réactions chimiques par leur seule présence : c'est ainsi que du fumier, introduit dans un mélange d'hydrogène et d'oxygène, détermine la combinaison de ces deux gaz, et forme de l'eau.

Les faits qui précèdent peuvent rendre compte des principaux modes de production du nitre.

En effet, l'expérience de Cavendish peut d'abord expliquer la formation de ce sel aux dépens de l'oxygène et de l'azote de l'air; ces deux gaz se combinent sous l'influence de l'électricité atmosphérique, en présence des carbonates alcalins et calcaires, pour former des azotates.

Mais les cas de formation du nitre en l'absence de toute substance azotée sont les plus rares, et il paraît démontré que le salpêtre prend ordinairement naissance lorsque les eaux, tenant en dissolution ou en suspension des substances animales, séjournent sur des corps divisés qui contiennent des carbonates alcalins ou calcaires. Ce fait permet d'expliquer aisément la production du nitre : l'azote que contiennent les substances organiques se change d'abord en ammoniaque, qui, en présence de l'air et sous l'influence des corps divisés et des substances animales agissant comme la mousse de platine, est transformée en acide azotique; cet acide décompose les carbonates alcalins et calcaires, et forme des azotates de chaux et de potasse.

L'azotate d'ammoniaque, qui existe en petite quantité dans l'air, joue aussi un rôle important dans la nitrification ; les deux éléments de ce sel peuvent concourir à la formation du nitre. En effet, l'azotate d'ammoniaque, en présence des carbonates calcaires et magnésiens, produit par double décomposition des azotates de chaux et de magnésie et du carbonate d'ammoniaque : la base de ce dernier sel, subissant à son tour l'action oxydante de l'air en présence des corps poreux, se trouve transformée en acide azotique, qui peut agir de nouveau sur les carbonates et former une nouvelle quantité de nitre (M. Kuhlmann).

On voit qu'il existe des relations incontestables entre trois grands phénomènes naturels, savoir, la décomposition des substances organiques, la nitrification et la fertilisation des terres. En effet, toute matière organique que l'on abandonne à l'air finit par se décomposer complétement : l'azote qu'elle contient se dégage à l'état de carbonate d'ammoniaque, qui, se répandant d'abord dans l'air, est continuellement ramené par les pluies à la surface de la terre. Là, une partie du carbonate d'ammoniaque agit comme engrais et se trouve absorbée par les plantes; l'autre se change en azotate d'ammoniaque, sous l'influence simultanée de l'oxygène de l'air, des corps poreux et des substances organiques en décomposition. L'azote des substances organiques peut donc se transformer tantôt en ammoniaque, tantôt en acide azotique, suivant qu'il se trouve placé sous des influences hydrogénantes ou oxygénantes.

POUDRE A TIRER.

Composition de la poudre.

La poudre est un mélange intime de nitre, de soufre et de charbon. On en distingue trois espèces principales : la *poudre de guerre*, la *poudre de chasse* et la *poudre de mine*.

La poudre de chasse fabriquée dans les poudreries de l'État est formée de :

Nitre	78,0
Charbon	12,0
Soufre	10,0
	100,0

La poudre de mine contient :

Nitre	62
Charbon	18
Soufre	20
	100

Le dosage des poudres de guerre est à peu près le même dans tous les pays. On conçoit qu'il n'y ait que de faibles différences dans la composition d'une matière qui, comme la poudre de guerre, doit remplir certaines conditions invariables.

Le tableau suivant fait connaître la composition des poudres de guerre employées dans les différents pays.

	NITRE.	CHARBON.	SOUFRE.
France, Prusse, États-Unis d'Amérique	75,00	12,50	12,50
Angleterre	75,00	15,00	10,00
Russie	73,78	13,59	12,63
Autriche	76,00	11,50	12,50
Espagne	76,47	10,78	12,75
Suisse (poudre ronde)	76,00	14,00	10,00
Hollande	70,00	16,00	14,00
Suède	75,00	9,00	16,00
Chine	75,00	14,40	10,60

le défaut de pression dans le mélange intime de nitre, de soufre et de charbon.

