

qu'on remplit les creusets; ils restent constamment ouverts, et ne sont jamais fermés tous à-la-fois. L'ouvrier peut, par leur moyen, diriger le feu dans une partie quelconque du fourneau.

La cheminée conique, qui enveloppe tout le four, est percée de portes correspondant aux creusets.

*a, a,* Petits murs que l'on détruit à volonté pour faire entrer ou sortir les pots; ils sont composés de briques, percées d'un trou, qui permet, en y introduisant une tige de fer, de les enlever commodément étant encore chaudes.

*b,* Porte du four qui se ferme avec une brique.

*c,* Cendrier dans lequel l'ouvrier peut entrer pour nettoyer les grilles.

*e, e, e,* Conduits dans l'étage inférieur, correspondant aux creusets dans l'étage supérieur.

*g, g,* Bassins de réception en tôle, dans lesquels se rend le zinc.

*h,* Tube cylindrique en tôle, qui s'adapte au condenseur, et conduit le zinc dans le bassin de réception.

*i,* Condenseur: c'est un tuyau de tôle légèrement conique, portant à sa partie supérieure un petit rebord, par lequel il s'applique sur le creuset. Pour l'y fixer, on étend sur ce rebord un boudin d'argile et on le presse fortement contre le creuset, et afin de le maintenir dans cette position, on a deux tringles en fer *kk*, qui sont fixées dans la partie inférieure du condenseur par un boudin, et qui passent dans une petite pièce en fer *m* scellée dans le mur; on presse les tringles avec une vis de pression *n*. La *fig. 3*, dans laquelle on a représenté la coupe verticale du creuset, montre en détail la disposition de cet appareil, qui sert à serrer le condenseur contre le fond du creuset.

1, 2, Niveau de l'étage supérieur.

3, 4, Niveau du plafond inférieur.

5, 6, Niveau de l'étage inférieur.

*Fig. 2.* Plan au niveau de 1, 2: on n'a représenté que la moitié du plan.

*Fig. 3.* Coupe verticale d'un creuset, et de l'appareil qui sert à serrer le condenseur contre le creuset.

*Fig. 4.* Pincés à roues pour le transport des creusets chauds.

*Fig. 5.* Plan au niveau de 3, 4.

## ESSAI CHIMIQUE

SUR

## LES RÉACTIONS FOUROYANTES,

Par C.-J. BRIANCHON, Capitaine d'artillerie. (Extrait.)

Les mixtes *fulminans* sont ceux qui, chauffés à l'air libre, se dissipent avec bruit.

L'hypothèse de Berthollet sur la cause des fulminans ne rend pas compte de toutes les circonstances qui accompagnent ces phénomènes. Tel est le motif qui nous a porté à faire des recherches sur un sujet qui intéresse à-la-fois la physique, l'artillerie et l'art des mines. Ces recherches nous ont suggéré une théorie nouvelle, qui cadre avec les faits: nous allons d'abord l'exposer, puis nous étudierons des exemples choisis; savoir, l'or fulminant, le cyanate d'argent, la poudre fulminante; enfin nous proposerons, pour cette dernière substance, un emploi particulier, utile à l'art militaire et à l'art des mines.

*Notion nouvelle de la fulmination.* Dans l'histoire de chacun des mixtes fulminans, nous constaterons les résultats d'expériences que voici: 1<sup>o</sup>. dans leur effet sur une surface plane, les mixtes fulminans développent une force principale, qui agit dans le sens de la gravité; 2<sup>o</sup>. lorsqu'une petite quantité de mixte fulminant est renfermée dans un grand vase de verre clos, celui-ci supporte sans se rompre une chaleur

capable d'opérer la réaction du mixte, tandis qu'il se brise toutes les fois qu'il peut donner entrée à l'air extérieur; 3°. tout mixte fulminant contient de l'oxygène; 4°. les produits stables qui tendent à se former par l'action de la chaleur sur le mixte fulminant exigent plus d'oxygène que n'en contient celui-ci.

