

lance, après avoir brossé et essuyé toutes les parties extérieures. On fait écouler le mercure par les robinets *p*, *q*, on dévisse les chapeaux, on enlève les diaphragmes et l'on essuie toutes les parties du vase; on ouvre enfin *r* pour faire écouler le mercure resté dans le tube. — On remet en place le diaphragme et le chapeau inférieurs, on introduit dans l'œuf l'une des pesées de 100^{er} de poudre, et l'on monte complètement l'appareil. On fait le vide; quand le mercure a cessé de monter, on ferme *r* et l'on rend l'air à la partie supérieure du tube. On fait de nouveau le vide, on ouvre puis on referme *r*, on rend l'air une seconde fois, et l'on procède à la pesée comme dans la première opération. On fait écouler le mercure, on dévisse les chapeaux, on retire la poudre, on essuie toutes les parties du vase, et l'on vide le tube barométrique.

Si l'on désigne par :

a le poids de poudre sur lequel on a opéré,

D la densité du mercure à la température moyenne de la séance d'épreuve,

P le poids de l'œuf plein de mercure, qui est la moyenne de 3 déterminations faites au commencement, au milieu et à la fin de chaque séance d'épreuve, en ayant soin de prendre note des températures correspondantes du mercure,

P' le poids de l'œuf plein de poudre et de mercure, qui est la moyenne de 3 déterminations pour une même poudre,

d le poids spécifique cherché de la poudre,
on aura :

$$d = \frac{aD}{P - P' + a}$$

Le principe sur lequel repose la méthode de Bianchi et qui consiste à forcer le mercure à pénétrer dans les interstices des grains, d'abord par aspiration, puis par compression, avait été en partie indiqué par Maguin dès 1838. Un vase, auquel étaient adaptés deux longs tubes de verre s'élevant verticalement, était pesé plein de mercure; on le vidait, on y plaçait la poudre, et l'on achevait de le remplir avec du mercure, qui devait s'élever dans les tubes à la même hauteur que dans la première opération; puis on pesait de nouveau. En opérant sous différentes pressions avec un appareil qui contenait 800^{er} de poudre et pesait 20^g quand il était plein de mercure, on a obtenu, à la poudrerie de Metz, les résultats suivants :

ESPÈCE DE POUDRE.	DENSITÉS OBTENUES en opérant sous les pressions suivantes, exprimées en hauteurs de mercure		
	0 ^m .50.	0 ^m .70.	1 ^m .00.
Grains de mousquet (densité de la galette = 1,483).	1,464	1,477	1,479
Poudre des pilons lissée, battage de 24 ^h	1,615	1,619	1,622
Poudre des meules, charbon noir.	1,687	1,692	1,692
Poudre des meules, charbon roux, lissée.	1,772	1,792	1,796
Poudre superfine d'Allemagne.	1,588	1,594	1,595

En prenant ainsi la densité sous des pressions croissantes, on peut calculer l'erreur qui résulte de la présence d'une certaine quantité d'air entre les grains. D'après Maguin, les densités obtenues pour les poudres de mine et à canon (1,421 et 1,510) ne sont susceptibles que de légères corrections; mais celles des poudres à mousquet, de chasse fine et de poudre royale, qu'on trouve de 1,540, 1,664 et 1,776, deviennent respectivement 1,567, 1,819 et 1,891, quand elles sont corrigées.

III. GÉNÉRALITÉS.

2) Comparaison des densités gravimétrique et réelle.

Le tableau suivant indique les densités gravimétrique et réelle de poudres d'origine et de fabrication différentes; les densités gravimétriques ont été prises par le procédé allemand, et les densités réelles par la méthode de l'immersion rapide dans l'alcool.

