
M É M O I R E S
SUR LA POUDRE A CANON;

Par M. Proust.

M. Proust, depuis quelque tems, a enrichi la chimie d'une suite de Mémoires intéressans sur la poudre à canon. Ces Mémoires, à raison de l'objet que l'auteur y a traité, devant nécessairement intéresser toutes les personnes qui s'occupent des arts relatifs à l'exploitation des mines, nous avons pensé que, si les bornes de ce recueil ne nous permettaient pas de les publier en entier, il était de notre devoir d'en offrir, au moins, à nos lecteurs une analyse exacte; et c'est pour remplir ce but que nous nous sommes décidés à insérer ici les extraits suivans que la Société philomatique vient de donner des Mémoires dont il s'agit.

Extrait du premier Mémoire.

Dans ces Mémoires, M. Proust a eu trois objets en vue : 1°. l'examen des détonations produites par des mélanges de nitrate de potasse et de charbons de différentes natures; 2°. l'examen de celles qui sont produites avec un même charbon, mêlé à des quantités diverses de nitre; 3°. la cause pour laquelle le soufre augmente l'intensité de la détonation des mélanges de nitre et de charbon.

Pour préparer les mélanges de nitre et de charbons, on met au fond d'un grand mortier de bronze cinq parties de nitre pulvérisé et bien sec, avec une de charbon qu'on veut examiner. Ce charbon doit avoir été distillé, et ensuite réduit en poudre. On triture le mélange en ajoutant un peu d'eau de tems en tems, pour l'empêcher de souffler; après une trituration de six heures, on le met dans une feuille de papier doublée, et on place celle-ci sur un poêle. Quand la matière est sèche, on la renferme dans un flacon.

Lorsqu'on veut faire des expériences comparatives sur différens mélanges, il faut les porter dans une étuve, afin de les dessécher également. On emploie un gros de matière dans chaque essai.

M. Proust fait brûler les mélanges dans des tubes de laiton. Ces tubes ont une demi-ligne d'épaisseur, 3 lignes de diamètre, sur 2 pouces et demi et plus de longueur; le plus petit de ces tubes doit contenir un gros de mélange. Ils doivent être fermés par un bout, bien soudés, sans bavure en dedans, et parfaitement égaux de calibre; ils ne doivent différer qu'en longueur: celle-ci varie depuis 2 pouces et demi jusqu'à 3 pouces et demi. Il faut en avoir trois de chaque sorte. Quand un tube est trop petit, on met sur son embouchure un bout de tube que l'on assujettit avec un peu de cire térébenthinée.

On charge les tubes avec une grosse plume taillée en cuiller, allongée; puis on foule chaque cuillerée avec une baguette de laiton, de même diamètre que le tube, de 5 pouces

de longueur, et dont une extrémité se termine en anneau.

Pour avoir la tare des tubes, on coupe des lames de plomb du poids de ceux-ci.

Lorsqu'on veut soutenir ces tubes à fleur d'eau, on leur fait traverser une rondelle de liège d'un demi-pouce d'épaisseur sur deux de diamètre, de manière que leur embouchure ne passe que de deux à trois lignes la surface du liège. On met la rondelle dans un verre plein d'eau.

On place l'appareil devant une pendule à seconde; on met le feu au mélange au moment où la lentille commence son oscillation: on ne compte la première seconde qu'au point d'où la lentille part pour revenir sur elle-même.

Pour amorcer les mélanges, on laisse tomber dessus un atome de poudre de chasse finement pulvérisée; on y met le feu avec la pointe embrasée d'une allumette, ou avec un fragment de ces baguettes d'artillerie que M. Proust a fait connaître le premier en 1790.

Comme le résidu de la détonation qui reste dans les tubes est d'autant plus considérable, que la combustion a été moins rapide, il est bon de peser les tubes après la détonation, pour tenir compte de ce résidu.

Tableau des charbons dont le mélange peut brûler dans le tube.

60 grains de salpêtre, 12 grains de charbons.	Durée en secondes.	Résidu en grains.
De sucre.	70.	48
De houille distillée ou coack.	50.	45
De graine de maïs.	55.	43
D'alcool (1).	36.	44
De noyer.	29.	33
De châtaignier.	26.	36
De canne de maïs.	25.	38
De tiges de piment.	25.	36
De coudrier.	23.	30
De fusain.	21.	27
De bourdaine.	20.	24
De pin.	17.	30
De tiges de pois chiches.	13.	21
De sarment.	12.	20
De chanvre ou chenevotte.	10.	12
D'asphodèle.	10.	12

Mélanges qui ne peuvent brûler dans le tube.

Ce sont ceux des charbons :

D'amidon, de blé, de riz, de noix de galle, de gaiac, de bruyère, d'indigo, de glutine de froment, de colle-forte, de blanc d'œuf, de sang humain, de cuir de bœuf.

Comparaison de ces résultats.

