

Nous avons décrit plus haut (p. 274-279) les appareils d'assortissage employés, en Angleterre, en Italie et en Amérique, pour les matières préalablement essorées (p. 285) et grenées.

En France, les poudres à gros grains subissent, après grenage (ch. XII), un premier sous-égalisation sur un tamis en peau à la perce de 8<sup>mm</sup> pour la poudre C<sub>1</sub>, et de 11 et 17<sup>mm</sup> pour les poudres SP<sub>1</sub> et SP<sub>2</sub>, grenées par le procédé des toiles à baguettes.

A Wetteren, la poudre n'est assortie qu'après lissage et séchage, parce que la présence des gros grains paraît faciliter le lissage.

## CHAPITRE IV.

### LISSAGE.

L'opération du lissage a pour but de donner au grain un certain degré de brillant, d'abattre les arêtes vives, d'arrondir les angles, enfin de boucher les pores extérieurs et d'augmenter la densité de la poudre ou tout au moins d'éliminer les parties friables, d'où résulte le double avantage de diminuer l'hygrométrie de la matière et d'en prévenir la décomposition en poussier.

#### § I.

##### APPAREILS.

En France, les tonnes de lissage sont à deux compartiments et identiques aux tonnes doubles de granulation (p. 282); leur diamètre est de 1<sup>m</sup>,60 et leur longueur de 1<sup>m</sup>,40; les taquets sont supprimés. Le fond central a 0<sup>m</sup>,05 d'épaisseur; les fonds latéraux et les douelles n'ont que 0<sup>m</sup>,03. Les ouvertures circulaires percées au milieu des fonds latéraux peuvent être fermées à volonté au moyen de plateaux composés de deux parties, que l'on fixe par des boulons; on se sert également de plateaux mobiles le long de l'arbre ou dans des glissières disposées sur les fonds latéraux et munies d'un verrou d'arrêt. Le chargement et le déchargement se font par les ouvertures pratiquées sur le pourtour de la tonne. Deux trémies en bois, terminées par des portes à coulisses, conduisent la poudre dans des barils. — On

employait encore, il y a quelques années, des tonnes de lissage à trois et même à quatre compartiments; ces dernières avaient 1<sup>m</sup>,20 de diamètre sur 2<sup>m</sup>,70 de longueur. Autrefois, les tonnes de lissage étaient souvent garnies, comme les tonnes de trituration et de mélange, de saillies intérieures destinées à faire obstacle au passage des grains et à faciliter ainsi le lissage : ce dispositif avait l'inconvénient de donner une quantité considérable de poussier.

En Italie, les tonnes de lissage sont à deux compartiments, et mesurent 0<sup>m</sup>,75 de diamètre sur 1<sup>m</sup>,44 de longueur.

A Wetteren, les tonnes sont à un seul compartiment, et mesurent 0<sup>m</sup>,70 de diamètre sur 0<sup>m</sup>,55 de longueur.

En Allemagne, les tonnes de lissage ont environ 1<sup>m</sup>,80 de diamètre sur 0<sup>m</sup>,60 de longueur, et se distinguent des tonnes de trituration (p. 234) par l'absence de saillies intérieures; en outre, l'arbre horizontal en fer ne traverse pas la tonne et se termine par quatre bras en fer, qui sont fixés au fond postérieur par de forts boulons. Le fond antérieur est percé, précisément au-dessus de l'arbre, d'une ouverture circulaire munie d'une garniture métallique, qui sert à l'introduction de la poudre et au dégagement de la vapeur d'eau pendant l'opération; les deux fonds sont solidement reliés par des boulons à vis, qui s'étendent sur toute la longueur de la tonne, et cette carcasse métallique est doublée de bois. Une porte mobile en laiton sert à fermer l'ouverture du fond antérieur. Une lourde porte en métal, occupant toute la longueur de la tonne, permet d'effectuer le déchargement; une manche en cuir conduit la poudre dans des tines.