Un charbon de bois dur donne des poudres peu inflammables. Dans une bonne fabrication on doit donc observer un certain rapport entre l'état du charbon, la densité de la poudre et la grosseur du grain.

Un même mélange de nitre, de soufre et de charbon, produit une poudre de bonne qualité, ou bien une poudre brisante, suivant la grosseur, la forme, la densité du grain. C'est en faisant varier ces diverses conditions que l'on obtiendra une poudre d'une qualité voulue.

La meilleure poudre est celle qui s'enflamme complétement avant que le projectile soit sorti de l'arme, et dont la combustion se fait successivement à mesure que le projectile se déplace.

Une bonne poudre doit brûler rapidement, sans laisser de résidu appréciable sur une feuille de papier qu'elle ne doit pas enflammer.

La poudre détone sous l'influence d'une étincelle électrique, d'un choc violent, par le contact d'un corps en ignition, ou par une élévation de température d'environ 300° : la flamme de l'alcool ou celle de l'hydrogène ne suffisent pas toujours pour produire l'inflammation de la poudre.

La poudre s'enflamme dans un briquet pneumatique avant que le volume de l'air soit réduit à un douzième du volume primitif.

On a cru pendant longtemps que le choc du fer contre un corps très-dur pouvait seul enflammer la poudre; mais l'expérience a montré que les chocs du cuivre contre le cuivre, du fer contre le marbre, peuvent également la faire détoner.

Le choc d'une balle de plomb lancée par un fusil enflamme la poudre placée sur du plomb ou même sur du bois.

Différentes causes peuvent accélérer ou retarder l'inflammation de la poudre : les poudres humides brûlent toujours plus lentement que les poudres sèches; les poudres anguleuses s'enflamment plus rapidement que les poudres rondes; les poudres non lissées sont plus inflammables que les poudres lissées.

La poudre ne s'enflamme que lorsqu'on la porte subitement à une température rouge; si on la soumet à l'action d'une chaleur lentement croissante, le soufre qu'elle contient fond et se sépare du mélange. On peut même distiller le soufre en chauffant la poudre dans le vide.

Le charbon ayant la propriété d'absorber l'humidité en raison de sa porosité, la poudre, quelle qu'en soit la qualité, ne peut être conservée parfaitement sèche, même dans les meilleurs magasins : l'eau, en pénétrant dans le grain de la poudre, fait varier ses effets balistiques, détermine l'efflorescence du salpêtre à la surface du grain, détruit l'intimité du mélange et l'agrégation des composants.

Les poudres fabriquées avec du salpêtre pur absorbent l'humidité avec d'autant plus de rapidité et en quantité d'autant plus grande qu'elles contiennent plus de charbon et qu'il s'est formé plus de poussier : l'absorption de l'humidité est plus grande pour les poudres fabriquées avec du charbon roux, que pour celles qui sont faites avec du charbon noir.

Dans les magasins secs, les poudres ordinaires contiennent 0,5 à 0,6 pour 100 d'humidité, quand le salpêtre est très-pur; lorsque la poudre est exposée pendant plusieurs mois dans des lieux très-humides, elle absorbe une quantité d'humidité beaucoup plus grande.

En général, la poudre à grains très-fins absorbe l'humidité plus rapidement que la poudre à gros gains.

Le résidu solide de la combustion de la poudre forme dans l'arme une crasse qui augmente d'épaisseur à chaque coup. Cet inconvénient est très-grave, surtout pour la poudre de chasse et la poudre de mousqueterie, et ne permet pas de faire un feu vif pendant un certain temps.

La quantité de crasse que produit une poudre dépend de la pureté de ses composants et de leurs proportions. Un excès de soufre, une trituration incomplète, sont des causes d'encrassement; le degré de siccité et la rapidité de la combustion exercent aussi une grande influence sur l'encrassement.

