

la chasse extrafine. Quant aux débits par heure de travail, pour un grenoir à huit tamis, ils s'élèvent, en moyenne, à 70 ou 80^k de matières pour la poudre F₁, et à 65^k, 45^k et 15^k pour les poudres de chasse fine, superfine et extrafine.

Les matières grenées, ne contenant plus que 2 à 3 p. 100 d'humidité, peuvent être immédiatement envoyées aux tonnes de lissage. Les poussières sont humectées et galetées de nouveau, soit sous les meules, soit à la presse (p. 244 et 246).

c) Grenoir russe.

En Russie, le grenoir se compose de 22 tamis montés sur un cadre en bois articulé avec 3 paires de bielles, qui lui donnent un mouvement de va-et-vient dans le sens vertical et dans le sens horizontal. Chaque guillaume est formé d'une plaque de cuivre percée de trous, et renferme une ou plusieurs boules d'un alliage de plomb et d'étain dont le poids est d'environ 0^k,500; les tamis sont, comme à Spandau, en fils de laiton et en crins. La vitesse de l'appareil est de 72 oscillations par minute. — La matière, concassée et contenant 6 p. 100 d'humidité, est versée dans les tamis à raison de 5^k par guillaume; la durée du grenage est de 15 minutes. On obtient ainsi des grains de 0^{mm},26 à 2^{mm}, principalement destinés à la confection de la poudre d'artillerie. Le rendement de ce grenoir varie de 45 à 50 p. 100.

II. TONNE-GRENOIR.

La tonne-grenoir, appelée encore *écureuil*, consiste en un cylindre formé de deux disques en bois de 1^m,20 de diamètre, réunis par des traverses de 0^m,55 de long; la carcasse ainsi formée est montée sur un arbre en fer et enveloppée de deux toiles métalliques superposées. La toile intérieure est à mailles de 7 à 10^{mm} de côté et sert de guillaume, tandis que la toile extérieure est à la perce de la poudre à canon (2^{mm},5) ou de la poudre à fusil (1^{mm},4), selon l'espèce de poudre à grener. Chacune d'elles est garnie sur sa longueur de deux bandes en cuir percées d'œillets, et se tend fortement sur la carcasse en bois à l'aide de cordes formant lacets et passant sur des crochets en cuivre fixés à l'extérieur: cette disposition donne la facilité d'enlever les toiles à volonté pour les nettoyer. — La matière est brisée par le choc de 50 à 60 gobilles en bois dur de 50 à 60^{mm} de diamètre,

que l'on introduit à l'intérieur de la tonne; un trou de 0^m,40 de diamètre pratiqué dans l'un des fonds, ouvert ou fermé à volonté au moyen d'un disque en bois garni de peau de mouton, sert au chargement de la matière à grener. Le mélange de grains et de poussier, qui s'échappe à travers les mailles des toiles métalliques, s'écoule par une trémie en peau adaptée à la partie inférieure de la cage en bois qui entoure la tonne. Celle-ci peut être mise en mouvement, soit à bras, soit par un moteur mécanique. Dans ce dernier cas, le tamisage des matières se fait mécaniquement sous la tonne, dans un châssis mobile, animé d'un mouvement rapide de va-et-vient.

La tonne tournant avec une vitesse de 28 à 30 révolutions par minute, la galette (p. 242 et 246), préalablement concassée et amenée par l'essorage à l'état où elle peut être grenée, est introduite dans la tonne au moyen d'une main en cuivre par charges successives de 2^k,5 à 3^k: on grene ainsi, par heure, en canon 220^k, et en mousquet 130^k de matières, si la tonne est mue à bras; dans le cas du mouvement mécanique, les débits par heure s'élèvent respectivement à 300^k et 250^k environ. Dans le premier cas, la tine de grains et de poussier est enlevée dès qu'elle est pleine et remplacée par une tine vide; le grain est ensuite épousseté comme à l'ordinaire. — Le rendement de l'appareil est de 40 p. 100 en grains de canon et de 45 p. 100 en grains de mousquet, pour les poudres des pilons; la supériorité du rendement de la poudre à mousquet est compensée par la difficulté et la longueur du grenage. Pour la poudre à canon MC₃₀, qui est triturée sous les meules, le rendement s'élève à 45 p. 100.

