

la vitesse de 10 tours par minute, pendant 2 heures (1200 tours).
— L'usure des gobilles est d'environ 500^{er} par mois.

c) En Autriche, en Danemark, en Russie et en Italie.

Dans les deux premiers pays, le procédé de trituration des matières premières est le suivant. On triture environ 20^k de charbon dans des tonnes en cuir pendant 12 heures, avec 150^k de gobilles en bronze de 4^{mm} de diamètre, à la vitesse de 28 à 30 tours par minute; puis on ajoute un poids de soufre déterminé par le dosage de la poudre (en général moins de 20^k), et l'on procède de même à la trituration du soufre et au mélange des deux matières. — Le salpêtre fondu doit être pulvérisé isolément. En Autriche, la trituration de 50^k de salpêtre, avec 75^k de gobilles en bronze pesant chacune 8^{er},3, exige 30 000 tours de tonne, à raison de 30 tours par minute. En Danemark, le salpêtre est trituré pendant 7 heures avec une vitesse de 18 à 20 tours par minute.

En Russie, le charbon, préalablement pulvérisé sous les meules, est mélangé au soufre dans la proportion de 52^k,50 à 35^k, avec 80^k de gobilles de 7 à 12^{mm}, trituré dans des tonnes en tôle à la vitesse de 20 tours par minute, et soumis à un tamisage.

En Italie, on obtient, en 10 heures, 2800^k de charbon pulvérisé au concasseur et 700^k de soufre au broyeur. Le binaire salpêtre (150^k de salpêtre et 15^k de charbon, avec 200^k de gobilles de 7 à 13^{mm}) est trituré pendant 6 heures à la vitesse de 19 à 20 tours par minute (6 000 tours); on exige 12 000 tours pour le binaire soufre (40^k de soufre et 30^k de charbon, avec 200^k de gobilles). Pour les deux binaires, le charbon est chargé 1/4 d'heure avant le salpêtre ou le soufre.

§ III.

MÉLANGE ET GALETAGE EN UNE SEULE OPÉRATION.

I. PAR LES PILONS.

a) En France.

Autrefois, le charbon était trituré seul sous les pilons pendant 1/2 heure, à la charge de 1^k,250, avec un arrosage de 1^k,500 d'eau; puis on ajoutait le soufre et le salpêtre. Depuis une dizaine d'années,

le charbon et le soufre sont triturés séparément pendant 1 heure dans des tonnes en cuir (p. 237), le salpêtre est tamisé à la main, et le mélange des matières se fait à l'atelier de composition, dans des boisseaux contenant 10^k de poudre (7^k,500 de salpêtre pour 1^k,250 de soufre et 1^k,250 de charbon), en ajoutant quelquefois 2 p. 100 de charbon en plus, pour tenir compte de l'humidité qu'il renferme.

On verse un boisseau dans chaque mortier, on arrose les matières de 1^k,500 d'eau, et on les touille soit à la main, soit avec un morceau de bois. On nettoie avec soin le pourtour du mortier, on met en place le couvercle, dont l'ouverture centrale donne passage à la tige du pilon, et l'on fait tomber le pilon sur la matière. On ne donne d'abord, pendant 10 minutes environ, qu'une vitesse de 30 à 40 coups par minute, puis on arrive progressivement à la vitesse normale de 55 à 60 coups; on ferme alors toutes les issues, pour éviter les coups de vent qui pourraient enlever des particules de matière imparfaitement mélangées. — Au bout d'un quart d'heure environ, on remarque si le pilon bat à nu au fond du mortier; cette circonstance pourrait se produire si la poudre était trop humide, car, dans ce cas, elle cracherait et irait se coller aux parois. D'un autre côté, la matière ne doit pas être trop sèche, car elle se répandrait en poussière et le pilon n'agirait plus que sur une couche de faible épaisseur restée au fond du mortier. Il faut arriver à former une pâte que le choc du pilon repousse contre les parois, mais qui tende à en redescendre peu à peu pour se replacer sous le pilon.

