en faveur de l'existence du phlogistique dans les métaux, étoit tirée de la réduction de leurs chaux à l'état métallique, lorsqu'elles sont échauffées dans le gaz inflammable, & l'absorption de ce gaz qui a lieu en même-tems. Pour éluder cette preuve, M. Lavoisier prétend que dans ce cas, les chaux métalliques produisent de l'air pur, qui, en s'unissant au gaz inflammable, forme de l'eau, comme dans les expériences du docteur Priestley. Comme la plupart de ces chaux ont été échauffées au rouge, j'avoue qu'une partie du gaz inflammable a servi à former l'eau, tandis que l'autre partie s'unissoit aux chaux. Mais cette expérience n'est pas maintenant aussi concluante qu'elle l'étoit lorsque je l'ai rapportée, parce que la composition de l'eau n'étoit pas alors connue. Mais les expériences de M. Pelletier confirment toujours la conclusion que j'ai tirée précédemment, parce qu'il n'y a pas de raison de penser que l'eau puisse être formée par l'union du gaz inflammable & de l'air déphlogistiqué à la température de l'atmosphère.

Plusieurs chimistes pensent que les chaux métalliques sont unies immédiatement à l'air pur, quoiqu'ils soient dans l'opinion que les métaux

contiennent du phlogistique. Ces deux opinions me paroissent incompatibles, car ils disent que les métaux, pendant leur calcination, abandonnent leur phlogistique, & qu'ils ne peuvent être calcinés dans aucune autre espèce d'air que l'air vital : comme cet air rencontre le phlogistique, il doit former, avec lui, ou de l'eau, ou de l'air fixe, dont l'un ou tous les deux sont absorbés par la chaux, & augmentent son poids.

On peut calciner un métal par le feu, à l'aide d'une douce chaleur, & sans faire rougir le métal, ou bien en l'élevant à une chaleur rouge. Le massicot, le minium, le précipité *per se* & la rouille, se forment à une douce chaleur, & par conséquent, ils contiennent de l'air fixe & un peu d'eau qu'ils absorbent après la calcination ; mais la litharge, les fleurs de zinc, les écailles de fer que le docteur Priestley appelle *finery cinder* étant formées à une chaleur rouge, elles absorbent l'eau qui se produit durant leur calcination, & un peu d'air fixe. Les substances métalliques qui absorbent l'air fixe décomposent (en vertu de leur affinité pour le phlogistique) le tout ou la plus grande portion de cet air, lorsqu'elles sont échauffées à un degré de feu plus grand que celui auquel elles l'avoient absorbé ; & dans un très-haut degré de chaleur tel que celui où les chaux de fer sont exposées au

foyer d'un verre ardent, il est absolument possible que l'eau qu'elles contiennent soit décomposée. Il me paroît qu'on peut déduire cette théorie des phénomènes suivans.

1°. Si le massicot & la chaux grise de plomb sont humectées & échauffées, ils ne donnent que de l'air fixe, comme le docteur Priestley nous l'assure; lorsqu'ils sont secs, je trouve qu'ils absorbent plutôt de l'air en leur faisant subir une plus longue calcination.

2°. Le minium donne aussi une grande quantité d'air fixe, environ un quart de tout ce qu'il contient d'air, comme M. Lavoisier l'avoue. C'est à cet air qu'il semble devoir sa couleur, puisqu'il la perd à l'instant où il en est privé, & qu'il la reprend à l'instant où il lui est rendu, ainsi que M. Abich l'a fait voir. Cette couleur ne vient ni de la flamme, ni de la fumée; car, suivant les expériences de M. Abich, le minium fait sans le contact de l'un ou de l'autre, est beaucoup plus rouge & beaucoup plus parfait que celui qui est préparé au fourneau de réverbère (a).

L'on a dit que le minium nouvellement fait ne donnoit point d'air du tout; pour m'en assu-

(a) Annales Chimiques, ann. 1784, tom. X, pag. 400 & 407.

rer, j'en ai fait quelques onces, & je n'ai pu obtenir aucune espèce d'air, soit en le distillant avec de l'eau ou sans eau. Au contraire, il en absorboit & se convertissoit en litharge & en verre, & passoit à travers la cornue. Il ne faut pas conclurre de cette expérience que le minium ne contienne point d'air; car ayant mêlé 120 grains du même minium avec 18 grains de soufre, j'ai obtenu 14 pouces cubiques d'air vitriolique. La première expérience ne prouvera autre chose, sinon que l'on ne peut obtenir d'air d'aucune substance, qu'elle n'ait auparavant absorbé quelque humidité; nous en avons une preuve bien claire dans la terre pesante aérée, qui se vitrifie plutôt que de donner de l'air, tandis que les acides en dégagent de l'air fixe très promptement.

3°. Il est bien connu que la rouille de fer ne donne que de l'air fixe, & le précipité *per se*, lui-même, en donne quelques indices (a).

Si l'on fait digérer de l'acide marin sur du minium ou du précipité *per se*, l'acide devient déphlogistiqué, parce qu'il prend de l'air fixe, & donne de son propre phlogistique à ces chaux. Mais si cet acide est distillé sur les chaux métalliques qui contiennent principalement de l'eau,

(a) Priestley^s, tom. II, p. 217; & tom. III, p. 16.

comme les chaux de zinc, d'antimoine, de fer, & la litharge, il ne devient pas phlogistique, ou il ne l'est que très-peu (a); ce qui montre la grande différence qu'il y a entre ces chaux & les premières.

Il est évident que les chaux métalliques formées par la voie sèche ne peuvent donner qu'une petite portion d'air fixe non décomposé, si on accorde que l'affinité des substances métalliques avec le phlogistique, augmente lorsqu'elles sont exposées à une très-grande chaleur; c'est ce que nous avons de puissantes raisons de croire, puisqu'à peine y en a-t-il quelques-unes qui soient réductibles par le contact des substances phlogistiques, si ce n'est à une forte chaleur, & que les chaux de fer, même les plus parfaites, sont revivifiées, en partie, au foyer d'une forte lentille.

La seule preuve qu'on en puisse tirer pour établir que les chaux formées par la voie sèche à une foible chaleur, ne contiennent que de l'air fixe, c'est que la quantité de cet air devrait être plus grande, lorsque les chaux prennent du phlogistique de quelque autre substance, ou du moins lorsque leur air fixe décomposé se recompose par le phlogistique de quelque autre substance, & c'est ce dont nous avons plusieurs exemples.

(a) Hermstadt, tom. I, p. 176.

1°. M. Hermstadt (*a*) a fait voir que la chaux noire de manganèse donnoit beaucoup d'air fixe lorsqu'on la distilloit avec une certaine proportion de fer ou de zinc.

2°. Le docteur Priestley a obtenu d'une once de précipité rouge & d'une once de limaille de fer, 38 pouces (*b*) cubiques d'air fixe, dont il n'en est resté que cinq (*c*), non absorbables par l'eau. Les résultats ont été les mêmes, soit qu'il ait employé le laiton ou le zinc à la place du fer, ou le turbith minéral au lieu du précipité rouge (*d*). M. Schéele & M. Cavendish ont aussi obtenu une quantité considérable d'air fixe par le même procédé (*e*).

Mes résultats ont été quelquefois différens. Je n'ai point obtenu d'air du tout d'un mélange de 300 grains de fer nouvellement limé, & de 240 grains de précipité rouge : il y eut, au contraire, une forte absorption. Pensant que

(*a*) Pag. 277.

(*b*) De 586 grains d'oxide rouge de mercure, & de 586 grains de limaille de fer, 31,588 pouces cubiques de gaz acide carbonique.

(*c*) 4,13.

(*d*) Priestley, tom. VI, p. 253.

(*e*) Ana. Chimiq. ann. 1785, tom. I, p. 154.

220 ESSAI SUR LE PHLOGISTIQUE :

l'eau pouvoit être nécessaire, j'ai répété cette expérience en employant du précipité *per se*, au lieu de précipité rouge, & en variant les proportions. J'ai, en conséquence, distillé, dans une très-petite cornue, 240 grains de précipité *per se*, & 120 de limaille de fer nouvellement faite, & j'ai jeté, sur la surface du mélange, quelques gouttes d'eau. J'ai obtenu 4,5 pouces cubiques d'air fixe, & un mélange de 36 pouces d'air déphlogistiqué & de gaz inflammable. Après l'opération, le fer pesoit 144 grains (a).

De parties égales de limaille de fer & de précipité rouge, M. de la Métherie n'a obtenu que l'air des vaisseaux. De 2 onces de précipité rouge & une drachme de limaille de fer, il a obtenu une petite quantité d'air fixe; la plus grande partie étoit de l'air déphlogistiqué (b). Je crois que ces résultats dépendent beaucoup de la grandeur de la cornue & de la pureté de la limaille de fer. Lorsque la cornue est grande, il y a assez d'air pour calciner, à un certain point, la limaille de fer, quelques inf-

(a) 292,8 grains d'oxide rouge de mercure, & 146,8 de fer, ont produit 3,717 pouces cubiques de gaz acide, & 19,736 de gaz oxigène & de gaz hidrogène. Le fer pesoit après 175,68.

(b) Journal de Physique, tom. XXVIII, p. 146.

tans avant que le précipité soit décomposé ; si la cornue est petite , l'air fixe s'unit au fer , à mesure qu'il se forme. Il paroît , par ma dernière expérience , que l'eau s'unit au fer plus aisément que l'air fixe , & que le mercure décompose son propre air fixe plus aisément qu'il n'enlève le gaz inflammable , comme étant plus intimement uni à lui , & parce qu'il est déjà condensé.

Deux cens quarante grains de plomb & 240 de précipité rouge ne m'ont point donné d'air ; le plomb a été calciné pour la plus grande partie.

Quatre cens grains d'étain , & 460 de précipité rouge , s'enflammèrent dans la cornue , & la brisèrent.

Deux cens quarante grains de bismuth , & la même quantité de précipité rouge distillés à une chaleur très-foible , n'ont donné que cinq pouces cubiques d'air , dont deux étoient de l'air fixe. Le même mélange distillé à une chaleur rapide , a donné 19 pouces cubiques d'air , sur lesquels il y en avoit un d'air fixe ; le reste étoit un peu meilleur que l'air commun (*a*) : le bismuth étoit converti en une chaux vitreuse.

(*a*) 292,8 de bismuth , & autant d'oxide rouge de mercure , ont produit 4,13 pouces d'air. Le même mélange distillé à une plus grande chaleur , a produit 15,694.

Ayant traité de la même manière 240 grains de zinc, & le même poids de précipité rouge, le zinc s'est sublimé; il a bouché le col de la cornue, s'est enflammé, & l'a fait casser. Le même mélange, dans une cornue plus grande & à une chaleur plus lente, n'a point produit d'air. Soixante grains de résidu mêlé avec 240 grains de précipité rouge, se font enflammés, & ont brisé la cornue.

Deux cens grains de cuivre & 240 de précipité rouge, n'ont point donné d'air, quoique le mercure ait été revivifié, & ait passé dans la distillation.

D'après ces expériences, il paroît que dans quelques cas, particulièrement dans ceux où l'on emploie de l'eau, une partie de l'air fixe passe sans être décomposé; mais qu'en général le mercure décompose son premier air fixe, & que l'air déphlogistiqué qui est produit, s'unit au gaz inflammable naissant des métaux avec lesquels il est en contact, & qui l'absorbent.

Les chaux formées par la voie humide, par l'eau ou par amalgamation, donnent des preuves encore plus claires des principes de l'air fixe, & il en résulte que l'air & l'eau sont les seules substances que les métaux absorbent dans leur calcination.

Le 22 Juin 1785, je mis 3 onces de limaille

de plomb & une demi-once d'eau distillée dans une bouteille de verre, dont la capacité étoit de 433 pouces cubiques, & je la fermai avec un bouchon de cristal. Au bout de peu de jours, la surface du plomb devint blanche; j'agitai ce mélange de tems en tems; & après quelques semaines, ce ne fut qu'avec beaucoup de peine que j'ouvris la bouteille pour y laisser rentrer de l'air.

Le 5 Septembre, je retirai ce qu'elle contenoit : la plus grande partie étoit calcinée; je séparai cette portion du reste, par le moyen d'une grande quantité d'eau distillée; j'évaporai jusqu'à ce que le résidu eut pris la consistance de l'empois dont il avoit la couleur, & il étoit même un peu plus bleu. J'en distillai alors 472 grains, & j'obtins 24 pouces cubiques d'air fixe, qui n'a presque point laissé de résidu. Ce qui restoit dans la cornue étoit converti en litharge (a).

Une quantité de limaille de fer, traitée de la même manière, ne produisit d'air d'aucune espèce. Du zinc calciné de cette manière m'a donné quelques portions d'air fixe; mais, par

(a) 1758 grains de plomb avec 293 d'eau se sont oxidés dans un vase dont la capacité étoit de 357,658 pouces cubiques : 675,62. de cet oxide distillé ont produit 19,826 pouces cubiques de gaz acide carbonique.

un accident, la plus grande partie a été perdue.

N. B. L'eau dans laquelle le zinc avoit été calciné, devint sapide; elle donnoit un précipité avec l'alkali fixe aéré; mais l'alkali prussien ne produit aucun effet.

J'ai fait un amalgame de quelques livres de mercure & de 300 grains de zinc; j'ai agité cet amalgame avec de l'eau distillée dans une grande bouteille, aux trois quarts pleine; j'en ai séparé 857 grains d'une chaux grise blanchâtre, & j'ai obtenu, par la distillation, 15 pouces cubiques d'air fixe (*a*): lorsqu'il cessa de passer, & que l'absorption commença, j'y laissai rentrer de l'air commun: mais au bout de quelque tems, le zinc s'enflamma; ce qui prouve qu'il y avoit encore quelque portion de ce métal qui n'étoit point calciné.

En traitant de la même manière 480 grains de limaille de plomb, & quelques livres de mercure, j'eus une poudre noire, dont j'obtins 8 pouces cubiques d'air fixe (*b*), & 6 d'air (*c*) un

(*a*) 1045,54 grains d'amalgame de zinc oxidé dans l'eau ont produit 12,39 pouces cubiques de gaz acide carbonique.

(*b*) 6,608.

(*c*) 4,956.

peu

peu meilleur que l'air commun. Le plomb qui se trouvoit dans la cornue, étoit partie à l'état de massicot, partie à l'état de minium, & la plus grande portion à l'état de litharge. Le docteur Priestley qui, le premier, a fait cette expérience, & l'a répétée plusieurs fois avec la plus scrupuleuse attention, a constamment obtenu une grande portion d'air fixe, & à la fin, un peu d'air déphlogistiqué (a).

Ces expériences me portent à croire, non-seulement que l'air fixe est formé pendant la calcination des métaux & absorbé par eux, mais aussi que l'air déphlogistiqué & le phlogistique sont ses parties constituantes. Pour appuyer, par l'analyse, cette opinion, je ferai mention des deux expériences suivantes.

1°. M. Hermstadt ayant chassé d'une quantité donnée de manganèse tout son air pur, en l'exposant pendant long-tems à une forte chaleur, la mit dans un tube de terre; & l'ayant chauffée jusqu'au rouge, il fit passer à travers 150 pouces cubiques d'air fixe huit fois de suite. A la fin, cet air devint si pur qu'il pouvoit entretenir la combustion; il y eut plusieurs taches blanches dans la manganèse (b).

(a) Tome VI, p. 256.

(b) Hermstadt, tom. I, p. 280.

2°. M. Monge ayant fait passer l'étincelle électrique à travers l'air fixe, trouva 1°. que l'air augmentoit en volume de $\frac{1}{4}$, & qu'il continuoit d'augmenter même lorsqu'on cessoit de faire les décharges électriques. 2°. Que le conducteur en fer étoit calciné; mais cette circonstance ne peut pas être considérée comme l'effet principal, attendu que l'effet principal avoit lieu lorsqu'on employoit un conducteur de platine, qui ne pouvoit pas être calciné. 3°. Lorsqu'on mit l'air en contact avec l'alkali fixe caustique, il y eut $\frac{2}{5}$ d'absorbé, & le résidu étoit du gaz inflammable (a). Il explique ainsi cette expérience : 1°. l'air fixe contient de l'eau, & cette eau augmente son volume. 2°. Le mercure de l'appareil étant échauffé par l'étincelle électrique, décompose l'eau, & dégage le gaz inflammable. 3°. L'air fixe dissout une portion de mercure & d'eau. Mais lorsque l'opération est finie, il dépose l'eau, il dissout plus de mercure, & le mercure ainsi dissous augmente son volume (b). Cette expli-

(a) Journal de Physique, tom. XXIX, p. 275.

(b) Note de M. Monge.

M. Kirwan paroît n'avoir pas bien saisi l'explication que j'ai donnée du phénomène dont il s'agit; je vais la rapporter ici d'une manière succinte.

cation me paroît peu satisfaisante; car, en premier lieu, si le gaz inflammable & l'augmenta-

Pour peu que l'on ait observé les fluides élastiques, on est convaincu non-seulement que le gaz acide carbonique tient de l'eau en dissolution, mais encore que la quantité d'eau qu'il dissout est beaucoup plus grande que celle que l'air atmosphérique peut absorber dans les mêmes circonstances. En effet, lorsqu'on refroidit un bocal rempli de gaz acide carbonique, qui a été en contact avec de l'eau, les parois du vase se tapissent d'une rosée qui trouble leur transparence, & cette rosée est beaucoup plus abondante que celle qu'on observeroit dans un pareil bocal rempli d'air atmosphérique. Or, lorsque l'air de l'atmosphère dissout de l'eau, de l'esprit-de-vin, de l'éther, &c. il augmente de volume, & la dilatation qu'il éprouve est plus grande à mesure que la substance dissoute est plus évaporable, & que la quantité de la dissolution est plus grande: il est donc probable qu'il en est de même lorsque le gaz acide carbonique dissout de l'eau, & que si, par quelque moyen, on dépouilloit ce fluide élastique de toute l'eau qu'il retient, son volume seroit sensiblement moindre sous la même pression, & par la même température.

De plus, si l'air de l'atmosphère peut dissoudre du mercure, comme nous nous en sommes assurés, M. Vandermonde & moi, par des expériences directes dont nous avons rendu compte à l'académie en 1781, il est très-probable que le gaz acide carbonique peut aussi en tenir en dissolution, & que par là le volume de ce fluide élastique augmente. A la vérité, ceci est une simple induction,

tion de volume viennent de la décomposition de l'eau par le mercure, alors, le gaz inflam-

qui n'est appuyée sur aucune expérience antérieure; mais elle cadre si bien avec toutes les circonstances du phénomène qu'il s'agit d'expliquer, qu'on peut la regarder comme vérifiée par le phénomène même.

D'après cela, lorsqu'on excite une suite d'étincelles électriques dans du gaz acide carbonique, qui a été exposé pendant quelque tems sur du mercure, & qui, par conséquent, tient de l'eau & du mercure en dissolution, les étincelles disposent à l'oxidation le mercure dissous qui se trouve entre les deux parties de l'excitateur; & parce que l'oxigène qui est dans l'eau dissoute adhère moins à l'hydrogène que celui du gaz acide carbonique ne tient au carbone, c'est l'eau que le mercure décompose pour passer à l'état d'oxide noir; & l'hydrogène de l'eau, rendu libre, prend l'état de fluide élastique. Par-là, le volume doit éprouver deux altérations différentes, 1°. il doit diminuer, puisque d'une part le gaz abandonne du mercure qui, après s'être oxidé, tombe sur la surface du bain, & que de l'autre il est dépouillé de l'eau qui s'est décomposée; 2°. il doit augmenter par le dégagement du gaz hydrogène qui est dans un état d'expansion plus grand que quand il étoit sous la forme d'eau dissoute, & l'augmentation définitive que l'on observe dans le volume total du gaz, n'est que la différence qui se trouve entre ces deux effets contraires. Lorsque le gaz acide carbonique est ainsi privé de l'eau & d'une partie du mercure qu'il tenoit en dissolution, il devient en état de dissoudre du nouveau mercure, & même de l'eau

mable seroit également produit en faisant passer l'étincelle dans l'air déphlogistiqué ou l'air phlo-

nouvelle, si le mercure de l'appareil n'est pas parfaitement privé de ce liquide; & parce que cette dissolution ne peut se faire que lentement, elle est la cause de l'accroissement graduel que l'on observe encore dans le volume du gaz, après qu'on a cessé d'exciter des étincelles.

Ainsi, ce n'est pas le mercure liquide, comme M. Kirwan semble l'avoir compris, qui s'oxide au moyen de l'étincelle électrique, excitée à une assez grande distance de lui; ce qui seroit, en effet, difficile à concevoir; mais c'est celui qui étant tenu en dissolution dans le gaz acide carbonique, & sous la forme de fluide élastique, est dans le voisinage de l'étincelle, & directement exposé à son action.