Il est singulier que le charbon de sucre, qui vient d'une substance végétale non azotée,

(1) Il provenait de la réaction de trois parties d'acide sulfurique sur une d'alcool. Il avait été chauffé au rouge.

exige 70 secondes pour brûler, tandis que le charbon de l'alcool, c'est-à-dire, d'une substance provenant de la décomposition de ce même sucre, exige la moitié moins de tems pour se consumer.

L'amidon bien pur donne un charbon qui est encore moins combustible que celui de sucre, car on ne peut le brûler dans le tube. M. Proust est tenté de croire que, plus un charbon se rapproche de l'état de pureté, et plus il perd de sa combustibilité; le tems ne lui a pas permis de faire des expériences sur le charbon de la cire, des huiles, des résines, etc., etc.

Le charbon de châtaignier, qui met 26 secondes à brûler, présente une propriété remarquable; car, si l'on tire du feu un tison de ce bois, il s'éteint dans l'air, comme s'il était plongé dans l'acide carbonique. C'est à cause de cette propriété qu'il est excellent pour la forge; le charbon de bruyère est dans le même cas.

M. Proust, ayant traité plusieurs charbons azotés par la potasse, pour voir si ce traitement changerait le rapport de leur combustibilité, a obtenu les résultats suivans :

1°. Le charbon de châtaignier, traité par la potasse en fusion, et ensuite par un acide léger, acquit de la combustibilité. Avant le traitement, il mettait 26 secondes à brûler; après, il n'en mit plus que 16; la lessive ne contenait cependant pas d'acide prussique;

2°. Le résultat fut le même avec le charbon de bruyère;

3°. Le charbon de l'indigo, traité deux fois

par la potasse, et qui avait donné de l'acide prussique la première fois, n'acquies pas de combustibilité;

4°. Deux opérations, appliquées à un coack d'un excellent charbon de terre, ont diminué la sienne. La première lessive contenait de l'acide prussique;

5°. Le charbon de sang et de cuir de bœuf donnèrent de l'acide prussique dans trois traitemens successifs; au quatrième, ils n'en donnèrent plus. Ainsi préparés, ils brûlèrent plus difficilement qu'ils ne le faisaient dans leur état ordinaire.

De ces faits, M. Proust dit qu'on ne peut tirer aucune conséquence; car, si la séparation de l'azote simple augmente la combustibilité de certains charbons, elle diminue celle de plusieurs autres. *Ainsi, ce n'est pas l'azote qui est la cause de la différence que l'on observe dans la durée de la combustion des différens charbons.*

La cause de cette différence ne vient pas de la chaleur à laquelle les charbons ont été exposés pendant leur préparation; car le charbon de graine de maïs, qui avait été préparé dans la même cornue que celui de la canne de maïs, met 55 secondes à brûler, et le second 25.

L'hydrogène est-il la cause de ces différences? Pour répondre à cette question, M. Proust distingue d'abord la manière dont le charbon se conduit lorsqu'il brûle au milieu de l'air atmosphérique ou du gaz oxygène, et celle dont il se conduit, quand il est brûlé par le nitre dans l'intérieur d'un tube. Dans la première

première circonstance, il y a un excès d'oxygène; dès-lors, l'hydrogène du charbon peut brûler conjointement avec le carbone; et, dans cette circonstance, il est possible qu'il favorise la combustion du charbon, en élevant la température des molécules du carbone; mais les choses ne se passent point ainsi dans un tube, quand on y allume un mélange de cinq à six parties de salpêtre et d'une de charbon; il y a alors un excès de charbon; or on sait qu'à une température rouge, le carbone enlève l'oxygène à l'hydrogène; conséquemment dans le tube, l'excès du charbon doit s'opposer à la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène; et bien plus, si le nitre contenait de l'eau, celle-ci pourrait être décomposée: *donc l'hydrogène ne peut brûler dans le tube; donc il ne peut, en brûlant, accélérer la combustion du charbon; mais l'hydrogène peut mécaniquement favoriser cette combustion; car les expériences de Kirwan, de Berthollet prouvent qu'il y a une affinité très-intime entre le carbone et l'hydrogène. Or, comme l'hydrogène est très-dilatable, il est probable qu'il donne au carbone une partie de cette propriété; par cela même, il doit favoriser la combinaison de ce corps avec l'oxygène; mais l'influence de l'hydrogène est difficile à prouver par des expériences directes, parce qu'en chauffant fortement un charbon pour le déshydrogéner, on doit rapprocher ses molécules, et par-là diminuer sa combustibilité, en supposant même qu'on n'en chassât pas l'hydrogène.*

La différence de pesanteur doit avoir de l'influence dans la combustion des charbons;
Volume 32, n°. 190. S

mais M. Proust ne présente que des considérations générales, parce que les circonstances ne lui ont pas permis de faire des expériences comparatives sur la durée de la combustion d'une suite de charbons dont les pesanteurs seraient connues (1).

Pour reconnaître la durée de combustion des divers charbons qu'on peut employer dans les arts, M. Proust propose de la faire détoner avec le nitre dans des tubes de laiton, parce que leur combustion par l'oxygène condensé doit être la même que par l'oxygène libre, relativement à la durée.

Extrait du second Mémoire.