En Russie et en Autriche, les appareils sont analogues à ceux de Spandau; les tonnes russes mesurent 1<sup>m</sup>,50 de diamètre sur 0<sup>m</sup>,45 de longueur.

En Angleterre, les tonnes présentent la forme de barils allongés: elles ont souvent 3<sup>m</sup>,00 de longueur sur 0<sup>m</sup>,80 de diamètre au milieu et 0<sup>m</sup>,60 aux deux extrémités, et comprennent alors plusieurs compartiments. A Waltham-Abbey, on se sert d'une tonne simple, ayant 1<sup>m</sup>,52 de long sur 0<sup>m</sup>,76 de diamètre au milieu. Quelquefois, deux tonnes sont montées sur le même axe: cet axe est en fer et peut être recouvert de bois ou de cuir; la cage qui entoure la tonne porte, à la partie supérieure, un entonnoir pour le chargement et, à la partie inférieure, une ouverture pour le déchargement. A Hounslow,

quatre tonnes sont fixées aux coins d'un cadre carré qui tourne autour d'un axe horizontal: on réalise ainsi une certaine économie d'espace; en outre, l'arbre échauffé par les frottements ne traverse pas l'intérieur des tonnes.

L'appareil de lissage de la poudrerie de Berne est d'une nature toute spéciale. La poudre grenée est versée dans des sacs en toile, qu'on peut remplir ou vider par une manche latérale; après le chargement, cette manche est repliée autour du sac. Un arbre vertical tourne au centre d'un plateau circulaire horizontal, muni de nervures dirigées suivant les rayons. Un peu au-dessus du plateau, cet arbre est traversé par un arbre horizontal en fer, qui porte à chaque extrémité un tube cylindrique en bois, mobile autour de son point d'attache et muni de deux disques circulaires, auxquels on peut lier le sac par les deux bouts; le tube a la même longueur que le sac, mais ce dernier est plus large que les disques. La rotation de l'ensemble du système autour de l'arbre vertical communique au sac un mouvement circulaire analogue à celui d'une roue de voiture.

## § II.

### OPÉRATIONS.

En France, la charge d'un compartiment de tonne varie de 200 à 300<sup>kg</sup>, et la vitesse de 7 à 14 tours par minute. Pour les poudres de chasse (p. 272), on commence d'abord à 5 ou 6 tours, puis on porte progressivement la vitesse à 10, 12 ou 14 tours; on ralentit quelque temps avant le déchargement, afin d'éviter l'échauffement de la masse et un commencement de fusion du salpêtre et du soufre, qui tendrait à former des grumeaux. La durée habituelle de l'opération est de 24<sup>h</sup> pour la poudre de chasse fine, de 36<sup>h</sup> pour la superfine et de 48<sup>h</sup> pour l'extrafine; mais on peut sans inconvénient réduire ces durées à 18<sup>h</sup> pour les deux premières poudres et à 24<sup>h</sup> pour la dernière. Si l'on veut sécher en même temps la matière, il suffit d'ouvrir les portes pendant les dernières heures de l'opération; mais cette manœuvre est peu praticable pour les poudres à fins grains, surtout pour la poudre de chasse extrafine, à cause de la quantité considérable de poussier qui se dégage. — Pour la poudre

fusil F<sub>1</sub> (p. 272 et 279), la durée du lissage, qui est en moyenne de 20<sup>h</sup>, doit être supérieure à 14<sup>h</sup>; la densité gravimétrique de la matière doit passer de 0,850 à 0,937. La poudre à canon MC<sub>30</sub> (p. 273) est lissée au moins 1<sup>h</sup>; sa densité gravimétrique, après lissage, doit être comprise entre 0,890 et 0,930. Pour les poudres à gros grains (p. 288), la durée du lissage varie, en général, de 6 à 16<sup>h</sup>. Autrefois, les poudres des pilons (p. 273) n'étaient lissées que 10 à 12 minutes pour le canon, et 15 minutes pour le mousquet, à la vitesse de 10 à 12 tours par minute. — Les poudres de mine (p. 273 et 282) sont le plus souvent séchées, au moins en partie, dans les tonnes de lissage. On ouvre et ferme alternativement les portes centrales, de manière que la température à l'intérieur de la tonne se maintienne entre 35 et 40°, jusqu'à ce que la matière ne contienne plus que 1 à 1,50 p. 100 d'humidité; on pourrait arriver au même résultat sans fermer les portes, mais le lissage serait plus long et le grain moins beau. La durée totale de l'opération est, en moyenne, de 24<sup>h</sup>: on marche à 7 tours par minute pendant 2 ou 3<sup>h</sup>, puis à 12 ou 14 tours pendant 7 ou 8<sup>h</sup>, puis on ralentit la vitesse. La suppression du séchage réduirait le lissage à une durée de 6 à 12<sup>h</sup>.