Jusques ici, je n'ai encore fait mention que d'une des causes de l'altération que l'étincelle électrique produit dans le volume du gaz acide carbonique, & si l'on ne considéroit que cette cause seule, il faudroit en conclure que l'eau & le mercure tenus en dissolution dans ce gaz, occupent à-peu-près le tiers de son volume; ce qui est peu probable. Mais il faut observer que le gaz acide carbonique a la faculté, comme tous les autres acides, de se combiner avec les oxides métalliques; le mercure oxidé s'empare donc d'une partie de ce fluide, sans la décomposer, & l'entraîne avec lui sous la forme solide; ce qui est une nouvelle cause de diminution dans la quantité de ce gaz. Il est même très-vraisemblable que, dans ce phénomène, la présence du gaz acide carbonique favorise l'oxidation du

gifié, puisque ces airs contiennent aussi de l'eau. Et cependant, M. Cavendish n'a pu produire la moindre altération en faisant passer l'étincelle à travers ces airs. 2°. Le volume du gaz inflammable ne change point par l'étincelle électrique, comme cela paroît par les expériences de MM. Priestley & Vanmarum (a). Cependant, cet air contient plus d'eau qu'aucun autre.

3°. Il n'y a ici aucune preuve que le mercure soit plus soluble dans l'air fixe que dans l'air

mercure & la décomposition de l'eau, de même que les acides sulfurique & muriatique occasionnent la décomposition de l'eau par le fer; décomposition qui n'auroit pas lieu, du moins d'une manière aussi marquée, sans la présence de ces acides. Par-là, on explique d'une manière simple pourquoi l'étincelle électrique dégage du gaz hydrogène lorsqu'elle est excitée dans du gaz acide carbonique exposé sur du mercure, tandis qu'elle n'en dégage pas lorsqu'on la produit dans les gaz oxygène, hydrogène & azotique, quoique ceux-ci puissent, comme le premier, tenir de l'eau en dissolution.

Au reste, on n'a eu intention que de donner une explication plausible d'un phénomène dont les résultats présentoiént quelque chose d'extraordinaire; & l'on convient que pour lui donner un degré suffisant de certitude, il faudroit la vérifier par des expériences directes.

(a) Priestley, tom. IV, p. 367. Journal de Physique, tom. XXVII, p. 151.

phlogistique, ou dans le gaz inflammable, dont les volumes ne sont point altérés; & si l'air fixe pouvoit en dissoudre & augmenter de volume, il en dissoudroit sûrement davantage étant chaud, qu'après l'opération & étant refroidi.

4°. Si l'air fixe pouvoit dissoudre le mercure, il ne s'en suivroit pas que son volume dût augmenter; il seroit plutôt diminué, comme M. Berthollet a trouvé que cela arrivoit au gaz inflammable lorsqu'il dissout la plombagine.

5°. Suivant la table d'affinités de M. Lavoisier, le mercure ne devoit pas décomposer l'eau, puisque le gaz inflammable a une plus forte affinité avec le principe oxigène que le mercure; & que l'on ne dise pas que ce soit seulement à une foible chaleur, car alors ni l'un ni l'autre ne s'unissent au principe oxigène; & à une forte chaleur, le mercure laisse plutôt dégager qu'il n'absorbe ce principe.

6°. Il est très-peu probable, pour ne pas dire incroyable, que la surface du mercure s'échauffe assez pour avoir un commencement de calcination, tandis que le reste de la masse reste froid.

Il est donc beaucoup plus vraisemblable que l'air fixe est lui-même décomposé dans cette expérience, & qu'il se forme de l'eau. Mais comme l'air fixe contient plus de phlogistique que l'eau,

une partie du phlogistique devient libre, & le volume est augmenté. L'eau s'unissant avec le mercure, forme la poudre noire, comme le docteur Priestley l'a souvent observé; l'augmentation de volume, après l'opération, peut venir de la réunion de différentes petites bulles d'air dispersées à travers le mercure pendant la commotion occasionnée par l'étincelle électrique.

Les anti-phlogisticiens disent que l'air fixe vient de l'union de l'air déphlogistiqué avec le charbon. Il se présente une objection qui me paroît insoluble; c'est qu'il se forme de l'air fixe dans beaucoup de cas où l'on ne peut pas supposer qu'il existe du charbon comme dans la calcination des métaux, dans la respiration, la végétation, &c. Dans toutes ces circonstances, il ne se rencontre de charbon que comme gaz inflammable.

M. Lavoisier a placé du charbon dans une capsule avec un morceau d'amadou & un morceau de phosphore; il a introduit cette capsule sous une cloche remplie d'air déphlogistiqué, & placée sur le mercure, il a allumé le morceau d'amadou par le moyen d'un fer rouge; après l'opération, il a trouvé que le charbon avoit perdu 17,2 grains (a), qu'il y avoit 67,1787

(a) On emploie ici le poids & les mesures françaises.

grains d'air fixe de produit, & que sur 95,745 grains d'air déphlogistiqué employé, il n'en restoit que 34,075 grains. Mais en comparant le poids du charbon consumé, la quantité d'air déphlogistiqué employée, celle qui restoit sans être absorbée, & l'air fixe produit, il trouva une différence de 11 grains, qu'il attribue à la formation de l'eau par l'union de quelques portions d'air inflammable aqueux, restant dans le charbon avec une portion de l'air déphlogistiqué (a).

Cette expérience ne prouve autre chose, sinon que l'air fixe est formé par l'union de l'air déphlogistiqué avec une des parties constituantes du charbon, c'est-à-dire, le phlogistique ou gaz inflammable; c'est ce que j'ai toujours soutenu, & ce que doivent aussi reconnoître tous les chimistes qui regardent le charbon comme un composé de phlogistique & d'air fixe; car dans ce cas, le poids de l'air fixe produit est plus que triple de celui du charbon employé.

D'après les expériences du docteur Priestley, il paroît que l'air fixe n'est pas formé par l'union de l'air déphlogistiqué avec le charbon dans un état d'aggrégation, mais avec le gaz inflammable qu'il contient; car en faisant passer un courant

(a) Mémoires de Paris, ann. 1781, p. 448.

d'eau sur du charbon dans un tube de terre rouge, il a obtenu une grande quantité de gaz inflammable avec un peu d'air fixe. Mais après avoir séparé cet air fixe, & en faisant passer l'étincelle électrique à travers un mélange de ce gaz inflammable & d'un volume égal d'air déphlogistiqué, il a obtenu un volume d'air fixe supérieur en poids à l'air inflammable employé (a) : de sorte que dans ce cas, ou l'air fixe est formé, ou bien il étoit préexistant dans ce gaz inflammable, & il en a été dégagé, tandis que la quantité réelle d'air inflammable s'est convertie en eau, & a occasionné l'augmentation de poids. Je suis fortement porté à croire que c'est ce qui est réellement arrivé, & c'est ce qui confirme l'opinion que j'ai déjà avancée, page 166. Mais si cet air fixe préexistoit dans le gaz inflammable, alors, le charbon contiendrait l'air fixe, dont le poids peut être augmenté au double par la simple production de l'eau ; ce qui détruit les inductions de M. Lavoisier.

Les anti-phlogisticiens expliquent la réduction des chaux métalliques par le charbon, en disant : qu'il ne sert qu'à leur enlever le principe oxigène en raison d'une affinité supérieure. Cependant, l'acide du sucre qu'ils avouent contenir le prin-

(a) Tome VI, p. 97 & 172.

cipe inflammable, qui ne contient pas de charbon, & qui même ne peut être réduit en charbon, revivifieroit, je n'en doute pas, les chaux métalliques à une forte chaleur.

A tous les argumens déjà exposés, pour prouver que les chaux métalliques sont réductibles par l'union du gaz inflammable, je n'en ajouterai plus qu'un qui me paroît sans réplique. Si l'on mêle un peu de limaille de fer & une petite quantité d'acide vitriolique avec une dissolution de mercure dans l'acide prussique, l'acide vitriolique dégage sur le-champ le gaz inflammable du fer, & ce gaz s'unissant à la chaux de mercure, la revivifie, & l'acide prussique devient libre comme Schéele l'a découvert (a). J'ai répété cette expérience. Considérons maintenant que l'acide prussique ne contient pas d'air déphlogistiqué; mais que c'est un composé d'air fixe, d'air inflammable & d'alkali volatil, intimément combinés, & qu'il n'éprouve ni décomposition, ni altération lorsqu'il est dégagé du mercure; par conséquent, le gaz inflammable n'a point d'action sur lui, mais seulement le dégage par l'affinité supérieure qu'il a avec la chaux de mercure qu'il réduit en même-tems.

(a) Traduction françoise de Schéele, p. 162.

R E M A R Q U E S
DE M. DE FOURCROY,

*SUR LA CALCINATION DES MÉTAUX,
LES CHAUX OU OXIDES MÉTALLIQUES,
LA FORMATION DE L'ACIDE CARBONIQUE,
LA DÉCOMPOSITION DE L'EAU, &c.*

LES mots *calcination des métaux & chaux métalliques* ont été donnés d'après des observations peu exactes, & ne tiennent qu'à d'anciennes erreurs. On a comparé faussement l'action du feu & de l'air sur les métaux, à celle du feu sur les pierres calcaires, & les résidus terreux de ces métaux brûlés, à la chaux terreuse. On s'est aperçu, depuis long-tems, de ces erreurs, mais on n'en n'a pas profité pour perfectionner la nomenclature. C'est ce que nous avons entrepris de faire en changeant l'expression de *chaux métalliques* en celle d'*oxides métalliques*; & par conséquent, le mot *calcination des métaux* en celui d'*oxidation des métaux*.

Ces expressions nouvelles désignent, suivant l'esprit dans lequel nous avons fait la nomenclature, une combinaison des métaux avec la base de l'air vital ou oxigène; & nous pensons

qu'il est démontré que la prétendue calcination des métaux n'est réellement qu'une combustion, ou qu'une union avec l'oxigène; car, malgré ce que dit M. Kirwan, ces deux expressions sont réellement synonymes. L'affertion que nous présentons est prouvée par les faits suivans : 1°. parmi les fluides élastiques, il n'y a que l'air vital, qui puisse calciner les métaux. 2°. Ils ne le font par l'air atmosphérique qu'en raison de la quantité d'air vital qui y est contenu; 3°. à mesure qu'ils brûlent, ils absorbent, fixent & condensent cet air vital; ce qui prouve que celui-ci abandonne la matière qui le tenoit fondu ou divisé dans l'état de fluide élastique; 4°. ce n'est donc que la partie solide de l'air vital, ou l'oxigène, qui s'unit aux métaux; 5°. c'est pour cela que cette combustion est accompagnée de chaleur & de lumière, quand elle est rapide. 6°. Mais comme le calorique & la lumière sont des corps si légers que nous ne pouvons pas en apprécier le poids par nos instrumens, la perte, le dégagement de ces principes ne changent rien au poids dans nos expériences. 7°. Les métaux augmentent donc en pesanteur de la quantité de l'air vital qu'ils fixent pendant leur combustion. 8°. Tous les demi-métaux & les métaux imparfaits présentant absolument les mêmes phénomènes, lorsqu'on les chauffe avec le

contact de l'air, il n'y a pas de raison de croire que la calcination diffère dans chacun d'eux; leur analogie & celle des effets qu'on y observe prouvent, au contraire, que dans tous il se passe un seul & même phénomène. 9°. Dans tous les divers procédés où les métaux sont calcinés, autrement que par l'air, ils éprouvent absolument la même modification, ils augmentent de poids, ils perdent l'état métallique, comme par l'action simultanée de la chaleur & de l'air.

Tous ces faits positifs & simples nous conduisent à ce résultat. La calcination des métaux est dans tous les cas possibles, soit par l'air, par l'eau, par les acides, &c. une combinaison avec l'oxygène, ou une vraie oxidation.

En considérant les divers oxides métalliques, nous reconnoissons, 1°. qu'ils diffèrent entre eux par la quantité diverse d'oxygène qu'ils exigent pour être saturés. 2°. Que les uns perdent cet oxygène par le seul contact de la chaleur & de la lumière, quelquefois même de celle-ci seule, ou au moins aidée de très-peu de chaleur. 3°. Que le plus grand nombre ne se laisse point enlever cet oxygène par ces agens. 4°. Qu'on ne peut tirer aucune induction contraire à notre doctrine de cette différence des oxides métalliques, puisqu'il faudroit alors objecter de ce que l'acide sulfurique est séparé de certains sels neutres métalliques par

l'action du feu, tandis qu'il ne l'est pas des sulfates alkalis, qu'il existe bien dans les premiers, mais qu'il n'existe pas dans les seconds; la parité de raisonnement seroit parfaite dans l'un & l'autre cas. 5°. Que non-seulement l'oxigène est absorbé en doses différentes par les diverses substances métalliques, mais encore qu'il y est combiné, privé d'une plus ou moins grande quantité de calorique & de lumière, & que cette dose fait varier & la fixité de cet oxigène & la facilité de son dégagement. (Cette observation doit s'accorder avec la pesanteur & la chaleur spécifique des oxides métalliques). 6°. Que chaque oxide métallique peut être dans différens états d'oxidation, plus ou moins chargé d'oxigène, depuis la plus petite quantité possible, jusqu'à celle qui est nécessaire pour le saturer; de sorte que l'oxidation de chaque métal s'arrête, pour ainsi dire, à diverses époques; c'est ainsi que le plomb s'oxide d'abord en gris, puis en jaune, en rouge, le fer en noir & en brun. 7°. Que les époques d'oxidation où chaque métal s'arrête, dépendent des circonstances qui favorisent plus ou moins l'attraction des métaux avec l'oxigène; circonstances dont la principale est une certaine température, ni trop basse, ni trop élevée. Ainsi, tel métal n'absorbe & ne fixe que très-peu d'oxigène atmosphérique, & ne devient jamais qu'oxide

de telle nature, à une température ordinaire, tandis qu'il en fixe bien davantage, & que son oxidation devient complète, si on l'échauffe fortement; tels sont le zinc, le fer, &c. 8°. Que les dix-sept substances métalliques connues (l'arsenic, le tungstène, le molybdène, le cobalt, le bismuth, le nickel, le manganèse, l'antimoine, le zinc, le mercure, l'étain, le plomb, le fer, le cuivre, l'argent, l'or & le platine,) ont différens degrés d'attraction chimique pour l'oxigène, & qu'on connoît déjà une partie de ces attractions que M. Lavoisier a exposées; ainsi, le manganèse, le zinc, le fer, le cuivre, le mercure, l'argent, l'or, se suivent immédiatement depuis la plus forte jusqu'à la plus foible affinité pour ce corps. 9°. Enfin, que les oxides métalliques ne sont décomposés ou réduits en métaux que par les loix d'attractions que suit l'oxigène: ainsi, la chaleur le sépare de quelques-uns; tel métal l'enlève à tel autre; l'hydrogène ou gaz inflammable l'enlève à la plupart des métaux, & le carbone peut-être à tous.

Tels sont les principes généraux simples & peu nombreux qui constituent notre doctrine; nous osons dire qu'ils sont fondés sur tous les faits de chimie les plus positifs, les mieux connus & appréciés, & qu'ils ne sont que le résultat pur & simple de toutes les expériences réunies sur l'oxidation des métaux;

métaux; ils sont applicables à tous les métaux, & aucun d'eux n'exige ni un renversement de ces principes, ni une théorie particulière. J'ai cru devoir présenter ici un précis de cette doctrine, afin que les chimistes, & M. Kirwan en particulier, connussent l'ensemble des faits sur lesquels elle est fondée. Je vais actuellement examiner la théorie de M. Kirwan, & répondre aux objections qu'il nous a faites.

Ce chimiste pense, comme Sthal, que les métaux perdent leur phlogistique par la *calcination*, & il désigne ce phlogistique comme le gaz inflammable concret. Il admet donc dans ces corps ce que nous appelons l'hydrogène. A mesure qu'on chauffe les métaux, leur hydrogène se combine, suivant lui, à l'air qui se précipite dans ces substances; cette combinaison forme de l'air fixe ou acide carbonique qui s'y fixe, de manière que les chaux métalliques sont des composés des bases métalliques avec l'air fixe. M. Kirwan pense que plusieurs métaux s'unissent à l'eau dans leur calcination, ou à d'autres substances qui les calcinent. Voilà donc, dans cette théorie, au moins trois sortes différentes de chaux métalliques; & cette complication de théorie n'est appuyée d'aucune preuve qui me paroisse suffisante pour l'admettre, comme je crois pouvoir l'établir. La réduction des chaux métalliques ne l'est

pas davantage ; c'est, suivant l'auteur, ou la décomposition de l'air fixe, le transport de son phlogistique sur la base du métal, & la séparation de l'air vital, pour les *chaux* qui se réduisent par l'action de la chaleur seule ; ou le dégagement de l'air fixe produit par le phlogistique ajouté dans les *chaux* qu'on ne réduit que par le charbon, les huiles, &c. ou enfin (car il est obligé, malgré sa répugnance, d'en admettre la possibilité dans quelques cas) la décomposition de l'eau fixée dans quelques *chaux*. Après avoir nié, dans tout le cours de son ouvrage, cette décomposition, il finit enfin par avouer qu'il est absolument possible qu'à un très-grand degré de chaleur, l'eau contenue, suivant lui, dans les *chaux* de fer, soit décomposée dans leur réduction. Comme l'auteur avoit admis trois espèces générales de *calcination*, il étoit nécessaire qu'il admît également trois espèces de réduction. Mais combien cette complication d'effets, par des causes analogues, me paroît éloignée de la simplicité de la nature ? Je ne puis même dissimuler que cette diversité d'opinions sur le même phénomène naturel, m'a paru avoir influé sur la marche des idées de M. Kirwan dans cette section de son ouvrage ; les faits sur lesquels l'auteur s'appuie n'y sont pas disposés assez méthodiquement, pour qu'on puisse en saisir facilement l'ensemble ; &

j'ai été obligé de lire un grand nombre de fois la section toute entière, & de la méditer long-tems, pour trouver, entre ses diverses parties, un rapprochement, une liaison qui fussent capables de me guider, & de me faire bien connoître la pensée de l'auteur. Aussi, je n'examinerai pas ces faits de suite & d'après l'ordre de la dissertation, mais je les discuterai en les rapprochant les uns des autres, quelque place qu'ils occupent dans cette section de l'ouvrage.

M. Kirwan commence par rappeler les preuves qu'il a exposées dans les Transactions Philosophiques (1782), sur l'existence du phlogistique. Il veut parler du gaz *inflammable* dégagé pendant la dissolution de la plupart des métaux, & de leur précipitation à l'état métallique par d'autres métaux, sans que, dans ce dernier cas, il se dégage du gaz *inflammable*. M. Lavoisier a prouvé, dans les mémoires de 1782, que ce dernier phénomène est dû au passage de l'oxigène du métal dissous dans celui qui en prend la place, & tient conséquemment aux affinités de ce principe; quant au premier, il dépend manifestement de la décomposition de l'eau. M. Kirwan ne conçoit pas comment le fer décompose l'eau plutôt que l'acide sulfurique. Comment l'hydrogène dégagé de l'eau n'enlève pas l'oxigène au soufre? Ces phénomènes lui paroissent contraires

à la théorie que nous avons établie ; mais il ne prend pas garde que telle affinité qui a lieu entre deux corps, quand ils sont seuls, varie singulièrement par l'addition d'un troisième. Ainsi, le fer & l'hydrogène décomposent cet acide sulfurique, lorsqu'ils agissent seuls & à une haute température sur cet acide ; mais le fer & l'acide sulfurique se trouvant en contact avec l'eau, l'ordre des affinités change tout-à-coup ; celle du fer pour l'oxigène de l'eau, devient plus forte que celle de ce métal pour l'oxigène de l'acide sulfurique, parce que celui-ci en a une très-considérable pour l'eau à laquelle il adhère, & pour l'oxide de fer auquel il tend à s'unir. Ces deux dernières affinités font rester cet acide dans son intégrité ; c'est aussi la raison pour laquelle l'hydrogène de l'eau ne décompose point l'acide sulfurique à la température des dissolutions. D'ailleurs, quand cette modification des affinités n'expliqueroit pas bien le phénomène en question, on répondroit à l'objection de M. Kirwan en prouvant, 1°. que l'acide n'est pas décomposé, puisqu'on le retrouve tout entier ; 2°. que c'est l'eau qui éprouve une décomposition, puisque le métal ne peut pas s'oxider sans la présence de l'oxigène, qu'il enlève à l'eau ; & puisque cet oxigène ne peut pas se séparer de l'eau, que l'hydrogène, autre principe de ce fluide, ne se dégage sous forme de fluide

élastique à l'aide du calorique , qui est dégagé en même-tems ; 3^o. que le métal ne peut pas fournir de gaz *inflammable*, puisqu'il n'en contient pas.

