

*EXPÉRIENCES*  
*SUR LA COMBINAISON DE L'ALUN*  
*AVEC LES MATIÈRES CHARBONNEUSES,*  
*Et sur les altérations qui arrivent à l'air dans lequel*  
*on fait brûler du Pyrophore.*

Par M. LAVOISIER.

CE seroit grossir inutilement ce Mémoire, que de rapporter tout ce qui a été écrit sur le Pyrophore de M. Homberg, & de discuter les différentes opinions qui ont été successivement embrassées sur la cause de son inflammation spontanée; je ne ferois d'ailleurs que répéter ce qui se trouve consigné dans le Recueil que l'Académie publie chaque année; il me suffira donc de renvoyer au Mémoire de M. Homberg, imprimé parmi ceux de 1718, page 238, & sur-tout à celui de M. de Suvigny, imprimé dans le troisième volume des Mémoires de Mathématique & de Physique, présentés à l'Académie par des Savans étrangers.

Là  
le 5 Septemb.  
1777.

Je rappellerai seulement ici, qu'il est prouvé par les expériences de M. de Suvigny, 1.<sup>o</sup> que non-seulement l'alun, mais encore tous sels vitrioliques à base d'alkali fixe, tels que le sel de Glauber & le tartre vitriolé, mêlés avec une proportion convenable d'une matière charbonneuse, légère & poreuse, & poussés à un degré de feu capable de faire rougir ces matières, donnent un résidu plus ou moins noir, qui a la propriété de s'enflammer de lui-même à l'air:

2.<sup>o</sup> Que dans toutes ces opérations, l'acide vitriolique se convertit en soufre, de sorte qu'on peut dire que le pyrophore de Homberg, & tous ceux que M. de Suvigny a formés sur les mêmes principes, ne sont autre chose que des

foies de soufre charbonneux à base d'alkali fixe ou à base de terre d'alun :

3.° Qu'une preuve de la conversion de l'acide vitriolique en soufre, dans la formation du pyrophore, c'est que si on analyse cette substance par tous les moyens que donne la Chimie, on n'y retrouve plus un atome d'acide vitriolique ni des sels vitrioliques qui avoient été employés pour le former, mais seulement un foie de soufre & du soufre :

4.° Qu'il est possible de faire de très-bon pyrophore sans employer aucun sel vitriolique, mais avec une combinaison de soufre d'alkali & de poudre de charbon, ce qui confirme encore, de la manière la plus incontestable, que le pyrophore est un véritable foie de soufre : d'après ces préliminaires, je passe aux expériences dont je me suis occupé.

J'ai mêlé ensemble deux parties d'alun & une de sucre ; j'ai calciné ce mélange dans une cuiller de fer sans le faire rougir, jusqu'à ce que le sucre fût converti entièrement en charbon, & qu'il ne s'en élevât plus ni fumée ni vapeur.

J'ai pris deux onces de ce mélange ainsi calciné, je les ai mises dans une cornue de verre au bain de sable dans un fourneau de réverbère, & j'ai poussé au feu en recevant l'air qui se dégageoit dans des cloches remplies d'eau : il a d'abord passé environ cent vingt pouces d'air fixe très-pur, que j'appellerai désormais *acide crayeux aëriiforme*, ensuite environ cent soixante pouces d'air composé à peu-près de parties égales du même *acide crayeux aëriiforme* & d'air inflammable ; enfin, j'ai obtenu pour dernier produit, cent quatre-vingts pouces d'air composé pour les trois quarts d'air inflammable, & pour un quart seulement d'*acide crayeux aëriiforme* ; les dernières portions même n'étoient plus que de l'air inflammable pur.

