

on suppose qu'après les premiers instants de l'inflammation, ce mélange se désagrège et se comporte comme une charge de grains ordinaires.

Quant à la *régularité* de la poudre au point de vue de ses effets, elle s'obtient, avec une grande facilité, au moyen de grains moulés; mais on peut également y arriver, d'après Castan, à l'aide d'un galetage et d'un grenage convenables de la matière. Si l'on considère, en effet, le temps que met un grain à brûler, comme ce temps est toujours égal à celui que mettrait à se détruire la sphère inscrite dans sa plus petite dimension, on voit que tous les grains d'une charge se comporteront dans la combustion comme des grains égaux entre eux pourvu qu'ils aient tous leur dimension minimum constante, c'est-à-dire, par exemple, qu'ils proviennent, par un grenage approprié, de galettes ayant pour épaisseur cette dimension minimum. Quant à la loi d'émission des gaz à l'intérieur de la bouche à feu, elle dépend de la surface initiale d'inflammation qui, pour les poudres parallépipédiques à forte densité, restera toujours semblable à elle-même pendant la combustion; elle dépend donc des deux autres dimensions du grain ou du nombre de grains au kilogramme. Si donc, par un grenage régulier, on arrive à obtenir une poudre dont les charges présentent une moyenne constante comme nombre de grains, ce qu'il est facile de réaliser pour des charges aussi considérables que celles des gros calibres, on aura dans la loi de production des gaz une constance comparable à celle que donnerait une charge composée de grains égaux.

## § II.

### POUDRES ORDINAIRES A GROS GRAINS.

#### I. Poudre MAMMOTH.

C'est au général Rodman, de l'artillerie des États-Unis, que revient le mérite d'avoir montré l'influence de la grosseur des grains dans les diverses conditions de tir. Des expériences exécutées, en mai 1859, sur une série d'échantillons de grosseurs différentes conduisirent à ce résultat, que la pression dans l'âme, mesurée par le poinçon Rodman, diminuait à mesure que la grosseur du grain aug-

mentait, et que les vitesses pouvaient en même temps être conservées à l'aide d'un accroissement de charge. Cette conclusion remarquable sert encore aujourd'hui de point de départ pour l'adaptation de la poudre aux pièces des divers calibres.

De nouveaux tirs furent faits dans le canon de 15 pouces (38<sup>m</sup>,4), avec des échantillons dont le plus gros correspondait à une épaisseur moyenne de grains de 20<sup>m</sup>,32. A la suite d'essais moins favorables exécutés sur des grains dont le diamètre allait jusqu'à 76<sup>m</sup>,20, deux types de poudre furent adoptés dans l'artillerie de terre :

1° La *poudre mammoth*, à grains de 15<sup>m</sup>,2 à 22<sup>m</sup>,9, pour le canon de 15 pouces;

2° La *poudre à canon*, à grains de 6<sup>m</sup>,3 à 8<sup>m</sup>,9, pour toute la lourde artillerie SB.

Pour la marine, les grains de poudre mammoth ont 12<sup>m</sup>,7 à 25<sup>m</sup>,4 de diamètre, ceux de poudre rifle 7<sup>m</sup>,6 à 12<sup>m</sup>,7 et ceux de canon 2<sup>m</sup>,5 à 3<sup>m</sup>,8. Pour le 15 pouces et les calibres supérieurs, on a également adopté la poudre hexagonale (p. 362), de 70 à 75 grains à la livre (154 à 165 grains au kil.).

L'ancienne charge du 15 pouces, qui était de 16 à 23<sup>l</sup>, fut d'abord conservée avec les nouvelles poudres, et ce n'est que plus tard qu'elle fut portée à 55<sup>l</sup> et exceptionnellement à 68<sup>l</sup>. Dans ces conditions de tir, la poudre mammoth de la marine doit avoir 110 grains à la livre (242 grains au kil.).

#### II. Poudre PEBBLE.

En Angleterre, depuis 1860, Armstrong se servait pour ses canons d'une poudre dite RLG (*large grained rifle powder*), dont les grains avaient à peu près la grosseur d'une noisette. Cette poudre était lissée à la plombagine dans des tonnes en bois; on surégalisait et sous-égalisait sur des tamis ayant 4 et 8 mailles pour 2<sup>m</sup>,6.