C'est sur ce dernier fait que nous devons le plus insister , car c'est celui sur lequel nous différons le plus de M. Kirwan. Ce physicien pense que les métaux doivent leur état métallique à la partie concrescible de ce gaz ou hydrogène , qu'il regarde comme le phlogistique , & qu'ils sont des composés de ce principe avec des bases ou terres particulières. Nous croyons , au contraire , que rien ne prouve que les substances métalliques contiennent de l'hydrogène, que leur composition n'est pas connue , parce qu'on ne peut point en séparer les principes , & qu'elles ne sont que se combiner avec les différens autres corps naturels , au lieu d'être décomposées dans toutes les altérations qu'on leur fait subir. En un mot , tout nous conduit à croire , dans notre doctrine , que les métaux sont pour nous comme autant d'êtres simples , dont il faut étudier les diverses attractions. Si nous parvenons à prouver cette assertion , toutes celles qui constituent notre théorie seront prouvées , & conséquemment la base sur laquelle M. Kirwan a élevé la sienne , s'écroulera. La discussion exacte d'un seul fait peut terminer cette question ; est-il une seule expérience qui démontre la présence du gaz inflammable solide , phlogistique , ou hy-

246 REMARQUES DE M. DE FOURCROY,
drogène dans les métaux ? Si les partisans du phlogistique peuvent nous opposer un fait de cette nature, leur théorie n'est ébranlée qu'en partie ; mais tout ce qu'ils ont fait pour cela depuis quelques années, n'a point décidé la question en leur faveur, & peut, au contraire, servir à confirmer notre doctrine. Ce que M. Kirwan a réuni d'expériences & d'observations sur ce point dans la section à laquelle nous ajoutons ces remarques, est absolument de ce genre. La distillation de l'amalgame de zinc, à la dose de plusieurs livres de mercure & de 360 grains de zinc, qui lui a donné quelques pouces cubiques de gaz inflammable, ne peut assurément pas être prise pour une preuve de la présence de l'hydrogène ou phlogistique dans ce métal : car, 1^o. puisque M. Kirwan ne croit pas qu'il ait existé de l'eau dans cette amalgame, quelle seroit la cause de ce dégagement dans des vaisseaux fermés, & comment M. Kirwan lui-même l'expliqueroit-il ? 2^o. Peut-il compter sur des indices aussi légers, pour admettre le phlogistique ? 3^o. Quelques pouces cubiques de gaz inflammable n'exigent que 3 ou 4 grains d'eau ; & quelle difficulté n'éprouve-t-on pas à dessécher assez complètement plusieurs livres de mercure, pour enlever les derniers atomes d'eau qui tiennent avec tant de force à ce métal liquide ? Le physi-

rien anglois convient lui-même, & dans son ouvrage & dans ses lettres particulières, qu'il est bien difficile d'ôter toute l'humidité du mercure. Les expériences de dom Cassebois sur la courbure de la surface du mercure dans les tubes du baromètre, prouvent que quelques grains d'eau introduits dans un cylindre de ce métal, s'y mêlent, & y adhèrent si intimement, qu'elle cesse d'être apparente, & qu'on n'en reconnoît sûrement la présence qu'à la convexité que prend tout-à-coup la surface de la colonne, qui n'est plane que lorsque le mercure est parfaitement sec.

4°. Nous ne trouvons donc, dans les expériences d'amalgame, qu'un fait entièrement pour nous: car quelques grains d'eau, dans le mercure, suffisent pour oxider une petite portion du zinc, & fournir le peu de gaz hydrogène obtenu.

5°. Une grande preuve de cette vérité, c'est que pour peu que la proportion d'eau augmente, la production de gaz hydrogène augmente dans un rapport exact.

6°. La petite portion d'acide carbonique (air fixe) trouvée dans le gaz dégagé de cet amalgame, confirme encore notre doctrine, car elle ne peut provenir que du carbure de fer (plombagine) reconnu aujourd'hui dans le zinc, & qui constitue la poudre noire séparée de ce métal pendant ses dissolutions; matière dont les chimistes étoient fort embarrassés, avant les nou-

248 REMARQUES DE M. DE FOURCROY,
velles découvertes de la présence du carbone
(charbon pur) dans quelques métaux.

Comme la décomposition de l'eau par le fer est une des bases principales de notre théorie, M. Kirwan cherche à l'attaquer par le raisonnement; car l'expérience ne peut pas le servir plus que nous dans cette question. Il croit que lorsque l'eau en vapeurs passe à travers un tube de fer rouge dans l'expérience de M. Lavoisier, elle ne fait que dégager le gaz *inflammable* du fer, & se combine avec ce métal. Mais M. Kirwan n'a pas pris garde que cette explication ne peut, en aucune manière, s'accorder avec les faits, puisque 1°. l'augmentation de poids du fer ajoutée au poids du gaz *inflammable* obtenu, répond exactement à la quantité d'eau qui a disparue; 2°. en combinant ce gaz hydrogène avec l'air vital, on trouve qu'il absorbe, en brûlant, un poids de ce dernier, égal à celui que le fer a acquis, & qu'il forme une quantité d'eau égale à celle qui a été employée pour l'oxidation du fer.

M. Kirwan objecte que l'oxigène de l'eau est fixe dans ce liquide, & ne contient pas beaucoup de chaleur; mais quoique l'oxigène soit plus condensé dans l'eau que dans l'air vital, il contient cependant encore une assez grande quantité de calorique, puisqu'il se dégage beaucoup de chaleur de l'eau dans un grand nombre de cas. C'est donc

principalement de l'oxigène liquide de l'eau, que se dégage la chaleur qu'on remarque dans le fer humecté, puisque ce métal, qui s'oxide alors en noir, contient, après cette oxidation, l'oxigène plus condensé & plus solide qu'il n'étoit dans le liquide.

Une seconde objection de M. Kirwan porte sur la différence de cette *chaux* de fer, faite par l'eau de celle qui est formée par l'absorption de l'air. La rouille de fer, dit-il, donne de l'acide carbonique & de l'air vital; le fer noir tessulaire formé par l'eau, ne donne aucune espèce d'air. Cette objection tourne véritablement à l'avantage de notre doctrine; car l'oxide de fer noir, espèce d'*éthiops solide*, dans lequel l'eau convertit le fer, n'est pas saturé de tout l'oxigène que ce métal peut absorber. Le métal y adhère beaucoup à la portion d'oxigène qu'il contient; la chaleur ne peut pas l'en dégager; il a plus de tendance pour absorber de nouvel oxigène, que de facilité à en donner. On n'en retire point d'acide carbonique, parce qu'il n'en contient pas.

M. Kirwan nous oppose encore une belle expérience de M. Priestley, qu'il ne nous fera pas difficile d'appliquer, avec avantage, à notre doctrine. M. Priestley a chauffé, à l'aide du verre ardent, un morceau de fer dans l'air vital, tiré

du précipité *per se*; l'air diminua, fut absorbé par le fer, qui se changea en *scorie* & qui augmenta de poids en proportion de l'air absorbé: ayant ensuite échauffé cette *scorie* dans du gaz *inflammable*, il y eut de l'eau formée, & le fer reprit son état *métallique*. Nous observons d'abord que l'expression des poids indiquée par M. Kirwan, n'est pas parfaitement exacte, puisqu'il se sert toujours des mots à *peu-près*. 1°. Il est évident que le fer a dû augmenter très-exactement de la quantité d'air vital fixé dans son oxidation. 2°. Le gaz hydrogène a absorbé une partie de cet oxigène, avec lequel il a formé l'eau obtenue par M. Priestley. 3°. Le fer n'est pas revenu à son état métallique pur, & n'a pas repris son premier poids. Mais comment, dit M. Kirwan, le gaz *inflammable* peut-il réduire le fer ou lui enlever l'oxigène, puisque, au contraire, suivant la table d'affinités de M. Lavoisier, le fer a plus d'affinité avec l'oxigène que n'en a la base du gaz *inflammable*, & puisque c'est en raison de cette plus grande affinité qu'il décompose l'eau. Si ce qui paroît au premier coup d'œil une très-forte objection, devient, quand on l'examine avec attention, une nouvelle preuve confirmative de la doctrine que nous soutenons, on ne pourra, je pense, disconvenir de tous les avantages de cette doctrine sur celles qui l'ont précédée. Or, telle

est exactement la question que nous agitions ici ; comme je vais le faire voir.

Il est très-vrai que le fer décompose l'eau , en raison de son affinité pour l'oxigène , plus grande que celle qui unit celui-ci à l'hydrogène ; mais il ne l'est pas moins que cette affinité a un terme : en effet , le fer en contact avec l'eau même , à la plus haute température , ne s'oxide jamais qu'en noir ; il n'enlève d'oxigène à ce liquide que ce qu'il lui en faut pour être *fer spéculaire* , noir , brillant , cassant , fusible , cristallisable , ou *éthiops martial* quand il est réduit en poudre ; tant que cet oxide ne touche que de l'eau , & n'a le contact ni de l'air , ni des acides , ni d'autres oxides métalliques , il reste constamment dans cet état ; & l'on fait qu'il n'est pas saturé d'oxigène , puisqu'il n'en contient alors que de 28 à 30 livres par quintal , tandis que par d'autres procédés , il peut en absorber une beaucoup plus grande quantité. C'est ce point d'oxidation du fer par l'eau , que nous appelons terme de l'affinité de ce métal pour l'oxigène , par rapport à l'adhérence de celui-ci pour l'hydrogène. Or , le fer n'enlève d'oxigène à l'hydrogène que jusqu'à ce degré ; alors , sa force d'affinité pour l'oxigène cède à celle qui tient réunis l'hydrogène & l'oxigène , & le fer ne décompose plus d'eau ; c'est pour cela que lorsque l'intérieur du canon de fusil où l'on

a fait passer de l'eau est converti jusqu'à une certaine épaisseur en oxide noir, l'eau n'y éprouve plus d'altération; c'est pour cela aussi que dans la préparation de l'*éthiops martial* de Lemery, si l'on a soin de priver le fer & l'eau du contact de l'air, le métal reste en poudre noire au fond du fluide; c'est pour cela, enfin, que cet oxide noir, ou *éthiops martial*, se dissout dans les acides sulfurique & muriatique, presque sans effervescence & sans donner de gaz hydrogène. Il ne fera pas moins aisé de concevoir, d'après cette explication primitive, pourquoi le gaz hydrogène réduit ou revivifie les oxides de fer, en faisant remarquer que cette réduction n'a lieu que dans ces oxides plus avancés dans leur oxidation que le fer noir ou en *éthiops*, & qu'elle s'arrête au moment où les oxides de fer sont ramenés à l'état d'*éthiops*. C'est ainsi que les oxides bruns, rouges, jaunes & blancs de fer, absorbent le gaz hydrogène, se foncent en couleur, & se convertissent en poudre noire, attirable à l'aimant, qui n'est point encore du fer pur, mais ce que nous nommons l'*oxide noir* de ce métal. L'hydrogène n'enlève aux oxides de fer que la quantité d'oxigène qu'ils contiennent au-delà de leur oxidation en noir, parce que cette quantité a plus d'affinité avec l'hydrogène qu'avec le fer; mais quand la réduction est arrivée à ce point, elle s'arrête: la dernière portion

d'oxigène que contient le fer, y est plus adhérente, qu'elle ne tend à s'unir à l'hydrogène; il n'y a parmi les corps connus que le manganèse, le zinc & le carbone qui puissent enlever cette dernière portion d'oxigène au fer, & encore faut-il, pour cela, une température très-élevée, comme le prouve l'art de fondre & d'affiner le fer. Dans l'expérience de M. Priestley, le fer a été oxidé par l'air vital au-delà de son oxide noir; le gaz hydrogène a été absorbé par cet oxide, & il s'est formé de l'eau en proportion de la quantité d'oxigène contenue dans le métal, au-dessus de son état d'oxide noir, & le volume du gaz absorbé a dû se réduire beaucoup, puisqu'on fait qu'il faut, en poids, pour saturer l'oxigène, près d'un sixième de gaz hydrogène, qui a 14 de légèreté spécifique sur l'air vital. Aussi croyons-nous, comme les expressions employées par M. Priestley nous autorisent à le penser, qu'après la réduction de cette scorie de fer, il y avoit un peu plus de ce métal en poids qu'il n'en avoit d'abord pris pour se calciner dans l'air vital. Cet excès de pesanteur, après la réduction, répond à la quantité d'oxigène nécessaire au fer, pour le mettre dans l'état d'oxide noir ou d'*éthiops*; si l'on veut une nouvelle preuve de la théorie des affinités des métaux avec l'oxigène, relative à celle de l'hydrogène pour le même principe oxidant ou acidi-

fiant, nous pourrions rappeler ici le fait remarquable des oxides de plomb, de bismuth, qui absorbent fortement l'hydrogène du gaz inflammable, & qui se réduisent complètement, parce qu'ils ne sont pas susceptibles de décomposer l'eau quand ils sont seuls; tandis que le zinc, qui cette dernière propriété dans un degré très-marké, donne un oxide dont la blancheur n'est en aucune manière, altérée, & qui ne se réduit point du tout par le contact du gaz hydrogène. C'est pour cela que cet oxide blanc de zinc doit être préféré, pour la peinture, à celui de plomb, dont il n'a pas d'ailleurs les dangereux effets, comme l'a proposé M. de Morveau.

J'espère donc avoir établi sur des bases assez solides, que la réduction partielle d'un oxide de fer par le gaz hydrogène, n'est pas contraire aux affinités qui opèrent la décomposition de l'eau. L'objection de M. Kirwan, qui suit celle-ci, & qui porte sur la décomposition de l'eau par le charbon, & sur l'acide carbonique qui en provient, n'a pas une valeur plus réelle que la précédente, comme M. Lavoisier le démontre dans une note qui suit ces remarques.

M. Kirwan spécifie les circonstances où les oxides métalliques contiennent de l'acide carbonique, & celles où ils contiennent de l'eau. Ceux qui sont formés par une chaleur lente, &

fans rougir, font, suivant lui, dans le premier cas; & ceux qu'on a préparés à une haute température, dans le second. Mais outre ce que nous avons déjà dit au commencement de ces remarques contre ce double état des oxides métalliques qui n'est prouvé, d'ailleurs, par aucune expérience directe, il y a, dans cette opinion, une difficulté insurmontable; c'est que M. Kirwan n'a jamais converti le gaz hydrogène ou inflammable à volonté en acide carbonique ou en eau, suivant les diverses températures employées pour leur combustion. De quelque manière que la combinaison s'opère entre ces deux corps, il n'en résulte jamais que de l'eau: si dans presque tous les cas on obtient un peu d'acide carbonique de cette combustion, la quantité de cet acide formé est peu considérable, & toujours relative à celle du carbone contenu dans le gaz, & provenant du fer ou du zinc qui ont servi à extraire l'hydrogène de l'eau. On fait, d'ailleurs, avec quelle facilité le gaz hydrogène dissout du charbon, quelle condensation il éprouve, & quelle pesanteur spécifique il acquiert. Enfin, cette dissolution de carbone dans le gaz hydrogène, qui est si fréquente qu'on n'a jamais ce gaz parfaitement pur, paroît être la cause de l'odeur forte & fétide que tout le monde connoît dans ce gaz. Rien ne prouve donc que l'acide carbonique ou l'air

fixe soit formé par la combinaison de l'air vital ou de l'oxigène, avec la base du gaz inflammable ou l'hydrogène; tous les faits, au contraire, ne permettent pas de douter que cette combinaison ne donne jamais que de l'eau, & c'est une hypothèse absolument dénuée de preuves, que d'admettre, d'après cela, la formation de l'acide carbonique & son union dans l'oxidation des métaux. Si le *minium* & les oxides de plomb, en général, donnent cet acide par l'action du feu, c'est qu'ils en ont absorbé par le contact de l'air, comme le prouve la quantité de cet acide d'autant plus grande, que ces oxides ont été plus long-tems exposés à l'atmosphère; cela arrive de même aux oxides de fer & au précipité *per se*, ou oxide de mercure rouge, faits par l'air. Ce dernier change de couleur & devient brun à mesure qu'il absorbe l'acide carbonique, comme l'a prouvé M. le Blanc, dans un mémoire lu à l'académie.

M. Kirwan, pour prouver la différence qu'il admet entre ces deux classes d'oxides ou de *chaux* métalliques, observe que l'acide muriatique distillé sur le *minium* & le précipité *per se*, dans lesquels il admet de l'air fixe, devient *déphlogistiqué* en absorbant cet air fixe; & qu'il ne change point lorsqu'on le distille sur les *chaux* de zinc, d'antimoine, de fer. Mais M. Berthollet

a prouvé que l'acide muriatique oxigéné ne contient point d'*air fixe*, & qu'il n'est, comme le nom que nous lui avons donné l'exprime, qu'une combinaison d'acide muriatique & d'oxigène; nous ne voyons donc entre les oxides métalliques qui oxigent cet acide & ceux qui ne l'altèrent point ainsi, d'autre différence que l'adhérence diverse de l'oxigène, & les différens degrés d'affinité de ce principe pour les métaux. C'est une règle, à ce qu'il paroît, générale, que ceux des métaux auxquels l'oxigène n'adhère pas beaucoup, & dont on peut le séparer en tout ou en partie par la lumière & la chaleur, & par la plupart des autres matières métalliques, cèdent facilement ce principe à l'acide muriatique, tandis que les métaux qui retiennent fortement l'oxigène, ne le laissent point enlever par cet acide.

M. Kirwan n'est pas plus heureux dans les autres faits qu'il rassemble pour prouver que les oxides métalliques faits par une chaleur douce, ne contiennent que de l'*air fixe*. L'acide carbonique que M. Herminstad a obtenu de l'oxide de manganèse distillé avec le fer, ne vient que de celui que cet oxide absorbe de l'atmosphère, ou du charbon contenu dans le fer qui brûle à l'aide de l'oxigène dégagé du manganèse. Si le *précipité rouge*, traité de même avec le fer, tantôt donne des doses variées de cet acide, tantôt n'en donne

pas du tout, cela dépend de l'état de l'oxide de mercure plus ou moins oxidé, récemment fait ou exposé à l'air, contenant de l'acide nitreux ou en ayant été entièrement privé; enfin de la nature du fer, qui retient plus ou moins de charbon. Les mêmes observations sur l'état du *précipité rouge*, expliquent pourquoi cet oxide chauffé avec le bismuth a fourni de l'acide carbonique, qui y étoit tout contenu. Si M. Kirwan veut bien réfléchir sur les expériences qu'il a faites, il reconnoîtra bientôt que la plupart sont entièrement à l'avantage de notre doctrine. Le *précipité rouge* & le plomb chauffés ensemble, n'ont point donné d'air, parce que le plomb n'a fait qu'absorber l'oxigène du mercure. Si le zinc & l'étain se sont enflammés dans leur distillation avec le même oxide mercuriel, & n'ont point donné de fluide élastique, n'est-il pas clair 1°. que ces deux métaux n'ont fait qu'enlever l'oxigène au mercure? 2°. Qu'en se combinant avec ce principe, ils l'ont condensé, & en ont séparé plus de calorique & de lumière que ce dernier métal, & que telle est la raison pour laquelle ils se sont enflammés. Le cuivre n'a fait qu'absorber l'oxigène du mercure, & réduire ce métal. Le plomb agité avec l'eau, & dans un certain volume d'air atmosphérique, a donné à M. Kirwan une quantité assez notable d'acide

carbonique ; mais en conclure que l'eau s'unit au phlogistique du métal , pour former cet acide , c'est avancer une hypothèse qui n'est , en aucune manière , d'accord avec les expériences ; il est bien plus vraisemblable que cet acide carbonique provenoit de l'eau ou de l'air , & peut-être de carbone contenu dans le plomb ; car , quoiqu'on ne l'ait point encore trouvé dans ce métal , il ne feroit point impossible que , fondu au milieu des charbons , il n'eût absorbé une partie de leur matière combustible (a).

(a) *Note de M. Berthollet.*

Depuis la rédaction de ces remarques par M. de Fourcroy , j'ai répété , avec soin , l'expérience sur l'oxidation du plomb par l'intermède de l'eau , expérience que décrit M. Kirwan. La seule différence qui mérite d'être remarquée dans le procédé que j'ai suivi , c'est qu'au lieu de faire évaporer à l'air libre l'eau qui avoit été nécessaire pour dégager le plomb de la bouteille où il avoit été enfermé , je l'ai distillée dans une petite cornue dont elle a , par conséquent , chassé tout l'air , en se réduisant en vapeurs. Le plomb qui étoit , pour la plus grande partie , réduit en oxide , n'est pas devenu bleu , comme dans l'expérience de M. Kirwan ; mais il a pris un œil rougeâtre , & il ne s'en est dégagé aucun gaz. J'ai répété la même expérience sur la litharge , & il ne s'en est également dégagé aucun gaz : elle avoit été préparée nouvellement.

Ce n'est plus un problème que la facilité & la promptitude avec laquelle les métaux s'oxydent quand ils sont divisés par le mercure; mais si les oxides de zinc & de plomb préparés par l'amalgame agitée dans l'eau, ont donné de l'acide carbonique, cela dépend, sans doute, des causes indiquées ci-dessus.

En insistant sur toutes ces expériences, M. Kirwan veut non-seulement prouver que les oxides métalliques contiennent ou de l'eau ou de l'acide carbonique, mais il a encore l'intention de démontrer que cet acide est composé d'oxigène & d'hydrogène; c'est-à-dire, d'air déphlogistiqué & de la base du gaz *inflammable*, qu'il substitue, comme on fait, au phlogistique de Sthal. Il s'ap-

Mes expériences sont entièrement d'accord avec celles de M. Gren, Professeur de Halle, qui n'a point retiré de gaz, en soumettant, à une forte chaleur, un oxide de plomb qu'il avoit préparé lui-même (a).