Les poudres à très-gros grains ou les poudres employées humides laissent en brûlant beaucoup de crasse.

Les produits de la détonation de la poudre sont solides et gazeux.

Les produits solides sont, comme nous l'avons dit précédemment, du sulfure de potassium, du sulfate et du carbonate de potasse, du cyanure de potassium : ces différents corps se trouvent en grande partie entraînés par les produits gazeux et même volatilisés par la haute température qui résulte de la combustion de la poudre.

On a essayé de déterminer la nature des gaz provenant de la combustion de la poudre, en tassant de la poudre dans une petite cartouche de cuivre, l'enflammant et la portant ensuite sous une cloche remplie de mercure; on obtient ainsi un mélange gazeux formé principalement d'acide carbonique, d'azote et d'oxyde de carbone. Toutefois nous ferons observer que les gaz qui se produisent ainsi ne peuvent être comparés à ceux qui prennent

naissanc edans les armes, parce que les conditions de combustion ne sont pas les mêmes.

Gay-Lussac a analysé les gaz de la poudre en faisant tomber de la poudre grain à grain dans un tube incandescent ; il a trouvé que ces gaz étaient formés de 50 parties d'acide carbonique, 5 d'oxyde de carbone et 42 d'azote.

M. Chevreul, en faisant brûler, sous une cloche pleine de mercure, de la poudre de guerre pulvérisée et tassée dans un petit tube de cuivre, a trouvé pour 100 parties de gaz, en volumes :

Acide carbonique	45,41
Azote	37,53
Gaz nitreux	8,10
Hydrogène sulfuré	0,50
Hydrogène carboné	3,59
Oxyde de carbone	4,87
	100,00

Ces gaz contenaient en outre une certaine quantité de vapeur d'eau.

La quantité de gaz que produit la poudre en brûlant est sujette à des variations dont la cause n'a pas encore été bien appréciée ; théoriquement la quantité de gaz produit par la combustion de la poudre devrait être pour 100 grammes de poudre d'environ 50 litres supposés à la température de 0° et sous la pression de $0^m,76$.

Ainsi un litre de poudre pesant 900 grammes a donné 450 litres de gaz, supposés sous la pression de $0^m,76$ et à la température de 0° (Gay-Lussac).

Au moment où l'explosion a lieu, les gaz se trouvant portés à une température très-élevée qui les dilate considérablement, on peut admettre qu'un volume de poudre donne en brûlant au moins 2,000 volumes de gaz.

La température produite au moment de l'explosion doit être évaluée à plus de 1200°. Elle est suffisante pour faire fondre l'or, les pièces de monnaie, le cuivre rouge ; elle ne détermine pas la fusion du platine.

Pour que cette élévation de température produise tout son effet, il faut que la combustion de la poudre se fasse très-rapidement, afin que la chaleur agisse sur le mélange gazeux, le dilate et augmente ainsi sa force élastique.

Nous allons maintenant indiquer les qualités que doivent présenter les différentes matières qui entrent dans la composition de la poudre.

Nitre.

Ce corps est toujours livré aux poudreries françaises par les raffineries de l'État, dans un état de pureté presque absolue ; il ne doit jamais contenir plus de 3 millièmes de sels étrangers.

En France, on emploie le nitre en petits cristaux ; en Angleterre, on donne la préférence au nitre fondu.

Soufre.

On emploie en France le soufre distillé, et recueilli en masse dans des barils, où on le coule pendant qu'il est liquide. Le soufre fondu est préféré à la fleur de soufre, qui n'est jamais pure, et contient une certaine quantité d'acide sulfurique et d'acide sulfureux. Tout le soufre destiné à la fabrication des diverses espèces de poudres provient de la raffinerie de Marseille.

Charbon.

Le choix et la préparation du charbon sont d'une grande importance dans la fabrication de la poudre.

Tous les bois ne sont pas également propres à fournir du charbon pour la poudre.