La tonne-grenoir est également employée, en France, pour le grenage de la poudre de mine anguleuse, destinée à la confection des cartouches comprimées, et de la poudre de mine fin grain, qui sert à fabriquer les mèches de sûreté. Les matières de mine anguleuse, concassées et contenant environ 4 à 5 p. 100 d'humidité, sont grenées à la perce de 1^{mm},4; ces matières se composent, en général, de grain rond de mine (p. 281), lissé et séché pendant 14 à 16^h dans les tonnes, ou de ternaire de mine (p. 247), humecté de 5 p. 100 d'eau et galeté à la presse. Le tamisage se fait sur une toile métallique à la perce de 0^{mm},65. La tonne renferme 60 gobilles en bois de hêtre de 50 à 55^{mm} de diamètre, et tourne à la vitesse de 30 à 32 tours par minute: elle débite par heure, en moyenne, 170 ou 285^k de matières, suivant que celles-ci proviennent de la tonne de granulation ou de la presse;

les rendements correspondants en bon grain sont de 66 et 47 p. 100. Les poussières sont galetées à la presse et soumis à un nouveau grenage. Quant à la poudre de mine fin grain, dont la galette provient ordinairement des meules, elle est grenée à la perce de 0^m,63.

À l'origine, la tonne n'était garnie que d'une seule toile à la perce convenable, et renfermait 20 gobilles en bois dur de 30 à 40^m de diamètre. On a aussi proposé, pour l'appareil muni d'un guillaume, de remplacer les gobilles en bois par 8 ou 10^t de gobilles en étain de la grosseur d'une balle de fusil : les morceaux de galette trop gros étaient ramenés à l'intérieur du guillaume, par l'effet de la force centrifuge, au moyen d'une rigole en cuivre inclinée, et soumis à un nouveau grenage. Cet appareil, marchant à la vitesse de 30 tours par minute, pouvait grener en 24 heures 100^t de poudre de chasse ou 500^t de poudre de guerre.

III. GRENOIR A CYLINDRES.

a) Grenoirs anglais.

En Angleterre, l'usage des grenoirs à retour a complètement disparu, en 1843, pour faire place à un mode de grenage inventé en 1819 par le colonel Congrève. Dans ce nouveau système, on fait passer la matière entre plusieurs paires de cylindres lisses ou munis de dents, et dont l'écartement varie suivant l'avancement du grenage de la matière et suivant la grosseur du grain à obtenir. Nous insisterons spécialement sur l'appareil de Waltham-Abbey.

Le grenoir de Waltham-Abbey (Pl. V, fig. 2) se compose de deux châssis en bronze qui supportent les cylindres, les tamis et les différents organes des transmissions; toutes ces pièces sont en bronze, les axes seuls sont en fer. Les cylindres, au nombre de huit, sont disposés par paires suivant un axe incliné à 35° environ et à des distances verticales de 0^m,736; leur diamètre est de 0^m,178 et leur longueur de 0^m,762. La première et la deuxième paire, qui sont les plus élevées, ont les dents taillées en pointes de diamant, avec des saillies de 6^m,4 et de 6^m environ; les cylindres sont calés sur leurs axes, de telle sorte que les sommets des dents d'un cylindre correspondent aux creux dans celui qui lui est opposé. Les dents des deux autres paires se terminent, à leur sommet, en forme de tranchant, et ont de 3 à 4^m de saillie; ces deux dernières paires peuvent être remplacées par des cylindres lisses pour le grenage de certaines