M. Gren décrit un grand nombre d'expériences dont les résultats sont opposés à ceux de M. Kirwan. Je me contenterai de traduire ce passage qui rappelle les principaux. *Mes essais prouvent évidemment que l'air fixe n'est produit ni par la combustion du phosphore, ni par celle du soufre, ni par celle du gaz inflammable métallique, ni par la décomposition de l'air commun & du gaz nitreux, ni par la calcination des métaux, ni par l'amalgamation du plomb.*

(a) Beytrage zu der chemiscen, annalen. 1787.

puie d'abord d'une expérience de M. Hermstadt, qui ayant privé de l'oxide de manganèse de l'air vital qu'il pouvoit donner à une forte chaleur, fit rougir ensuite cet oxide dans un tube de terre, & passer à travers de l'acide carbonique, huit fois de suite. Cet air, dit-il, devient si pur, qu'il pouvoit entretenir la combustion; mais comme il n'y a, dans le récit de cette expérience, ni détermination de la nature précise de cet air par l'eudiomètre, ni l'indication de sa quantité, nous ne pouvons y voir que l'absorption de l'acide carbonique par le manganèse, ou l'eau à travers laquelle il a passé, & le dégagement d'une nouvelle quantité d'air vital du demi-métal, peut-être même l'air ordinaire contenu dans l'eau & chassé de ce liquide par l'acide carbonique qui en aura pris la place.

Quant à l'altération de cet acide par l'étincelle électrique observée & décrite par M. Monge, dont M. Kirwan tire une induction favorable à sa théorie, notre confrère s'est expliqué lui-même sur ce fait.

Toutes les expériences relatives à la formation de l'acide carbonique, prouvent qu'il existe du carbone par-tout où cet acide se forme. L'oxidation des métaux n'en produit que lorsque ceux-ci contiennent du carbone de fer ou de la *plombagine*, comme le fer & le zinc. Il se dégage certaine-

ment du carbone en vapeurs des poumons, & cela ne doit point étonner les physiciens qui savent aujourd'hui que ce corps très-fixe, lorsqu'il est sec & isolé, se dissout complètement & facilement dans plusieurs fluides élastiques, l'air vital, le gaz hydrogène, & même le gaz azotique des substances animales, comme je l'ai trouvé dans mes recherches sur ce gaz.

Une des expériences sur laquelle M. Kirwan fonde son opinion sur la nature de l'air fixe ou acide carbonique, qu'il regarde comme un composé d'hydrogène ou phlogistique, & d'oxigène ou air vital, & qui ne diffère de l'eau, suivant lui, qu'en ce qu'il contient plus d'hydrogène; c'est celle de M. Priestley, par laquelle ce physicien, en faisant passer de l'air sur du charbon, dans un tube de terre rouge, a obtenu beaucoup d'*air inflammable*, avec de l'*air fixe*; & en brûlant cet air inflammable avec un volume égal d'*air déphlogistiqué*, a eu de l'*air fixe*, en quantité plus grande que celle de l'air inflammable employé; mais ce résultat ne lui est pas favorable: car comment, dans sa théorie, l'air changeroit-il le charbon en air inflammable? Il est bien plus démontré que c'est à la décomposition de l'eau dissoute dans cet air, qu'est dû le gaz *inflammable* & l'acide carbonique obtenus; & que ce gaz *inflammable* tenant beaucoup de carbone

en dissolution, a fourni beaucoup d'acide carbonique, & peu d'eau, par sa combustion avec l'air vital. D'ailleurs, ne perdons pas de vue, 1°. que personne n'a changé tout le charbon en gaz inflammable, comme cela seroit nécessaire dans la théorie de M. Kirwan; 2°. que le gaz inflammable ou hydrogène pur ne donne que de l'eau pure par sa combinaison avec l'oxigène; 3°. qu'il faut absolument du charbon pour la formation de l'acide carbonique ou air fixe; 4°. que lorsqu'on brûle du gaz hydrogène tenant beaucoup de carbone en dissolution, comme celui qui s'est dégagé dans l'expérience de M. Priestley, il faut une beaucoup plus grande quantité d'air vital qu'il n'en faudroit pour brûler un égal volume de gaz hydrogène pur, & qu'on obtient par cette combustion un mélange d'eau & d'acide carbonique relatif aux quantités d'hydrogène & de carbone qui le forment. Ces faits positifs détruisent absolument la théorie de M. Kirwan, & s'accordent parfaitement avec notre doctrine.

Il est difficile de concevoir comment M. Kirwan croit attaquer notre doctrine sur la réduction des oxides métalliques par le carbone, en vertu de la forte affinité de ce dernier pour l'oxigène, en supposant que l'acide oxalique ou du sucre, réduiroit les oxides à une forte chaleur, quoique, dit-il, cet acide ne contienne point

de charbon, & ne puisse être réduit en charbon. Mais nous répondons, 1^o. qu'il n'a point opéré cette réduction; 2^o. qu'en la supposant existante & prouvée, elle seroit due ou à l'hydrogène qui existe bien réellement dans cet acide, & qui enlève l'oxigène aux oxides, ou au carbone que cet acide contient bien certainement, puisque, quand on le décompose par la chaleur, on obtient de l'acide carbonique formé par l'union simple de l'oxigène & du carbone, & du gaz hydrogène tenant du carbone en dissolution. Nous avons fait voir, dans la remarque ajoutée à la section précédente, que l'acide oxalique étoit une combinaison d'hydrogène, de carbone & d'oxigène dans des proportions encore indéterminées, qu'il ne différoit que par ces proportions des autres acides végétaux, & que si le rapport des proportions varie par quelque circonstance, la combinaison de cet acide est promptement altérée.



SECTION X.

DE LA DISSOLUTION DES MÉTAUX.

L'OPINION générale des chimistes depuis le commencement du siècle, a toujours été que la dissolution des métaux provenoit de leur affinité avec les menstrues qui les dissolvent. Cependant, comme ils ont aussi une forte affinité avec le phlogistique, & qu'il faut leur en enlever une portion pour qu'ils puissent être dissous, j'ai cru nécessaire de donner une explication plus détaillée de ce phénomène dans un mémoire imprimé dans les Transactions Philosophiques de 1784. Mais alors, la constitution des acides m'étoit inconnue (je n'avois pas encore acquis les connoissances que les écrits de MM. Lavoisier & Berthollet m'ont procurées) : je négligeai de faire mention que l'acide nitreux étoit toujours, en partie, décomposé quand il dissout les métaux, que son air fixe & une partie de l'acide non décomposé s'unissent au métal, tandis que l'autre portion de l'acide non décomposé, c'est à-dire, sa base, s'unit au phlogistique du métal, forme le gaz nitreux, dont une partie se dégage, & l'autre est retenue dans la liqueur. L'acide vi-

triolique, au contraire, est quelquefois décomposé en partie, & quelquefois il ne l'est pas, selon la proportion d'eau qu'il contient; s'il est concentré & chauffé, son air fixe & une portion de l'acide qui n'est pas décomposé, s'unissent à la substance métallique, tandis que sa base s'unit au phlogistique du métal, & forme le soufre; ou cet acide ne se décompose qu'en partie, sa base retient une portion de son air fixe, s'unit, en partie, au phlogistique du métal, & formant ainsi du gaz vitriolique qui tient du soufre en dissolution, une partie de cet air s'échappera, & l'autre restera dans la liqueur.

Mais si l'acide vitriolique est étendu d'eau, il ne s'unira pas au phlogistique, & par conséquent il ne sera pas décomposé; mais il dégagera le phlogistique sous la forme de gaz inflammable, & il s'unira au métal. Les acides phosphorique & arsénical sont de même susceptibles de phlogistication, mais l'acide marin & les acides végétaux ne le sont point autant que je sache.

Les anti-phlogisticiens pensent que les métaux sont solubles dans les acides, purement à cause de leur affinité avec le principe oxigène (a) dont ils se saturent pendant la dissolution. Par conséquent, d'après eux, tous les acides sont dé-

(a) Mémoires de Paris, ann. 1782, p. 491.

composés dans les dissolutions métalliques, ou au moins ils déterminent la décomposition de l'eau. J'ai déjà démontré que cette supposition étoit dénuée de fondement.

Si les métaux deviennent solubles par saturation avec le principe oxigène, je demande :

1°. Pourquoi les chaux saturées d'oxigène ne sont pas solubles dans l'eau, ni même dans l'acide vitriolique ?

2°. Pourquoi les chaux de fer, d'étain, de régule, d'antimoine saturées d'oxigène, sont insolubles dans l'acide nitreux, tandis qu'elles sont solubles dans cet acide, lorsqu'elles ne sont pas saturées, & que les chaux de plomb, d'argent & de mercure sont solubles dans cet acide, lorsqu'elles sont saturées de ce principe ? Ces différences n'indiquent-elles pas une autre affinité, outre celle du principe oxigène ?

3°. Pourquoi les chaux de fer se dissolvent-elles plus aisément dans l'acide marin que dans l'acide nitreux, même lorsqu'elles ne sont pas saturées ?

4°. Pourquoi la plupart des chaux métalliques se dissolvent-elles plus aisément dans les acides végétaux que leurs métaux respectifs ?

5°. Pourquoi une dissolution de fer dans l'acide vitriolique étendu d'eau, est-elle décomposée lorsqu'on l'expose à l'air ? & pourquoi un excès d'acide

redissout-il la chaux, ou empêche-t-il sa précipitation ?

6°. Pourquoi une dissolution de zinc dans l'acide vitriolique étendu d'eau, n'est-elle pas si aisément décomposée par son exposition à l'air ?

7°. Pourquoi une dissolution de fer dans l'acide marin n'est-elle pas aisément décomposée par son exposition à l'air ?

8°. Pourquoi le régule d'antimoine décompose-t-il totalement l'acide nitreux, tandis que le cuivre, qui a une plus grande affinité avec le principe oxigène, ne le décompose pas totalement ?

9°. Comment se fait-il que les chaux d'or soient solubles dans l'acide nitreux, & que les chaux de fer ne le soient pas ? Tous ces phénomènes ne prouvent-ils pas qu'il intervient une autre affinité indépendante de celle des métaux avec le principe oxigène ?

10°. Le cuivre, le plomb, le zinc, se dissolvent dans l'alkali fixe caustique, & le cuivre dans l'alkali volatil caustique ; où prennent-ils le principe oxigène ?

11°. Puisque le zinc & le fer ne sont solubles qu'à l'aide de la chaleur dans l'acide vitriolique concentré, & qu'ils sont solubles dans l'acide vitriolique étendu d'eau sans le secours de la chaleur, les anti-phlogisticiens doivent dire que

le zinc & le fer enlèvent l'oxigène du soufre
seulement par le secours de la chaleur, mais
qu'ils peuvent l'enlever au principe inflammable
sans le secours de la chaleur; cependant, suivant
leur doctrine, le principe oxigène a une plus
grande affinité avec le principe inflammable
qu'avec le soufre; comment cela peut-il s'ac-
corder?



R E M A R Q U E S
SUR LA SECTION X,
DE LA DISSOLUTION DES MÉTAUX.

Par M. DE FOURCROY.

LA section X, où M. Kirwan traite de la dissolution des métaux dans les acides, est une des plus courtes, parce que l'auteur a déjà parlé de ce phénomène dans divers endroits de son ouvrage, & parce qu'il se feroit inmanquablement répété. Les mêmes raisons nous obligent d'être beaucoup plus précis dans ces remarques, que dans plusieurs des précédentes.

Comme M. Kirwan n'a pas rendu un compte assez détaillé ni assez clair de notre doctrine sur ce point, nous en exposerons ici les principales bases relatives à la dissolution des métaux dans les acides.

1°. Les métaux ne peuvent s'unir aux acides qu'après avoir été oxidés, ou combinés avec l'oxigène.

2°. Il faut que les métaux contiennent des quantités déterminées d'oxigène pour se combiner aux acides; en deçà de ce terme d'oxidation,

ils ne s'y unissent que difficilement ; au-delà, ils s'en séparent plus ou moins facilement.

3°. Ce degré déterminé d'oxidation pour les degrés de dissolubilité, est non-seulement différent dans les différens métaux pour le même acide ; mais il l'est encore pour chaque métal en particulier dans les diverses sortes d'acides. Le degré d'oxidation nécessaire à chaque métal, pour s'unir avec chaque acide, n'est encore connu que pour quelques cas ; mais ce qu'on en fait, suffit pour faire ranger l'affertion que nous venons de présenter parmi les axiomes chimiques.

4°. Dans toute dissolution métallique par un acide, le métal, pour s'oxider, décompose l'acide lui-même, ou l'eau qui le tient étendu, ou enlève à l'atmosphère l'oxigène dont il a besoin. Dans le second cas, c'est du gaz hydrogène plus ou moins pur qui se dégage, & l'acide reste entier sans décomposition ; ce qui est prouvé par la quantité d'alkali nécessaire pour le saturer. Dans le premier cas, il se dégage un des principes de l'acide, ou l'acide privé d'une partie de son oxigène, & fondu dans le calorique, qui se sépare en même-tems ; tels sont le gaz nitreux & le gaz acide sulfureux. Dans le troisième cas, ni l'eau ni l'acide ne sont altérés ; telle est la dissolution du cuivre par l'acide acéteux.

5°. L'acide muriatique & les acides végétaux

formés de radicaux ou principes acidifiables, qui ont plus d'affinité avec l'oxigène que n'en ont les métaux, ne sont point décomposés par ces métaux, & c'est toujours l'eau ou l'atmosphère qui donne de l'oxigène à ces derniers. Aussi, les dissolutions par ces acides ne fournissent-elles jamais que du gaz hydrogène, ou ne présentent-elles point d'effervescence.

6°. Ces derniers acides facilitent tellement la décomposition de l'eau par les métaux, ou augmentent tellement leur affinité pour l'oxigène, que ceux des métaux qui, seuls, ne décomposeroient pas ce liquide même à une très-haute température, en deviennent susceptibles, comme l'étain, le cuivre, &c.

7°. Il est quelque cas où l'eau & l'acide sont en même-tems décomposés par le métal, comme cela a lieu dans la dissolution d'étain par l'acide nitrique, suivant l'observation de M. de Morveau. L'étain est si avide d'oxigène & en demande tant pour se saturer, qu'après avoir absorbé celui de l'acide nitrique & l'avoir réduit à l'état d'azote, il décompose encore l'eau, & en dégage l'hydrogène. Ces deux principes séparés de leurs premiers composés, s'unissent ensemble, & forment tout-à-coup de l'ammoniaque. Aussi n'y a-t-il pas dégagement sensible de fluide élastique. Dans ce cas, il paroît que la formation de l'ammoniaque

moniaque dans la dissolution d'étain par l'acide nitro-muriatique, a toujours lieu, car, en jettant dans cette dissolution de la chaux vive, ou un alkali fixe fixe caustique, il se dégage toujours de l'ammoniaque.

9°. Il résulte de tout ce qui a été exposé jusqu'ici que dans toute dissolution métallique où l'acide est décomposé, il faut deux doses de ce sel, & l'esprit en conçoit la nécessité; 1°, celle dont la décomposition fournit l'oxigène au métal; 2°, celle qui dissout ce métal oxidé.

10°. Si, d'après cela, l'on ne donne à un métal que la quantité d'acide nécessaire pour son oxidation, il ne fera qu'oxidé & non dissous. C'est ainsi que quelques gouttes d'acide nitrique concentré jettées sur de l'étain, de l'antimoine, du bismuth, & même du zinc, réduisent promptement ces métaux en oxides blancs, secs & pulvérulens.

11°. C'est d'après la distinction exacte de ces deux doses d'acide, qu'on conçoit pourquoi un métal, quoique très-avide d'oxigène, ne décompose point assez de cet acide, & ne lui enlève point assez d'oxigène pour s'en faturer complètement; car, trop chargé de ce principe, il ne s'uniroit point à la portion non décomposée de l'acide, & il n'y auroit pas de dissolution; mais au lieu de se faturer ainsi, à mesure que le mé-

tal arrive au point d'oxidation déterminé, l'acide le dissout, & le métal ne le décompose pas au-delà, parce que son affinité pour cet acide est alors plus forte que pour une plus grande dose d'oxigène.

12^o. Des circonstances variées & sur-tout une haute température, changent ces attractions; elles augmentent celle du métal pour l'oxigène, & en favorisant sa saturation par ce principe, ou elles l'empêchent de s'unir à l'acide, ou elles en opèrent la séparation. Le premier effet a lieu dans les mélanges d'acides & de métaux dont on accélère l'action par une forte température. On observe le second dans la plupart des dissolutions métalliques qu'on chauffe trop fortement.

13^o. La plupart des dissolutions métalliques qu'on laisse exposées à l'air en absorbent plus ou moins promptement de l'oxigène, & les métaux qu'elles contiennent s'oxidant plus qu'ils ne le sont, se séparent & se précipitent; de sorte qu'il n'y a pas une seule de ces dissolutions qui reste dans le même état par l'exposition à l'air, & qu'on puisse regarder comme absolument permanente.

14^o. Puisque les métaux ne peuvent rester unis aux acides que dans l'état d'oxides à un degré déterminé, on conçoit facilement qu'en plongeant dans une dissolution métallique un métal qui a plus d'affinité avec l'oxigène que n'en a celui qui est dissous, le premier doit

enlever à celui-ci son oxigène, prendre sa place dans l'acide, & laisser déposer le second sous une forme plus ou moins métallique, suivant qu'il lui enlève plus ou moins d'oxigène. Telle est la raison de la précipitation de l'argent par le cuivre, du cuivre par le fer, &c.

Que l'on compare actuellement cette théorie simple, & qui n'est que le résultat des faits, avec les explications compliquées que M. Kirwan donne des dissolutions métalliques, on reconnoîtra bientôt l'opinion qui se rapproche le plus de la vérité. Cette comparaison, faite avec la réserve & la circonspection qu'il est nécessaire de mettre dans des objets de cette nature, me paroît tellement à l'avantage de notre doctrine, qu'il n'y a presque aucun fait relatif aux dissolutions métalliques qui ne puisse s'expliquer facilement & clairement par son moyen. Pour en fournir des preuves auxquelles M. Kirwan lui-même ne puisse se refuser, car il n'a certainement à cœur que la recherche de la vérité, je vais faire voir, 1°. que la plupart des objections qu'il présente sous forme de questions dans cette partie de son ouvrage, peuvent être détruites par une connoissance approfondie des principes qui ont été posés (a) : 2°. que celles qui ne le sont pas par

(a) Les numéros qui suivent répondent à ceux des questions posées par M. Kirwan; on supposera celles-ci

ces principes, sont des vérités de fait, qu'on ne peut expliquer dans aucune théorie.

1^o. Les oxides saturés d'oxigène sont plus solubles dans l'eau que les métaux d'où ils proviennent; comme ceux d'arsenic, d'antimoine, de molybdène, de tungstène; l'acide sulfurique ne les dissout pas tous; c'est un fait d'observation qui ne peut être expliqué dans aucune théorie, parce qu'il tient à la cause des affinités que l'on ne connoitra peut-être jamais, ou qu'au moins, nous sommes fort éloignés de connoître; c'est un fait d'observation simple, que les oxides métalliques les plus solubles dans l'acide sulfurique s'en précipitent peu-à-peu par l'exposition des dissolutions à l'air de l'atmosphère, dont ils absorbent l'oxigène: c'est par la même raison, & parce qu'ils ont outrepassé le point d'oxidation nécessaire pour rester unis à l'acide sulfurique, que quelques oxides ne peuvent pas y être dissous.

2^o. Les oxides de fer, d'étain, d'antimoine saturés d'oxigène ne sont pas solubles dans l'acide nitrique par la même loi observée pour tous les acides; cette insolubilité n'existe pas pour ceux d'argent, de mercure & de plomb; c'est encore un fait qui tient à la loi des attractions que nous ne pouvons qu'exposer: cependant, observons ici

connues, & on ne les rappellera ici que par les réponses qui y seront faites.

que ces derniers métaux ont beaucoup moins d'attraction pour l'oxigène que les premiers, & que leur tendance à la combinaison n'étant pas également satisfaite, il est naturel de concevoir ainsi leur dissolubilité. Observons encore que M. Kirwan ne répondroit pas plus facilement à ces questions qu'à celle-ci. Pourquoi quelques acides ont-ils plus d'affinité avec les alkalis fixes qu'avec la terre calcaire ? & pourquoi d'autres acides en ont-ils plus avec celle-ci qu'avec les alkalis fixes ?

3°. L'acide muriatique dissout plus aisément les oxides de fer que l'acide nitrique, vraisemblablement en raison de son extrême tendance pour s'unir avec un excès d'oxigène.

4°. Les acides végétaux dissolvent mieux cet oxide, par la même raison ; la plupart tendent à absorber plus d'oxigène qu'ils n'en contiennent ; c'est pour cela que plusieurs enlèvent l'oxigène à l'acide nitrique, & deviennent plus fortement acides qu'ils ne l'étoient auparavant.

