

aux irrégularités de vitesse du ventilateur, ainsi qu'aux incertitudes inhérentes à la lecture du manomètre et au tracé des courbes graphiques. Il suppose, en outre, qu'au moment où la pression normale se trouverait réalisée par une ouverture convenable des portes mobiles, la quantité d'air sortant par ces portes serait précisément égale à celle qui traverserait la couche de poudre dans les mêmes circonstances de vitesse et de pression : cette hypothèse paraît justifiée dans les conditions des expériences d'Angoulême. On s'était d'ailleurs assuré que les pressions au point repère, pour une même vitesse du ventilateur, ne variaient pas avec la manière dont les portes mobiles étaient partiellement ouvertes, mais seulement avec la surface totale de l'ouverture.

B. Appareils et opérations.

a) En France et en Italie.

Les appareils de séchage de la poudrerie de Sévran comprennent trois parties distinctes : la sécherie proprement dite, le ventilateur et la chaufferie.

La sécherie se compose d'une caisse rectangulaire, surmontée d'une table recevant la poudre et inclinée d'arrière en avant, dont la largeur, commandée par la nécessité de se prêter facilement aux chargements et aux déchargements, est en général de 2^m; l'intérieur de la caisse est vide et les parois en sont doublées de feuilles de plomb. Cette caisse est formée d'une double paroi verticale en planches de 0^m,03, assemblées à rainures et languettes, supportées à leur extrémité inférieure par un cadre en chêne, et coiffées à leur partie supérieure par un chapeau également en chêne qui règne sur tout le pourtour de la caisse et au-dessous duquel sont percées, du côté de la devanture de l'usine, quatre ouvertures pour les déchargements; quatre autres ouvertures, munies de registres en cuivre, permettent de donner accès à l'air chaud du calorifère. Un intervalle vide de 0^m,08 de largeur, destiné à s'opposer au refroidissement, est ménagé entre les deux parois, dans lesquelles est pratiquée, sur la face antérieure, une ouverture fermée par une double porte donnant accès à l'intérieur pour les nettoyages. — La table de séchage est formée par une toile forte, mais cependant perméable à l'air, qui est maintenue contre les parois de la caisse au moyen de liteaux en bois de 0^m,04 de hauteur sur 0^m,025 d'épaisseur; ces liteaux se logent dans la saillie du chapeau sur les parois, contre lesquelles ils sont serrés

par 36 boulons en cuivre qui traversent la double enveloppe et reçoivent leurs écrous à l'extérieur. La toile, qui a 10^m de surface, repose sur une série de fils de laiton parallèles, de 5^{mm} de diamètre, tendus dans le sens de la largeur de la caisse, à une distance de 0^m,05 l'un de l'autre; ces fils sont rivés, à leurs extrémités opposées, dans deux tringles en bronze tirées en sens inverse au moyen de boulons qui traversent les deux enveloppes et dont les têtes sont encastrées dans l'enveloppe extérieure : un espace de 0^m,025 est ménagé, au moment de la mise en place, entre les tringles et la paroi voisine de la caisse, de manière à permettre de remédier, en serrant les écrous, à l'allongement des fils sous le poids de la couche de poudre. Une autre série de fils, disposés dans le sens de la longueur de la caisse, à 0^m,10 les uns des autres, au-dessous des premiers, sert à maintenir leur écartement au moyen d'un petit fil de laiton qui relie les fils transversaux et longitudinaux aux points de croisement. Les premiers fils sont supportés, chacun en trois points, par des lames en bois de 0^m,12 de hauteur sur 0^m,02 d'épaisseur, posées sur champ, lesquelles reposent dans des supports en cuivre fixés sur des chevalets en bois. — Le chargement s'opère en versant la poudre à la partie supérieure de la toile et en l'étalant en couche régulière à l'aide d'un râteau; les ouvertures qui servent au déchargement peuvent être munies de manches en cuir, afin d'éviter le répandage du poussier. La charge d'une table par mètre carré et la durée du séchage varient, pour un même appareil et dans des conditions atmosphériques identiques, avec la nature de la poudre à sécher (p. 291-292). Les principaux éléments de l'opération sont résumés dans le tableau suivant :