Quelque parfaites que soient les dispositions de la poire du pilon et du mortier, il se forme toujours, au fond du mortier et à l'extrémité de la poire, une couche adhérente de matière qui, par un battage prolongé, durcit au point de provoquer des explosions: c'est pour cette raison que l'on fait, d'heure en heure, des *rechanges* ou transvasements de matière d'un mortier dans un autre. Pour cela, on arrête la roue, on soulève les pilons et l'on met dans un boisseau la matière du premier mortier, en ayant soin de briser les grumeaux à la main et d'enlever tout ce qui adhère aux parois au moyen d'une sorte de pelle ou main en cuivre. Ce mortier vidé, on y porte de la même manière la matière du second, et ainsi de suite de proche en proche, jusqu'à ce qu'on arrive au dernier, où l'on met la matière du premier. Pour accélérer l'opération, dans un moulin à deux rangées de 10 pilons, deux ouvriers travaillent simultanément à chaque rangée, en partant du premier et du sixième mortier.

On fait ainsi des rechanges toutes les heures, en ayant soin de maintenir la matière à 8 ou 10 p. 100 d'eau. Sur ce dernier point, on ne peut donner d'instructions précises, à cause des variations de la température et de l'état hygrométrique de l'atmosphère; mais les arrosages doivent toujours se faire par petites quantités. L'ouvrier manipule les matières à la main, le plus souvent dans deux mortiers contigus à la fois, et va se laver les mains dans un seau spécial, dont l'eau sert pour les arrosages ultérieurs. Pour enlever la croûte qui se forme rapidement à l'extrémité de la poire en bronze, à la fin de chaque semaine on laisse tremper celle-ci, pendant une nuit entière, dans un boisseau plein d'eau, et l'on détache ensuite la matière au moyen de la main en cuivre.

La durée totale du battage est de 11 heures. Comme on veut retirer la matière à l'état de culot ou de galette dure, on ne fait pas de rechanges entre les deux dernières heures.

Les poussières sont battus 3 heures, avec un seul rechange au bout de la première heure, et maintenus à 11 p. 100 d'eau.

La durée du battage, qui était de 24^h avant 1769, se maintint à 14^h jusqu'à la Révolution, et fut bientôt réduite à 12 et même à 3^h (1802). En 1807, on revint au travail de 14^h, qui fut abandonné de nouveau (1819) pour celui de 11^h. A l'époque de la guerre de Crimée, les matières des pilons n'étaient plus battues que 9^h; les poussières étaient repassés pendant 1^h.

b) En Allemagne, en Autriche et en Danemark.

Dans les anciens moulins allemands, le charbon était trituré sous les pilons (p. 232); puis on ajoutait le salpêtre et le soufre, préalablement pulvérisés et tamisés, et conservés dans des cuves spéciales. Le touillage se faisait à la main, avec une quantité d'eau qui variait de 16 à 20 p. 100, en y comprenant celle dont on avait arrosé le charbon. La vitesse normale était de 55 à 60 coups par minute; le battage durait de 14 à 36 heures. On procédait au premier rechange après 2000 coups, et les rechanges consécutifs se succédaient tous les 4000 coups. — Le procédé actuel ne diffère de l'ancienne méthode que par le mode de pulvérisation des composants, qui sont triturés dans des tonnes en cuir (p. 239). La durée du battage est fixée à 36 heures, et la proportion d'humidité de la charge doit rester comprise entre 4 et 9 p. 100.