poudres, telles que la poudre rifle FG. L'écartement de deux cylindres juxtaposés varie d'une paire à l'autre, et va en diminuant des cylindres supérieurs aux cylindres inférieurs. Dans chaque paire, l'axe de l'un des cylindres est fixe, tandis que l'autre peut à volonté se rapprocher ou s'éloigner, au moyen d'une vis qui fait mouvoir horizontalement son coussinet et qui fixe l'écartement minimum; ce coussinet est divisé verticalement en deux parties, dont une seule est fixe, de sorte que, si un morceau de galette trop dur se présente, le cylindre peut s'écarter en faisant mouvoir la partie mobile, qui n'est retenue que par un contre-poids placé au bas d'un levier articulé. L'écartement minimum des cylindres doit augmenter avec la grosseur des grains à obtenir.

Le mouvement est communiqué directement au cylindre fixe de la première paire, qui le transmet par un engrenage à celui de la deuxième paire, et ainsi de suite; chacun de ceux-ci mène, en outre, le cylindre auquel il est accouplé, au moyen d'un engrenage dont les dents sont assez longues pour permettre les variations de distance des cylindres; toutes les roues ont le même nombre de dents. Sur la face libre de chaque cylindre se trouve un grattoir destiné à enlever la galette adhérente. Enfin, les cylindres sont munis d'un couvercle en cuivre qui empêche les projections de matière pendant le grenage.

Sous chaque paire de cylindres est disposé un tamis, pour conduire à la paire suivante la galette qui n'est pas suffisamment grenée. Ces tamis sont en toile métallique, ordinairement à la perce de 8 mailles par pouce carré (1,24 maille par centimètre carré); leur inclinaison est d'environ 22°. Le grain qui les traverse tombe dans une caisse qui tient toute la longueur de la machine parallèlement au plan des rouleaux, et dans laquelle se trouvent les différents égalisoirs. Dans le cas où l'on ne retire qu'une seule poudre de la même galette, deux égalisoirs maximum et minimum suffisent, et l'on recueille dans trois tines le grain trop gros, le bon grain et le poussier; le grain trop gros est soumis de nouveau à l'action des cylindres. Si l'on veut retirer plusieurs espèces de grains de la même galette, il suffit de mettre dans la caisse longue des égalisoirs en nombre convenable. Les tamis placés entre les cylindres sont réunis à la caisse, qui est suspendue elle-même au bâti en bronze par des tiges articulées, de manière à pouvoir recevoir un mouvement longitudinal alternatif très-rapide, pour faciliter le tamisage et l'écou-

lement des matières : ce mouvement s'obtient au moyen d'une roue lisse, fixée sur le côté de la caisse et folle sur son axe, qui est touchée par les sommets d'une roue polygonale placée sur le châssis et recevant son mouvement des cylindres.

La galette à grener est portée aux cylindres les plus élevés au moyen d'une toile sans fin qui aboutit à la partie supérieure de la paroi verticale d'une trémie qu'on remplit de matière concassée, et dont le fond et une paroi mobile sont soulevés par une corde s'enroulant sur un arbre, lequel est lui-même en relation avec l'une des paires de cylindres. La toile sans fin porte des bandelettes transversales en cuir tous les 10 ou 15 centimètres, pour arrêter la galette qui glisserait en arrière, et elle passe sous de petites valves mobiles autour d'un axe, situées à 0^m,01 ou 0^m,02 au-dessus et destinées à faire glisser les morceaux qui se superposent ou qui se présentent de champ, de manière que la galette n'offre qu'une seule épaisseur aux premiers cylindres. Quand la caisse est arrivée au sommet de sa course, elle agit sur une corde qui désembraye l'arbre et fait mouvoir une sonnette pour prévenir les ouvriers d'arrêter l'appareil. L'autre extrémité de l'arbre met en mouvement très-lentement les caisses qui reçoivent la poudre, afin que celle-ci les remplisse sur toute leur longueur.