ESPECE DE POUDRE.	SÉCHAGE par mètre carré de table.			QUANTITÉ de poudre séchée par mètre carré de table	
	Charge.	Épaisseur de la couche.	Durée de l'opération.	en 1 heure.	en 14 heures.
Poudre de mine ordinaire.	200 ^k	0 ^m ,210 à 0 ^m ,230	7 ^h ,0 à 8 ^h ,0	25 ^k	350 ^k
Poudres de guerre ordinaires.	40 à 45	0,050 à 0,060	3,0 à 4,0	10 à 15	140 à 210
Poudres de chasse	fine . . .	30 à 45	0,035 à 0,050	3,5	9 à 13
	superfine. extrafine.	25	0,030	3,5	7
				126 à 182	98

Le ventilateur est destiné à donner à l'air une pression suffisante pour lui permettre de traverser la couche de poudre. Il doit fournir, en général, 80 litres d'air par seconde et par mètre carré de surface de table, soit, pour 2 tables de 10^m chacune, 1 600 litres par seconde : les ailettes ont 0^m,52 de long sur 0^m,19 de large, et le diamètre de la circonférence décrite par un point de leurs extrémités est de 1^m,10; la vitesse varie de 600 à 800 tours par minute. La pression sous la table dépasse rarement 6 à 7^{mm} d'eau; pour de trop grandes vitesses, dans le cas des poudres à fins grains, la masse finit par se boursouffler. Le ventilateur, installé dans un cabinet attenant à l'atelier de séchage, est mis en mouvement par une petite machine de la force de 4 chevaux, dont la vapeur d'échappement sert à échauffer l'air chassé sous la table.

La chaufferie se compose (Pl. VI, fig. 1) d'une grande caisse rectangulaire en tôle; ouverte en haut et communiquant à sa partie inférieure, au moyen d'une buse en tôle, avec le conduit d'air de la sécherie. Cette caisse, dont la face antérieure est mobile, est enfermée dans une armoire à la partie inférieure de laquelle arrive l'air froid chassé par le ventilateur, et contient, pour chaque calorifère, 14 rangées verticales de serpentins en fer de 0^m,05 de diamètre, débouchant, en haut, dans une boîte carrée en fonte qui distribue également la vapeur à chacune d'elles et, en bas, dans une deuxième boîte semblable où arrivent l'eau condensée et, au besoin, la vapeur excédante; l'appareil est à dilatation libre dans tous les sens. Le fond de la caisse reçoit l'orifice du tuyau d'échappement de l'air chaud, lequel se recourbe pour aller s'enfoncer dans le mur latéral de l'usine, où il est prolongé par un tuyau en maçonnerie de 7^m,50 de longueur sur 0^m,40 de hauteur, qui suit, au-dessous du plancher, la paroi antérieure du séchoir. L'air froid monte jusqu'à la partie supérieure de la caisse, dans laquelle il pénètre pour s'échauffer au contact des serpentins et passer, de là, sous les tables de séchage. La surface de chauffe de l'appareil, correspondant à 1^m de table, est de 5^m environ; la température de l'air est de 56°, le ventilateur faisant 700 tours par minute.

Dans la plupart des séchoirs à vapeur anciennement construits, on avait, sous des formes diverses, installé l'appareil de chauffage directement dans la caisse de séchage, au-dessous même de la toile : cet appareil comprenait 2 ou 3 rangées de tubes en cuivre, placés horizontalement ou suivant la pente de la table, dans lesquels cir-

culait la vapeur. On utilisait ainsi une partie de la chaleur rayonnante des tuyaux, mais les réparations devenaient difficiles et même dangereuses. La vapeur était produite, à 1^{atm},1 ou 1^{atm},2 de pression, par une ou deux chaudières placées dans un atelier isolé à 50 ou 60^m de l'usine.