Dans ce Mémoire, M. Proust examine les avantages que le charbon de tiges de chanvre

(1) M. Proust pense maintenant que la cohésion des molécules est la cause des différences que l'on observe dans la combustion du charbon, ainsi qu'on pourra s'en convaincre en lisant la note suivante, qui nous été communiquée par ce savant.

« J'ai plus que jamais lieu de croire que la différence de » *détonabilité* dans les charbons provient de leur endur- » cissement, d'un état analogue à celui de la plombagine ».

« Si le soufre accélère la détonation des charbons les plus » lents à détoner, c'est qu'il accélère aussi celle de la plom- » bagine. On fait un mélange de six parties de nitre, d'une » de plombagine, d'une de soufre; on y met le feu avec la » pointe d'une allumette bien rouge; aussitôt qu'il y a un » globe ardent qui communique le feu à la masse, on re- » tire la pointe de l'allumette, et la détonation suit d'elle- » même, donne abondamment du carbonate de potasse; il » y a aussi du sulfure. Je ne sais pas s'il y a beaucoup de » sulfate ».

« Le mélange a besoin d'être humecté et battu jusqu'à » ce qu'on n'aperçoive plus les lames de la plombagine ».

présente sur celui de bourdaine dans la fabrication de la poudre. Les Espagnols emploient le premier depuis très-long-tems; les Français font usage du second.

Dans le tableau du premier Mémoire, on a dû voir qu'il n'y avait que le charbon d'asphodèle qui brûlât aussi rapidement que celui de chenevotte; mais il ne présente pas davantage sur celui-ci, quoiqu'il soit si combustible, qu'il prend feu, comme l'amadou, par une étincelle; 1°. parce que l'asphodèle n'est pas aussi abondant que le chanvre; 2°. parce que son charbon est trop volumineux.

Le charbon de chanvre possède, au plus haut degré, toutes les qualités qu'on peut désirer dans un charbon destiné à faire la poudre: 1°. Il ne faut point écorcer la chevenotte comme on écorce la bourdaine et la saule; 2°. il n'exige pas de pulvérisation avant d'entrer au mortier.

Moins léger que celui d'asphodèle et presque aussi tendre, il prend feu à la flamme d'une bougie, et continue de brûler comme de l'amadou.

Il ne donne aucune trace de prussiate par la potasse.

Les chanvres avec lesquels les Espagnols préparent leur charbon, ont 4, 5, 6 pieds de haut; ils ressemblent à ceux que l'on cultive à Tours, à Saumur, à Angers.

A *Villa Rubia los Ojos*, les laboureurs suivent le procédé suivant pour charbonner la chevenotte.

« Dans un sol de pierre calcaire, on entaille » une fosse de 13 à 14 pieds de long sur huit » de large. Sur ce fond, soigneusement balayé,

» l'on étend un lit de chenevottes de 3 à 4
 » pouces d'épaisseur ; ensuite on y met le feu
 » en plusieurs endroits à la fois : puis , au mo-
 » ment où la flamme commence à s'élever , on
 » l'étouffe en la couvrant de chenevottes ;
 » bientôt après , la flamme revenant au-dessus ,
 » on la réprime avec d'autres chenevottes , et
 » ainsi de suite jusqu'à ce que la fosse soit
 » à-peu-près remplie de braise. Lorsqu'on juge
 » le charbon fait , un homme vient en arroser
 » la superficie en remontant d'une extrémité à
 » l'autre , tandis qu'un aide , placé après lui , le
 » soulève avec une fourche et le renverse ,
 » afin que le tout , ayant part à cet arrosement ,
 » parvienne à s'étendre au fond. Aussitôt après
 » l'on tire le charbon sur les bords pour l'y
 » laisser refroidir , et l'on recommence une
 » autre combustion. Pendant ce tems-là , d'au-
 » tres s'occupent à le cribler , quelques-uns
 » même à le remuer ; mais alors ils en perdent
 » beaucoup. Ce travail dure un jour , et son
 » produit est de 15 à 20 arrobes , ou 4 à 5 quin-
 » taux de Castille ».

M. Proust compare le prix du charbon de chenevottes en Espagne , avec le charbon de bourdaine en France , et il trouve que le premier est au second comme 1 est à 28,8. Il y a donc une économie à se servir du charbon de chenevottes.

M. Proust propose donc de substituer le charbon de chenevottes à celui de bourdaine dans la fabrication de la poudre.

D'après des essais faits par M. Robin , commissaire des poudres à la fabrique d'Essonne , il résulte que la poudre faite avec le charbon de

chenevottes est aussi forte que celle qui est faite avec le charbon de bourdaine ; que les pâtes faites avec le premier sont infiniment plus ductiles et plus liantes ; que par cela même elles doivent grainer plus copieusement et occasionner par conséquent moins de poussière et de rebattage.

M. Proust avait porté la quantité de cendre contenue dans un quintal de charbon de chenevottes à 2 parties (voyez *Journal de Physique*) ; mais il a reconnu depuis qu'elle s'élevait de 6 à 7 parties.