La trémie où se place la galette étant au bas de sa course et chargée de 226^k,8 de matières concassées (p. 256), les caisses qui doivent recevoir le grain sont mises en place; les ouvriers se retirent dans un atelier éloigné et protégé contre l'explosion, d'où ils mettent la machine en mouvement. La trémie, alors soulevée progressivement, amène la galette entre la première paire de rouleaux. La vitesse de rotation des cylindres est d'environ 25 tours par minute, et celle que la machine communique à la trémie est telle qu'elle se vide en 25 minutes environ. Le nombre des vibrations du tamis est de 130 à 150 par minute, et la vitesse des caisses qui reçoivent les poudres est réglée pour qu'elles avancent de toute leur longueur pendant la durée d'une opération. Dès que les ouvriers sont avertis par la sonnerie que la trémie s'est vidée, ils entrent pour recueillir les produits du grenage et procéder à un nouveau chargement.

En travail continu, la machine de Waltham-Abbey peut grener de 3 à 4 000^k de galettes par jour. Les rendements sont de 65 à 70 p. 100 pour la poudre Armstrong LGA₁, de 55 p. 100 pour le canon ordi-

naire et de 35 p. 100 seulement pour le mousquet; si l'on retire du poussier les grains qui correspondent aux poudres de chasse fine et superfine, le rendement peut s'élever jusqu'à 70 et 80 p. 100. L'épaisseur de la galette est d'environ 6^{mm} et sa densité de 1,650. La grosseur des grains pour les diverses poudres de guerre est réglée comme il suit par les différentes perces des toiles métalliques qui constituent les égalisoirs :

ESPECE DE POUDRE.	PERCES	
	surégalisoir.	sons-égalisoir.
	millim.	millim.
Poudre à canon Armstrong LGA ₁	6,33	3,17
Poudre à canon ordinaire LG.	3,17	1,58
Poudre rifle FG.	2,10	1,26
Poudre FG.	1,58	0,70
Poudre shell FG.	0,60	0,35

Dans les autres poudreries anglaises, les grenoirs se composent encore de 4 ou 5 paires de cylindres : ceux de la première paire sont en bronze et dentés, les autres sont en zinc et lisses. A Hounslow, les axes de deux cylindres accouplés sont dans un plan incliné en sens inverse du plan général de l'appareil : le cylindre inférieur est fixe et reçoit directement le mouvement; le cylindre supérieur, mené par le premier, a son axe dans un tourillon elliptique à l'intérieur duquel il peut remonter. A Chilworth et à Dartford, les cylindres mobiles sont poussés par un ressort à boudins ou par un levier à contre-poids. La matière est amenée par une toile sans fin ou par un plan incliné, animé de mouvements vibratoires. Le bâti et les engrenages sont en fonte ou en bois. La galette de mine de Dartford, qui provient de la presse à vis (p. 254), a une épaisseur d'environ 0^m,40 et une densité qui varie de 1,850 à 1,900. — Au-dessous des cylindres se trouve un simple tamis qui sépare les grains trop gros, lesquels sont remontés par une noria, et le mélange de bon grain et de poussier, qui est porté à une trémie à quatre tamis. Ce dernier appareil se compose de quatre tamis rectangulaires inclinés, disposés sur les côtés d'une caisse carrée et à des hauteurs différentes; les perces sont de plus en plus fines, à mesure que le grain passe

d'un tamis au tamis suivant par une toile inclinée. Des poches ménagées sur les côtés de la caisse servent à recueillir les grains retenus sur chaque tamis et ceux qui passent au dernier. La caisse est suspendue au plafond par quatre cordes, et reçoit un mouvement circulaire au moyen d'un arbre coudé ou d'un excentrique relié au mécanisme du grenoir.