Le bois de bourdaine est presque exclusivement employé en France pour la fabrication du charbon destiné aux poudres de guerre et de chasse. Les bois de bourdaine, de peuplier, d'aune, de tremble, de tilleul et de saule sont à peu près également propres à la fabrication du charbon qui doit entrer dans la composition de la poudre de mine. Au besoin, les charbons de ces diverses espèces de bois serviraient pour toutes les poudres.

On coupe les pousses de bourdaine lorsqu'elles ont cinq ou six ans au plus ; on leur enlève l'écorce, qui laisse en brûlant plus de cendre que l'aubier, et on choisit les brins dont le diamètre varie entre $0^m,015$ et $0^m,030$.

Le charbon est préparé en *fosses* ou en *vases clos*.

Carbonisation en fosses. — On établit une fosse de 3 mètres de longueur et 12 décimètres de profondeur, dont les parois sont en briques ; on y introduit des bottes de bois du poids de 14 kilogrammes chacune, soutenues par une perche longitudinale, en laissant dans la fosse un vide que l'on remplit avec des branchages. On y met le feu, qui bientôt se répand dans la masse, et détermine l'affaissement du bois. A mesure que le vide se produit, on

le remplit avec de nouvelles bottes de bois, de manière à combler la fosse.

Quand la combustion ne s'opère plus avec flamme, on considère la carbonisation comme achevée ; pour arrêter la combustion, on recouvre la fosse d'un couvercle de tôle mouillé, puis d'une certaine quantité de terre. La fosse ne peut être vidée que deux ou trois jours après l'opération : sans cette précaution, le charbon encore chaud s'enflammerait à l'air.

Ce procédé donne du charbon qui a besoin d'être trié avec le plus grand soin, pour en séparer les corps étrangers et les parties mal cuites, que l'on nomme *brûlots* ou *fumerons*.

Le rendement du bois en charbon propre à la fabrication de la poudre est de 20 pour 100.

La direction des poudres a remplacé les fosses par des chaudières de fonte, sur lesquelles on place un couvercle de tôle pour étouffer le feu. C'est ainsi qu'on prépare maintenant tout le charbon destiné aux poudres de guerre.

Carbonisation en vases clos. — Cette carbonisation s'opère en chauffant le bois dans des cylindres de fonte. Les matières volatiles se dégagent par un tube, qui les mène dans une cheminée. Cette distillation se fait à une température qui n'atteint jamais le rouge. Elle doit être conduite lentement lorsqu'on veut préparer du charbon pour la poudre de choix : la distillation du bois, pour la poudre royale, dure environ douze heures. On obtient ainsi du *charbon roux*. C'est un charbon qui contient beaucoup d'hydrogène et d'oxygène, et qui est plutôt du bois torréfié réduit à l'état de fumeron, que du charbon pur. Le charbon roux ne contient pas au delà de 70 à 72 pour 100 de carbone.

100 parties de bois sec donnent environ 40 parties de charbon roux.

Fabrication de la poudre.

La fabrication de la poudre se fait par deux procédés principaux : 1° par le procédé des *pilons* ; 2° par celui des *meules*.

Procédé des pilons. — Dans ce procédé, la trituration s'effectue au moyen de pilons dans des mortiers de bois. Ces pilons (*fig.* 90) sont formés de pièces de bois de hêtre du poids de 20 kilogrammes, et garnis à leur extrémité d'une boîte pyriforme de bronze pesant aussi 20 kilogrammes environ. Les mortiers sont creusés dans une forte pièce de bois de chêne ; le fond de

chaque mortier, qui doit offrir une grande résistance, est formé par une bille de bois debout. Les moulins à pilons sont mis en mouvement par une même roue hydraulique.