Extrait du troisième Mémoire.

Ce Mémoire a pour objet le tems qu'une quantité constante de salpêtre met à se décomposer , quand on la fait détoner avec des doses variables de charbon.

Les mélanges de nitre et de charbon ont été préparés comme ceux que l'on a précédemment décrits. — Dans tous l'on a employé 60 grains de charbon , et des quantités variées de nitre. On a fait usage du charbon de chanvre.

Mélanges.	Durée en secondes.	Poids des résidus en grains.
à $\frac{1}{8}$ de charbon. ou nitre 60 ^{gr} . charbon 8 $\frac{4}{7}$ }	30.	40
à $\frac{1}{7}$ nitre 60. charbon 10 }	25.	32
à $\frac{1}{6}$ nitre 60 charbon 12 }	20.	20

Mélanges.	Durée en secondes.	Poids des résidus en grains.
à $\frac{1}{2}$ de charbon.	9.	10.
ou nitre 60 charbon 150	7.	10.
à $\frac{1}{3}$ nitre 60 charbon 20	7.	10.
à $\frac{1}{4}$ nitre 60 charbon 30	7.	10.
à $\frac{1}{5}$ nitre 60 charbon 60	40.	égéré.

Toutes les fois qu'un mélange a été mal trituré, sa détonation s'en trouve singulièrement ralentie.

Mél. mal triturés.	Secondes.	Résidus.
à $\frac{1}{2}$.	38.	40.
à $\frac{1}{3}$.	30.	36.
à $\frac{1}{4}$.	19.	22.
à $\frac{1}{5}$.	19.	19.

Il suit de là que les proportions de la poudre une fois arrêtées, le seul moyen de la perfectionner est de bien en triturer les ingrédients.

Au reste, cette trituration prolongée, qui produit un mélange uniforme, n'est nécessaire que pour les petites armes; mais, pour le canon, elle ne l'est pas, parce que la surface d'un fusil étant beaucoup plus grande, par rapport à la poudre, que celle d'un canon, la première enlève plus de calorique que la seconde, et par là, le ressort de la poudre s'en trouve diminué. Dans le canon, la grande

quantité de calorique supplée à l'imperfection du mélange.

La différence de tems qu'on observe entre les mélanges à $\frac{1}{2}$ bien triturés et mal triturés, dans la détonation, est une chose vraiment surprenante.

Le volume du gaz étant, après la vitesse de la détonation, l'élément le plus immédiat de la force des poudres, on pourrait croire que les mélanges qui ne détonent qu'avec lenteur, ne contribuent pas à ce volume avec autant d'abondance que ceux qui se consomment rapidement; mais cela est faux: l'expérience prouve que, dans le premier cas, il y a la même quantité de salpêtre décomposé, et le même volume du gaz produit.

D'où l'on peut conclure que des deux éléments qui composent la force d'une poudre, savoir: le volume des gaz et la rapidité de leur émission, il n'y a jamais que ce dernier qui puisse manquer de concourir à l'effet qu'on attend de sa détonation.

Les mélanges de charbons de pin et de hêtre mal triturés ont donné les mêmes résultats que ceux de charbon de chenevottes.

Hauteur de la flamme des détonations.

La hauteur de cette flamme au-dessus des tubes, mérite d'être remarquée.

Le mélange à $\frac{1}{2}$ mal trituré lance une gerbe de 9 à 10 pouces; mais elle s'élève de 30 à 32 pouces quand il a été bien trituré.

Les autres mélanges donnent des résultats analogues.

Plus la détonation est rapide, plus la flamme est grande, parce qu'il y a plus de calorique développé dans un tems donné. Plus il y a de charbon dans le mélange, plus la flamme est grande; et alors l'excès de charbon, qui ne peut être brûlé par le nitre, l'est dans l'atmosphère avec les gaz inflammables du charbon, qui ne le sont pas par le nitre.

Il suit de là que plus une poudre est forte, plus la flamme qui se produit est grande, et plus le bruit de la détonation est considérable.

Dans ces détonations il se produit de l'ammoniaque, de l'acide prussique, etc., et il y a de l'acide nitrique qui n'est pas décomposé.

Pour apercevoir l'ammoniaque, il faut suspendre dans une grande cucurbitte de verre une coquille de fer-blanc, de manière à ce qu'elle soit éloignée du fond de 2 pouces, et mettre le mélange détonant dans la coquille. Après la combustion, l'odeur de l'ammoniaque est sensible, et le résidu fixe a la saveur de noyau. On y démontre l'acide prussique par le sulfate de fer.

Les mélanges à $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, donnent de l'ammoniaque et de l'acide prussique; mais il faut les humecter d'un peu d'eau; sans cela la combustion serait trop vive.

Le mélange à $\frac{1}{7}$ donne peu d'ammoniaque; c'est celui qui brûle le moins rapidement, et qui laisse le plus de résidu. On doit donc le préférer pour préparer l'*alkali extemporané*.

Le mélange à $\frac{1}{8}$ contient toujours du nitrate et du nitrite; conséquemment le charbon y est en trop petite quantité.