On demandera peut-être comment il est possible de séparer avec précision l'*acide crayeux aëriiforme* d'avec l'air inflammable ? je répondrai, que l'*acide crayeux aëriiforme* étant absorbable par l'eau, tandis que l'air inflammable ne l'est pas

senfiblement ou ne l'est au moins qu'avec le secours d'une agitation long-temps continuée, il suffit de laisser reposer, pendant quelques jours, le mélange des deux airs, pour que l'acide crayeux aëriiforme s'absorbe, & que l'air inflammable reste pur; on peut d'ailleurs accélérer cette séparation en mettant ces mêmes airs en contact avec de l'alkali caustique en liqueur: ce dernier absorbe en entier & en très-peu de temps l'acide crayeux aëriiforme, & ce qui reste ensuite est de l'air inflammable très-pur. C'est par la réunion de ces deux méthodes que j'ai reconnu que des quatre cents soixante pouces cubiques de fluide élastique que j'avois obtenus dans cette opération, deux cents quinze étoient dans l'état d'air inflammable, & le surplus, c'est-à-dire deux cents quarante-cinq pouces cubiques étoient dans l'état d'acide crayeux aëriiforme: au surplus, ces évaluations ne doivent point être regardées comme rigoureusement exactes, relativement à l'acide crayeux aëriiforme, par la raison que cet acide étant obligé de traverser une masse d'eau assez considérable pour se rassembler au haut de la cloche, une portion est nécessairement absorbée par l'eau pendant le cours de l'opération même, & avant qu'on puisse en déterminer le volume. Cette circonstance occasionne une perte au moins d'un quart ou d'un sixième dans la quantité d'acide crayeux qu'on obtient; ainsi on peut évaluer au moins à trois cents pouces cubiques la quantité d'acide crayeux aëriiforme, résultant de cette expérience.

Il s'est dégagé pendant presque tout le cours de l'opération, une quantité assez considérable de soufre, dont partie se sublimoit & se condensoit dans le col de la cornue, partie passoit en vapeurs à travers de l'eau, & se déposoit à la surface en une poudre fine: l'opération a duré environ une heure & demie.

Ce qui restoit dans la cornue étoit le pyrophore de M. Homberg; il étoit très-bon, très-vif, & s'allumoit dès qu'il avoit le contact de l'air.

Après avoir ainsi déterminé les espèces, & à peu-près les quantités d'air qui se dégagent pendant la formation du

pyrophore de M. Homberg, j'ai procédé aux expériences suivantes.

J'ai mis deux gros de cette substance sur le bassin d'une balance fort sensible, & j'ai observé qu'il augmentoit considérablement de poids, même dans le moment où il brûloit, & que cette augmentation continuoit d'avoir lieu pendant plusieurs minutes: pour découvrir à quoi pouvoit tenir cette augmentation de poids, j'ai jugé qu'il étoit nécessaire d'observer avec le plus grand soin toutes les circonstances de la combustion.

J'ai commencé en conséquence par introduire successivement deux gros de pyrophore sous des cloches remplies d'acide crayeux aëriiforme & d'air nitreux, il ne s'y est point allumé, & il n'y a eu aucun phénomène remarquable.

Il n'en a pas été de même lorsque j'ai mis du pyrophore sous des cloches de verre remplies d'air commun ou d'air éminemment respirable: comme les circonstances de ces expériences sont très-remarquables, je vais les rapporter dans tout leur détail.

J'ai mis dans un petit bocal de verre environ une demi-once de pyrophore; j'ai recouvert ce bocal avec une petite capsule de verre, & j'ai luté les jointures de manière que tout l'appareil pût passer à travers de l'eau sans qu'il s'en introduisit dans l'intérieur du bocal. Tout étant ainsi disposé, j'ai fait passer le bocal sous une cloche remplie d'air commun; j'ai marqué exactement la hauteur à laquelle répondoit l'eau dans la cloche; puis, en passant la main par-dessous la cloche, j'ai soulevé la capsule qui recouvroit le bocal, & j'ai donné une libre communication entre le pyrophore & l'air de la cloche; il s'est produit sur le champ une chaleur assez considérable sans combustion: en même-temps, il y a eu une diminution du volume de l'air assez rapide dans le premier instant, qui s'est ralenti ensuite au bout de quelques minutes, & qui n'a cessé qu'au bout de trois quarts d'heure ou d'une heure.