De ces faits nous tirons cette conséquence générale : « La fulmination ne procède pas d'une simple expansion de gaz ou de vapeurs; il se produit en outre, dans ces réactions foudroyantes, une vive succion d'oxygène, exercée par le mixte sur l'atmosphère ambiante. » On voit ainsi d'où naît l'effort descendant que manifestent les mixtions fulminantes lorsqu'elles sont chauffées à l'air libre : au moment où la chaleur appliquée rompt l'association actuelle des principes du mixte pour en établir une autre éminemment stable, il arrive que, pour le constituer, cet ordre final de combinaisons éprouve un défaut partiel d'oxygène; alors, par l'énergie même avec laquelle les produits tendent à se former et par le mouvement déjà imprimé vers cette formation, le mixte enlève brusquement à l'atmosphère tout l'oxygène dont il a besoin; les colonnes d'air se précipitent donc sur le support et le choquent violemment. La quantité d'oxygène déjà existante dans le mixte joue un rôle essentiel dans la fulmination : elle sert d'amorce; elle commence le mouvement, et détermine l'appel des colonnes d'air.

*De l'or fulminant.* L'or fulminant, désigné par Berthollet sous le nom d'*orate d'ammoniaque*, est une poudre jaunâtre formée de la combinaison du peroxide d'or avec l'ammoniaque. Ce

mixte est insoluble, l'eau bouillante ne l'altère point. Lorsqu'il est chauffé progressivement à l'air libre jusqu'à la température d'environ 200°, il fulmine violemment.

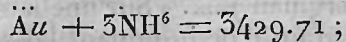
Crollius, Lémery, et beaucoup d'autres praticiens, reconnaissent dans l'effet de l'or fulminant une action dépressive que ne produit point la poudre à tirer. Aux expériences qu'ils apportent nous ajouterons les suivantes : « Dix ou douze grains d'or fulminant, posés sur une lame de métal, la *percent et la brisent* pendant la fulmination; une moindre quantité y fait un creux; en la diminuant encore, la surface est seulement attaquée, ce qui n'arrive jamais avec la poudre à canon, quoiqu'en quantité beaucoup plus considérable. » (Bergman)..... « Sur une lame d'argent, un demi-grain d'or fulminant laisse après l'explosion une cavité propre à recevoir un pois. » (Sage.)

Ces expériences montrent que l'or fulminant possède à l'air libre une énergie destructive considérable. Faisons voir maintenant le peu d'effet qu'il produit en vase clos : « J'ai rempli d'eau bouillie une petite cornue de verre, dans laquelle j'avais mis de l'or fulminant; j'ai distillé cette eau à l'appareil pneumatique; lorsque la cornue s'est trouvée sèche, l'or fulminant a détonné pour la plus grande partie, et quoiqu'il y en eût sept grains, la cornue n'a pas éclaté. » (Berthollet) (1).... « L'or fulminant enfermé dans des vases de métal bien fermés et suffisamment solides, se réduit sans bruit et sans laisser aucune

(1) Des faits analogues sont rapportés par Scheele, *Traité chimique de l'air et du feu*, p. 200.

trace d'explosion. La Société royale de Londres a fait faire à ce sujet plusieurs expériences de comparaison : on mit pareille quantité de poudre à canon et d'or fulminant dans des globes de fer, qui furent ensuite placés sur des charbons ardents ; celui qui contenait la poudre éclata avec violence, l'autre resta entier et sans faire aucune explosion. Il en arriva de même lorsqu'on se servit de globes d'acier. » (Bergman.)

On sait préparer l'or fulminant par diverses méthodes, où tout le métal employé passe dans le mixte, et les chimistes (1) ont constaté que trois parties d'or pur rendent quatre parties et une petite fraction d'or fulminant sec : ce mixte a donc pour expression atomique



c'est-à-dire que l'or fulminant se compose d'un atome de tritoxide d'or et de trois atomes d'ammoniaque (2). Les produits éminemment stables

(1) Kunckel, Lémery, Deidier, Scheele, Beaumé, Richter, M. Proust.