Le mélange à $\frac{1}{7}$ qui contient de l'acide nitreux, avait cependant un excès de charbon.

Tous les mélanges, même celui qui contient $\frac{1}{2}$ de charbon, présentent le même résultat. Ainsi, quel que soit l'excès de charbon rouge qui se trouve en contact avec le nitre, tout l'acide de ce sel ne peut être radicalement décomposé. Les charbons de noyer, de châtaignier, etc., etc., etc., mélangés au nitre, donnent le même résultat.

Le nitrate de potasse décomposé par le charbon donne donc naissance à des *nitrites*, à des *sous-carbonates*, à des *prussiates de potasse*, et à des *sels ammoniacaux*. Il se forme de plus du gaz acide carbonique, du gaz oxyde de carbone, de l'hydrogène carbure.

Pour démontrer que, dans la proportion de 1 de charbon (1) et de 6 de nitre, il y a assez de combustible pour l'entière décomposition du salpêtre, M. Proust remplit un tube de laiton de ce mélange; il le met dans un verre plein d'eau, et il place celui-ci sur une feuille de papier blanc; il met le feu au mélange, recouvre l'appareil d'une cloche de verre humectée d'eau. Quand la combustion est achevée, on trouve des restes de charbon sur le papier et les parois de la cloche.

Le charbon est donc en excès dans le mélange, quoiqu'il y en ait encore une partie de brûlée aux dépens de l'air.

Ce qui prouve évidemment la proposition

(1) Ceci doit s'entendre du charbon pris dans son état ordinaire.

de M. Proust, c'est que le mélange à $\frac{2}{7}$ donne presque autant de gaz que les mélanges à $\frac{1}{7}$ et $\frac{3}{7}$.

Le vrai rapport du nitre au charbon pour la confection des poudres, est donc parfaitement connu, d'après les faits que nous venons de rapporter.

M. Proust compare ensuite les deux moyens qui ont semblé les plus propres à accélérer la détonation du salpêtre. Ces moyens sont, 1°. la trituration poussée à son maximum; 2°. une dose de charbon beaucoup plus considérable que celle qui est nécessaire pour la décomposition du nitre.

M. Proust fait voir que le premier moyen a sa limite; car le mélange à $\frac{2}{7}$ qui met 30 secondes à brûler quand il a été mal trituré, et qui n'en met que 25 quand il l'a été soigneusement, ne peut employer moins de 25 secondes pour brûler, quelque prolongée que soit sa trituration. La trituration ne peut donc pas remplacer l'excès de charbon, puisque le mélange à $\frac{2}{7}$, même mal trituré, ne met que 19 secondes à brûler. Mais suit-il de là que l'on doive préférer le second moyen au premier dans la fabrication de la poudre? il paraît que non, d'après les nombreux inconvéniens que M. Proust reconnaît à un excès de charbon.

1°. Un excès de charbon dans la poudre s'oppose à sa conservation, parce qu'il attire l'humidité de l'air (1);

(1) La propriété que la poudre a de s'humecter, dépend sur-tout de la nature du charbon. Une poudre qui sort du séchoir, et qui est placée dans un air humide, se gonfle, et augmente de 6, 9, 12, 14 pour cent. Une poudre qui a été

2°. L'excès de charbon, qui excède $\frac{2}{7}$, ne pouvant brûler dans le canon, ne peut rien ajouter à la force de la poudre;

3°. Cet excès de charbon augmente donc inutilement le volume des poudres, et diminue le poids réel des charges;

4°. Le charbon, s'empâtant difficilement avec l'eau, rend le grain de la poudre poreux et friable quand il est en excès.

5°. Un excès de charbon en impose sur le vrai degré de force d'une poudre. Ainsi, une poudre qui a donné à l'éprouvette un excellent résultat, ne pousse pas la balle plus loint qu'une autre poudre qui ne brille pas autant qu'elle à l'éprouvette (1). Et il y a ensuite les inconvéniens attachés à son peu de conservation, qui rabattent son premier titre.

M. Proust, ayant démontré que la rapidité de la détonation des mélanges nitro-charbonneux était en raison de leur force, propose d'essayer les poudres par le tems qu'elles mettent à brûler.

gonflée par l'humidité, et ensuite séchée, a une portée plus forte que celle qu'elle avait en sortant du séchoir. M. Proust attribue cela à ce que la poudre qui n'est point élastique, ayant augmenté de volume par l'humidité, a conservé cette augmentation de volume après la dessiccation: or, du moment où elle occupe plus d'espace dans la chambre du mortier, elle a une portée plus forte.

(1) Et cela doit être, puisqu'une poudre qui contient un excès de charbon ne donne pas plus de gaz et ne brûle pas plus rapidement que celle qui en a $\frac{2}{7}$. Les différences de portées des poudres éprouvées au mortier ne tiennent ni au dosage, ni à la qualité des ingrédients, ni à la manipulation, ainsi qu'on le verra par la suite.

Extrait du quatrième Mémoire.