En Autriche, la charge d'un mortier (p. 240) est de 25^h pour les pi-

lons dits allemands, où chaque mortier contient trois pilons; elle n'est que de 8^h,4 pour les pilons Neusohler ordinaires, et de 6^h,6 pour les pilons Neusohler petit modèle. Les durées de battage sont les suivantes :

	Pilons allemands.	Pilons Neusohler.
Poudres de chasse ou de carabine.	60 ^h	31 ^h à 55 ^h
Poudres de guerre.	48	24 à 44
Poudres de mine.	36	16 à 30

En Danemark, chaque mortier reçoit 5^h de matière (p. 240), et le touillage se fait avec 10 à 12 p. 100 d'eau, suivant la température. On bat pendant 1 heure à la vitesse de 18 coups par minute, on fait un rechange et l'on marche pendant 35 heures à la vitesse de 24 à 36 coups par minute, en faisant 2 ou 3 nouveaux rechanges et maintenant l'humidité de la matière à 12 p. 100 environ.

II. PAR LES MEULES.

Ce procédé présente une grande analogie avec celui qui se rapporte à la trituration, au mélange et au galetage en une seule opération (p. 230). Le point le plus longtemps discuté consistait à savoir s'il y aurait avantage à porter directement sur la piste les matières triturées ou à les mélanger préalablement deux à deux dans les tonnes. D'après des expériences hollandaises, cette dernière méthode paraît préférable à tous les points de vue : de là, l'extension que prennent chaque jour les triturations binaires.

Nous indiquerons les principales prescriptions qui concernent l'incorporation et le galetage sous les meules de diverses poudres françaises : les poudres de chasse, les poudres à fusil ancienne et nouvelle (B et F₁), et les poudres à canon (MC₃₀ et MC₁₅) employées à la fabrication des rondelles de Reffye. Ces prescriptions ne sont réglementaires que pour les poudres de guerre.

a) Poudres de chasse (France).

Les matières, après avoir subi des triturations binaires dans des tonnes en fer ou en cuir et un tamisage à la perce de 0^{mm},65 (p. 237), sont mélangées dans des boisseaux à raison de 20 ou 25^h par boisseau; chaque charge est arrosée de 7,5 p. 100 d'eau, touillée à l'aide d'un morceau de bois et abandonnée pendant 5 ou 6^h environ, afin

que l'humidité se répartisse également dans la masse. On la porte ensuite sur la piste, où on l'étend en couche régulière. On met en marche, d'abord à la vitesse de 3 ou 4 tours par minute, puis à la vitesse normale de 10 tours, et l'on arrose de 1^r d'eau au départ des meules. On répète d'heure en heure les arrosages de 1^r environ, en se réglant, autant que possible, sur l'aspect et la teinte de la matière : noire, grisâtre ou rousse et fumante, suivant la proportion d'eau qu'elle renferme, proportion qui ne doit jamais être inférieure à 2 p. 100. Ces quantités d'eau d'arrosage sont d'ailleurs variables suivant les saisons : elles restent comprises entre 0^r,6 et 0^r,7, pour le travail d'hiver, et, pour le travail d'été, entre 1^r,2 et 2^r.

Les durées de trituration, non compris le chargement, le galetage et le déchargement, sont de 1^h à 1^h 1/2 pour la chasse fine (second arrosage à 0^r,500 d'eau, pour la trituration de 1^h 1/2), de 2^h à 2^h 1/2 pour la chasse superfine, et de 5^h pour la chasse extrafine. La proportion d'humidité au moment du déchargement varie, en général, de 2 à 2,5 p. 100 pour la chasse extrafine, de 2,5 à 3 p. 100 pour la chasse superfine, et de 3 à 3,5 p. 100 pour la chasse fine. — Pour la poudre de chasse extrafine, on décharge quelquefois les matières au bout de 4^h de trituration, on les laisse essorer pendant 1 ou 2 jours, puis on les repasse sous les meules pendant 1^h. Ce mode d'opération présente l'avantage d'empêcher la matière de s'échauffer et de coller sur la piste.

A la vitesse normale, la région intérieure de la piste, soumise au mouvement de torsion, est composée en majeure partie de matières friables, auxquelles on donne de la cohésion par l'opération du galetage. On procédait autrefois au galetage en faisant faire aux meules un ou plusieurs tours avec une vitesse plus faible, qui était de 3 à 4 tours par minute environ; aujourd'hui, on les fait tourner de 1/2 tour en 8 ou 10 minutes, à l'aide d'une vis sans fin et d'une roue hélicoïdale ou de tout autre mécanisme actionnant un système d'engrenages qui transmet le mouvement à l'arbre des meules. Avec le galetage lent, la densité des produits s'est trouvée augmentée, et l'on a été amené, pour obtenir la même vitesse dans les armes, à diminuer en conséquence la grosseur des grains.