5°. Une dissolution de fer dans l'acide sulfurique exposée à l'air, laisse déposer de l'oxide de fer, parce qu'elle absorbe de l'oxigène ; cette assertion est prouvée par des expériences exactes ; un excès d'acide sulfurique ne redissout cet oxide que parce que contenant plus d'oxigène, le fer exige plus d'acide pour être tenu en dissolution ;

mais à mesure que ce métal absorbe de nouveau l'oxigène atmosphérique, il redevient indissoluble dans la quantité d'acide ajoutée, & il en faut une nouvelle portion pour le redissoudre; ces additions d'acide sulfurique proportionnelles à celle d'oxigène atmosphérique dans le fer, parviennent à la dissoudre, jusqu'à ce que l'oxidation du fer soit complete.

6°. Une dissolution de zinc dans l'acide sulfurique étendue d'eau, ne précipite pas par le contact de l'air, parce que l'oxide de zinc, quelque chargé d'oxigène qu'il soit, paroît être dissoluble dans cet acide.

7°. La décomposition du muriate de fer par l'air, n'est pas si facile que celle du sulfate, en raison, sans doute, de l'attraction forte de l'acide muriatique pour l'oxigène: on fait que l'oxide de fer le plus chargé d'oxigène est dissoluble dans cet acide.

8°. L'antimoine décompose totalement l'acide nitrique, & le cuivre, quoiqu'ayant une plus forte affinité avec l'oxigène, ne le décompose pas de même, parce que le demi-métal demande bien plus d'oxigène que le second pour être saturé; aussi l'oxide d'antimoine ne reste-t-il pas long-tems dissous dans l'acide nitrique.

9°. L'oxide d'or est soluble dans l'acide nitrique, tandis que l'oxide de fer ne l'est pas, parce que le premier a bien moins d'affinité que le

second avec l'oxigène, & en contient bien moins; d'ailleurs, c'est encore un simple fait d'observation qui n'est pas plus explicable dans une théorie que dans une autre, & qui, conséquemment, ne favorise pas plus celle de M. Kirwan qu'il n'infirmé notre doctrine.

10°. Lorsqu'on dissout le zinc dans l'alkali fixe caustique, & dans l'ammoniaque, c'est à l'aide de la décomposition de l'eau, que ces combinaisons s'opèrent; aussi n'y a-t-il pas de dissolution sans dégagement de gaz hydrogène, comme l'ont vu MM. de Laffonne & les Académiciens de Dijon. M. Gengembre a prouvé, dans ses recherches sur les gaz hydrogène sulfuré & phosphoré, ou *hépatique* & *phosphorique*, que le soufre, qui ne décompose pas l'eau à une température peu élevée, en devient susceptible lorsqu'il est aidé par une matière alkaline, & que telle est la cause de la formation & du dégagement de ces gaz, qui ne sont, comme leurs noms nouveaux l'exposent, que des dissolutions de soufre & de phosphore dans le gaz hydrogène. J'ai confirmé, par beaucoup d'expériences, cette ingénieuse théorie dans mes recherches sur le gaz *hépatique* (a).

(a) Mém. de l'Acad. Royale des Scienc. ann. 1786, (sous presse).

Il arrive la même chose au zinc, qui ne décompose l'eau que très-lentement à une température moyenne; mais un alkali favorise cette décomposition, le métal enlève l'oxigène de l'eau, & en dégage l'hydrogène fondu dans le calorique qui se sépare en même-tems que la réaction a lieu entre les composans de ces êtres. Quant au plomb & au cuivre dissous dans les alkalis liquides, comme cette dissolution n'est pas accompagnée de dégagement de gaz hydrogène, il est plus que vraisemblable que ces métaux absorbent de l'atmosphère l'oxigène dont ils ont besoin pour se dissoudre. Nous avons déjà fait cette observation sur la dissolution du cuivre dans l'acide du vinaigre. Ajoutons ici que c'est en raison de cette absorption de l'oxigène atmosphérique par le cuivre, dans le cas où ce métal se dissout dans les acides végétaux, que les vases de cuivre ne s'oxident dans les usages économiques, que lorsque les liquides qu'ils contiennent sont froids.

11°. De ce que le zinc & le fer ne sont solubles dans l'acide sulfurique concentré qu'à l'aide de la chaleur, tandis qu'ils le sont à froid dans le même acide étendu d'eau, on ne peut pas en inférer que nous nous trompons, en disant, d'après l'expérience, que l'oxigène a plus d'affinité avec l'hydrogène qu'avec le soufre; car cette dif-

ficulté apparente qu'on éprouve à séparer l'oxigène d'avec le soufre, par le moyen des métaux, est réellement moindre que celle que l'on est obligé de vaincre pour décomposer l'eau par les mêmes métaux, comme nous allons le faire voir. M. Kirwan n'a point assez pesé toutes les circonstances des faits sur lesquels est fondée notre doctrine à cet égard. 1°. Le fer ne décompose fortement & promptement l'eau, quand ces deux corps agissent seuls l'un sur l'autre, qu'à une température bien plus élevée que celle qui est nécessaire pour la décomposition de l'acide sulfurique par le même métal. 2°. Quand on met en contact du fer, de l'eau & de l'acide sulfurique, il y a un plus grand nombre d'affinités qui opèrent les changemens de ces corps que dans les deux cas précédens. Dans cette dernière expérience, le fer ne tend pas seulement à s'unir à l'oxigène de l'eau, mais l'acide sulfurique tend encore à se combiner avec l'oxide de fer. Cette seconde attraction augmente, pour le moment, celle du fer pour l'oxigène, & son effet est de rendre la décomposition de l'eau plus prompte & plus facile qu'elle ne le seroit par le fer seul.



SECTION XI.

*DE LA PRÉCIPITATION DES MÉTAUX LES
UNS PAR LES AUTRES.*

POUR expliquer la précipitation d'un métal dissous dans un acide par d'autres métaux, M. Lavoisier croit qu'il suffit que le principe oxigène ait plus d'affinité avec le métal précipitant qu'avec celui qui est précipité; ainsi dans son système le cuivre précipite le mercure, parce qu'il a plus d'affinité avec l'oxigène que n'en a le mercure (a).

Quant à la proportion d'oxigène nécessaire à la dissolution des différens métaux, il la déduit de la quantité de métal nécessaire pour la précipitation d'une autre quantité donnée d'un autre métal, & voici comment il exprime cette analogie.

La quantité du métal précipitant est à celle du métal précipité, comme la quantité du principe oxigène nécessaire pour la saturation du précipité, est à celle nécessaire pour la saturation du précipitant. Si donc 135 grains de mercure

(a) Mémoires de Paris, ann. 1782, p. 512.

sont nécessaires pour précipiter 100 grains d'argent de sa dissolution dans l'acide nitreux, il est évident que 135 grains de mercure demandent pour leur dissolution la même quantité d'oxigène que 100 grains d'argent. Par conséquent la quantité nécessaire pour la dissolution de 100 grains de mercure est à celle nécessaire pour la dissolution de 100 grains d'argent, comme 100 est à 135. Maintenant, par ses propres expériences, il faut 8 grains de principe oxigène pour la dissolution de 100 grains de mercure ; par conséquent 10,8 sont nécessaires pour la dissolution de 100 grains d'argent. Il trouve ainsi dans tous les cas, par les expériences de M. Bergman, la proportion du précipitant au précipité.

Sa formule générale peut s'exprimer ainsi.

Que le poids du précipitant soit P, que celui du précipité soit p, l'oxigène nécessaire pour la solution du précipitant O, & celui nécessaire pour la solution du précipité o. Alors $P : p :: O : o$.

C'est ainsi que la précipitation de 100 grains des différens métaux lui donne la quantité absolue du principe oxigène nécessaire à leur dissolution : il l'a exprimée dans la seconde colonne de la table suivante, & dans la troisième la quantité nécessaire à leur dissolution.

<i>Métaux.</i>	<i>Principe oxigène. grains.</i>	<i>Pour la dissolution seulement.</i>
Platine,	81,690	
Or,	43,612	
Fer,	27,000	
	37,000	
Cuivre,	36,000	15,85
Cobalt,	29,190	
Cent grains de Manganèse,	21,176	
Zinc,	19,637	
Nickel,	14,721	
Régule d'antimoine,	13,746	22,383
Etain,	14,000	23,555
Régule d'arsenic,	11,739	
	24,743	
Argent,	10,800	
Bismuth,	9,622	
Mercure,	8,000	
Plomb,	4,470	14,190

Mais les phénomènes de la précipitation sont beaucoup plus compliqués. J'ai déjà essayé dans une autre occasion d'en expliquer plusieurs; je vais en rappeler quelques-uns, & je desire savoir comment on peut les expliquer d'après les principes de la nouvelle théorie.

1°. Une dissolution d'or dans l'eau régale peut être précipitée sous la forme métallique par une dissolution nouvellement faite de vitriol de fer; mais elle ne peut pas l'être par la dissolution de vitriol de cuivre, ni par celle d'aucun autre métal.

Les antiphlogisticiens diront probablement que

L'or, pendant sa dissolution, enlève 43 parties sur cent d'oxigène, & le fer, quoique susceptible d'en absorber 37, n'en enlève que 27, lorsqu'il est nouvellement dissous, & que comme il a une plus grande affinité avec l'oxigène que n'en a l'or, il prend à ce dernier métal la différence de 27 à 37, de sorte que pour priver absolument l'or du principe oxigène & le réduire à son état métallique, il faudroit que la quantité du vitriol fût 10 ou 12 fois plus grande que celle de l'or.

Mais cette réponse est insuffisante, 1°. Le cuivre par sa dissolution dans les acides n'enlève que 15,85 parties de principe oxigène, & cependant par précipitation il peut en donner 36. D'après les tables de M. Lavoisier, il a aussi une plus grande affinité avec l'oxigène que l'or n'en a, & cependant une dissolution de vitriol de cuivre ne précipite pas un atôme d'or.

2°. La platine absorbe toujours une plus grande quantité de principe oxigène, & comme elle est insoluble dans l'acide nitreux, l'on doit penser dans la doctrine anti-phlogistique qu'elle a moins d'affinité avec l'oxigène que n'en a le gaz nitreux, & que par conséquent cette affinité doit être très-petite; cependant le vitriol de fer, en telle quantité qu'il soit, n'en précipite pas un atôme. Le même raisonnement s'applique aux dissolutions des autres métaux qui ont moins d'affinité avec

l'oxigène que n'en a le fer, & qui contiennent une plus petite quantité de ce principe, qu'une nouvelle dissolution de fer ne peut en enlever. Aucun de ces métaux n'est précipité sous la forme métallique par la dissolution nouvelle de vitriol de fer, ou même il n'y a point de précipitation si l'affinité de l'acide vitriolique n'intervient point.

On peut bien expliquer dans l'hypothèse anti-phlogistique la précipitation du vitriol de cuivre par le fer, parce qu'on dit qu'il a une plus grande affinité avec le principe oxigène que le cuivre n'en a, & qu'ainsi il en absorbe davantage. Mais pourquoi le cuivre, qui est insoluble dans l'acide vitriolique étendu d'eau, devient-il soluble dans une dissolution de vitriol de fer étendue d'eau, exposée à l'air ou à la chaleur de l'ébullition? Cela me semble difficile à concevoir dans la nouvelle hypothèse, car le fer ne doit pas seulement retenir l'oxigène dont il est loin d'être saturé. Mais aussi il doit prendre celui qui vient de l'atmosphère. Alors comment le cuivre attire-t-il celui qui est nécessaire pour sa dissolution? ou si le fer le partage avec lui, pourquoi cesse-t-il d'être soluble? ou s'il ne le partage pas, comment cesse-t-il d'être soluble lorsqu'il est saturé du principe de la solubilité?

3°. Le fer n'est soluble dans l'acide vitriolique concentré qu'à l'aide de la chaleur; cependant

Si dans une dissolution d'argent ou de mercure par cet acide concentré, l'on jette un morceau de fer, l'argent & le mercure sont sur-le-champ précipités sous leur forme métallique, & le fer est dissous : ce fait me paroît inexplicable dans la nouvelle théorie ; car puisque le fer ne peut pas sans l'aide de la chaleur priver le soufre de son principe oxigène, comment arrive-t-il que sans elle il prive l'argent ou le mercure de ce principe, quoiqu'ils aient une plus forte attraction avec lui que le soufre ?

4°. Pourquoi le zinc, le fer ou le mercure ne peuvent-ils précipiter l'étain sous la forme métallique ; s'ils ont une plus forte affinité avec le principe oxigène, & s'ils en absorbent une plus grande quantité que l'étain ?

5°. Pourquoi le régule d'antimoine peut-il à peine précipiter le mercure de l'acide vitriolique, quoiqu'il ait une plus grande affinité avec le principe oxigène, & qu'il en absorbe une plus grande quantité que le mercure ; & pourquoi précipite-t-il au contraire facilement le mercure de l'acide nitreux ?

6°. Pourquoi le fer ne précipite-t-il pas le plomb de l'acide nitreux sous sa forme métallique, puisque le plomb absorbe une si petite quantité d'oxigène ?

7°. Pourquoi le fer ne précipite-t-il en aucune manière le plomb de l'acide marin ?

Je ne cite que quelques-unes des nombreuses difficultés que présente l'hypothèse antiphlogistique ; elles suffisent pour montrer que sa simplicité, quoique séduisante dans plusieurs cas, devient insuffisante dans plusieurs autres. Je passe sous silence plusieurs autres objections embarrassantes, qui naissent de la précipitation des métaux par différens acides, puisque les antiphlogisticiens n'ont pas même tenté d'expliquer aucun des phénomènes de cette espèce.



N O T E

DE M. LAVOISIER,

*SUR LA PRÉCIPITATION DES MÉTAUX
LES UNS PAR LES AUTRES.*

DANS le mémoire que j'ai publié en 1782 sur la dissolution des métaux dans les acides, j'ai établi par des expériences & des observations sur lesquelles il n'a été depuis élevé aucun doute, que dans toute dissolution métallique, le métal étoit plus ou moins calciné, c'est-à-dire, plus ou moins saturé d'oxigène, & que c'étoit tantôt à l'acide, tantôt à l'eau qu'il enlevoit ce principe.

Dans un autre mémoire imprimé, la même année sur la précipitation des métaux les uns par les autres, j'ai établi que toutes les fois qu'un métal étoit précipité par un autre, & qu'il reparoissoit sous sa forme métallique, on avoit droit d'en conclurre que le métal précipitant avoit enlevé l'oxigène au métal précipité, & qu'en comparant les quantités respectives des deux métaux employés, on pouvoit en conclurre les quantités d'oxigène nécessaires pour la dissolution de chaque métal dans les acides. M. Bergman avoit présenté tous ces mêmes résultats en d'autres

termes, & d'après la théorie du phlogistique, dans une dissertation qu'il a publiée sur la quantité de phlogistique contenue dans les métaux.

M. Kirwan n'attaque point ces faits principaux qui sont constans & indépendans de toute hypothèse; mais il rapporte quelques circonstances de la précipitation des métaux qui lui paroissent inexplicables dans l'hypothèse antiphlogistienne. Avant de discuter les expériences qu'il rapporte & qu'il regarde comme des objections insolubles, je vais établir trois principes qui me paroissent donner d'avance la solution de toutes les difficultés de M. Kirwan.

Premier Principe.

La quantité d'oxigène que prend un métal pour se dissoudre dans un acide n'est pas toute celle qui seroit nécessaire pour le saturer complètement: il ne peut en enlever, soit à l'acide, soit à l'eau, qu'une certaine quantité dont la proportion est déterminée par le rapport des forces qu'exerce sur l'oxigène, le métal d'une part, & le radical de l'acide de l'autre; en sorte que quand le métal s'est saturé autant qu'il le peut dans l'acide ou dans l'eau, il lui reste encore une appétence pour l'oxigène.

Second Principe.

La force avec laquelle l'oxigène tient à un

métal n'est pas la même à tous les degrés de calcination. Les premières portions dont il se fait y tiennent très-fortement, tandis que les dernières y tiennent très-peu, en sorte que dans ces sortes de combinaisons l'affinité est une force variable qui décroît suivant de certaines loix qui n'ont point encore été déterminées. La même chose n'arrive pas à ce qu'il paroît dans les combinaisons qui ont un degré de saturation fixe comme dans les sels neutres. Je rendrai compte ailleurs plus en détail des phénomènes qui résultent de ces deux ordres de combinaison & de saturation.

Troisième Principe.

L'affinité de l'acide, soit pour le métal dissous, soit pour le métal précipitant, contribue aux phénomènes de la précipitation, mais avec une énergie beaucoup moindre que les affinités de l'oxygène.

Les détails suivans vont éclaircir ces propositions.

Si on prend, dit M. Kirwan, une dissolution d'or faite dans l'eau régale, & si l'on y mêle une dissolution de sulfate de fer nouvellement faite, l'or sera précipité sous sa forme métallique. Le même phénomène n'arrive pas avec une dissolution de sulfate de cuivre ou de tout autre métal.

Cette expérience prouve conformément au premier principe que j'ai posé, & comme M. Kirwan l'indique lui-même, que quand le fer a été dissous dans l'acide sulfurique, il n'est pas complètement saturé d'oxygène; qu'il peut en reprendre encore; & il n'est pas étonnant qu'il puisse l'enlever à l'or auquel il tient très-peu. Cette explication ne présente rien que de bien conforme aux faits que nous connoissons: le fer en se dissolvant ne prend au plus que 27 pour cent d'oxygène, soit à l'eau, soit à l'acide sulfurique, & il est alors dans l'état d'oxide noir ou éthiops martial: mais dans cet état il est encore bien éloigné d'être complètement calciné: si on l'expose à l'air, il peut y reprendre encore 15 ou 20 pour cent d'oxygène, & il se change alors en oxide jaune ou rouge. Or si l'oxide noir de fer peut enlever l'oxygène à l'air, à plus forte raison peut-il l'enlever à l'or auquel il tient moins. La même chose ne doit point arriver au cuivre dissous dans l'acide sulfurique, ni aux autres métaux, parce qu'ils n'ont pas autant d'affinité que le fer pour l'oxygène, sur-tout quand ils en sont en partie saturés.

Le platine, comme l'observe M. Kirwan, n'a pas une grande affinité pour l'oxygène, puisqu'il ne peut pas se dissoudre dans l'acide nitrique; mais il en a plus que l'or, & cela suffit pour

expliquer pourquoi une dissolution de sulfate de fer ne précipite pas une dissolution de platine dans l'eau régale, ou acide nitro-muriatique : il ne faut pas en conclure que l'oxigène en général ait moins d'affinité avec le fer qu'avec le platine, mais seulement qu'il en a moins avec le fer dans l'état d'oxide noir qu'avec le platine dissous dans l'acide nitro-muriatique : ce qui ne présente rien que d'admissible. D'ailleurs je n'ai dit nulle part que l'affinité de l'acide pour le métal précipité & pour le métal précipitant ne contribuât point aux phénomènes de la précipitation, & quoique cette cause agisse avec beaucoup moins d'énergie que les affinités de l'oxigène, elle doit entrer dans l'explication des phénomènes, & c'est ce que j'ai exprimé par mon troisième principe.

M. Kirwan demande pourquoi le cuivre, qui est indissoluble dans l'acide sulfurique étendu d'eau, devient soluble dans une dissolution de sulfate de fer étendue dans une égale quantité d'eau exposée à l'air ou à la chaleur de l'ébullition : je répondrai que le cuivre ne peut se dissoudre dans l'acide sulfurique qu'autant qu'il s'est préalablement calciné, c'est-à-dire, qu'autant qu'il s'est oxigéné. Or comme l'oxigène a moins d'affinité avec ce métal qu'il n'en a avec l'hydrogène ou base du gaz inflammable, il ne peut se calciner

aux dépens de l'eau; il ne peut pas non plus se calciner, autrement dit s'oxigéner, aux dépens de l'acide, car il a moins d'affinité avec l'oxigène que le fer; donc il ne peut pas s'oxigéner plus que lui aux dépens de l'acide sulfurique étendu d'eau, d'où il résulte que le cuivre doit être, comme il l'est en effet, indissoluble dans de l'acide sulfurique étendu d'eau.

Mais lorsque du cuivre est placé dans une dissolution de vitriol de fer, & que cette dernière est exposée à l'air, elle s'oxigène de plus en plus d'après la propriété bien connue qu'a cette dissolution d'absorber l'oxigène ou base de l'air vital: alors le fer passe à l'état d'oxide jaune, il se surcharge d'oxigène, & l'affinité du cuivre pour ce principe se joignant à celle du fer & de l'acide pour le cuivre, quelques portions s'oxigent aux dépens du fer & se dissolvent. Certainement le cuivre n'enleveroit pas de l'oxigène au fer lorsqu'il est dans l'état d'oxide noir, mais rien ne prouve qu'il ne puisse pas en enlever quelques portions à l'oxide jaune de fer, sur-tout lorsqu'il est aidé par deux autres affinités qui concourent au même effet.