La mise en composition commence par le battage du charbon : le soufre est pulvérisé à part dans des tonnes de trituration. On place d'abord dans chaque mortier $1^k,25$ de charbon, puis un mélange de $7^k,50$ de salpêtre et $1^k,25$ de soufre. Ces trois matières sont soumises à un battage dont la durée est de onze heures, et qui n'est interrompu que par des *rechanges* ou transports d'un mortier dans un autre, ayant pour but d'empêcher qu'un *culot* de matière n'adhère au fond du mortier. Après huit rechanges, le battage continue deux heures encore sans interruption. La matière doit être mouillée pour qu'elle puisse prendre corps. En sortant des pilons, elle forme une pâte dure et encore humide que l'on nomme *galette*. Cette galette, avant d'être grenée, est soumise à deux opérations préliminaires, le *guillaumage* et l'*essorage*. On fait passer la matière à travers un crible appelé *guillaume*, dont les trous ont un diamètre de 8^{mm} environ. L'ouvrier, par un mouvement de va-et-vient imprimé au crible, donne un mouvement circulaire à un tourteau de bois dur, de forme lenticulaire, placé sur le crible : ce tourteau concasse la galette (*fig.* 91 et 92).

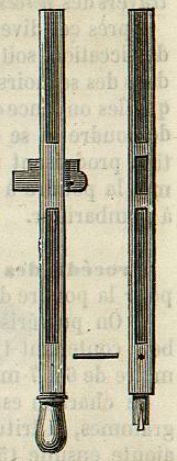

Fig. 90.

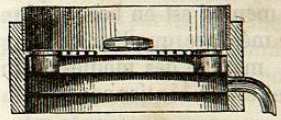

Fig. 91.

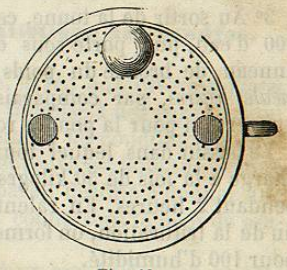

Fig. 92.

L'essorage consiste à exposer à l'air le produit précédent pour lui faire subir un commencement de dessiccation qui facilite le *grenage*.

Le grenage donne à la poudre un grain uniforme. Il se fait au

moyen d'un tourteau de bois sur des cribles de peau, dont les trous ont $2^{mm},40$ de diamètre pour la poudre à canon, et $1^{m},50$ pour la poudre à mousquet.

On élimine le grain trop fin ou poussier, en le faisant passer à travers des *perces* plus petites.

Après ces diverses manipulations, la poudre est soumise à la dessiccation, soit en plein air, en l'étendant sur des draps, soit dans des séchoirs ou vastes caisses fermées, dans l'intérieur desquelles on lance de l'air chaud qui s'échappe à travers la couche de poudre et se charge de son humidité. Cette dernière opération produisant une assez grande quantité de poussier, on soumet la poudre à l'*époussetage*, et il ne reste plus qu'à l'essayer et à l'embariller.

Procédé des meules. — Ce procédé est surtout employé pour la poudre de chasse.

1° On pulvérise le charbon et le soufre dans des tonnes de bois, contenant 120 kilogrammes de gobilles de bronze d'un diamètre de 6 à 7 millimètres.

Le charbon est introduit le premier par charges de 21 kilogrammes, et trituré seul pendant huit à douze heures. On y ajoute ensuite 15 kilogrammes de soufre qu'on fait tourner avec le charbon pendant quatre heures.

2° On prend 6 kilogrammes de ce mélange binaire et 20 kilogrammes de salpêtre, que l'on met avec 60 kilogrammes de gobilles, d'environ 5 millimètres de grosseur dans une tonne de cuir. La trituration du mélange ternaire s'opère dans l'espace de douze heures à la vitesse de 20 à 25 tours par minute.

3° Au sortir de la tonne, ce mélange est arrosé de 1 à 2 pour 100 d'eau, puis porté sous des meules de fonte, garnies d'un anneau de bronze du poids de 2,500 kilogr., que l'on nomme *meules légères*, par comparaison avec les meules plus pesantes qui servent pour la poudre royale (*fig.* 93).

Le bassin dans lequel tournent les meules est en bois, on le charge à la fois de 50 kilogrammes de mélange que l'on triture pendant 2 heures. En ralentissant la marche des meules à la fin de la trituration, on forme des galettes qui contiennent 2 à 3 pour 100 d'humidité.