Les poussières sont repassés sous les meules pendant une 1/2 heure pour les trois espèces de poudre, avec un arrosage de 4 p. 100 d'eau environ, et déchargés à la même humidité que les matières neuves.

La partie dure, qui constitue la galette proprement dite, et le

mélange de poussier et de grains non agrégés, qui forme la pâte molle, sont déchargés dans des tines, placées sur de petits escabeaux en bois, qu'on emporte avant d'introduire dans l'usine la nouvelle charge. Après le concassage (p. 271), on extrait le bon grain de la pâte molle par un double tamisage à bras dans le châssis signolet, et on le mélange à celui qui provient du grenage de la galette.

Les portions de matière qui sont restées collées aux meules ou à la piste sont détachées sans choc au moyen d'un outil en bois ou en cuivre à lame effilée, ou, si elles adhèrent trop fortement, simplement humectées, pour qu'elles puissent se mélanger à la charge suivante. On laisse souvent aussi (surtout quand on ne fait pas de galetage) la portion de matière restée sous les meules pendant le déchargement; sinon, on fait reposer celles-ci sur un morceau de cuir de 6 à 7^{mm} d'épaisseur. Dans le cas des transmissions par courroies, il faut avoir soin de placer en avant des meules, pendant le déchargement, un frein ou sabot en bois, destiné à empêcher l'entraînement de l'appareil par la poulie folle. Enfin, il est essentiel de n'oublier aucun objet sur la piste : tous les outils doivent se trouver suspendus, au moment de la mise en marche, à un lambris en bois appliqué contre un des murs de l'usine.

Les matières déchargées sont portées dans un dépôt, où on les laisse essorer pendant 1 ou 2 jours avant de les concasser.

b) Poudres de guerre (France).

Pour l'ancienne poudre à fusil, dite B, les matières étaient soumises à des triturations isolées avec tamisage (p. 237), puis portées aux meules par charges de 20^k : au fond du boisseau on mettait le charbon et le soufre, et au-dessus le salpêtre. On touillait à 1^r,500 d'eau. — On triturait aux meules, à la vitesse de 10 tours par minute pendant 3 heures, chargement et déchargement compris, et l'on déchargeait à 3 ou 4 p. 100 d'humidité. On faisait un galetage rapide, qui durait 2 ou 3 minutes, à raison de 3 ou 4 tours par minute. — Tous les poussières étaient triturés 1/2 heure sous les meules et déchargés à 3 ou 4 p. 100 d'eau.

Pour la nouvelle poudre à fusil, dite F₁, on remplace quelquefois les triturations isolées par des triturations binaires (p. 237). — La charge de 20^k est passée aux meules pendant 2^h 1/2 à la vitesse de 10 tours par minute; l'humidité, qui était au départ de 8 à 10 p. 100, doit

être, à la fin de l'opération, de 2 à 3 p. 100. On fait le galetage lent de 1/2 tour en 10 minutes, en ayant soin de régulariser la couche de matière au moyen d'une jauge en bois, ayant 0^m,40 de largeur sur 0^m,01 de hauteur. — Les poussières verts de concassage et de grenage (p. 271) peuvent être soit repassés aux meules, soit galetés à la presse. Quant aux poussières secs d'époussetage et aux poussières verts de grenage des matières de la presse, ils sont arrosés de 0^k,600 d'eau par charge de 20^k et repassés sous les meules pendant 1/2 heure.