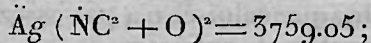
(2) L'eau régale dissout fort vite un mélange dosé de muriate d'ammoniaque et d'or pur ; la dissolution, évaporée convenablement, donne des cristaux colorés homogènes, qui ne peuvent être qu'un muriate double à bases d'or et d'ammoniaque (puisque le simple muriate métallique ne cristallise point), et comme l'eau de potasse, versée en quantité suffisante, décolore entièrement cette même dissolution et la convertit en muriate de potasse, qui reste dans la liqueur, et en orate d'ammoniaque, qui se précipite ; que d'ailleurs ce dernier sel est composé d'un atome de tritoxide d'or et de trois atomes d'ammoniaque, il faut en conclure que le sel double cristallin, qu'elle donnait par l'évaporation, renferme un atome de tritomuriate d'or  $\text{Au}^3 \text{M}^3$  et trois atomes de muriate d'ammoniaque  $3\text{N} \text{H}^6 \text{M}$ .

qui tendent à se former dans la fulmination de l'orate d'ammoniaque sont évidemment : un atome d'or réduit à l'état métallique  $\text{Au}$  ; trois atomes de gaz azote,  $3\text{N}$ , et neuf atomes de vapeur d'eau  $9\text{H}^2\text{O}$  : or on voit, par la composition même du mixte, que celui-ci n'a pas assez d'oxygène pour constituer entièrement ce dernier produit ; il lui en manque six atomes, qu'il soustrait brusquement de l'atmosphère : de là naît l'énergie fulminante.

Berthollet supposait que l'orate d'ammoniaque et généralement tous les oxides ammoniacaux fulminans ne contenaient que la quantité d'hydrogène nécessaire pour saturer tout l'oxygène de l'oxide, et il attribuait les grands effets de la fulmination au dégagement de l'azote, et sur-tout à l'expansion de la vapeur d'eau. Nombre d'objections tendent à ruiner cette doctrine. Par exemple, comment accorder cette constitution hypothétique de l'orate d'ammoniaque avec le résultat d'expériences que nous avons empruntées de Kunckel, Lémery....? Comment résoudre la contradiction manifeste à laquelle Berthollet lui-même fut conduit, lorsque, d'après son hypothèse sur la nature de l'or fulminant, il voulut conclure la quantité d'hydrogène renfermée dans l'ammoniaque? Comment admettre qu'une émission de fluides élastiques, telle rapide qu'elle soit, puisse, à l'air libre et sur une surface plane, causer les effets destructeurs que nous avons rapportés? Enfin, comment expliquer l'amortissement que subit l'énergie fulminante dans les vases clos?

*Du cyanate d'argent.* Ce sel fulminant se prépare en faisant agir l'alcool sur une solution de

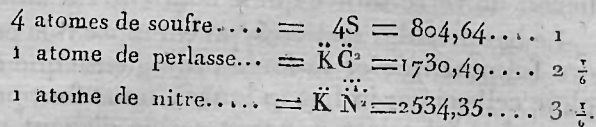
nitrate d'argent avec excès d'acide. Suivant MM. Gay-Lussac et Liebig, le cyanate d'argent contient 0,772 d'oxide métallique, et l'acide cyanique se compose d'une paire d'atomes de cyano-gène et d'oxigène. Le sel a donc pour expression



ce qui le classe parmi les combinaisons neutres à base d'argent, et montre qu'il ne renferme pas assez d'oxigène pour convertir tout son carbone en acide carbonique (qui est une combinaison plus stable que le gaz oxide).

Six centig. de cyanate d'argent mis dans un fort verre de montre ont été chauffés graduellement, bientôt la fulmination s'est fait entendre; une petite flamme s'est manifestée, et le verre s'est précipité en éclats dans le brasier... Douze centigrammes du même cyanate ont été mis dans une cornue de verre de six litres, dont on a plongé le bec dans l'eau après l'avoir suspendue en l'air avec des cordons, afin qu'elle pût osciller librement sans éprouver de contre-coups. Ces dispositions faites, on a chauffé la panse à l'endroit où se trouvait rassemblée la matière cristalline. Au bout de quelques minutes, la réaction chimique s'est opérée sans bruit, bien qu'elle fût vive, à en juger, soit par la grande quantité de lumière qui s'est développée, soit par les bulles nombreuses qui se sont en même temps dégagées sous l'eau. La cornue a très-bien résisté, et quoique le fond n'eût guère que l'épaisseur d'un fort verre de montre, elle s'est conservée intacte et sans fêlures. L'intérieur s'est trouvé enduit d'une couche d'argent qu'il a été facile d'enlever par l'acide nitrique.