En Italie, la matière grenée et assortie (p. 288), contenant 1,50 p. 100 d'humidité, est introduite dans la tonne à la charge de 220<sup>kg</sup> et arrosée de 1 p. 100 d'eau environ; un compteur sert à régler le nombre de tours. La durée moyenne du lissage est de 6<sup>h</sup> pour la poudre à canon et de 4<sup>h</sup> pour la poudre à fusil, avec une vitesse de 12 tours par minute; le nombre total de tours varie de 2 à 3000, suivant la densité gravimétrique avant lissage et suivant la saison. Les portes restent constamment fermées; l'humidité des grains lissés est de 1 à 1,25 p. 100.

A Wetteren, la charge d'une tonne est d'environ 50<sup>kg</sup>. La durée de l'opération est de 4<sup>h</sup> pour les poudres de guerre et de 5<sup>h</sup> pour les poudres de chasse. On procède souvent, pour les poudres les plus fines, à un second lissage de 2<sup>h</sup> environ, avec ou sans addition de plombagine destinée à rendre à la matière l'aspect brillant qu'elle avait perdu par l'opération du séchage.

En Allemagne, la charge d'une tonne en poudre de guerre (p. 287) est de 200<sup>kg</sup>. Pendant la première demi-heure, la vitesse est de 9 tours par minute; on la porte à 12 tours dans la demi-heure suivante, puis à 16 tours. Le nombre de tours réglementaire est d'au moins 3600, ce qui correspond à une durée de 4<sup>h</sup> environ. Vers la fin de

l'opération, on ouvre la porte du fond, pour laisser échapper la vapeur d'eau. Par suite du dégagement de chaleur, une partie des grains reste collée au fond de la tonne: cette croûte adhérente paraissant contribuer à la beauté du grain, on ne l'enlève qu'à la fin de la journée, après trois opérations consécutives.

En Russie, les poudres de guerre (p. 287), contenant 2 à 2,50 p. 100 d'eau, sont lissées par charges de 110<sup>kg</sup>. La vitesse est de 18 à 20 tours par minute; l'opération dure 3<sup>h</sup> 1/2, dont 2<sup>h</sup> 1/2 avec les portes fermées et 1<sup>h</sup> avec les portes ouvertes. La poudre lissée ne renferme plus que 1 p. 100 d'humidité, et la densité gravimétrique a varié, pour les poudres à canon et à fusil, de 0,880 et 0,860 à 0,935 et 0,925.

En Autriche, la charge d'une tonne de lissage est de 125<sup>kg</sup>, dont 1/3 à 1/2 de poudre essorée et 2/3 à 1/2 de poudre verte. L'opération dure 6 à 10<sup>h</sup>.