DÉSIGNATION DE LA POUDRE.	DENSITÉS		
	gravimétrique.	réelle.	
Poudres à gros grains	hollandaise ordinaire.	0,912	1,87
	autrichienne.	0,975	1,72
	du Bouchet (anguleuse).	0,856	1,56
	d'Ettingen.	0,856	1,56
	de Hounslow (anguleuse).	0,863	1,63
Poudres à canon.	de Danemark.	0,871	1,72
	de Berne (n° 6).	0,884	1,67
	de Neisse (poudre ordinaire).	0,909	1,77
	de Berlin (nouvelle fabrication).	0,909	1,63
	de Neisse (nouvelle fabrication).	0,909	1,67
	de Russie (poudre ordinaire).	0,914	1,56
	de Danemark (poudre ronde).	0,953	1,72
Poudres à fusil.	de Danemark (anguleuse).	0,863	1,77
	de Hounslow.	0,894	1,72
	de Berlin (nouvelle fabrication).	0,909	1,63
	de Berne (n° 4).	0,919	1,67
Poudres de chasse.	de Munich (anguleuse).	0,939	1,82
	du Bouchet.	0,898	1,87
	de Berlin (ancienne fabrication).	0,939	1,77

On voit qu'il n'y a pas de relation entre la densité gravimétrique et le poids spécifique d'une poudre : des poudres ayant même poids spécifique ont, en général, des densités gravimétriques différentes. Ces deux éléments caractéristiques sont donc distincts.

Le poids spécifique peut donner une idée de la qualité des matières premières, de la valeur de la trituration et du mode de galetage. La densité gravimétrique dépend, en outre, de la grosseur et de la forme des grains, de la nature et de la durée du lissage, enfin de la proportion de grains fins ou de poussier. Elle agit principalement sur la vitesse d'inflammation de la matière, tandis que le poids spécifique exerce une influence sensible sur la vitesse de combustion du grain et sur la bonne conservation de la poudre.

b) Action de l'humidité.

Une poudre exposée à l'air et à l'humidité absorbe de la vapeur

d'eau, se gonfle et perd de la densité, et cela d'autant plus, d'après Piobert, que la matière primitive était elle-même plus dense. En voici deux exemples assez concluants.

1° Poudre des pilons, peu dense et, par suite, peu altérée par l'humidité :

Densité de la poudre après la fabrication, séchée au soleil.	1,510
— après 4 mois de séjour dans un vase ouvert, séchée.	1,485
— après 15 jours d'exposition à l'air humide (absorption de 14,7 p. 100 d'eau), séchée.	1,510
— après 1 mois d'exposition à l'air humide (absorption de 23,5 p. 100 d'eau).	diminuée de 1/9.

2° Poudre des meules, assez dense et, par suite, détériorée par l'action de l'humidité :

Densité de la poudre après la fabrication, séchée au soleil.	1,730
— après 1 an de séjour en magasin, séchée au soleil.	1,700
— après 4 mois de séjour dans un vase ouvert, séchée.	1,633
— après 15 jours d'exposition à l'air humide (absorption de 18,8 p. 100 d'eau), augmentation de volume de 1/5.	1,433

Ainsi, les poudres très-denses ne paraissent pas susceptibles de conserver longtemps leur densité, à moins d'être placées, comme les poudres de chasse, dans des vases hermétiquement clos. On peut, en effet, remarquer que, plus un grain de poudre sera poreux, plus il sera susceptible d'absorber une quantité déterminée d'humidité sans que l'eau introduite en altère la constitution et force le salpêtre à s'effleurir. Si les pores n'ont pas un volume suffisant, le grain se gonfle sans pouvoir revenir à sa forme primitive à la suite d'un séchage : il y a donc diminution de densité et désorganisation de la matière. D'un autre côté, une trop faible densité donne des grains très-friables qui se brisent par les chocs, en produisant des quantités de poussier souvent considérables. Une densité trop forte ou trop faible est donc incompatible avec la bonne conservation des poudres.

c) Influence des procédés de fabrication.

En général, la densité de la matière obtenue par un procédé de fabrication déterminé dépend de l'énergie de la trituration et du galetage, ainsi que de la quantité d'eau que possèdent les compositions pendant le cours de l'opération et au déchargement. Une forte trituration, faite sur des matières humides, un galetage lent et

sous pression élevée augmentent le rapprochement des particules constituantes et, par suite, la densité de la poudre, tandis qu'une proportion d'eau notable au déchargement augmente la porosité et diminue le poids spécifique.