M. Kirwan objecte encore que le fer n'est soluble dans l'acide sulfurique concentré qu'à l'aide de la chaleur; c'est-à-dire, dans la théorie anti-

phlogisticienne, qu'il ne peut enlever l'oxigène au soufre qu'à l'aide de la chaleur. Or il demande pourquoi si la chaleur est nécessaire pour la décomposition de l'acide sulfurique par le fer, ce métal précipite cependant à froid l'argent, & le mercure dissous dans de l'acide sulfurique concentré. Je répondrai à M. Kirwan: premièrement que la chaleur qu'on est obligé d'employer pour dissoudre le fer dans l'acide sulfurique concentré, a pour objet de diminuer l'affinité d'aggrégation de l'acide vitriolique ou sulfurique. Une preuve que c'est l'affinité d'aggrégation, autrement dit l'attraction que les molécules d'acide sulfurique exercent sur elles-mêmes qui met obstacle à la dissolution, c'est que la dissolution s'opère de quelque manière qu'on écarte ses parties, soit par la chaleur, soit par l'eau ou autrement. Or lorsqu'on a fait dissoudre de l'argent ou du mercure dans de l'acide sulfurique, l'affinité de cet acide est détruite, il peut donc alors obéir à son affinité pour le fer. La chimie présente à chaque pas des exemples de même genre: les métaux en général ne se calcinent dans l'air qu'à l'aide de la chaleur; cependant la plupart se calcinent sans ce même secours dans les acides: un grand nombre de substances qui sont insolubles en masse, deviennent solubles quand elles sont divisées.

& ces anomalies, pour me servir de l'expression de M. Bergman, sont des effets de l'affinité d'aggrégation. Au reste, ces difficultés sont les mêmes dans les deux théories.

Je répondrai secondement à M. Kirwan que lorsqu'on précipite de l'argent ou du mercure dissous dans l'acide sulfurique par l'intermède du fer, ce métal pour se calciner, n'a besoin de décomposer ni l'eau ni l'acide : il n'a besoin que d'enlever l'oxigène à l'argent ou au mercure auxquels il tient très-peu. Il n'est donc point étonnant que l'opération se fasse sans le secours de la chaleur, à la différence de la dissolution directe du fer dans l'acide concentré qui a besoin d'être aidée de ce moyen auxiliaire.

Les autres objections que fait M. Kirwan contre la doctrine antiphlogistienne, & qu'il déduit de la précipitation des métaux les uns par les autres, ne présentent pas plus de difficulté à expliquer d'après les principes que je viens d'énoncer ; mais avant de discuter les expériences qu'il rapporte, il faudroit examiner jusqu'à quel point elles sont exactes. Ce seroit du tems perdu que de s'attacher à expliquer des faits incertains & équivoques, & d'ailleurs, comme je l'ai déjà observé, on ne détruit pas des preuves par des

incertitudes & des probabilités. Il faut opposer l'évidence à l'évidence; & tous les faits que rapporte M. Kirwan dans cette section, même en les avouant, ne pourroient tout au plus que faire naître des doutes légers qu'un instant de réflexion & un retour aux preuves de la doctrine antiphlogistienne détruiroient aisément.



SECTION XII.

*DES PROPRIÉTÉS DU FER DANS
DIFFÉRENS ÉTATS, ET DE SA
CONVERSION EN ACIER.*

LES mines de fer parfaitement épuisées de leur fer par la fusion à travers les charbons dans de hauts fourneaux, donnent ce qu'on appelle fonte, parce qu'il n'est pas malléable; lorsqu'il est coulé dans des moules, on le nomme fer fondu ou saumon de fer.

La couleur & les propriétés de la fonte de fer diffèrent selon la proportion du charbon avec lequel il a été fondu.

Si les mines de fer ne sont fondues qu'avec le charbon nécessaire à leur fusion, la fonte sera blanche; elle sera grise si on a employé une proportion de charbon plus considérable, & même noire si on a encore employé plus de charbon.

La fonte blanche est la plus dure & la plus pesante; elle est très-fragile & imparfaitement métallifée: la grise est plus flexible; & la noire est la plus douce; mais elle est très-fragile.

Le fer malléable ou fer en barre diffère de la fonte par sa douceur, sa flexibilité & sa malléa-

bilité, & il diffère de l'acier en ce qu'il n'est pas susceptible d'acquérir le même degré de dureté ou d'élasticité par la trempe; le fer malléable contient moins de plombagine que la fonte, ni l'acier; mais lorsqu'on le traite avec les acides, il donne plus de gaz inflammable qu'aucun des deux.

L'acier peut acquérir plus de malléabilité, de dureté & d'élasticité que le fer malléable. Il donne une plus grande quantité de gaz inflammable que la fonte, & contient moins de plombagine qu'elle; mais il en contient davantage que le fer malléable: la proportion de gaz inflammable, par mesure dans ces trois espèces de fer, ont été trouvées différentes, soit par M. Bergman, soit par MM. Vandermonde, Berthollet & Monge, qui ont répété plusieurs expériences de ce chimiste.

Selon M. Bergman , 100 grains des substan- ces ci-dessus contiennent gaz inflam- mable , . .	Fonte.	Acier.	Fer malléabi.	
D'après les Acadé- miciensfran- çois , . . .	40	48	50	} mesures de gaz inflammable.
D'après M. Bergman , 100 grains donnent . .	2,2	0,5	0,12		} de plombagine.

Le fer malléable peut se convertir en acier par la cémentation avec différentes substances, & particulièrement avec le charbon à la chaleur du fourneau de cémentation, & par ce procédé il augmente un peu de poids. Il est clair que la plombagine est une substance factice puisqu'elle se forme dans le fer pendant sa cémentation, mais les anti-phlogisticiens expliquent par des principes très-différens de ceux de M. Bergman sa production & les propriétés du fer dans ces différens états; c'est ce qui formera le sujet de la discussion suivante.

D'après M. Bergman (a), le fer malléable, donnant plus de gaz inflammable que l'acier, doit contenir plus de phlogistique qu'il ne lui en faut dans son état métallique. Par la cémentation, le fer attire l'air fixe du charbon, qui, rencontrant le phlogistique surabondant, se combine avec lui, & forme la plombagine, qui, comme le charbon, est un composé de gaz inflammable & d'air fixe, mais qui en diffère en ce que, dans la plombagine, les deux gaz sont plus condensés & forment un corps plus compact, & spécifiquement plus pesant. De-là, 1°. le poids de l'acier est plus considérable que celui du fer dont il a été formé, parce qu'il a acquis de l'air fixe.

(a) Bergman, tom. III, p. 54.

2°. L'acier produit moins de gaz inflammable que le même poids de fer, parce que l'excédent du phlogistique qu'il contenoit dans l'état de fer, a servi à former de la plombagine qui est indécomposable par les acides.

(a) Les académiciens françois pensent au contraire, que le fer malléable pendant la cémentation absorbe le charbon en nature, & que c'est ce charbon saturé de fer dont il prend un dixième de son poids qui devient plombagine. Ils expliquent ainsi l'augmentation de poids dans l'acier, & pourquoi il donne moins de gaz inflammable que le fer malléable. Ils pensent aussi que le gaz inflammable retiré par l'acier, se contracte, lorsqu'il tient quelques portions de plombagine en dissolution.

Ils disent que la fonte contient une certaine quantité d'air déphlogistiqué; le fer malléable moins, & l'acier pas du tout. Si par-là ils prétendent seulement que la fonte contient quelques portions qui ne soient pas parfaitement métallisées, que le fer malléable en contient un peu moins, & l'acier point du tout; ils ne seront pas contredits, & certainement c'est tout ce qu'ils peuvent prouver: quant à la condensation du gaz inflammable, parce qu'il tient de la plom-

(a) Journal de Physique, tom. XXIX, p. 217.

bagine en dissolution (découverte importante faite par M. Berthollet), je suis parfaitement de son avis , parce que j'ai trouvé le gaz inflammable tiré de la fonte noire presque aussi pesant que l'air commun. Quant à l'introduction d'une substance aussi dense que le charbon dans une barre de fer d'un pouce d'épaisseur, cela me paroît très-peu probable. Je me flatte qu'en passant en revue des faits relatifs au fer dans ses trois états, on verra que cette supposition est inutile & insuffisante.

ou

Faits relatifs à la fonte.

La fonte grise fondue sans addition dans un creuset ouvert ou fermé, est convertie en acier (a); ce fait s'explique également bien dans l'un & l'autre système. La plombagine étant décomposée par la portion de fer cru non métallisé, qui alors devient métallisé, il ne reste de plombagine que ce qui est nécessaire pour rendre le fer acier; ou suivant la nouvelle théorie le charbon est converti en air fixe par l'air déphlogistiqué de la portion de fer non métallisé.

Si l'on met de la fonte grise sans addition à une chaleur de cémentation, c'est à-dire, à une chaleur d'incandescence, & si on l'y tient pen-

(a) Bergman, vol. III, p. 45.

dant quelques jours, sa surface se couvrira d'écaillés; sous cette surface l'on trouvera du fer doux, sous ce fer doux de l'acier, & au centre de la fonte (*a*). Dans cette expérience, la destruction progressive de la plombagine est bien marquée en proportion de la facilité avec laquelle les gaz dont elle est formée sont décomposés & rendus libres. Les divers états du fer s'accordent avec cette proportion; mais dans l'hypothèse anti-phlogistique qui admet l'air pur dans le fer doux & dans la fonte, on ne peut pas expliquer comment il arrive que l'acier, qui dans ce cas est placé entre les deux espèces de fer, ne contient point d'air pur, & dans le fait il n'y a pas de preuves que le fer doux contienne toujours & nécessairement des portions qui ne soient pas métallisées.

La fonte mise en cémentation avec le charbon devient plus fragile (*b*); ce qui s'accorde avec les deux systèmes; mais le même effet a lieu si la cémentation est faite avec la plombagine; (*c*) cela contredit l'hypothèse des anti-phlogisticiens; car dans cette hypothèse la plombagine est déjà saturée de fer, & par conséquent

(*a*) Rinman, § 295, n^o 1.

(*b*) Rinman, § 265 & 266.

(*c*) Rinman, § 265, n^o 21.

ne peut pas s'y unir en plus grande quantité (a).

La seule preuve que les académiciens françois donnent que la fonte contient de l'air pur, c'est qu'ayant placé deux morceaux de fonte en contact immédiat l'un avec l'autre dans un creuset environné de charbon, après quelques heures de chaleur ils étoient augmentés de poids, & les surfaces qui se touchoient étoient calcinées. Cette expérience ne prouve autre chose si ce n'est que la fonte n'est pas parfaitement métallifée; mais qu'elle contient quelques parties à l'état de chaux, & que les parties intérieures donnent de l'air fixe ou de l'eau qui calcine les surfaces qui ne sont pas en contact avec le charbon.

Faits relatifs au fer malléable.

Si le fer malléable est environné de charbon, dans un creuset couvert & exposé à la chaleur du fourneau de cémentation pendant huit ou dix heures, il sera converti en acier: ce fait est bien connu.

(a) Il est vrai que M. Bergman a pensé que la fonte n'étoit pas altérée par la cémentation avec la plumbagine; mais la seule raison qu'il en donne, c'est qu'elle a perdu de son poids, & il avoit perdu le morceau, avant d'avoir pu l'examiner. Il est facile d'expliquer d'où venoit cette perte de poids, puisqu'elle avoit perdu l'air fixe.

Mais

Mais si l'expérience est faite dans un vaisseau de verre hermétiquement fermé, cette conversion n'aura pas lieu; quelque tems & quelque degré de chaleur qu'on emploie (a). Ce fait est inexplicable dans la théorie anti-phlogistique. Car le charbon seroit également absorbé, soit que le vaisseau fût hermétiquement fermé ou non. Mais il est aisément expliqué dans le système de M. Bergman; car le charbon ne peut pas être décomposé à moins que le gaz inflammable puisse s'échapper à prendre la forme gazeuse; précisément comme le vitriol de fer reste en contact avec un alkali aéré sans dégager d'air fixe par l'union de l'acide & de l'alkali, lorsque la dissolution s'opère dans un vaisseau fermé (b), & de même que la lumière ne peut pas séparer l'air pur de l'acide nitreux dans un vaisseau parfaitement plein & parfaitement fermé.

Si l'on expose sans aucune addition, un morceau de barre de fer doux dans un creuset bien couvert & lutté, à la chaleur du fourneau de cémentation pendant onze jours, il sera converti en acier, sa surface sera couverte de plombagine, & il sera augmenté en poids d'environ

(a) § 267, n^o 7.

(b) Voyez Lewis sur le premier volume de Newm, 272.

1 pour 100 (a). Il est clair que le charbon ne peut pas pénétrer à travers le creuset, mais l'air fixe le peut aisément; c'est un fait très-connu que les creusets à une forte chaleur sont perméables à l'air; la plombagine doit alors son origine à cet air, comme l'explique M. Bergman.

M. Rinman a aussi mis des barres de fer en cémentation avec de la craie, & après les avoir exposées onze jours à la chaleur d'un fourneau de cémentation, il trouva le fer converti en acier & couvert de plombagine. Il est vrai qu'il dit que l'effet a été le même lorsqu'il a employé de la chaux vive au lieu de craie; mais il est probable que la chaux qu'il employoit dans cette occasion n'étoit pas bien calcinée; car dans une autre occasion, lorsqu'il a employé, comme il le dit lui-même, de la chaux bien calcinée, quoiqu'elle eût été exposée pendant six mois à l'air, au lieu de convertir le fer en acier, elle le rendit parfaitement doux: lorsque le fer n'a été en cémentation avec la craie que pendant trois heures, elle n'agit point sur lui, son air ne pouvant se dégager en si peu de tems, au contraire le fer perd (b) une partie de son poids. Nous voyons aussi dans ce cas la plombagine formée sans charbon.

(a) Rinman, § 73, n° 18.

(b) Rinman, § 73, n° 9.

Le fer malléable cimenté avec la chaux noire de manganèse n'a pas été calciné comme il auroit dû l'être d'après la théorie anti phlogistique, mais au contraire il étoit converti en acier (a). Rinman §. 73. XVII. Le résultat étoit le même lorsqu'il étoit cimenté avec des fleurs de zinc, & le zinc seul fut réduit (ibid) III. Cette dernière circonstance contredit la table de M. Lavoisier. La plombagine paroît dans les deux cas avoir été formée sans charbon (b).

Le fer malléable ne peut pas être fondu dans des fourneaux sans addition; mais s'il est entouré de charbon, il devient d'abord acier, ensuite fonte, & à la fin il coule. Cette fonte ne contient sûrement pas de parties non métallifées.

Faits relatifs à l'acier.

Les Académiciens de Paris disent que si l'on garde long-tems la fonte en fusion dans un creuset couvert, à la fin elle sera réduite à l'état de fer malléable; mais l'acier dans les mêmes circonstances n'éprouvera aucune altération. De là ils infèrent que la fonte contient quelque principe qui détruit le charbon, nommément l'air pur, & que

(a) § 73, n^o 17.

(b) Rinman, § 73, n^o 3.

l'acier n'en contient point (*a*); cependant Rinman dit expressément que l'acier devient du fer malléable par une fusion long-tems continuée (*b*), & dans leur propre expérience la fonte doit passer à l'état d'acier avant que d'arriver à celui de fer malléable.

Si l'on met de l'acier en cémentation avec de la chaux vive, il se convertira en fer malléable, parce qu'en raison de l'affinité de la chaux vive pour l'air fixe, la plombagine est plus aisément décomposée; mais il n'est pas altéré par la cémentation avec la chaux de zinc (*c*), parce que l'acier ne contient pas de phlogistique en surabondance. D'après la théorie anti-phlogistique, l'air pur des chaux métalliques détruiroit la plombagine.

Delà nous voyons que la nouvelle théorie n'explique aucuns faits relatifs au fer ni aucune de ses propriétés qui ne soient aussi bien expliqués sans elle; au contraire, la théorie de M. Bergman répand du jour sur des faits que la nouvelle théorie laisse dans l'obscurité.

Aux preuves que M. Scheele a données que la plombagine est composée de gaz inflammable

(*a*) Journal de Physique, tom. XXIX, p. 217.

(*b*) Rinman, § 266.

(*c*) Rinman, § 73.

& d'air fixe dans un état concret, j'en ajouterai une résultante des expériences de M. Pelletier. Si l'on distille de la plombagine avec de l'alkali caustique sec dans un appareil pneumatique, il y aura un dégagement d'air inflammable, & l'alkali sera aéré. (a)

(a) Rozier, tom. XXVII, p. 352.



NOTES

DE M. MONGE.

(Page 299 , ligne 28).

NOTRE mémoire sur les propriétés du fer n'est pas encore imprimé ; il n'est connu du public que par un extrait mis dans le journal de physique , par M. Hassenfratz. Ainsi M. Kirwan ne peut pas connoître parfaitement notre travail , ni la manière dont nous expliquons les différens phénomènes que le fer présente.

On pourroit croire , d'après la citation dont il s'agit ici , que les volumes du gaz hydrogène que nous avons obtenus par la dissolution de la fonte , de l'acier , & du fer doux dans l'acide sulfurique , sont , du moins à-peu-près , constamment dans les rapports de 54 à 74 à 76. Rien n'est plus éloigné de ce que nous disons dans notre mémoire. Le fer doux , parfaitement réduit , & entièrement dépotillé de plombagine par l'affinage , tel qu'est à-peu près le meilleur fer de Suède , est des trois substances métalliques que l'on considère , la seule qui donne & qui puisse donner constamment le même volume de gaz hydrogène par fa

dissolution dans l'acide sulfurique, parce qu'elle est la seule qui soit constamment dans le même état : nous avons trouvé que 100 grains de ce fer donnent 78 mesures de gaz hydrogène mesurées sous une pression de 28 pouces de mercure, & par une température de 22 degrés d'un thermomètre divisé en 80 parties, depuis le terme de la glace jusqu'à celui de l'eau bouillante. Au contraire, les aciers pouvant différer par la quantité de plombagine qu'ils contiennent, & les fontes pouvant différer entre elles, non-seulement par la quantité de plombagine, mais plus encore par le point auquel est portée la réduction du métal, les volumes de gaz hydrogène qu'on dégage par les dissolutions de ces substances varient considérablement suivant les circonstances ; ainsi la fonte grise que l'on ne peut obtenir telle qu'en augmentant la dose de charbon dans la charge du fourneau, & qui ayant été exposée à une température plus élevée, est portée à un plus haut point de réduction, & approche davantage à cet égard de l'état du fer doux, dégage constamment plus de gaz hydrogène que la fonte blanche pour laquelle on a employé beaucoup moins de charbon, & dont la réduction est beaucoup moins avancée.

Par exemple, nous avons trouvé que la fonte

grise des forges royales de Guerigny, donne 71 onces mesures de gaz hydrogène : que le fer provenant de cette fonte en donne 76 : & que l'acier provenant de ce fer en donne 74, tandis que la fonte blanche de Huttenberg & celle de Volsberg n'en donnent l'une & l'autre que 60.

Il faut bien observer que nous entendons ici par fonte blanche, celle qui est telle au sortir du haut fourneau, & non celle qui, après avoir été grise, auroit été blanchie par une ou plusieurs nouvelles fusions dans des fourneaux de reverbere. Car lorsqu'en refondant de la fonte grise, on lui fait éprouver une très-haute température, la plombagine, c'est-à-dire le carbure de fer qu'elle contenoit & qui lui donnoit sa couleur, est employé à avancer la réduction, & disparoit en tout ou en partie ; la fonte qui en résulte doit dégager plus de gaz hydrogène que la fonte grise dont elle provient, parce que la réduction est plus avancée ; elle doit même, à réduction égale, en dégager un plus grand volume que toute autre fonte grise ; 1°. parce que contenant moins de plombagine, elle renferme, pour le même poids, plus de parties métalliques. 2°. Parce que la plombagine qui est dans la fonte grise se dissout dans le gaz hy-

drogène , & diminue le volume de fluide élastique.

(Page 301 , ligne 18).

Nous disons que le fer malléable parfaitement affiné est le métal non-seulement réduit d'une manière complète , & par conséquent dépouillé de tout l'oxigène avec lequel il étoit combiné dans l'état de mine ; mais encore privé de tout le carbone qu'il avoit absorbé dans le haut fourneau ; c'est-à-dire tant de celui qui restoit encore combiné avec la fonte , que de celui qui avoit été abandonné sous la forme de plombagine , à cause du refroidissement , & qui ayant été surpris ensuite par le durcissement , étoit resté disséminé dans la masse. Les procédés généraux de l'affinage du fer sont tous dirigés vers cette triple dépuration ; mais le bas prix du métal ne permet d'employer ces procédés que d'une manière grossière , & tous les fers du commerce contiennent toujours une quantité , très-petite à la vérité , d'oxigène & de carbone ; les fers forgés les plus doux & les plus flexibles , sont ceux qui , comme les fers de Suede , contiennent le moins de l'une & de l'autre de ces deux substances.

Dans l'acier de cémentation , le métal est parfaitement réduit , parce que la température

nécessaire à la combinaison du carbone avec le fer est beaucoup plus haute que celle qui suffit à la réduction complète.

Ainsi nous n'avons pas voulu dire que l'oxygène fût nécessaire au fer doux ; nous avons dit au contraire que le fer est d'autant plus doux qu'il contient moins d'oxygène.

(Page 301 , ligne 19).