Les premiers essais de poudres à gros grains, fabriquées sur le modèle des poudres américaines, datent de 1865. On obtenait la *poudre pebble* (caillou) en formant des galettes à la presse suivant la méthode ordinaire, en les brisant avec des marteaux en cuivre et tamisant entre les perces de 12<sup>m</sup>,7 et 25<sup>m</sup>,4; on lissait ensuite à la plombagine et l'on soumettait la poudre aux procédés habituels de perfectionnement. Mais on négligea d'abord l'influence de la densité: le premier échantillon, qui avait 1,620, donna des résultats peu

favorables, et l'on parut pendant quelque temps (1865-1869) donner la préférence à la poudre pellet (p. 360). En 1870, grâce à l'emploi du densimètre à mercure, un nouvel échantillon de poudre pebble se montra supérieur aux poudres moulées, et la fabrication en fut définitivement entreprise pour les besoins du service; la grosseur des grains devait être comprise entre  $12^{\text{mm}},7$  et  $15^{\text{mm}},9$ .

A Waltham-Abbey, on substitua aux marteaux de cuivre des couteaux également en cuivre, qui servaient à découper la galette en bandes et celles-ci en cailloux; le déchet se trouvait ainsi sensiblement diminué. On chercha ensuite à effectuer mécaniquement le grenage de la galette en la soumettant successivement à 2 paires de rouleaux cylindriques, qui portaient une série de couteaux dans le sens de leurs génératrices. Dans un autre système, les couteaux étaient respectivement fixés suivant des génératrices et suivant des cercles perpendiculaires à l'axe, de sorte que les bandes découpées par la première paire passaient à la seconde, sur une toile sans fin, sans changer de direction. On essaya enfin de disposer les couteaux en spirale à  $45^\circ$  sur la section droite, l'une des paires agissant à angle droit par rapport à l'autre. Le rendement de ces divers procédés de grenage ne dépassait guère 60 p. 100.

L'appareil adopté en dernier lieu à la poudrerie de Waltham-Abbey et dû au major Morgan (Pl. VI, fig. 4), se compose essentiellement de 2 paires de rouleaux cylindriques placés à des hauteurs différentes, munis de couteaux suivant leurs génératrices et disposés à angle droit: les axes des deux rouleaux supérieurs sont dans un plan horizontal, ceux des rouleaux inférieurs dans un plan vertical. Les bandes découpées par la première paire tombent sur un plancher horizontal placé en dessous, dont la surface est balayée par une série de règles en bois qui se meuvent, à la manière d'une toile sans fin, sur un système de deux poulies. Chaque bande tombe dans l'espace compris entre deux règles de bois et se déplace latéralement sur le plancher; lorsque la première bande arrive à l'extrémité du plancher, elle tombe sur un ruban qui se meut en dessous, à angle droit, et elle est ainsi présentée par un bout à la deuxième paire de rouleaux. En outre, par un dispositif spécial, le plancher est animé d'un mouvement de translation alternatif parallèlement aux règles de bois, de telle sorte que les bandes s'échelonnent régulièrement sur toute la largeur du ruban.

Le type définitif de poudre pebble a. de 158 à 176 grains à la livre;

la grosseur des grains est comprise entre  $13^{\text{mm}}$  et  $17^{\text{mm}}$ ; la densité de la galette étant de 1,800 environ, la densité finale varie de 1,780 à 1,820. On a de plus fabriqué, dans ces derniers temps, des grains de  $38^{\text{mm}},1$  de côté pour les canons de 38, de 81 et de 100 tonnes; on a même mis à l'étude, pour ces deux derniers, des grains de  $50^{\text{mm}},8$ .