Le procédé des pilons ne peut jamais donner que de faibles densités. La matière sortant des mortiers pour être grenée en guerre contient, en effet, de 8 à 9 p. 100 d'eau; sa densité réelle ne peut que rarement dépasser 1,600 et tombe quelquefois au-dessous de 1,500. Les poudres des pilons ne peuvent donc être défavorables au service que par défaut de densité des grains.

Dans la fabrication des poudres par les meules, les matières n'ont que 2 à 3,5 p. 100 d'eau au déchargement, et l'on peut obtenir des densités relatives très-élevées, surtout par une trituration prolongée (p. 227). Le procédé des meules donne donc, en général, de très-fortes densités aux poudres, et c'est plutôt par excès que par défaut de densité que les produits de cette fabrication peuvent ne pas convenir au service de guerre, tandis que ce procédé peut être éminemment propre à donner les qualités que l'on recherche dans les poudres de chasse.

Dans la fabrication des poudres par les tonnes et presses, la quantité d'humidité peut varier de 3 à 11 p. 100 : la composition peut être comprimée plus ou moins et donner des grains de toutes densités, depuis les plus faibles jusqu'aux plus fortes. Dans des essais faits avec une tonne ordinaire, Lefebvre a obtenu, après une trituration de 16^h, des gâteaux d'une densité de 2,042, presque égale à celle du salpêtre en neige ou fondu.

Dans la fabrication de la poudre ronde par le procédé de Champy, on peut arriver à former des grains d'une assez grande densité (1,850 environ).

§ V.

HUMIDITÉ ET HYGROMÉTRICITÉ.

I. GÉNÉRALITÉS.

a) Influence sur les propriétés physiques.

La poudre possède la propriété d'absorber l'humidité dans des proportions variables et sous certaines influences que nous indique-

rons plus loin (p. 423). Dès que l'eau pénètre dans le grain, elle fait effleurir le salpêtre et altère l'intimité du mélange; si la proportion d'eau absorbée augmente, le grain enfle, devient moins dense, et finalement se déforme et tombe en bouillie.

Tant que la surface du grain ne présente pas de petites aspérités blanchâtres, qui sont des cristaux de salpêtre effleuri, la matière n'est pas désorganisée, et l'on peut lui rendre ses propriétés balistiques en la faisant sécher lentement, avant qu'elle soit arrivée à ce point d'altération; seulement la densité et la dureté du grain se trouvent un peu diminuées.

Si le salpêtre s'est effleuri, l'uniformité du mélange des composants est détruite, et la matière ne peut reprendre par le séchage ni sa densité, ni sa force balistique : la poudre est alors avariée, et il ne reste plus, pour l'utiliser, qu'à la rebattre comme matière première ou à en extraire le salpêtre par un lessivage spécial (p. 412).

b) Influence sur les propriétés balistiques.

L'humidité du grain a pour effet de diminuer les portées et les vitesses des projectiles, ainsi que les pressions exercées par les gaz de la poudre dans l'âme des bouches à feu.

Nous avons vu (p. 419) qu'une poudre paraît se détériorer d'autant plus rapidement par l'action de l'humidité qu'elle a une densité plus forte : les propriétés balistiques devront donc être d'autant plus altérées que la matière sera plus dense. Ainsi, d'après Piobert, une poudre dense des meules exposée pendant 11 jours, puis pendant 20 jours à l'air humide, perd de 38 à 42 p. 100 de sa vitesse dans le premier cas, et de 75 à 78 p. 100 dans le second, la perte après séchage étant encore de 1/8 et de 1/4, tandis que les poudres des tonnes et des pilons, de densité ordinaire, ne perdent dans les mêmes circonstances que 16 et 23 p. 100 de leur vitesse et recouvrent leur force balistique par un séchage ultérieur.

Il a été démontré par des expériences récentes qu'on peut augmenter la force d'une poudre en lui donnant de l'humidité, puis en la soumettant à un nouveau séchage. Des essais au fusil-pendule, exécutés à Washington, avaient déjà prouvé que les différences de vitesse ainsi obtenues entre la poudre primitive et la poudre manipulée étaient d'autant plus faibles que les grains étaient plus poreux, ce qui concorde avec les exemples cités par Piobert. — Des expériences postérieures, faites à la poudrerie de Spandau, ont