Les procédés que l'on fait dans les fourneaux ne sont pas susceptibles d'une assez grande précision pour que la fonte puisse & doive être regardée comme une substance homogène ; ainsi, comme le dit M. Kirwan, les molécules de la fonte ne sont pas toutes également métallisées. Mais nous disons plus : quand même ces procédés seroient très-exacts & quand même la fonte seroit, du moins dans l'état fluide, une substance parfaitement homogène ; par cela seul qu'elle seroit de la fonte, elle contiendrait encore de l'oxygène ; c'est-à-dire que la réduction seroit commencée par-tout, que par-tout elle seroit poussée au même degré, mais que nulle-part elle ne seroit achevée. C'est par ce reste d'oxygène que la fonte diffère du fer affiné, quand elle ne contient d'ailleurs point de plombagine, & qu'elle diffère de l'acier de cémentation lorsqu'elle en

contient ; c'est par les quantités d'oxigène que les fontes blanches diffèrent les unes des autres ; & les procédés principaux de l'affinage n'ont pour objet que de les en dépouiller.

D'abord cette assertion est très-conforme à la nature des choses. Il est en effet prouvé que l'oxigène peut être combiné avec le fer en toutes sortes de proportions ; par exemple, l'éthiops ou l'oxide noir de fer que MM. Lavoisier & Meusnier ont obtenu en calcinant le fer par la vapeur d'eau, est évidemment pour le fer un état moyen entre celui d'oxide ou de chaux martiale, & celui de fer affiné ; c'est-à-dire que dans cet éthiops, qui est d'ailleurs une substance homogène, la calcination est par-tout commencée, par-tout poussée au même degré, & nulle part portée au dernier terme. Or, les premières molécules d'oxigène qui se combinent avec le fer lui adhèrent avec une plus grande force que celles qui entrent plus tard dans la combinaison. Donc les circonstances, telles que la température, la qualité du charbon &c. qui suffiroient seulement pour faire abandonner au fer les molécules d'oxigène qui lui adhèrent le moins, ne pourroient pas le dépouiller entièrement de ce principe ; & par conséquent la réduction seroit commencée par-tout & ne seroit achevée nulle part.

Il ne suffit pas de faire voir que notre asser.

tion est plausible ; il faut encore prouver par des observations qu'elle est fondée.

Nous ne pouvons pas apporter ici en preuve la différence des quantités de gaz hydrogène dégagé par la dissolution du fer affiné & de la fonte dans les acides, ni celle qui résulte de la dissolution des différentes fontes blanches, parce que M. Kirwan, qui regarde la fonte comme un mélange de molécules de fer parfaitement réduites & de particules non entièrement métallifées, pourroit attribuer les inégalités dont il s'agit aux différences des doses des parties réduites & non réduites ; mais nous observerons :

1°. Que toutes les fontes blanches qui sont privées de plombagine sont susceptibles d'une cristallisation parfaite, & doivent être regardées comme des substances sensiblement homogènes.

2°. Que quand les degrés de réduction de deux molécules d'un même métal, sont très différens, ces deux molécules n'ont plus d'affinité sensible l'une pour l'autre, & ne peuvent plus sans intermède se combiner ensemble. Par exemple, l'éthiops de M. Lavoisier, qu'on peut également obtenir & du fer affiné & de la fonte blanche, n'adhère à aucune de ces deux dernières substances ; l'oxide rouge à son tour n'adhère à aucune des trois ; donc avec de l'oxide, de l'éthiops, de la fonte blanche & du fer affiné, on

ne pourroit former une substance homogène comme la fonte, & susceptible d'une cristallisation régulière & déterminée, à moins que l'excès d'oxigène contenu dans l'oxide & dans l'éthiops ne se transmît à la fonte & au fer affiné, pour porter le tout à un état de réduction moyenne & uniforme.

3°. Lorsqu'on refond la fonte blanche dans les creusets d'affinerie & qu'en l'agitant on l'a exposée par parties au contact du charbon, les portions qui par ce contact ont été entièrement ou presque entièrement réduites, deviennent infusibles & prennent l'état pâteux. La masse est alors dans l'état que suppose M. Kirvan, c'est-à-dire qu'elle est composée de fonte & de fer malléable; mais aussi si l'on refroidit subitement cette masse & qu'on la casse, il est facile de distinguer à la cassure & à la cristallisation, le fer réduit de celui qui ne l'est pas; leurs aspects diffèrent ainsi que leur nature, & la cristallisation n'est pas uniforme comme l'est celle de la fonte.

4°. Lorsque l'affineur plonge une barre de fer forgé, un ringard par exemple, dans la fonte blanche en bain, qu'il l'y laisse pendant quelque tems sans l'agiter, & qu'ensuite il la retire, elle est enveloppée d'un fourreau plus ou moins épais de fonte affinée, que l'on peut déchauffer & tirer en barre sous le marteau. Dans l'opinion de M.

Kirwan, il faudroit supposer que les parties réduites de la fonte, attirées de loin par la barre, sont venues s'y attacher malgré la grande résistance du bain, ce qui d'une part feroit contraire à la saine physique, & de l'autre ne feroit pas conforme aux faits, car le fourreau n'adhère pas à la barre. On voit clairement dans ce phénomène que le fer affiné de la barre, dont l'affinité pour l'oxigène est plus grande par les hautes températures, que n'est celle de la fonte, enlève à la fonte environnante une grande partie de l'oxigène qu'elle retenoit, & la porte à un état de réduction qui la rend infusible & extensible sous le marteau.

Nous sommes donc autorisés à regarder la fonte blanche comme une substance homogène; comme un métal dont la réduction est par-tout avancée d'une manière à-peu-près uniforme, enfin comme du fer qui est dans un état moyen entre le fer affiné entièrement, privé d'oxigène, & l'oxide rouge saturé de cette dernière substance.

(Page 301, ligne 26).

Nous n'avons pas dit que le gaz hydrogène pût tenir de la plombagine en dissolution, mais seulement qu'il pouvoit dissoudre du carbone. Cette différence, qui est pour-ainsi-dire nulle pour M. Kirwan, est très-grande pour nous ;

parce que nous croyons que le fer est essentiel à la plumbagine. Quant à la contraction que le gaz hydrogène éprouve en dissolvant le carbone, la découverte n'en est pas due à M. Berthollet exclusivement : elle nous appartient en commun , comme le reste du travail ; mais nous sommes redevables à M. Berthollet d'expériences antérieures qu'il avoit faites en particulier & auxquelles nous avons eu recours pour vérifier ce phénomène lorsque nous ne faisons encore que le soupçonner.

(Page 302 , ligne 20).

Dans cette expérience une partie du carbone en se combinant avec le reste d'oxigène qui est dans la fonte , acheve la réduction du métal & forme du gaz acide carbonique qui cause une espèce d'effervescence ; l'autre partie , en restant combinée avec le fer , donne à ce métal les caractères de l'acier.

(Page 303 , ligne 9).

M. Kirwan est toujours dans l'erreur sur nos propres opinions ; il croit que nous admettons l'oxigène comme essentiel au fer doux , tandis qu'au contraire nous disons que le fer n'est parfaitement doux que quand il est entièrement privé d'oxigène. Les opérations de l'affinage tendent toutes à le dépouiller de cette substance ;

mais nous avons dit que ces opérations n'étoient pas faites assez exactement pour que la dépuracion fût complète, & que les meilleurs fers du commerce contenoient encore une petite portion d'oxigène. D'après cela, le phénomène dont il s'agit ici seroit très-facile à expliquer s'il avoit été bien observé; mais dans la suite des substances observées, on a pris, pour de l'acier, une fonte grise, dont la réduction étoit plus avancée, & qui différoit très-peu de l'acier naturel, tandis que nous entendons, par acier, celui qui est fait par la cémentation, & qui est toujours dans un état, sinon plus constant, du moins plus uniforme.

(Page 303, ligne 22).

Dans la plombagine, & par les températures basses, le carbone peut bien être saturé de fer, sans que cette saturation subsiste par la température de la fonte en fusion. Tout porte à croire, au contraire, que l'affinité du carbone pour le fer, croît très-rapidement, à mesure que la température s'élève; il n'y a donc rien, dans ce phénomène, qui contredise notre manière de voir; il la confirme, au contraire; car, pour cémenter du fer avec de la plombagine & le convertir en acier, il faut lui faire subir un coup de feu beaucoup plus grand & plus long - tems
sur-tout

soutenu que si le ciment étoit du charbon pur ; ce qui vient de ce que l'affinité du carbone pour le fer, est diminuée par les parties de ce métal, auquel il est déjà uni dans la plombagine,

(Page 304 , ligne 2.)

Nous ne reconnoissons pas l'expérience dont parle ici M. Kirwan. Mais les preuves de l'existence de l'oxigène dans la fonte, sont nombreuses ; les principales sont : 1^o. que par sa dissolution dans les acides sulfurique & muriatique, la fonte dégage constamment moins d'hydrogène que le fer doux ; 2^o. qu'en vertu de la température seule, la fonte grise s'affine, & blanchit sans addition & sans le contact de l'air, tandis que l'acier de cémentation, qui ne contient point d'oxigène, peut souffrir dans les vaisseaux clos les plus hautes températures, sans éprouver d'altération, pourvu qu'il soit à l'abri du contact de l'air. On peut en voir d'autres, page 314.

(Page 305 , ligne 4.)

Nous ne concevons pas cette expérience. La température nécessaire à la cémentation du fer étant beaucoup plus haute que celle qui ramollit & fond le verre, si le vase n'a pas été fondu, le coup de feu n'a pas été assez fort pour opérer la cémentation,

(Page 306 , ligne 7.)

Cette expérience est entièrement opposée à celle de M. de Reaumur, qui, au contraire, en cémentant de l'acier dans de la craie, dans de la chaux vive, dans de la poudre d'os calcinés, & en général, dans toutes sortes de poudres incombustibles & infusibles, l'a ramené constamment, à l'état de fer, parce que ces poudres permettent l'accès de l'air, & donnent lieu à la décomposition de la plombagine.

(Page 307 , ligne 1.)

Nous avons tout lieu de croire que cette expérience n'est pas exacte.

(Page 307 , ligne 11.)

Nous avons bien distingué quatre états différens du fer. 1^o. L'état de fonte ou de fer coulé dans lequel est ce métal au sortir du haut fourneau; 2^o. celui de fer affiné; 3^o. celui d'acier de cémentation; 4^o. celui d'acier trop cémenté & très-fusible. C'est à cette dernière substance que M. Kirwan donne ici le nom de fonte, & il la confond avec le produit du fourneau. La fonte contient de l'oxigène, parce que la réduction n'a pas pu être achevée dans le fourneau, & l'acier trop cémenté n'en contient plus, parce

que la chaleur nécessaire à la cémentation est plus haute que celle qui opère la réduction complète du métal.

(Page 308 , ligne 1.)

Pour que l'acier n'éprouve aucune altération par son exposition à un feu long-tems soutenu , il faut qu'il soit entièrement à l'abri du contact de l'air : mais si il est dans un vaisseau simplement couvert , comme le dit M. Kirwan , & dans lequel l'air atmosphérique puisse avoir accès , la plombagine se brûle , & il repasse lentement à l'état de fer doux. D'ailleurs , nous n'avons pas dit que la fonte devoit passer par l'état d'acier pour devenir fer malléable ; au contraire , pour avoir l'acier de cémentation , on commence par affiner la fonte & la convertir en fer malléable , & ensuite on cimente le fer.

(Page 308 , ligne 11.)

Nous n'avons pas répété cette expérience de M. Rinman ; mais si elle est exacte , elle prouve seulement que la plombagine engagée dans une masse d'acier & écartée de l'oxide de zinc par les molécules de cette masse , ne peut enlever à l'oxide son oxigène ; ce qu'elle feroit si elle étoit en contact avec lui.

(Page 308 , ligne 16.)

Notre mémoire doit paroître dans le volume

de l'Académie des Sciences , pour l'année 1786 ; lorsqu'il fera publié , & que M. Kirwan connoîtra notre travail , nous osons croire que la manière dont nous rendons compte de toutes les propriétés du fer , & d'un grand nombre d'observations qui n'étoient pas encore connues des chimistes , lui paroîtra satisfaisante.

(Page 309 , ligne 3.)

Il n'est pas douteux que l'alkali de M. Pelletier , quoique séché par les moyens ordinaires , contenoit encore de l'eau qui s'est décomposée.



C O N C L U S I O N.

LES défenseurs de la nouvelle doctrine accordent , 1°. que le gaz inflammable retiré des métaux , & uni à l'air pur à une chaleur rouge , produit de l'eau.

2°. Que l'esprit-de-vin , pendant son inflammation , produit de l'air fixe & de l'eau. M. Lavoisier a même trouvé que la quantité d'eau qu'on obtient de cette combustion excède le poids de l'esprit de-vin employé ; ce qui prouve qu'il devoit contenir une grande quantité de phlogistique.

3°. Que les huiles & les résines contiennent aussi du gaz inflammable , & , par conséquent , qu'elles produisent pendant leur combustion de l'eau & de l'air fixe.

4°. Que le gaz inflammable & l'air pur brûlent avec flamme.

Mais le soufre , le phosphore , le zinc , le régule d'antimoine , pour ne pas parler d'autres substances , s'enflamment aussi dans l'air commun , comme le fer dans l'air déphlogistiqué ; par conséquent , d'après la règle qui demande que les effets naturels de même espèce soient assignés aux mêmes causes , nous sommes conduits à con-

clurre que la flamme, dans ce gaz, provient de l'union de l'air pur & du gaz inflammable, à moins qu'il ne soit prouvé que ces substances ne contiennent pas de gaz inflammable : ce qui ne l'a pas encore été. Tout ce que les anti-phlogisticiens allèguent se réduit à dire que le gaz inflammable n'est pas nécessaire, puisque l'air déphlogistiqué fournit assez de flamme. Cette raison est suffisamment réfutée par l'inflammation de l'esprit-de-vin & des huiles.

De plus, il est avoué que l'alkali volatil contient du gaz inflammable ; & quoiqu'il détonne difficilement avec le nitre fondu, à cause de sa volatilité, cependant le sel ammoniac, & particulièrement le vitriol ammoniacal, étant plus fixes, font promptement détonner le nitre.

Mais les substances que l'on avoue ne pas contenir de phlogistique, ou qui en contiennent à peine, telles que les pierres, le verre, les chaux métalliques, ne font pas détonner le nitre. De là, nous sommes autorisés à conclurre que les substances qui font détonner le nitre contiennent le phlogistique jusqu'à ce que le contraire soit prouvé. Or, le soufre, le charbon & la plupart des métaux imparfaits détonnent avec le nitre. Nous pouvons donc en conclurre, par analogie, qu'ils contiennent le phlogistique. De plus, si l'on jette du nitre ammoniacal dans un creuset

rouge, il y a production de gaz nitreux : si l'on met de l'acide nitreux en digestion avec de l'esprit-de-vin, il y a aussi du gaz nitreux de produit; par conséquent, dans les autres cas où nous voyons le gaz nitreux produit, nous sommes autorisés à reconnoître la présence du phlogistique. Le soufre, le phosphore & les métaux traités avec l'acide nitreux, donnent aussi du gaz nitreux : nous avons donc une raison de plus pour conclurre qu'ils contiennent du phlogistique. Par conséquent, lorsque nous voyons le gaz inflammable produit pendant la dissolution des métaux ou en faisant passer un courant d'eau sur elle, ou à travers le soufre, il est beaucoup plus raisonnable d'en conclurre qu'il provient des métaux & du soufre, que de la décomposition de l'eau, dont nous n'avons pas un seul exemple certain.

On n'a fait aucune objection plausible aux preuves que j'ai déjà données que le gaz inflammable & le phlogistique sont la même substance, précisément comme la glace & la vapeur de l'eau sont appelées la même substance. Quelques personnes ont pensé que je devois avoir compris la matière de la chaleur ou le feu élémentaire dans la définition du gaz inflammable; mais comme la matière du feu est contenue dans tous les corps, il est inutile d'en faire mention à l'except-

tion des cas où les corps diffèrent les uns des autres à raison de sa quantité, & c'est en cela que j'ai expressément déclaré que consistoit la différence avec le phlogistique. Les autres faisant attention à la quantité d'eau contenue dans le gaz inflammable, ont supposé qu'elle étoit essentielle à la composition de cet air, & l'ont appelé *eau phlogistiquée*; mais ils peuvent aussi bien supposer que l'eau est essentielle à la composition de l'air commun ou de l'air fixe, & appeler ce dernier *eau acidulée*; car le gaz inflammable, aussi bien que les autres airs, peut être privé de son eau sans réserve, & cependant il conserve toutes ses propriétés sans être altéré: ce qui montre que la présence de l'eau n'est pas essentielle à sa constitution. Enfin, d'autres ont pensé qu'il demandoit essentiellement un acide, un alkali ou une substance saline pour sa base, comme s'il répugnoit davantage à la nature des choses que le phlogistique existât sous la forme gazeuse, sans base, plutôt que le gaz acide marin, l'air déphlogistiqué, &c. car il est évident que l'état aérien ne demande autre chose qu'une certaine proportion de chaleur latente; mais la production du gaz inflammable du fer par le moyen de l'eau distillée sans le secours d'un autre acide ou autre substance saline, a dissipé tous les soupçons que l'on pouvoit former à cet égard.

N O T E

DE M. DE MORVEAU,

SUR LA CONCLUSION DE L'ESSAI DE
M. KIRWAN SUR LE PHLOGISTIQUE, P. 325.

M. KIRWAN reconnoît avec nous que le gaz inflammable produit de l'eau, en s'unissant à l'air pur à une certaine chaleur : il reconnoît que le principe qui en fait la base n'a besoin que de la chaleur pour se montrer en état de gaz, qu'il ne tient essentiellement ni eau, ni acide, ni sel ; il admet, comme nous, sa présence dans l'alkali volatil, l'esprit-de-vin, les huiles & les résines ; il accorde également que les acides n'existent pas tout formés dans le soufre, le phosphore, le gaz nitreux, &c. que l'air pur entre dans la composition de ces acides, ainsi que dans celle des oxides métalliques, conformément à la nouvelle théorie.

Il ne s'écarte donc de cette doctrine qu'en ces seuls points :

1°. Le gaz inflammable existe encore dans le soufre, le phosphore, le gaz nitreux, &c. dans l'état où on l'a nommé principe phlogistique.

2°. Il existe de même dans les métaux & dans le charbon.

3°. En s'unissant à l'air pur, il forme l'air fixe, & ce n'est qu'après cette composition que l'air devient principe acidifiant, & partie constituante des oxides métalliques.

Ces trois propositions qui forment la base du système particulier de l'auteur, dépendent absolument, comme l'on voit, des preuves de l'existence du phlogistique, ou si l'on veut, du gaz inflammable dans ces substances. L'auteur l'a bien senti, & il y est revenu dans sa conclusion, pour y mettre, dans leur plus grand jour, celles de ses preuves qui lui paroissent le plus concluantes; c'est-là que nous les prendrons pour en faire l'examen.

Les argumens rapprochés dans cette dernière section, peuvent se réduire à quatre.

P R E M I E R A R G U M E N T.

Les effets naturels d'un même genre doivent être attribués à la même cause; or, la combustion du soufre, du phosphore, du zinc, &c. est du même genre que celle du gaz inflammable: donc elle reconnoît la même cause.

D E U X I È M E A R G U M E N T.

Le nitre détonne avec l'alkali volatil & les autres substances que l'on fait tenir du gaz inflammable; il ne détonne pas avec les pierres,

les oxides métalliques que l'on fait n'en point tenir. Il y a donc lieu de croire que tous les corps qui font détonner le nitre, tiennent du gaz inflammable.

TROISIÈME ARGUMENT.

On obtient du gaz nitreux en projetant du nitre ammoniacal dans un creuset rougi au feu, on en obtient en faisant digérer de l'acide nitrique sur l'esprit-de-vin, & l'on fait que l'alkali volatil & l'esprit-de-vin tiennent du gaz inflammable : le soufre, le phosphore & les métaux donnent aussi du gaz nitreux quand on les traite avec cet acide : on peut donc conclure qu'ils tiennent aussi du gaz inflammable.

QUATRIÈME ARGUMENT.

Puisqu'il y a du gaz inflammable produit pendant la dissolution des métaux, de même que quand on fait passer l'eau en vapeur sur les métaux & sur le soufre, il est plus raisonnable de penser que ce gaz vient de ces corps qu'il ne vient de l'eau décomposée.

Avant que d'examiner séparément chacun de ces argumens, nous ferons deux observations générales qui nous paroissent bien importantes : la première c'est que, de l'aveu de l'auteur, ils ne démontrent ni la nécessité ni la réalité de l'exis-

tence du phlogistique ou du gaz inflammable dans les corps où il falloit le démontrer, tels que le soufre, le phosphore, le charbon, les métaux, le gaz nitreux, & qu'ils ne concluent tous que par analogie.

Nous disons que de l'aveu de l'auteur, ils ne concluent que par analogie; c'est ce qui résulte évidemment de ces termes par lesquels il en modifie les conséquences, à moins qu'il ne soit prouvé que ces substances ne contiennent point de gaz inflammable; car il n'est personne qui ne conçoive que cette réserve de la possibilité d'une preuve contraire répugne absolument à l'idée d'une preuve directe & formelle.

La seconde observation est que, suivant les règles de la logique exacte, il ne peut y avoir rigoureusement de preuves négatives ou d'un fait négatif, parce qu'un fait de ce genre n'exclut pas nécessairement le fait positif; d'où il suit que la non-existence du phlogistique est suffisamment prouvée par le défaut de preuves de son existence, ou du moins qu'il n'y a aucune raison de l'admettre jusqu'à la preuve positive de la nécessité de sa présence.