4° On réduit ces galettes en grains au moyen d'une machine qui imprime le mouvement à huit tamis montés sur un même châssis, et qui grène environ 80 kilogrammes de galette par heure.

5° Le lissage s'opère dans des tonnes de bois, divisées en trois ou quatre compartiments par des cloisons transversales, et pouvant renfermer chacune 100 ou 150 kilogrammes de poudre. Les grains, en frottant sur eux-mêmes et sur les parois de la

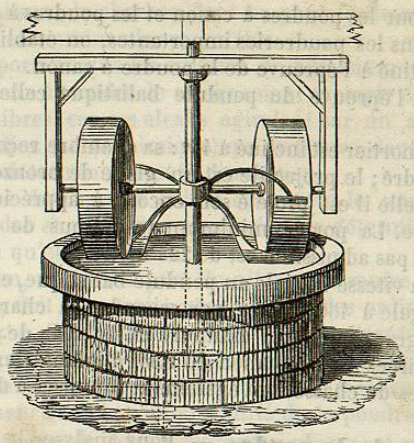

Fig. 93.

tonne, acquièrent, dans l'espace de vingt-quatre heures, la dureté et le lustre suffisants.

6° Le séchage s'opère, soit par l'exposition au soleil, soit sur une sécherie artificielle établie dans le système que nous avons déjà décrit précédemment.

(*) **Épreuve de la puissance balistique des poudres.**

La poudre de guerre, avant d'être livrée aux diverses *places approvisionnées* par la poudrerie, est soumise à des épreuves qui ont pour but de constater qu'elle remplit les conditions balistiques exigées par les règlements. Une épreuve est faite sur chaque portion de 5,000 kilogrammes. L'appareil destiné à donner une mesure de la force de la poudre est connu sous le nom de *pendule balistique*.

Un cône creux de bronze est fixé à un axe horizontal mobile sur des coussinets : ce cône, appelé *récepteur*, porte intérieurement une masse de plomb; une balle projetée par un canon de fusil avec une charge déterminée vient frapper la masse de plomb, où elle pénètre en imprimant au système un mouvement oscillatoire dont l'amplitude est d'autant plus grande que la poudre est plus forte.

L'angle d'écartement est donné par un limbe gradué, et une formule mathématique fait connaître la vitesse de la balle.

Le fusil chargé à balle est encore aujourd'hui l'instrument d'épreuve pour les poudres à canon et les poudres à mousquet : toutefois, dans les poudreries importantes, on établit un canon pendule destiné à l'épreuve de la poudre à canon.

On joint à l'épreuve du pendule balistique celle du *mortier éprouvette*.

L'axe du mortier est incliné à 45° : sa chambre reçoit 92 grammes de poudre ; le projectile est un globe de bronze, et la distance à laquelle il est projeté sert encore à apprécier l'énergie de la poudre. La portée minimum au-dessous de laquelle la poudre n'est pas admissible est de 225 mètres.

Quant à la vitesse initiale au pendule balistique, elle doit être au moins égale à 450 mètres par seconde, la charge du fusil étant de 10 grammes, et le diamètre de la balle de $16^{mm},3$. Les balles sont tirées avec le canon du fusil d'infanterie.

Les poudres de chasse sont également soumises à des épreuves balistiques.

(*) **Analyse de la poudre.** — Pour analyser la poudre, on commence par déterminer la quantité d'eau qu'elle contient, en la soumettant, dans une étuve ou dans un tube traversé par un courant d'air, à une dessiccation à la température de 100° jusqu'à ce qu'elle ne perde plus de son poids. La différence de poids, avant et après la dessiccation, donne la quantité d'eau contenue dans la poudre.

La proportion de nitre s'obtient en soumettant la poudre desséchée à l'action de l'eau qui dissout ce sel et laisse le soufre et le charbon. La liqueur et les eaux de lavage sont évaporées à siccité, et le résidu, fondu à une douce chaleur, donne le poids du nitre.