*De la poudre fulminante.* La poudre fulminante est un mélange d'une partie de soufre, 2 de perlasse (1) et 3 de nitre. Ce dosage d'expérience, propre au maximum d'énergie destructive, est enseigné par tous les auteurs, depuis Lémery; il répond à cette proportion atomique:



Les trois facteurs, soufre, perlasse, nitre, sont écrits ici dans l'ordre de leur fusibilité: donc, les deux premiers réagissent d'abord l'un sur l'autre pour former de l'hépar, qui, par l'effet gradué de la chaleur, réagit à son tour sur le nitre: or, on sait que dans cette formation d'hépar l'acide carbonique  $\ddot{\text{C}}^2$  est entièrement et progressivement expulsé; conséquemment cet acide ne joue aucun rôle dans la fulmination, et les produits éminemment stables qui tendent finalement à se constituer par la fusion totale des trois facteurs, sont deux atomes de gaz azote  $2\ddot{\text{N}}$ , et deux atomes de sulfate de potasse  $2\ddot{\text{K}}\ddot{\text{S}}^2$ : celui-ci, pour se compléter, ne trouve pas assez d'oxigène dans le nitre; alors, le complément nécessaire, consistant en 2 atomes d'oxigène, est brusquement soutiré de l'atmosphère.

Lémery, Fourcroy, Thomson, Ure, et tous les physiciens qui ont observé l'effet de la poudre fulminante, reconnaissent que souvent, sur une surface plane ou peu courbée, elle porte son ac-

(1) Sous-carbonate de potassé sec.

tion vers le bas, et tend simplement à précipiter le support. Salucas a démontré par expérience que ce mixte, qui fulmine si violemment au contact de l'atmosphère, et qui perce la capsule métallique employée comme support, ne fait aucun bruit dans le vide, et ne brise pas même alors le flacon de verre mince qui le contient.

Le bas prix des matières qui composent la poudre fulminante, et la force prodigieuse que déploie celle-ci par la fusion ignée, nous font penser qu'un tel mixte pourrait servir d'agent mécanique pour écraser, enfoncer, déprimer, ou faire ébouler des corps résistans de grandes dimensions : nous avons l'intention d'en proposer l'emploi pour ruiner subitement les ponts qu'une armée aurait intérêt de détruire, et nous demanderons qu'il soit fait à ce sujet des expériences.

*Du mixte fulminant de Bayen.* On prépare ce mixte en incorporant du soufre avec le précipité orangé obtenu en versant un excès de potasse caustique dans la solution d'un deuto-sel de mercure (du sublimé corrosif, par exemple). Le dosage propre au maximum d'énergie destructive est 2 parties de soufre pour 11 parties de précipité orangé sec. Il serait d'ailleurs facile d'établir que ce précipité orangé est un hydrargyrate alcalin, une combinaison d'oxide rouge de mercure et de potasse (sel qui possède un certain degré de solubilité). Cela étant, le dosage indiqué ferait connaître, d'une part, que cet hydrargyrate a la même constitution que tous les sels neutres de potasse, et se trouve formé d'un atome d'alcali  $\text{K}$  uni à deux atomes de peroxide de mercure  $\text{Hg}^2$ ; de l'autre, que le mixte

de Bayen est composé d'un atome de cet hydrargyrate  $\text{K Hg}^2$  et de six atomes de soufre  $6\text{S}$  :

$$\begin{array}{r} \text{K Hg}^2 = 6643,03 \dots 11 \\ 6\text{S} = 1206,96 \dots 2 \end{array}$$