Des essais comparatifs, exécutés en Angleterre, ont montré que la poudre pebble donne un peu plus de vitesse et sensiblement moins de pression intérieure que la poudre prismatique prussienne (p. 358). Il faut remarquer, toutefois, que ces expériences ont été faites avec un canon de Woolwich du calibre de  $20^{\text{cm}}$  se chargeant par la bouche; il est donc difficile d'en tirer des conclusions certaines au point de vue du tir dans les pièces se chargeant par la culasse. Pour ces dernières, en effet, la résistance à vaincre, dans les premiers instants de la combustion, s'augmente de tout l'effort nécessaire pour faire pénétrer la ceinture du projectile dans les rayures de l'âme; de là une différence notable dans le mode d'action de la poudre sur le projectile et sur les parois intérieures de la pièce.

### III. POUDRES DE WETTEREN.

En Belgique, on fabrique, depuis 1870, d'après un type d'opérations uniforme, une série de poudres à gros grains dont les dimensions sont respectivement comprises entre  $10^{\text{mm}}$  et  $13^{\text{mm}},13^{\text{mm}}$  et  $16^{\text{mm}},16^{\text{mm}}$  et  $20^{\text{mm}},20^{\text{mm}}$  et  $25^{\text{mm}},25^{\text{mm}}$  et  $30^{\text{mm}}$ . Le dosage de ces poudres est de 75 de salpêtre, 12,5 de soufre et 12,5 de charbon. Les matières sont soumises à des triturations binaires et ternaires dans les tonnes, puis à une trituration peu énergique sous les meules pendant 3 heures à la charge de  $25^{\text{t}}$ ; elles sont déchargées à 6 ou 7 p. 100 d'eau, concassées au maillet et grenées au grenoir à retour à la perce de  $6^{\text{mm}}$ . Le mélange de grains et de poussier est galeté à la presse hydraulique en couches d'épaisseurs variables, suivant l'espèce de poudre à obtenir.

Les galettes sont ébarbées sur une largeur de  $0^{\text{m}},02$  à  $0^{\text{m}},03$ , puis découpées au moyen d'un couteau spécial, consistant en une plaque de bronze rectangulaire dont le côté inférieur est taillé en forme de lame; cette plaque est mobile à l'intérieur d'un cadre vertical et reçoit d'un excentrique un mouvement de haut en bas en même temps qu'un petit déplacement horizontal. Un buttoir permet d'engager sous la lame une largeur déterminée de la galette, qui se trouve ainsi découpée en bandes régulières. Celles-ci tombent

entre deux cylindres à lames circulaires, disposés au-dessous de la table qui porte le couteau et destinés à découper les bandes en cubes. Ce mode de grenage ne réussit que pour des matières très-humides, comme celles de Wetteren; encore le découpage des bandes par les cylindres se fait-il assez irrégulièrement, et l'on a dû, pour cette dernière opération, recourir à l'emploi d'une hachette en bronze.

Un premier tamisage, effectué sur des toiles métalliques ou sur des tamis en zinc, sépare le poussier et les grains trop petits ou trop gros. La poudre est ensuite lissée pendant 3 heures dans des tonnes de 1<sup>m</sup>,50 de diamètre, à la vitesse de 6 à 10 tours par minute; pour les grains de 13 à 16<sup>mm</sup>, on humecte un peu la matière, de manière à porter son humidité à 7 ou 8 p. 100 environ, puis on ajoute du poussier à peu près dans la proportion de 1/12 du poids de la poudre, opération qui diminue la densité moyenne et paraît devoir être une cause d'irrégularités. On procède alors au séchage à l'étuve, pendant 3 jours, à la température de 45 à 50°; la matière abandonne presque toute son humidité et se couvre d'efflorescences salpêtrées. Aussi doit-on recourir à un second lissage pour rendre aux grains leur couleur noire; ceux dont les dimensions sont supérieures à 16 ou à 20<sup>mm</sup> doivent même être lissés avec addition de plombagine. La poudre est enfin soumise à un dernier tamisage, et l'on procède, en outre, pour les grains de 20 à 25<sup>mm</sup> et pour ceux de 25 à 30<sup>mm</sup>, à une visite minutieuse, dans laquelle on retire à la main les grains dont la forme arrondie accuse une densité trop faible; les matières perfectionnées sont mélangées méthodiquement dans une série de caisses en bois ou de bacs, pour former des lots de 12 000<sup>k</sup>.