Il ne reste plus qu'à séparer le soufre du charbon.

On peut introduire le résidu de la poudre épuisé par l'eau, desséché et pesé, dans un tube de verre où l'on a soufflé deux boules assez rapprochées l'une de l'autre ; on fait passer dans l'intérieur du tube un courant d'hydrogène sec.

La boule où se trouve le mélange est chauffée au moyen d'une lampe à alcool ; le soufre se réduit en vapeurs et vient se condenser dans la boule vide ; quand il ne se volatilise plus de soufre, on laisse refroidir le tube dans le courant d'hydrogène, on le coupe entre les deux boules et l'on apprécie au moyen de la balance la quantité de charbon contenue dans le résidu : la différence donne le soufre.

La méthode précédente ne comporte pas une très-grande exactitude. Il est plus simple de traiter la poudre, soit directement, soit, après en avoir séparé le nitre, par des dissolutions bouillantes de monosulfures, ou de sulfites alcalins, qui dissolvent le soufre et laissent le charbon dont on peut facilement déterminer le poids et examiner les propriétés.

Il est important que les sulfures de potassium ou de sodium employés pour dissoudre le soufre soient exempts de potasse ou de soudes libres, car ces alcalis agiraient sur un acide organique particulier (acide ulmique) qui se trouve dans le charbon roux, et en détermineraient la dissolution.

Le sulfure de carbone enlève également le soufre contenu dans la poudre et peut être employé pour déterminer le poids du charbon qu'elle contient.

Le charbon, une fois séparé du nitre et du soufre, séché avec soin et pesé, doit être traité par les méthodes ordinaires d'analyse organique. Cette analyse est surtout importante dans l'examen d'une poudre faite avec des charbons roux qui contiennent de l'oxygène et de l'hydrogène dont la présence exerce une grande influence sur la combustibilité de la poudre.

Un autre mode de dosage du soufre, plus exact que le précédent, consiste à transformer ce corps en sulfate de potasse au moyen du nitre et du carbonate de potasse et à déterminer ensuite la quantité de sulfate de potasse produite, en le précipitant par un sel de baryte. Comme la réaction du nitre sur le soufre et le charbon donne lieu à une déflagration assez vive qui pourrait projeter une partie de la poudre et rendre l'analyse inexacte, on mêle le nitre avec un grand excès de sel marin pur qui, en agissant comme corps inerte, modère par sa présence l'action trop vive du nitre sur la poudre.

L'analyse s'exécute de la manière suivante : on pèse 5 grammes de la poudre à analyser, 5 grammes de carbonate de potasse pur, 5 grammes de nitre et 20 grammes de chlorure de sodium. On mélange intimement ces quatre corps et on les chauffe au rouge dans un creuset. Lorsque la réaction est terminée, on reprend la masse par l'eau et l'on traite cette dissolution par l'acide azotique, qui décompose le carbonate de potasse en excès. La liqueur est alors précipitée par le chlorure de baryum ; il se forme du sulfate de baryte insoluble, dont le poids fait connaître la quantité de soufre que contient la poudre (Gay-Lussac).

Pour doser le soufre de la poudre, il est plus commode et en même temps plus exact de faire bouillir un poids connu de poudre avec une dissolution concentrée de permanganate de potasse. Le soufre et le charbon passent à l'état de sulfate et de carbonate de potasse ; on ajoute de l'acide chlorhydrique qui dissout

Propriétés de la poudre. — On sait que la poudre s'enflamme facilement sous l'influence de la chaleur, et qu'elle développe presque instantanément un volume considérable de gaz qui agit alors comme un ressort énergique.