Le mixte étant chauffé à l'air libre, les produits stables qui tendent à se former sont un atome de sulfate de potasse  $\text{K S}^2$  et deux atomes de cinabre  $2\text{HgS}^2$ ; ce dernier se volatilise (1); l'atmosphère a dû fournir deux atomes d'oxygène pour compléter le sulfate. Lorsqu'on fait fulminer un gramme de cette mixtion dans un verre de montre, celui-ci se brise au moment où le bruit se fait entendre, et les éclats se précipitent dans le brasier; mais lorsque le même poids de matières se trouve placé au fond d'une grande cornue de verre qu'on a suspendue, et dont on a plongé le bec dans l'eau, la réaction chimique déterminée par l'application de la chaleur s'opère sans bruit et sans endommager le vase.

*Des mixtes fulminans de MM. Courtois et Dulong.* Ayant reconnu que dans un vase fermé les dissolutions de chlorures neutres n'attaquent pas les métaux, tandis qu'elles les corrodent à l'air libre, Davy conclut que, dans ce dernier cas, le métal immergé soutire progressivement l'oxygène atmosphérique pour se combiner ensuite au chlorure. Pareilles circonstances ont lieu avec d'autres liquides, avec l'ammoniaque, par exemple; et si le cuivre est le métal immergé, les progrès de l'action chimique s'aperçoivent à

(1) Bayen s'est effectivement assuré que la vapeur violette qui se dégage dans cette fulmination est du cinabre pur.

la teinte bleue que prend le bain. Basés sur ces faits et guidés par l'analogie, nous pensons que les deux substances fulminantes, nommées, l'une, *iodure d'azote*, l'autre *chlorure d'azote*, ne sont point des composés binaires, mais bien des oxydes ammoniacaux, l'un à base d'io e, l'autre à base de chlore. Ces substances, comme on sait, se préparent toujours à l'air libre, et nous sommes portés à croire que, pendant l'opération, l'iode et le chlore s'oxydent aux dépens de l'atmosphère, pour s'unir ensuite à l'ammoniaque présente, et donner ainsi naissance soit à de l'oxyde ammoniacal d'iode, soit à de l'oxyde ammoniacal de chlore. Si telle était effectivement la constitution des deux substances, il deviendrait facile, dans le sens de notre théorie, d'expliquer leur aptitude fulminante.

*Conclusion.* Ce que nous avons exposé suffit pour montrer en quoi la fulmination diffère de l'explosion : cette dernière est toujours le résultat d'une simple force expansive, tandis que la fulmination est un phénomène complexe, dont l'effet mécanique se compose de forces expansives et de forces dépressives (ou même coercitives). Un mixte fulminant placé hors du contact de l'atmosphère est réduit au rôle de mixte explosif : ainsi, par l'effet d'un froissement aigu, les sels fulminans peuvent éprouver sous l'eau une réaction brusque et destructive, qui n'est alors qu'une simple explosion.

## OBSERVATIONS

*Sur les résultats annoncés par le colonel du génie Treussart, relativement aux mortiers de trass comparés aux mortiers à chaux hydrauliques et sable ordinaire ;*

Par M. VICAT, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

( *Bulletin des Sciences*, février 1825. )

Pour proscrire les chaux hydrauliques, M. Treussart ne s'appuie que sur des expériences qui me paraissent peu concluantes. Dans les mélanges qu'il a faits, tantôt il n'a pas employé l'argile dans la proportion convenable, et tantôt il s'est servi d'argile trop alumineuse ou chargée d'une grande quantité d'oxyde de fer, et tantôt enfin il a employé du *quartz pilé très-fin*, comme si le degré de finesse que l'on obtient par une simple trituration pouvait se comparer à celui de la silice contenue dans une argile.

M. Treussart prétend que l'on ne fabrique les chaux hydrauliques que pour obtenir des mortiers qui aient la propriété de durcir dans l'eau. Loin de là, on peut dire au contraire « qu'on ne fabrique des chaux hydrauliques (quand le pays n'en fournit pas naturellement) que parce que les mortiers confectionnés avec ces chaux et le sable ordinaire sont à-la-fois les plus économiques et les meilleurs que l'on connaisse jusqu'à ce jour pour braver les intempéries, résis-