M. Proust, dans ce Mémoire, s'est proposé d'examiner les mélanges nitro-charbonneux, et de résoudre cette question : « Une ville assiégée, qui n'aurait plus de poudre, mais qui aurait encore du salpêtre et du charbon, pourrait-elle continuer à se défendre ? »

Le mélange à $\frac{2}{3}$ brûle trop lentement, et laisse trop de résidu pour être employée, à moins cependant que le grainage ne lui donnât de la force : car une poudre grainée qui donne, à l'éprouvette, 255 toises, n'en donne plus que 144 quand elle a été broyée et tamisée.

Les mélanges à $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de charbon sont les plus ardens, ainsi qu'on peut le voir dans le tableau du troisième Mémoire. Le mélange à $\frac{1}{3}$ doit être préféré, parce qu'il se conserve mieux que celui à $\frac{1}{4}$, et qu'il brûle plus rapidement que celui à $\frac{1}{6}$; c'est aussi la proportion que le tâtonnement a fait admettre à tous les auteurs qui ont examiné les poudres sans soufre.

Perrinet-d'Orval est le premier qui a proposé l'usage de cette poudre.

Il a vu que 2 onces de cette poudre donnaient 39 toises de portée au mortier d'ordonnance ; que 3 onces donnaient 79 toises. Cet accroissement n'est point particulier à la poudre sans soufre ; car Morla a vu que :

	toises.	pieds.
$\frac{1}{2}$ once de poudre sulfureuse, grain de guerre, avait une portée de	5,	2
1 once.	16,	0
2 onces.	48,	0
3 onces.	124,	4

Perrinet-d'Orval a vu qu'à égalité de grain, la poudre sans soufre donnait une portée (3 onces) de 79^{toises} la poudre sulfureuse (3 onces) de 76^{toises}.

Les professeurs du collège de Ségovie confirmèrent le résultat de Perrinet : la poudre dont ils se servirent était composée de $77\frac{1}{2}$ de salpêtre, et de $22\frac{1}{2}$ de charbon. Napier, Robin, d'Aboville, Borda, Pelletier, ont obtenu des résultats analogues.

Il suit de ces observations que les poudres sans soufre ont au mortier une portée aussi étendue que les poudres ordinaires. Dès-lors la vitesse initiale qu'elles impriment au boulet par chaque seconde est la même ; donc elles fournissent une colonne de fluide aussi volumineuse, et animée par autant de calorique, que peuvent le faire ces dernières. Si dans celles-ci il y a moins de salpêtre, il y a du soufre, qui, en ajoutant du gaz, rétablit l'égalité, ainsi qu'on le verra dans la suite. Mais pourquoi l'explosion des premières est-elle plus sourde que celle des poudres sulfureuses ?

Dans une poudre sans soufre, la combustion des corps qui doivent changer d'état se passe tout entière dans l'étendue du canon, excepté celle de l'excès de charbon, qui vient brûler en gerbe, mais sans bruit, à son embouchure : alors le choc que l'air extérieur éprouve de la masse du fluide qui sort du canon, produit la détonation. Cette détonation a lieu également dans l'explosion de la poudre sulfureuse ; mais elle est en outre accompagnée d'une seconde, qui lui succède avec tant de rapidité qu'elle se confond avec elle. Cette seconde détonation est occasionnée par des gaz inflammables de

différentes espèces, et par un soufre en vapeur, s'il y avait un excès, qui s'enflamment rapidement par le contact de l'oxygène de l'air. Outre ces produits, il y a encore un peu de charbon qui brûle aux dépens de ce dernier.

C'est le volume des fluides, cause de la seconde détonation, qui, dans la fusée, sert comme d'excipient aux poudres de charbon, aux limailles de métaux, aux grains explosifs, au soufre, au camphre, en un mot, à toutes ces substances qui doivent brûler hors de la fusée à une grande hauteur. Ce sont les gaz des deux détonations qui occasionnent ce recul de la fusée, d'où naît son ascension d'autant plus rapide, qu'en tems égaux elle en verse dans l'atmosphère un plus grand volume.

Dans le troisième Mémoire on a dit qu'une poudre est d'autant plus forte que son explosion fait plus de bruit; mais les poudres sans soufre en font moins que les autres, et cependant elles sont aussi fortes. S'ensuit-il que ce qu'on a établi soit faux? Non, parce qu'on n'a comparé que des poudres d'une même nature.

La combustion du carbone, à l'exclusion de l'hydrogène, peut être observée dans les fonderies où l'on affine le cuivre, dans les hauts fourneaux à fonte de fer. Dans ces circonstances, l'hydrogène des charbons, et celui qui provient de l'eau qu'ils décomposent, ne brûle pas dans le foyer; il est brûlé par l'oxygène de l'air, et c'est lui qui forme la gerbe de flamme qu'on remarque au gueulard des fourneaux.