Cette diminution du volume de l'air a été plus forte qu'au-

une de celles que j'eusse éprouvées jusqu'alors; elle a été en effet dans le rapport de 100 à  $72\frac{1}{2}$ ; c'est-à-dire de plus d'un quart, tandis que dans presque toutes les expériences de ce genre, elle va à peine à un cinquième.

J'ai refait la même expérience en employant de l'eau de chaux au lieu d'eau; la diminution a été à peu près la même, & j'ai observé qu'à mesure qu'elle avoit lieu, l'eau de chaux se précipitoit, ce qui m'a fait connoître qu'une des causes de cette diminution étoit la conversion d'une portion d'air de la cloche en acide crayeux aëriiforme, lequel avoit été absorbé par l'eau.

Cette première expérience m'a donné l'idée d'en faire une seconde dans l'air pur ou éminemment respirable; mais j'ai cru en même temps devoir employer une cloche plus grande, afin que les phénomènes fussent plus marqués, & j'ai opéré pour le surplus à peu-près de la même manière.

Si tôt que la capsule qui couvroit le bocal a été détachée, & que le pyrophore a été en contact avec l'air pur, il s'est allumé & a brûlé avec pétilllement, avec décrépitation & surtout avec un grand éclat de lumière & une extrême rapidité; bientôt après, la vivacité de la combustion s'est calmée, & l'éclat de la lumière qui en résulloit a été en diminuant insensiblement, jusqu'à ce qu'enfin au bout de quelques minutes tout s'est éteint.

J'oublie d'observer que le pyrophore, dans cette expérience, ne doit point être mis dans un vase de verre, mais dans un vase de fer-blanc sans soudure, à cause de la grande chaleur qui a lieu, & qui feroit casser le verre & fondre les soudures.

Dans le premier instant, l'extrême chaleur avoit produit une légère augmentation dans le volume de l'air contenu sous la cloche; mais cette première dilatation a bientôt été suivie d'une diminution rapide, qui s'est ralentie elle-même après le premier quart-d'heure, & qui n'a cessé que lorsque l'air contenu dans la cloche a été réduit au septième du volume qu'il occupoit avant la combustion du pyrophore: ce résidu

d'air n'étoit pas encore autant diminué qu'il le pouvoit être; l'eau de chaux l'a réduit encore de près de moitié, de sorte qu'il n'est plus resté qu'un douzième ou un treizième du volume d'air primitif.

Ce dernier résidu étoit encore de l'air éminemment respirable presque pur dans lequel j'ai fait encore brûler de nouveau pyrophore, & je suis parvenu par ce moyen à rendre les  $\frac{143}{144}$  du volume de l'air primitif absorbables par l'eau.

J'ai répété cette expérience un grand nombre de fois, & notamment en présence de M. Franklin & de plusieurs Membres de cette Académie; j'en ai varié les circonstances, tantôt en employant de l'eau ordinaire, tantôt en employant de l'eau de chaux, & je me suis convaincu que dans la combustion du pyrophore, l'air éminemment respirable, l'air déphlogistiqué de M. Priestley, se convertissoit en air fixe ou acide crayeux aërisforme, sauf la portion absorbée par le pyrophore lui-même, comme je vais l'exposer dans un moment, & que cet acide crayeux se combinait ensuite avec l'eau.

Ces effets de la combustion du pyrophore dans l'air déphlogistiqué, jettent un grand jour sur les phénomènes de cette même combustion dans l'air atmosphérique: les effets sont à peu-près les mêmes, mais avec cette différence que l'air de l'atmosphère ne contenant qu'un quart d'air pur, de véritable air, il n'y a qu'un quart d'acide crayeux aërisforme formé & absorbé par l'eau; les trois-quarts qui restent après la combustion & l'absorption, sont la partie méphytique de l'air, celle que j'ai appelé ailleurs la *mophette atmosphérique*, espèce d'air dont la nature est encore absolument inconnue, & qui, comme je l'ai fait voir ailleurs, n'est point susceptible d'entretenir la combustion ni la vie des animaux.