L'appareil de grenage actuellement employé en Italie, à la poudrerie de Fossano, est identique à celui de Waltham-Abbey; la vitesse des cylindres est de 28 tours et celle du tamis de 200 oscillations par minute. Les matières (p. 258), préalablement essorées pendant 2 ou 3 jours et concassées entre deux cylindres en bronze armés de dents diamantées, ne renferment que 1,50 à 2 p. 100 d'humidité. On peut grener 2 500^k de galettes en 10 heures et recueillir ainsi 53 p. 100 de grains de canon, 25 p. 100 de grains de fusil et 20 p. 100 de poussier. — Le mélange de poudre grenée et de poussier est versé lentement par une trémie sur un tamis incliné, ayant 3^m de long sur 0^m,50 de large, formé de deux toiles métalliques superposées et faisant, au moyen d'un excentrique, 130 à 170 oscillations par minute. On sépare ainsi les grains de canon et de fusil, dont l'humidité est de 1,50 p. 100 et dont la densité gravimétrique varie de 0,820 à 0,840. Cet appareil permet de tamiser 2 000^k en 10 heures.

b) Grenoir américain.

Le grenoir américain se compose de 4 paires de cylindres en bronze juxtaposées, placées dans un même plan horizontal: deux sont dentées, les deux autres sont lisses. Les cylindres antérieurs tournent sur un arbre commun et entraînent au moyen d'engrenages les cylindres d'arrière, qui sont montés sur des arbres spéciaux. Sous chaque paire se trouve un tamis animé d'un mouvement de va-et-vient à l'aide d'un excentrique: le grain trop gros s'échappe sur une plate-forme, d'où il est élevé dans la trémie qui dessert la paire de cylindres voisine; le mélange de bon grain et de poussier tombe sur un second tamis ou sous-égaliseur. Le poussier est recueilli dans des caisses et renvoyé à la presse. Le bon grain tombe dans une auge horizontale dans laquelle deux vis, l'une dextrogyre, l'autre lévogyre, tournent de façon à conduire la poudre dans une trémie centrale, d'où elle tombe dans une caisse située au-dessous du niveau du plancher; elle est ensuite élevée, par une chaîne à

godets, jusqu'à un blutoir situé dans la même usine. — On a cherché à perfectionner encore cet appareil en ajoutant à chaque paire de cylindres un élévateur particulier, qui reçoit les grains trop gros rejetés par chaque tamis et les verse dans la trémie voisine.

Les limites des grosseurs de grains, pour les poudres américaines, sont indiquées dans le tableau suivant :

ESPÈCE DE POUDRE.	MARINE.	ARMÉE.
	millimèt.	millimèt.
Poudre à canon.	3,8 à 2,5	8,9 à 6,3
Poudre à mortier.	2,5 à 1,5	2,5 à 1,5
Poudre à fusil.	1,5 à 1,2	1,5 à 0,8
Poudre pour torpilles.	1,2 à 0,5	» »

c) Grenoir français.

Le grenoir à cylindres français se compose de deux rouleaux en bois de gâac, dont les axes sont dans un même plan horizontal et entre lesquels tombe la matière (p. 246), préalablement concassée et versée dans une trémie; ils ont 0^m,90 de longueur sur 0^m,22 à 0^m,25 de diamètre et font 20 tours par minute. L'un des cylindres reçoit directement le mouvement. L'autre cylindre est entraîné par le frottement; ses deux tourillons sont mobiles dans des coulisses horizontales, et tendent constamment à revenir à leur position initiale par l'action d'une série de plaques de caoutchouc séparées par des plaques de cuivre. On peut fixer, au moyen d'une cale et d'une vis de pression, les limites d'écartement des cylindres, suivant l'espèce de poudre à grener. Un double tamis, placé sous les cylindres et animé d'un mouvement de va-et-vient au moyen d'un excentrique qui lui communique 100 oscillations par minute, permet de séparer le bon grain des grains trop gros, qui sont soumis à un nouveau grenage, et du poussier, qui est repassé aux meules ou à la presse.

Le rendement de cet appareil, pour la poudre à fusil, est sensiblement égal à celui d'un grenoir mécanique à huit tamis; mais son débit est un peu supérieur. En moyenne, un grenoir à cylindres débite par heure 95^k de matières de poudre F₁, avec un rendement de 62 p. 100; employé au concassage des matières de poudres à gros grains (p. 252), il débite 250^k à la perce de 2^m,5 et 300^k à la perce de 7^m.