En Angleterre, la charge d'une tonne (p. 288) est de 181<sup>kg</sup>, 4 environ. La vitesse varie de 30 à 40 tours par minute; elle est moindre pour l'appareil de Hounslow. Les poudres à canon ne sont pas lissées. Pour les poudres à fusil, le lissage est précédé et suivi d'époussetages dans les blutoirs horizontal ou incliné (p. 316), et dure 40<sup>min</sup>, 3<sup>h</sup> 1/2 et 5<sup>h</sup> 1/2 pour les poudres RLG, FG et RFG. Quant aux poudres de chasse, elles sont lissées de 10 à 12<sup>h</sup>: la vitesse, assez faible pendant les 2 premières heures, est maintenue à 38 tours pendant les 5 heures suivantes, à 20 tours pendant les 3 suivantes, et redevient très-faible pendant les 2 dernières heures. Les poudres de guerre et d'exportation sont soumises, après séchage, à un nouveau lissage avec addition de plombagine ou de graphite, à raison de 56<sup>kg</sup> pour 181<sup>kg</sup>, 400 de poudre. — Ce graphite est préparé par le procédé de Brodie. A cet effet, on chauffe au bain-marie, dans une marmite en fer, un mélange de graphite grossièrement pulvérisé avec le double de son poids d'acide sulfurique concentré et 14 fois son poids de chlorate de potasse, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide chloréux: par une addition de fluorure de sodium, on élimine le peu de silice qui s'y trouve à l'état de fluorure de silicium; après refroidissement, la masse est reprise par l'eau, lavée, séchée et portée au rouge, ce qui réduit le graphite en une poudre extrêmement fine. D'après Löwe, on peut encore calciner du graphite ordinaire avec le double de son poids de carbonate de potasse, dans une capsule en terre munie de son couvercle; on fait digérer le résidu avec de l'acide nitrique étendu; on filtre, lave, sèche et chauffe le graphite

jusqu'au rouge, puis on élimine le fer, les sulfates et les carbonates par une addition d'acide chlorhydrique. La qualité du graphite paraît influer sur les propriétés balistiques de la poudre : d'après des expériences exécutées à Waltham-Abbey, une poudre qui donnait, avant le lissage, une portée de 353 pieds, a donné 295 pieds après lissage au graphite ordinaire, et 327 pieds après lissage au graphite de Brodie.

A la poudrerie de Berne, on remplit le sac de matières et on l'attache à l'extrémité de l'arbre horizontal, puis on met l'appareil en mouvement autour de l'axe vertical : le sac tourne alors autour de l'arbre horizontal, et la poudre se trouve comprimée contre les saillies du plateau. L'opération dure 1<sup>h</sup> 1/2. La matière est ensuite reportée à l'atelier de grenage, où on la tamise pour éliminer la quantité considérable de poussier qui s'est formée. Cette méthode a l'avantage de donner des grains ronds d'une grande densité et d'une régularité remarquable au point de vue du tir à la cible. — Dans les petites poudreries suisses, on se contente de remplir des sacs en grosse toile avec 1<sup>k</sup>,5 à 7<sup>k</sup>,5 de poudre anguleuse, qu'on y enferme aussi étroitement que possible à l'aide d'un lien, sans toutefois la tasser, et de les faire rouler sur une table en pressant fortement dessus avec les mains. A mesure que la masse diminue de volume, on recule le lien de manière à la comprimer de plus en plus.

### § III.

#### GÉNÉRALITÉS.

En mettant à part le procédé de lissage un peu primitif employé en Suisse, on voit que les modes d'opération en usage chez les diverses nations semblent différer en plusieurs points : les résultats obtenus n'en présentent pas moins la plus grande analogie.

La perfection du lissage dans les tonnes est, en effet, une fonction directe de quatre éléments principaux : 1° la durée de l'opération ; 2° la vitesse de l'appareil, tant qu'elle reste inférieure à une certaine limite ; 3° la hauteur de la poudre qui presse sur les couches inférieures ; 4° la grosseur des grains. La seule vitesse à considérer est la vitesse à la circonférence qui, en déterminant la rapidité d'éléva-

tion de la poudre, la force à retomber quand elle a acquis une inclinaison plus forte que son talus naturel. Or, si l'on compare la poudre rifle FG avec l'ancienne poudre à fusil française et qu'on rapporte les vitesses à des tonnes de mêmes dimensions, les éléments se grouperont de la manière suivante :