Il est facile de se rendre compte de l'effet dynamique de la poudre et de la grande quantité de gaz qu'elle produit ; supposons en effet que l'on porte à une température élevée un mélange de salpêtre, de soufre et de charbon ; la formule suivante démontre que, dans cette combustion, il se forme du sulfure de potassium et une quantité de gaz considérable :

$$AzO^5,KO + C^3 + S = KS + \underbrace{Az}_{2\text{ vol.}} + \underbrace{3CO^2}_{6\text{ vol.}}.$$

Il serait possible d'augmenter la quantité du gaz produit, en introduisant dans la poudre assez de charbon pour transformer en oxyde de carbone tout l'acide carbonique qui doublerait alors de volume ; mais on diminuerait beaucoup la chaleur produite par la détonation, et nous verrons plus loin que l'élévation de température, au moment de la combustion, exerce une grande influence sur l'effet dynamique de la poudre.

La formule $AzO^5,KO + C^3 + S$ correspond aux nombres suivants :

Nitre	74,84
Charbon	13,32
Soufre	11,84

En comparant ces nombres théoriques avec les nombres donnés par la pratique, on reconnaît qu'ils se confondent presque exactement ; en effet la poudre de guerre a pour composition :

Nitre	75,00
Charbon	12,50
Soufre	12,50

On pourrait donc considérer la poudre à tirer comme un mélange, à proportions définies, dont la combustion doit donner naissance à 1 équivalent de sulfure de potassium, à 2 volumes d'azote et 6 volumes d'acide carbonique. Mais les produits de la combustion de la poudre ne sont pas aussi simples, il se forme, outre ces trois corps, de l'oxyde de carbone, de l'acide sulfhydrique, de l'hydrogène carboné, du sulfure de carbone, du sulfate et du carbonate de potasse, du cyanure de potassium et de la vapeur d'eau.

Les proportions des corps employés pour la préparation de la

poudre ne sont pas les seules conditions qui font varier le volume des gaz développés au moment de la combustion : l'état physique d'une poudre exerce aussi une grande influence sur ses effets balistiques.

Les grains de poudre doivent présenter une dureté assez grande pour que les frottements et les chocs qu'ils éprouvent pendant les transports et dans la confection des munitions, ne produisent pas une quantité considérable de poussier qui nuirait à la rapidité de l'inflammation de la poudre.

Une bonne poudre doit être assez dure pour ne pas s'égrener entre les doigts et ne pas les tacher.

Lorsque les grains de poudre n'ont pas subi le *lissage*, le plus léger frottement suffit pour en détacher une quantité considérable de *pulvérin*, ce qui diminue beaucoup l'effet balistique de la poudre.

Le lissage enlève les aspérités des grains, et leur donne du lustre et du poli en durcissant leur surface : toutefois, le lissage ne doit pas être trop prolongé, parce que le grain deviendrait moins facile à enflammer et ne serait plus homogène, surtout si le lissage était opéré sur un grain très-humide.

Le *grenage* peut faire varier les qualités d'une poudre : en comparant de la poudre grenée et de la poudre en masse, on reconnaît que la poudre grenée s'enflamme presque instantanément, parce que la flamme pénètre dans les interstices existant entre les grains, tandis que la poudre en masse brûle lentement et par couches. Une poudre en masse introduite dans une arme ferait *long feu*.

La grosseur du grain doit être appropriée à la nature de l'arme : dans les petites armes, on emploie toujours des poudres à grains fins.

Cette grosseur varie d'ailleurs suivant les espèces de poudre et leur mode de fabrication.

La densité influe beaucoup sur les qualités d'une poudre. Les poudres denses s'enflamment moins facilement que les poudres légères et poreuses ; mais elles donnent moins de déchet dans le transport.

Les poudres qui émettent leur gaz trop rapidement sont nommées *brisantes* ; elles portent une grande partie de leur effet sur les parois de l'arme, qu'elles peuvent faire éclater sans que leur puissance balistique s'accroisse dans une proportion considérable. Elles ont sous ce rapport de l'analogie avec les fulminates de mercure et d'argent, et avec l'or fulminant.

Les causes qui contribuent à rendre les poudres brisantes sont l'emploi d'un charbon trop inflammable, la légèreté du grain, ou