Je n'ai parlé jusqu'ici que de la portion d'air pur qui se convertit en acide crayeux aërisforme pendant la combustion du pyrophore; il me reste à rendre compte de quelques circonstances qui me paroissent prouver qu'une portion notable de ce même air est absorbée par le pyrophore, pendant sa combustion,

combustion, & se combine avec lui, & que c'est le surplus seulement qui se convertit en air fixe.

Premièrement, la diminution du volume de l'air pur dans le premier instant de la combustion du pyrophore est beaucoup plus rapide que ne le pourroit être une simple combinaison de l'acide crayeux aëriiforme avec l'eau: on fait qu'en général l'eau ne s'imprègne promptement d'air fixe qu'autant qu'on divise l'air & l'eau par l'agitation, & qu'on multiplie les contacts: ces circonstances ne se rencontrent pas sous la cloche où se fait la combustion du pyrophore, & au contraire même la chaleur considérable qui a lieu est un obstacle presque absolu à l'union de l'acide crayeux avec l'eau.

Secondement, il est bien reconnu que le pyrophore augmente de poids en brûlant, que cette augmentation de poids est très-rapide, & qu'elle est à peu-près proportionnelle à la quantité d'air qu'on peut raisonnablement supposer être absorbée dans cette opération. Il est vrai que ceux qui ont observé l'augmentation de poids du pyrophore, l'ont attribuée à l'humidité de l'air qu'il attiroit; & en effet, il est difficile de se refuser à croire que cet effet n'ait pas lieu dans le premier instant: mais lorsqu'une fois le pyrophore est fortement échauffé, lorsqu'il est devenu rouge & embrasé, on ne peut plus supposer alors qu'il attire l'humidité de l'air, & il est évident que cette extrême chaleur la chasseroit au contraire & la réduiroit en vapeur, s'il en existoit dans le pyrophore.

Il paroît donc certain, d'après ces deux considérations, que le pyrophore absorbe & fixe une portion notable d'air pur pendant sa combustion. Mais, demandera-t-on, que devient cet air, & quel changement apporte-t-il dans la nature du pyrophore? C'est précisément ce qui me reste à développer dans ce Mémoire, & ce qui servira à établir d'une manière plus convaincante, qu'il y a réellement absorption & combinaison d'air dans la combustion de cette substance.

Si l'on goûte du pyrophore avant sa combustion, on ne

lui retrouve rien de la stipticité de l'alun, mais à la place un goût de foie de soufre très-désagréable; lorsqu'au contraire on l'a fait brûler dans de l'air pur, toute la matière charbonneuse est consommée; il est parfaitement blanc, il a une partie de la stipticité de l'alun, & en le lessivant, on en obtient un alun surchargé de sa terre, tel que l'a décrit M. Baumé dans sa Chimie.

Cette dernière observation nous dévoile tout ce qui se passe dans la formation & dans la combustion du phosphore. On voit clairement que l'acide vitriolique de l'alun passe à l'état de soufre, pendant que le pyrophore se forme, tandis qu'au contraire le soufre repasse à l'état d'acide vitriolique & d'alun, pendant que le pyrophore brûle: mais on sait, par les expériences que j'ai données, que le soufre est un acide vitriolique dépouillé d'air éminemment respirable, ou, ce qui revient au même, que l'acide vitriolique est une combinaison du soufre avec de l'air éminemment respirable, ou plus exactement encore avec la base de l'air éminemment respirable: donc l'acide vitriolique ne peut passer de l'état d'acide à celui de soufre, sans qu'il ne s'opère un dégagement d'air éminemment respirable, & réciproquement le soufre ne peut passer de l'état de soufre à celui d'acide vitriolique, sans qu'il ne s'opère une fixation du même air; & c'est ce qu'on observe dans les expériences rapportées dans ce Mémoire. On a vu en effet qu'il s'étoit dégagé d'un mélange d'alun calciné & de poudre de charbon du poids de deux onces, environ quatre cents pouces cubiques d'air, partie dans l'état d'acide crayeux aëriiforme, partie dans l'état d'air inflammable; que le pyrophore au contraire, en brûlant avoit absorbé une très-grande quantité d'air pur; ce qui confirme pleinement la théorie que j'ai avancée.