Les séchoirs italiens sont analogues aux séchoirs français. Le ventilateur fait 800 tours par minute et envoie 40 000^m d'air en 10^h. La table de la sécherie, qui a 15^m de surface, est surmontée d'une cage fermée de 2^m environ de hauteur, à la partie supérieure de laquelle était autrefois installé un petit ventilateur destiné à l'extraction de l'air chargé d'humidité; des thermomètres, placés sur les parois de la caisse et dans la couche de poudre, permettent de suivre les variations de température. — La sécherie est chargée une fois par jour : la poudre (p. 292), étendue en couche de 0^m,07 d'épaisseur, s'échauffe graduellement, en 5 ou 6^h, jusqu'à 46°; on laisse alors tomber le feu, et la poudre se refroidit lentement pendant 6^h. La charge d'une table est de 1000^k; le charbon dépensé varie de 5 à 6 p. 100 du poids de la poudre sèche. La matière se trouve ramenée, par l'opération du séchage, de 1,25 environ à 0,5 p. 100 d'humidité.

Quel que soit le mode de séchage adopté, il est évident que l'air chargé de vapeur d'eau doit s'échapper, soit par un tuyau de cheminée spécial, soit par des événements, soit par la porte ou par les fenêtres de l'atelier, que l'on a soin d'ouvrir de temps en temps.

b) En Allemagne et en Russie.

Les appareils employés en Allemagne diffèrent peu des précédents. Ils se composent d'une caisse en bois inclinée, ayant environ 3^m,50 de long sur 1^m de large : le bord supérieur est muni d'un châssis en bois, dans la feuillure duquel s'engage un cadre garni d'un treillis en fils de laiton; sur ce treillis sont tendues des toiles où l'on verse la poudre. La charge d'une table est d'environ 75^k. A l'intérieur de la caisse se trouvent plusieurs gros cylindres creux en cuivre, ayant 0^m,32 de diamètre sur 1^m,35 de longueur et communiquant avec une chaudière qui les maintient constamment remplis de vapeur chaude; chacun de ces cylindres renferme une série de petits tubes de 0^m,05 de diamètre, ouverts aux deux bouts, à travers lesquels passe l'air froid chassé par le ventilateur. Cet air s'échauffe à l'aide de la chaleur dégagée par la condensation de la vapeur : des robinets placés à l'entrée de l'usine servent à régler l'arrivée de la

vapeur, de manière que la température de l'air ne dépasse pas 60°.

Les séchoirs russes sont semblables aux appareils allemands.

La poudre (p. 292-293) est étendue sur la table en couches de 0^m,01 à 0^m,02; elle est constamment remuée au moyen de râtaux. Lorsqu'au sortir des tonnes de lissage la matière ne renferme pas plus de 1,50 p. 100 d'humidité, l'opération entière du séchage est habituellement terminée au bout de 5 quarts d'heure; on fait l'épreuve de dessiccation sur 100^g, qu'on porte au bain-marie et qu'on soumet à plusieurs pesées consécutives. Quand ces pesées n'accusent plus de différence, on laisse refroidir la poudre, on la verse dans des fines et on la porte à l'appareil d'époussetage (p. 314).

c) En Angleterre.

En Angleterre, le séchage artificiel est, en raison du climat, le seul employé. Le séchoir se compose d'un bâtiment carré, chauffé à l'intérieur au moyen de tuyaux, alimentés d'eau chaude ou de vapeur par une chaudière qui se trouve dans un abri distant de 30 ou 40^m. On y apporte la poudre (p. 293) étalée sur des plaques de cuivre ou mieux sur des toiles tendues sur des cadres en bois, lesquels se glissent dans les rainures d'étagères qui remplissent la chambre sur une grande hauteur, en laissant entre elles un passage suffisant pour les opérations du chargement et du déchargement. On peut ainsi placer, à Waltham-Abbey, 2 177^k de poudre dans un seul bâtiment, ce qui est le maximum toléré par la loi. La sécherie une fois chargée, la température de l'eau est graduellement élevée, pendant quelques heures, jusqu'à ce que celle de l'air de la chambre atteigne 50 ou 55°; on chauffe ainsi 18^h en tout et on laisse refroidir la poudre dans la chambre même, de sorte qu'une séchée demande environ 24^h. On ouvre de temps en temps les événements placés à la partie inférieure et au faite de l'atelier.