ESPÈCE DE POUDRE.	DURÉE du lissage.	VITESSE de la tonne par minute.	ÉPAISSEUR de la couche de poudre.	GROSSEUR des grains.
Poudre rifle FG. . . . .	5 <sup>h</sup> 1/2	22 tours 1/2	0 <sup>m</sup> ,25	1 <sup>mm</sup> ,26 à 2 <sup>mm</sup> ,10
Poudre à fusil, dite B.	36 <sup>a</sup>	10 tours	0 <sup>m</sup> ,39	0 <sup>mm</sup> ,8 à 1 <sup>mm</sup> ,4

Donc, pour la poudre française, la petitesse du grain et la lenteur de la rotation sont compensées par la durée du lissage et par la pression exercée sur les couches inférieures. Quant à la différence d'aspect extérieur, elle tient moins au lissage proprement dit qu'au mode d'époussetage adopté en Angleterre (p. 316). En général, le lissage court et à grande vitesse, tout en assurant une production considérable, offre peu de garanties au point de vue de la conservation de la forme du grain à l'intérieur de la tonne, et peu de sécurité en raison des chances d'explosion auxquelles il expose : la température de la charge s'élève, en effet, à 50 ou 60°, au lieu de 35 ou 40°, et produit une volatilisation partielle du soufre qui répand dans tout l'atelier une forte odeur sulfureuse.

Nous avons dit que le lissage, détruisant la porosité superficielle de la poudre, en diminue l'hygrométrie, ce qui est une condition favorable à la bonne conservation des produits. La densité réelle augmente avec la durée du lissage, surtout pour des matières contenant plus de 2 ou 3 p. 100 d'humidité. Mais c'est principalement la densité gravimétrique qui s'accroît avec la durée de l'opération, comme le montre le tableau suivant :

DURÉE du lissage.	DENSITÉ gravimétrique.
0 <sup>h</sup>	0,810
4	0,833
8	0,846
20	0,869
25	0,878
30	0,889
42	0,893

La poudre fraîchement préparée et débarrassée de poussier s'enflamme plus facilement avant qu'après lissage, comme l'ont montré des expériences exécutées à Washington et comme l'a fait observer Meyer, dans ses *Vorträge über Artillerie-Technik*, où il rapporte que de la poudre, obtenue par le grenage de galettes, a donné 98 aunes de portée dans le premier cas, et 75 seulement dans le second. Au bout de quelque temps, les rôles sont intervertis, par suite de la différence d'hygrométrie des deux matières : ainsi, après un séjour de 30 ans en magasin, la poudre non lissée ne donnait plus que 36 aunes de portée, tandis que la poudre lissée et conservée 35 ans donnait encore une portée de 42 aunes.

## CHAPITRE V.

## SÉCHAGE.

## § I.

## SÉCHAGE NATUREL.

La poudre qui, au sortir des tonnes, contient encore une trop forte proportion d'humidité, est soumise soit au séchage naturel, soit au séchage artificiel.

Le séchage naturel se fait, comme l'essorage (p. 285), soit à l'air libre, soit dans des ateliers spéciaux : les opérations sont les mêmes, avec cette seule différence qu'on laisse séjourner la poudre sur les draps assez longtemps pour lui laisser perdre le plus d'humidité possible.

En France, les tables de séchage à l'air libre sont formées d'une série de planches légèrement inclinées vers le midi, ayant 2<sup>m</sup>,80 de long sur 0<sup>m</sup>,66 de large et 0<sup>m</sup>,027 d'épaisseur, et maintenues par des lisses en bois qui sont fixées dans des dés en pierre de taille ; les draps sont tirés à l'aide de morceaux de plomb. La poudre est étendue, au moyen d'un râteau en bois, sur une épaisseur variable suivant l'espèce de poudre et qui est, en général, de 0<sup>m</sup>,01 à 0<sup>m</sup>,02 ; puis on la retourne au bout de 1<sup>h</sup> 1/2 à 2<sup>h</sup>.

Si la matière est directement exposée, en été, aux rayons du soleil, 3 à 4<sup>h</sup> suffisent pour le séchage, et le thermomètre plongé dans la poudre marque de 60 à 70°. A l'ombre, l'opération dure environ