Pour la poudre à canon MC₃₀, on prépare les matières comme pour la poudre F₁. — La charge de 25^k est triturée 1/2 heure et déchargée à 5 ou 6 p. 100 d'eau; la matière, humide et peu dense, est analogue à celle des pilons. On opère le galetage en faisant faire aux meules 1/2 tour en 2 minutes. — Les poussières sont repassés pendant 15 minutes.

La poudre MC₁₅, aujourd'hui abandonnée, ne différerait de la précédente que par la durée des triturations, qui était de 15 minutes pour les matières neuves et de 5 minutes pour les poussières.

§ IV.

MÉLANGE.

Avant d'aborder la description des procédés actuellement en usage pour le mélange et l'incorporation des matières triturées, nous indiquerons une ancienne méthode signalée par Simienowicz, dans son *Ars magna Artilleriæ*: cette méthode, connue des Kirghiz en 1649, fut introduite en Europe par Cossigny vers la fin du siècle dernier. Elle consistait à dissoudre dans l'eau le salpêtre fondu et à verser dans la liqueur le soufre et le charbon, pulvérisés et mélangés comme à l'ordinaire. On chauffait la masse en agitant, jusqu'à ce qu'elle ne contint plus que 15 p. 100 d'eau environ; puis on la laissait refroidir, ce qui lui faisait perdre encore 10 p. 100 d'eau, et on la portait sous les pilons ou sous les meules pour la galeter. On devait réaliser par là une grande économie de temps et de travail, éviter les dangers d'explosion et obtenir une poudre d'une conservation facile. D'après les expériences de Meyer, une pareille poudre ne doit sa stabilité très-réelle en présence de l'humidité qu'à sa densité, qui

est toujours très-faible; il serait également possible que cette propriété résultât du mode de fabrication en présence d'une quantité d'eau considérable et de l'évaporation ultérieure qui en est la conséquence. Au surplus, le salpêtre étant aujourd'hui livré à l'état de poussière fine, il n'y a plus avantage à en opérer la dissolution: aussi a-t-on complètement renoncé à ce procédé, qui présente l'inconvénient de donner des matières à la fois peu denses et peu homogènes.

Nous signalerons encore une description de Pline, où l'on peut trouver quelques analogies avec le procédé qui précède. Pline dit, en effet, à propos du nitre: « Nitrariæ Ægypti circa Naucratis et Memphim tantum solebant esse, circa Memphim deteriores: nam et lapidescit ibi in acervis multique sunt cumuli ea de causa saxei. Faciunt ex his vasa nec non frequenter liquatum cum sulphure coquentes in carbonibus quoque quos inveterari volunt illo nitro utuntur; sunt ibi nitrariæ in quibus et rufum exit a colore terræ. » Il est difficile de décider si ce passage se rapporte en quoi que ce soit à la poudre.

Le mélange et l'incorporation des matières par voie sèche se font aujourd'hui soit par les tonnes, soit par les meules, soit successivement par les deux genres d'appareils.

I. PAR LES TONNES.

a) En France.

La trituration ternaire dans les tonnes n'est employée, en France, que pour les poudres de mine.

Les tonnes ternaires (Pl. III, fig. 3 et 4) sont identiques aux tonnes en cuir que nous avons décrites au sujet de la trituration simple ou binaire des composants (p. 235), avec cette différence que l'arbre en fer, qui traverse la tonne et autour duquel elle tourne, est entièrement recouvert d'une enveloppe de bois entourée de cuir; le cuir, qui a 6 à 7^{mm} d'épaisseur, est recourbé dans les coins, pour éviter l'accumulation du poussier. En outre, le tamisage des matières mélangées est supprimé.

Chaque compartiment reçoit 40 à 50^k du mélange des deux binaires (p. 238), avec 60^k de gobilles en bronze de 5^{mm} de diamètre, ou mieux 20 à 30^k de gobilles en bois dur de 30 à 40^{mm}, qui présentent moins de danger. La vitesse varie de 20 à 25 tours par minute; elle est, en moyenne, de 20 à 22 tours. La durée totale de l'opération est de 1^h 1/2 à 2^h 1/2.