On ne manquera pas sans doute de faire deux questions, relativement aux expériences dont je viens de rendre compte. Premièrement, dira-t-on, pourquoi, si l'acide vitriolique de l'alun contient de l'air éminemment respirable, de l'air déphlogistiqué de M. Priestley, pourquoi retire-t-on principalement

de l'acide crayeux aëriiforme par la calcination avec le charbon? Secondement, d'où vient cet air inflammable qui passe avec lui? Je répondrai à la première question, que l'air éminemment respirable se convertit en acide crayeux aëriiforme par la combinaison avec les matières charbonneuses, ou, ce qui revient au même, que l'acide crayeux aëriiforme n'est autre chose qu'une combinaison des matières charbonneuses avec l'air éminemment respirable, ou plutôt avec la base de cet air: on en a la preuve dans la réduction des chaux de mercure; si on les revivifie seules & sans addition, elles ne donnent que de l'air éminemment respirable; si on y ajoute de la poudre de charbon ou une autre substance charbonneuse quelconque, elles ne donnent que de l'acide crayeux aëriiforme: la même chose arrive dans la calcination de l'alun avec le charbon du sucre; l'air éminemment respirable, ou plus exactement la base de cet air qui est contenue dans l'acide vitriolique de l'alun, se combine avec la substance charbonneuse & forme de l'acide crayeux aëriiforme.

Quant à l'air inflammable qui se dégage dans cette opération, la quantité n'en est pas constante, & elle est d'autant plus grande qu'on a employé plus de charbon; cet air, au surplus, n'est pas de la même nature que celui qu'on obtient par la dissolution de quelques substances métalliques dans l'acide vitriolique & dans l'acide marin; il est moins inflammable, il brûle avec beaucoup plus de difficulté, & ne détonne presque pas lorsqu'on le mêle avec deux tiers d'air commun.

Une propriété très-remarquable qu'a cet air inflammable, est celle de se convertir en acide crayeux aëriiforme par la combustion: aucun des autres airs inflammables qu'on obtient par la dissolution des métaux, soit dans l'acide vitriolique, soit dans l'acide marin, ne présente le même phénomène, & au lieu de se convertir en acide crayeux aëriiforme, lors de leur inflammation, ils paroissent donner des acides analogues à ceux dont ils ont été tirés. Ces considérations, & quelques autres qui ne sont pas de nature à pouvoir trouver

place dans ce Mémoire, me font soupçonner qu'il existe trois espèces d'air inflammable; savoir, air inflammable vitriolique, air inflammable marin, & air inflammable crayeux: celui qui se dégage pendant la formation du pyrophore est de cette dernière espèce; mais comme cet air inflammable produit, en brûlant sur l'air de l'atmosphère, ou plus exactement sur la portion d'air éminemment respirable contenue dans l'air de l'atmosphère, exactement les mêmes effets que le charbon, je suis très-porté à croire que c'est la substance charbonneuse, même dans l'état de vapeurs & sous forme d'air; par la même raison, les deux autres airs inflammables me paroissent être, l'un une espèce de soufre vitriolique, l'autre une espèce de soufre marin dans l'état vaporeux ou aëriorme: au reste, mes expériences n'étant point encore absolument complètes, je ne puis donner qu'un aperçu sur cet objet.