Nous pouvons ainsi résumer sur les avantages et les désavantages de la poudre sans soufre;

1°. Elle est aussi forte que la poudre sulfureuse lorsqu'on l'emploie pour le canon; mais elle n'est pas aussi bonne pour charger les petites armes, parce qu'elle ne prend pas feu aussi facilement que la dernière;

2°. Elle se conserve moins bien que la poudre sulfureuse, parce qu'elle contient plus de charbon; mais dans une ville assiégée où l'on manquerait de soufre, et où cette poudre serait employée sur-le-champ, cet inconvénient serait nul;

3°. Pour que la poudre sans soufre soit aussi bonne qu'elle peut être, il faut qu'elle contienne de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ de charbon; qu'elle soit faite avec un charbon très-divisé; enfin, qu'elle ait été battue et grainée comme la poudre sulfureuse.

Extrait du cinquième Mémoire.

Dans ce Mémoire, M. Proust s'occupe de recueillir le gaz de la détonation du nitre et du charbon, et de déterminer leur nature. Il entre d'abord dans de grands détails sur les appareils qu'il a employés; et pour cet objet nous renverrons à son Mémoire. Nous dirons seulement que, pour brûler un mélange, il met celui-ci dans un tube de laiton qui traverse une rondelle de liège; il enfonce dans le mélange une languette d'amadou de 9 lignes de longueur sur une épaisseur, et qui est saupoudrée de poudre à l'extrémité inférieure. Il place le tube sur l'eau dans une cuve pneumatique-chimique. Il met le feu à l'amadou, et recouvre aussitôt l'appareil d'une cloche à robinet; il enfonce celle-ci dans l'eau jusqu'à ce qu'il n'y reste plus que

20 pouces d'air ; alors il ferme le robinet , et élève la cloche à la surface de l'eau. Cette cloche a 3 pouces de largeur, et de 13 à 17 pouces de hauteur.

Tableau des gaz produits par une quantité constante de salpêtre, mêlée à différentes doses de charbon de chanvre.

Les combustions suivantes ayant été faites avec 20 pouces d'air atmosphérique, cet air fait par conséquent partie des produits.

Baromètre 26 pouces 4 lignes (pied de Paris) therm. 15.

SALPÊTRE 60 grains, mêlés avec	DURÉE en secondes.	PRODUITS en pouces, plus l'air atmosphér.	RÉDUITE par la chaux en gaz.	
			insolubles.	solubles.
charbon $\frac{1}{8}$	30	48 + 20	34	34
$\frac{1}{7}$	25	62 + 20	44	38
$\frac{1}{6}$	10	62 + 20	48	34
$\frac{1}{5}$	9	62 + 20	52	30
$\frac{1}{4}$	7	70 + 20	60	30
$\frac{1}{3}$	7	74 + 20	64	30
nitrate de soude 69 charbon 17	détonation très-lente.	76 + 20	52	44

Pour l'examen détaillé des produits de ces détonations, nous renvoyons au Mémoire original. Nous nous contenterons de faire remarquer que le volume des gaz produits est plus considérable qu'il ne paraît ici, parce que l'oxygène

l'oxygène des 20 pouces d'air qui restent dans la cloche, convertissent la plus grande partie du gaz nitreux en acide qui est absorbé par l'eau de la cuve.

Conséquences. Si un septième de charbon tire du salpêtre autant de gaz qu'un sixième et un cinquième, on ne peut craindre que ce combustible puisse manquer à l'oxygène, tandis qu'il y manque en effet dans la proportion d'un huitième.

L'excès d'un charbon peut ajouter, il est vrai, ses propres gaz à ceux du salpêtre ; tels sont ceux qu'une forte chaleur en exprime. Mais, comme il est constant que la force de la poudre ne croît pas en raison d'une légère augmentation de gaz, cette augmentation ne peut jamais balancer les inconvénients d'un excès de charbon.

Sil est dans les principes qu'une quantité constante de salpêtre ne puisse oxyder le charbon que dans un rapport également constant, l'on doit s'attendre à retrouver hors d'emploi tout l'excès de ce dernier.

Conformément à ces principes, on peut encore avancer que tant que la détonation se fera dans l'intérieur d'un canon, le soufre et l'hydrogène ne pourront disputer l'oxygène au carbone ; il y a plus, c'est que l'humidité qui existe toujours dans les mélanges, devra être au contraire décomposée par l'excès de charbon.

M. Proust a vu que les charbons qui contenaient des proportions assez fortes de bases salifiables, étaient tout aussi propres que d'autres à la confection de la poudre, pourvu toutefois qu'ils fussent employés en quantité suffisante.

pour saturer l'oxygène du nitre. Cetteraison fait croire à M. Proust qu'il est inutile d'écorcer le bois qui doit servir à la confection du charbon.

Il paraît aussi que le charbon préparé dans des fours, ou celui qui a été distillé, n'a pas de qualités supérieures à celui qu'on fait en fosse.

M. Proust a avancé que l'accélération occasionnée dans le feu des mélanges par un excès de charbon, était la suite d'un effet mécanique; mais à cet effet se joint une action chimique. A mesure que le charbon augmente, la proportion des gaz insolubles s'accroît, et celle des gaz solubles diminue. Cela vient de ce que, la détonation étant plus rapide, il y a plus de calorique dégagé; alors il y a une partie de l'acide carbonique qui se change en oxyde de carbone, et il y a plus de gaz hydrogène d'exprimé du charbon et plus d'eau de décomposée que dans une détonation plus lente.