Reprenons maintenant chacun des argumens.

Sur le premier argument.

La première des observations qui précède s'ap-

plique très-bien à cet argument ; dire que des effets sont *du même genre*, ce n'est pas dire qu'ils sont produits par *une même matière* ; la différence est sensible : la première proposition affirme une pure analogie ; la seconde étoit la seule d'où l'on put inférer l'existence du gaz inflammable dans tous les combustibles ; l'argument ne prouve donc rien ; la dissolution de la soude, par exemple, dans l'acide sulfurique, est bien un effet du même genre que sa dissolution dans l'acide muriatique, & très-certainement cela ne prouve pas que ces deux acides soient un seul & même acide.

Ainsi, l'on pourroit accorder les trois propositions de l'argument sans que l'on en put tirer aucune conséquence ultérieure ; mais pour en donner une solution plus directe, il suffit de déterminer précisément l'analogie qui existe entre toutes les combustions, & qui les constitue effets du même genre : on voit bientôt qu'il n'y en a point d'autre que la décomposition de l'air vital par l'affinité supérieure d'une matière quelconque, au moyen de laquelle la chaleur précédemment combinée dans cet air vital, devient libre & sensible. Voilà ce qui rapproche toutes les combustions, & qui ne décide nullement qu'il n'y ait qu'une matière en état d'exercer cette affinité. Nous disons qu'il n'y en a point d'autres, & cette pro-

position se démontre par la différence des produits de la combustion; car l'acide que laisse la combustion du soufre est très-différent de celui que donne la combustion du charbon; le résidu de la combustion du gaz inflammable est encore plus différent du résidu de la combustion du phosphore, du zinc, &c. mais si c'est une vérité constante que le même corps décomposé par l'affinité supérieure d'un même corps, ne peut jamais donner que le même produit, quelle preuve plus forte peut-on désirer qu'il y a ici diverses matières qui exercent cette affinité sur la base de l'air vital?

C'est donc dans ce sens, & dans ce sens seul, que l'air vital est toujours décomposé dans la combustion, que l'on peut affirmer que toutes les combustions reconnoissent une même cause, & l'identité de la matière qui opère cette décomposition n'est qu'une pétition de principe ou une supposition gratuite. Quand on voudra se renfermer dans les faits, on dira avec les anti-phlogisticiens: il est avoué généralement que le soufre, le charbon, les métaux, &c. sont des substances différentes: on avoue également que ces substances décomposent l'air vital dans la combustion: donc l'air vital peut être décomposé par des substances différentes.

Cette conséquence paroîtra, sans doute, un

peu plus rigoureuse que celle que nous examinons.

Sur le deuxième argument.

Le second argument n'est encore qu'une conclusion fondée sur une analogie supposée, & qui reste sans probabilité, dès que les phénomènes s'expliquent sans le secours d'aucune hypothèse. Or, il est évident que la détonation du nitre ne s'opère, comme la combustion, que par le moyen d'un corps qui a, avec la base de l'air vital, une plus grande affinité que l'azote ou le gaz nitreux, qui, à un certain degré de chaleur, peut décomposer l'acide nitreux en vertu de cette affinité; voilà une analogie plus sûre & prouvée par le fait même. De-là, il suit que ce n'est pas une substance unique, mais tout corps jouissant de cette affinité, qui détermine la détonation comme la combustion; que ce qui reste après l'opération, ou le produit de la détonation, doit varier suivant la nature du corps employé, de même que dans la combustion; en un mot, que cette affinité doit cesser quand ce corps est avancé saturé, comme dans les oxides métalliques: & tout est expliqué sans hypothèse d'une manière plus simple.

Veut-on une autre preuve de cette dernière analogie? La décomposition de l'acide nitrique

par la voie humide nous la fournit; car le phosphore, l'arsenic, le charbon lui-même décomposent à une chaleur douce l'acide nitrique; ils se retrouvent, après cela, dans le même état de composition que s'ils avoient brûlé dans l'air vital; la détonnation n'est donc réellement que le résultat de l'affinité par laquelle un corps quelconque enlève à l'acide nitrique son air vital, en dégage la chaleur, fixe la base de cet air dans de nouvelles combinaisons, & forme des composés différens suivant les différentes substances qui exercent cette affinité.

Il y a plus; le système du savant académicien de Londres présente ici une difficulté à laquelle il ne paroît pas avoir pensé, & qui pourtant est de quelque importance. Si l'on lui demande pourquoi un métal calciné, par exemple, dans l'air vital, ne fait pas détonner le nitre, puisque, dans ses principes, l'oxide métallique recèle encore le phlogistique, on peut prévoir qu'il répondra que le phlogistique actuellement saturé d'air vital ne peut plus exercer sur lui aucune affinité. Mais que l'on lui demande maintenant de quelle manière il conçoit que puisse se faire la réduction du métal ainsi calciné, il ne dira sûrement pas que ce sera en vertu de l'affinité qu'exercera le phlogistique ajouté, sur l'air vital; il est convenu que cette

action

action répugne à l'idée d'une saturation préexistante par le même principe. Ce ne pourra donc être que par l'affinité d'un nouveau phlogistique avec le métal : or, dans ce cas, quel que fût le réductif employé, les produits de la réduction devroient toujours être, *d'un côté* le métal réduit, *de l'autre*, tout l'acide carbonique qui le mettoit en état de chaux ; c'est ce qui n'arrive pas : donc les substances qui réduisent n'agissent pas comme pur phlogistique ; donc elles portent leur action sur l'air vital.

Nous disons que *cela n'arrive pas* ; on fait qu'on n'a de l'acide carbonique dans les réductions que lorsqu'on a repris l'air vital acidifiant, par le charbon, & qu'on n'en a qu'en proportion de ce qu'il se rencontre quelquefois accidentellement un peu de charbon. Les dernières expériences du docteur Priestley, ont mis ces vérités hors de doute (a). Il a calciné du fer dans l'air vital par le moyen de la lentille ; il l'a réduit de même dans du gaz hydrogène bien sec, sur du mercure bien sec : il a trouvé de l'eau en quantité correspondante au poids que le fer avoit perdu, & au poids du gaz absorbé ; ce qui restoit de

(a) Experiments and observations, &c. tom. III, pag. 81.

338 NOTE DE M. DE MORVEAU,
gaz étoit du gaz hydrogène comme auparavant,
& ne contenoit point du tout d'air fixe.

Nous ne pensons pas que l'on puisse exiger une plus forte démonstration que le gaz hydrogène & le charbon ne sont pas des substances identiques, & que le phlogistique ne joue, dans ces opérations, qu'un rôle superflu & purement hypothétique.

Inutilement voudroit-on éluder la conséquence de cette expérience de M. Priestley, en disant que, dans ce cas, l'acide carbonique qui mettoit le fer en état d'oxide métallique, a été converti en eau pendant sa réduction par le gaz hydrogène : la possibilité de cette conversion de l'acide carbonique en eau, n'est nullement vérifiée; on peut même dire que tous les faits connus résistent à cette opinion : en un mot, c'est bien plutôt une difficulté nouvelle de l'hypothèse de notre Auteur, qu'une solution générale de toutes les objections dont elle est susceptible, que la nécessité où il se trouve d'admettre, comme nous l'avons vu, que le phlogistique ou gaz inflammable, & l'air vital, constituent presque à volonté, seuls, sans autre substance modifiante, l'eau, l'acide carbonique, le principe acidifiant, & le radical nitrique, qui, cependant, se montrent si différens, soit par leurs propriétés, soit par les produits de leurs combinaisons.

Sur le troisième argument.

Quand il aura d'abord été prouvé qu'il ne peut se former du gaz nitreux que par le moyen du phlogistique, cet argument vaudra pour conclure, en effet, que toutes les substances qui donnent lieu à sa formation recèlent du phlogistique; mais, jusques-là, il laisse en question l'existence même de ce principe.

D'ailleurs, si le gaz nitreux est une des parties constituantes de l'acide nitrique, comme le démontre la régénération de cet acide par la combinaison directe du gaz nitreux avec l'air vital, il n'y a pas lieu de s'étonner que toute substance capable de lui reprendre l'air vital laisse toujours sa base acidifiable dans le même état de gaz nitreux. Nous avons déjà fait voir que ce n'étoit pas seulement le gaz hydrogène qui avoit cette propriété, qu'elle étoit commune à la plupart des combustibles, & que la preuve évidente de la nature différente de ces diverses substances résulloit de la variété des produits de leur union. Or, cette variété se manifeste dans toutes les opérations où l'on recueille du gaz nitreux, absolument comme dans les combustions; ces produits sont, suivant les matières employées à dégager le gaz nitreux, de l'acide phosphorique, de l'acide arsénique, un oxide métallique, &c. &c.

Enfin, l'on retrouve ici la même difficulté qui paroît accompagner l'hypothèse de M. Kirwan dans toutes ses applications. Lorsqu'on brûle, par exemple, du phosphore dans l'air vital, l'affinité de décomposition, ou celle qui exerce la première action, n'est pas, dans ce système, l'affinité directe de l'air vital avec le phosphore; car il faut que la base de l'air vital & le phlogistique du phosphore forment d'abord le principe acidifiant. Au contraire; quand on convertit le phosphore en acide phosphorique par le moyen de l'acide nitrique, c'est l'air fixe ou principe acidifiant tout formé dans ce dernier qui attaque le radical phosphorique, tandis que le phlogistique du phosphore s'unit au radical nitrique. Il faut donc supposer encore, quoiqu'on n'en ait jusqu'à présent aucun indice, que le phosphore peut être aussi converti en acide, par l'union de l'air fixe tout formé; qu'il peut l'être du moins à la faveur d'une double affinité; & que dans toutes les acidifications, le phlogistique du corps acidifié se trouve toujours en quantité précisément correspondante à celle qu'exige la saturation du gaz nitreux, puisqu'après l'opération, on n'obtient jamais ni phlogistique libre, ni radical nitrique dans un état distinct du gaz nitreux. Ce n'est, comme l'on voit, qu'en accumulant les suppositions que l'on élude les difficultés que présente la première hypothèse.

Sur le quatrième argument.

Que le gaz hydrogène dégagé pendant la dissolution acide des métaux, ou lorsqu'on les expose incandescens à la vapeur de l'eau, vienne plutôt de ces métaux que de l'eau décomposée, c'est bien moins, dans les termes même de l'auteur, un fait nouveau dont il se croit en état de fournir la preuve, qu'une probabilité déduite des argumens qui précèdent; aussi avons-nous observé que, dans la section où il s'occupoit des dissolutions métalliques, il s'étoit borné à opposer à la doctrine anti-phlogistique une suite de questions qui ne sont pas moins embarrassantes dans toute hypothèse, dont la solution paroît dépendre d'un concours d'affinités non encore déterminées, qui offrent, en un mot, matière à de nouvelles recherches, & ne sont pas, pour cela, de véritables objections.

Cependant, les faits connus établissent déjà que, dans les circonstances dont il s'agit, le gaz inflammable vient réellement de l'eau.

1°. Cela est prouvé pour la *calcination par l'eau en vapeur*, où l'augmentation de poids de l'oxide métallique ne peut venir que d'un des principes de l'eau, l'air n'y ayant point d'accès. Dire que c'est l'eau elle-même en nature qui se fixe alors dans le métal, c'est admettre

deux espèces de *calcination* sans aucun fondement; car il n'y a réellement aucune différence entre le fer oxidé dans cette opération, & le fer brûlé dans l'air vital. A la vérité, l'auteur insiste (*Section IX, pag. 193*) sur la différence qui se trouve entre le fer ainsi oxidé par l'eau, & la rouille formée à l'air; mais cette dernière est dans la même condition que tous les autres oxides métalliques, qui se chargent d'acide carbonique à la longue; or cet acide carbonique n'est point essentiel à leur état d'oxide.

Il y a plus; M. Kirwan (*dans la même Section pag. 194*) exclut formellement cette différence de calcination par l'eau ou par l'air, puisqu'en parlant de l'expérience du docteur Priestley, que nous avons citée dans notre réponse au deuxième argument, il explique l'augmentation de poids du fer brûlé dans l'air vital, en disant que cet air s'est d'abord uni au phlogistique du fer, qu'il a formé de l'eau, & que cette eau a été absorbée par le fer. M. Priestley, dit positivement (*Tome VI, pag. 77*) qu'il a reconnu, par diverses épreuves, que c'est une *pure chaux* de fer ou scorie, absolument semblable aux *écaillés* de fer brûlé à l'air libre, & à ce qu'il a nommé *finery cinder*, laitier d'affinerie.

Enfin, cette opinion de l'absorbtion de l'eau en nature par le fer, qui avoit été proposée par

par M. Cavendish , ne lui a pas paru , sans doute , assez bien établie pour soutenir la cause du phlogistique , puisqu'il l'a abandonnée depuis.

2^e. Il est également certain que le gaz hydrogène qui se dégage pendant les dissolutions métalliques , dans les acides , vient de l'eau & non du métal.

Ces dissolutions présentent deux cas très différens , ainsi que l'auteur le reconnoît lui-même , (*Section X*) : ou l'acide est en partie décomposé ; & alors , il n'y a pas de gaz hydrogène ; c'est ce qui arrive avec l'acide nitrique , avec l'acide sulfurique concentré ; ou il n'y a aucune partie de l'acide décomposé , & pour lors on obtient en quantité du gaz hydrogène ; c'est ce qui a lieu avec l'acide sulfurique délayé , l'acide muriatique , &c. Mais dans les deux cas , le métal prend le même état d'oxide , acquiert les mêmes propriétés , la même augmentation de poids , d'où il suit invinciblement qu'il a trouvé dans l'un comme dans l'autre le même principe pour former le même composé. Or , comme dans le premier il a reçu une portion de l'air vital de l'acide , il faut bien , dans le second , que ce principe lui ait été fourni par une autre matière quelconque ; & puisqu'il n'y a que l'eau en contact avec lui , M. de la Place a eu raison de penser que c'étoit elle qui cédoit cette portion. Il n'est pas étonnant , après cela , qu'il

se dégage du gaz hydrogène, & qu'il n'y en ait que dans ce cas; c'est une suite nécessaire de la décomposition de l'eau, une conséquence de cette première vérité, & qui complète, de la manière la plus satisfaisante, l'explication des deux phénomènes contraires.

Nous croyons donc pouvoir conclure de l'examen que nous venons de faire de ces argumens, qu'il n'en résulte aucune preuve de l'existence du phlogistique, aucune preuve de son identité avec le gaz *inflammable*, ni même aucune induction capable d'établir la composition des combustibles & des métaux avant la combustion & la calcination; en un mot, que tous les phénomènes s'expliquent d'une manière beaucoup plus simple & plus sûre, sans hypothèse, en ne tenant compte que des matières qui se manifestent par des effets sensibles, & dont on peut retrouver les poids exacts dans le calcul des produits; ce qui est l'unique base solide d'une analyse.

F I N.



T A B L E.

<i>P</i> R É F A C E du Traducteur.	page v
<i>I</i> n t r o d u c t i o n.	1
<i>N</i> o t e de M. Lavoisier sur l'Introduction.	11
S E C T I O N I. <i>Du poids de différentes espèces d'airs.</i>	25
S E C T I O N II. <i>De la composition des Acides, & des principes généraux de la nouvelle théorie.</i>	41
<i>N</i> o t e de M. Lavoisier, sur les Tables d'affinités.	46
S U I T E D E L A S E C T I O N II. <i>De la composition & de la décomposition de l'eau.</i>	58
<i>N</i> o t e de M. Lavoisier sur la décomposition & la recomposition de l'eau.	62
S E C T I O N III. <i>De l'acide vitriolique.</i>	69
<i>N</i> o t e de M. Lavoisier, sur l'Acide vitriolique ou sulfurique.	78
S E C T I O N IV. <i>De l'Acide nitreux.</i>	84
<i>O</i> b s e r v a t i o n s sur l'Acide nitrique, par M. Berthollet.	134
S E C T I O N V. <i>De l'Acide marin.</i>	145

T A B L E.

<i>Observations sur l'Acide muriatique, par M. Berthollet.</i>	155
SECTION VI. <i>De l'Eau régale.</i>	159
<i>Observations sur l'Eau régale, ou Acide nitro-muriatique, par M. Berthollet.</i>	163
SECTION VII. <i>De l'Acide phosphorique.</i>	166
<i>Lettre de M. de Morveau à M. Hassenfratz, sur l'Acide phosphorique.</i>	170
SECTION VIII. <i>De l'Acide saccharin.</i>	176
<i>Remarques sur l'Acide du sucre, par M. de Fourcroy.</i>	185
SECTION IX. <i>De la calcination & de la réduction des Métaux, & de la formation de l'Air fixe.</i>	193
<i>Remarques de M. de Fourcroy, sur la calcination des Métaux, les oxides métalliques, la formation de l'Acide carbonique, la décomposition de l'eau, &c.</i>	236
SECTION X. <i>De la dissolution des Métaux.</i>	265
<i>Remarques sur la dissolution des Métaux, par M. de Fourcroy.</i>	273
SECTION XI. <i>De la précipitation des Métaux les uns par les autres.</i>	282
<i>Note de M. Lavoisier, sur la précipitation des Métaux les uns par les autres.</i>	289

T A B L E.

<i>SECTION XII. Des propriétés du fer dans différens états, & de sa conversion en acier.</i>	298
<i>Note de M. Monge.</i>	310
<i>Conclusion.</i>	325
<i>Note de M. de Morveau, sur la Conclusion de l'Essai de M. Kirwan sur le Phlogistique.</i>	329
Fin de la Table.	

E R R A T A.

- P**AGE 4, ligne 16 & 17, étoit composée; *lisez*, est composée.
 Même pag. lig. 25, Craffort; *lis*. Crawford.
- Pag. 8, lig. 8, ainsi; *lis*. ainsi.
- Pag. 9, ligne 12, rayez ou elles.
- Pag. 11, lig. 9, Bertholet; *lis*. Berthollet.
- Pag. 33, lig. 24, le poids; *lis*. les poids.
- Pag. 36, lig. 24, indiqué; *lis*. indiquée.
- Pag. 37, lig. 6, vérifié; *lis*. vérifier.
- Pag. 40, dernière note; ajoutez à la fin: dans l'opinion ou avec les suppositions de M. Kirwan.
- Pag. 42, lig. 19, qu'elles le perdent; *lis*. qu'elle le perd.
- Pag. 43, lig. 14, principes; *lis*. principe.
- Pag. 65, lig. 4, donne; *lis*. donna.
- Pag. 80, lig. 12, l'air vital à l'état d'oxigène se trouve, &c. *lis*. l'air vital se trouve à l'état d'oxigène, &c.
- Pag. 81, lig. 15, exposées; *lis*. exposés.
- Pag. 97, lig. 10, dans ce composé la partie la plus volatile, n'éprouve, &c. *lis*. dans ce composé, la partie la plus volatile n'éprouve, &c.
- Pag. 103, ligne pénultième, convert ien; *lis*. converti en: ligne dernière, encor epeut-on; *lis*. encore peut-on.

- Pag. 118 , note , lig. 2 , entrant ; *lis.* entrent.
 Pag. 119 , lig. 6 , qui n'est pas combiné avec lui ; *lis.* qui s'est combiné avec lui.
 Page 168 , lig. 17 , Margraf ; *lis.* Margraff.
 Pag. 188 , lig. antipénultième , d'eau , de carbone ; *lis.* d'eau d'hydrogène & de carbone.
 Pag. 191 , lig. 14 , fait ; *lis.* fait.
 Même pag. lig. 23 , l'hydrogène ; *lis.* l'hydrogène.
 Pag. 196 , lig. 17 , revifie ; *lis.* revivifie.
 Pag. 206 , lig. 22 , absorbé ; *lis.* absorbée.
 Pag. 207 , lig. 17 & 18 , nous admettons ; *lis.* l'on admet.
 Pag. 211 , à la note , ligne antipénultième , rayez fort.
 Pag. 215 , lig. 19 , finery ; *lis.* finery.
 Pag. 244 , lig. 5 , cet acide ; *lis.* l'acide.
 Page 251 , ligne pénultième , décompse ; *lis.* décompose.
 Page 254 , lig. 6 , après qui , ajoutez a.
 Même pag. lig. 23 & 24 , effacez comme M. Lavoisier le démontre dans une note qui suit ces remarques.
 Pag. 267 , lig. 11 , régule , d'antimoine , ôtez la virgule.
 Pag. 305 , lig. 10 , après inflammable , mettez ne.
 Même pag. lig. 11 , à ; *lis.* ne.
 Pag. 332 , lig. 7 , résult ; *lis.* résulte.
 Même pag. lig. 17 , on ; *lis.* ne.
 Même pag. lig. 25 , das ; *lis.* des.

Note importante.

41,09 grains veut dire 41 grains $\frac{9}{100}$; 18,27 grains veut dire 18 grains $\frac{27}{100}$: quelquefois , on a séparé la fraction des entiers par le mot *grain* ; on a écrit alors , 18 grains 27 , ce qui signifie également 18 grains $\frac{27}{100}$.