Il résulte des épreuves de résistance exécutées à la fonderie de Ruelle et des épreuves de tir de la Commission de Gâvre, que les poudres de Wetteren sont généralement plus brisantes, à égalité de vitesse, que les poudres de même espèce actuellement fabriquées en France. On voit, en effet, d'après ce qui précède, que le mélange des composants doit être peu intime, ce qui diminue probablement à la fois la vitesse de combustion et la force de la poudre: on est ainsi amené à augmenter la première en réalisant des densités plus faibles, et, pour retrouver les effets des poudres plus fortes et à combustion plus vive, on est encore obligé de diminuer les dimensions extérieures du grain. On obtient alors des poudres qui, pour une même vitesse, donnent des pressions maxima généralement plus élevées que celles des poudres mieux triturées, mais à grains plus denses et plus gros.

## IV. POUDRES FRANÇAISES.

En France, les poudres à gros grains dont la fabrication est aujourd'hui réglementaire sont désignées sous les noms de poudres C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, SP<sub>1</sub>, SP<sub>2</sub>. Elles sont au dosage anglais (75 de salpêtre, 10 de soufre, 15 de charbon); le procédé général de fabrication est celui des meules et presses.

Les matières sont d'abord soumises à des triturations simples ou binaires dans les tonnes (p. 237), puis triturées sous les meules pendant 2<sup>m</sup> 1/2, chargement et déchargement compris, et retirées à 3 p. 100 d'humidité; on peut, au besoin, faire varier la force de la poudre en modifiant la durée de cette trituration. Les compositions neuves et les poussières sont alors mélangés dans les proportions du rendement, pour être repassés sous les meules pendant 1/2 heure; on arrose la matière et on la retire entre 3 et 3,5 p. 100 d'humidité (p. 250). On la concasse et on la grène au grenoir à retour ou au grenoir à cylindres, avec une seule toile à la perce de 2<sup>mm</sup>,5 pour les poudres C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> et SP<sub>1</sub>, et de 7<sup>mm</sup> pour la poudre SP<sub>2</sub> (p. 252). Le mélange de grains et de poussier est porté à la presse hydraulique, où on le comprime en galettes ayant 1,700 à 1,720 de densité avec 6<sup>mm</sup>,5 d'épaisseur moyenne, pour la poudre C<sub>1</sub>, 1,750 à 1,765 de densité avec 10<sup>mm</sup> d'épaisseur, pour la poudre SP<sub>1</sub>, et, pour la poudre SP<sub>2</sub>, 1,765 à 1,785 de densité avec 12<sup>mm</sup>,8 d'épaisseur (p. 257).

Le grenage de la poudre C<sub>1</sub> s'effectue à l'aide de maillets en bois de 0<sup>m</sup>,12 de côté, dont la face inférieure est garnie de pointes de laiton, faisant saillie de 10<sup>mm</sup> et placées à 15<sup>mm</sup> d'intervalle. On concasse la matière sur des tables en bois de cormier, formées de plaques de 0<sup>m</sup>,25 de large sur 0<sup>m</sup>,40 de long et 0<sup>m</sup>,04 d'épaisseur; ces plaques sont percées de trous coniques, espacés de 0<sup>m</sup>,02 d'axe en axe, dont le diamètre supérieur est de 11<sup>mm</sup>,5 et le diamètre inférieur de 15<sup>mm</sup>. Le mélange de grains et de poussier est conduit par une trémie dans des tines placées en dessous, et sous-égalisé à la perce de 8<sup>mm</sup> (p. 288). Le lissage dure de 12 à 16 heures (p. 292), et le séchage 12 heures en moyenne; la matière est enfin soumise à un second sous-égalisation à la perce de 8<sup>mm</sup> (p. 314). L'épaisseur des grains doit être comprise entre 6<sup>mm</sup>,2 et 6<sup>mm</sup>,8, le nombre de grains au kilogramme entre 1,600 et 1,900, et la densité réelle entre 1,735 et 1,755.

Le grenage de la poudre SP<sub>2</sub> se fait, en général, au moyen du cou-