Lavoisier, ayant recueilli les gaz de la détonation d'un mélange de nitre et de charbon, en a obtenu bien moins que M. Proust (1). Ce dernier attribue cette différence à ce que Lavoisier s'est servi d'un charbon fortement calciné et rendu, par là même, moins propre à la combustion.

Des gaz produits par la détonation des mélanges nitro-charbonneux.

Gaz azote. Abstraction faite de celui de l'air qui se trouve dans la cloche, le gaz azote ob-

(1) La quantité du gaz obtenu par Lavoisier est à celle obtenue par M. Proust, dans la proportion de 58 à 85.

tenu de la détonation du mélange à $\frac{2}{3}$ ne représente pas tout celui du nitre, parce qu'il en reste une partie dans le gaz nitreux, dans l'ammoniaque, dans l'acide prussique, dans l'acide nitreux qui reste combiné à la potasse.

Gaz nitreux. Une partie est absorbée par les 20 pouces d'atmosphère; une seconde se retrouve dans les gaz lavés; une troisième dans le résidu à l'état de nitrite. Et il est probable qu'il y en a une portion d'absorbée à cet état par l'eau de chaux.

Acide carbonique. Outre celui qui est formé par l'oxygène du nitre, il y a celui que la chaleur dégage du charbon, celui qui est produit par la décomposition de l'eau au moyen du charbon, et enfin celui que l'amadou de l'étoupe produit en brûlant aux dépens de l'air resté dans la cloche. Une partie de l'acide carbonique se trouve dans le gaz, une autre reste combinée à la potasse, et vraisemblablement une troisième est absorbée par l'eau de la cuve.

Oxyde de carbone. Une portion de ce gaz a été séparée du charbon par l'action de la chaleur. Une autre provient de l'acide carbonique qui dissout du charbon à une température élevée. Ce gaz se trouve sur-tout dans le produit de la détonation des mélanges à $\frac{2}{3}$ et à $\frac{1}{3}$.

Hydrogène carburé. Il y a celui qui provient du charbon chauffé, et celui qui a été formé par la décomposition de l'eau. Mais on ne retrouve pas, dans les produits de la détonation des mélanges nitro-charbonneux, la totalité des gaz oxyde de carbone et hydrogène carburé qui se sont formés, parce qu'une partie de ceux-ci

sont brûlés par l'oxygène de l'air resté dans la cloche.

L'action du nitre sur le charbon à une température élevée est donc assez compliquée, puisqu'elle donne naissance à *de l'azote, à son oxyde vraisemblablement, à du gaz nitreux, à de l'hydrogène carburé, à de l'acide carbonique, à de l'oxyde de carbone, à de l'ammoniaque, à de l'acide prussique, peut-être encore à quelque complication particulière du potassium avec l'un ou l'autre de ces êtres.* En résumant la source de ces produits, on voit qu'ils viennent, 1°. de l'action de l'oxygène du nitre sur le charbon; 2°. de l'action de la chaleur sur le charbon et le nitre (en admettant qu'elle agisse comme elle le fait dans une simple distillation); 3°. de la décomposition de l'eau opérée par le carbone.

Il n'est pas douteux que ce qui rend le charbon si propre à la fabrication de la poudre, est la division dans laquelle le carbone s'y trouve: en effet, l'hydrogène, l'azote, peut-être l'oxygène et même les bases salifiables qu'il contient, en tenant les molécules charbonneuses éloignées, s'opposent à ce qu'elles se réunissent et forment des agrégations aussi dures que les anthracites et les plombagines; l'eau que le charbon contient toujours et une partie des corps que nous venons de nommer, sont encore des causes qui accroissent les effets de la détonation, en donnant naissance à des produits gazeux.

(La suite au Numéro prochain.)

S U I T E

DE LA DESCRIPTION MINÉRALOGIQUE

DU DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE (1);

Par M. HÉRICART DE THURY, Ingénieur en chef au Corps impérial des Mines, et Inspecteur-général des Carrières (1).

MARBRES DE CE DÉPARTEMENT.

LE marbre est une variété de chaux carbonatée, presque toujours mélangée, en plus ou moins grande quantité, de diverses matières étrangères; il diffère de la pierre calcaire commune par le tissu de sa pâte qui est grenu, et par fois confusément cristallisé: aussi, malgré la finesse de son grain, y distingue-t-on souvent les lames brillantes de la chaux carbonatée spathique dont il est composé? C'est ce tissu cristallisé qui, dans quelques marbres, augmente la dureté et les rend capables de recevoir un poli brillant. Dans quelques autres, tels que les marbres secondaires, la dureté est

(1) Voyez le *Journal des Mines*, tom. 20, 21, 22 et 32; voyez aussi, tom. 32, n°. 189, la note des rédacteurs relative à la publication de la Description minéralogique du département de l'Isère.