L'emploi de l'eau chaude pour échauffer l'air ne paraît pas présenter d'avantage sur celui de la vapeur d'eau. Il faut, en effet, pour porter l'air à la même température, disposer d'une masse liquide considérable, que l'on est forcé d'échauffer et de mettre en circulation à chaque interruption de marche.

Le séchage dans les étuves exige une main-d'œuvre considérable, et l'échauffement de l'air est loin d'être aussi régulier que dans les systèmes précédemment décrits; mais la dessiccation s'y fait beaucoup plus lentement et, par suite, avec moins de chances d'altération

de la matière, surtout si celle-ci contenait avant séchage plus de 3 à 4 p. 100 d'humidité. Sous ces réserves, l'emploi des sécheries à ventilateur est à la fois plus simple, plus rapide et plus économique que celui des étuves anglaises.

III. SÉCHAGE A L'AIR FROID.

Ce procédé consiste à faire passer de l'air atmosphérique ordinaire dans une ou plusieurs chambres contenant de la chaux vive ou du chlorure de calcium et à l'envoyer, de là, sous les tables de séchage à l'aide d'un ventilateur. L'air arrive par la partie supérieure des chambres et traverse successivement plusieurs couches de matière desséchante.

Cette méthode ne doit être employée que si la chaux ou le chlorure sont à bon marché et d'une utilisation facile; en outre, elle est longue et consomme beaucoup de force motrice. Mais elle peut, dans certains cas, présenter de réels avantages au point de vue de l'influence du mode de séchage sur la constitution de la poudre. Il résulte d'expériences exécutées à la poudrerie du Bouchet que des grains de poudre prismatique, contenant environ 5 p. 100 d'humidité au moment du séchage, se couvraient d'efflorescences salpêtrées, soit par l'action d'une ventilation à l'air chaud, soit par un essorage à l'air libre; la ventilation à l'air froid donnait seule des résultats satisfaisants: l'eau évaporée à basse température ne dissolvait alors qu'une quantité de salpêtre insuffisante pour produire une efflorescence sensible.

On se contente assez souvent d'envoyer sous les tables de l'air froid non desséché, en augmentant la pression du courant gazeux. On peut ainsi ramener les poudres de mine, par un séchage de 24 à 30^h, à une humidité de 1 à 1,50 p. 100: dans ce cas, le débit du ventilateur peut être porté à 120' d'air par seconde et par mètre carré de table, avec une pression de 11 à 12^{mm} d'eau. Mais ce mode d'opérer ne paraît applicable ni aux poudres ordinaires de guerre ou de chasse, qui pourraient se volatiliser ou se boursoufler, ni aux poudres denses à gros grains renfermant 2 ou 3 p. 100 d'humidité, qui ne sont qu'imparfaitement desséchées.

IV. SÉCHAGE DANS LE VIDE.

Outre la désagrégation possible de la matière, les procédés de séchage par ventilation ont l'inconvénient d'amener des poussières à la surface des grains et de détruire en partie l'effet du lissage : Lavelle a proposé de sécher la poudre dans le vide à la température ordinaire, en la plaçant sous la cloche de la machine pneumatique. La matière conserve ainsi son aspect. De plus, la variation de densité des grains est sensiblement plus faible : une poudre desséchée 29 fois varie de densité dans le rapport de 323 à 253, quand on la soumet à la ventilation à l'air chaud, et dans le rapport de 323 à 309, quand on l'expose dans le vide ; cette conclusion est confirmée par la diminution de force balistique qui se produit dans le second cas.

Ce dernier avantage est, dans la pratique, de peu d'importance, car, en général, on ne sèche les poudres qu'une ou deux fois au plus. En outre, la manœuvre de la machine pneumatique exige une force motrice de 12 chevaux, tandis que 2 ou 3 suffisent pour le ventilateur.

CHAPITRE VI.

ÉPOUSSETAGE, ASSORTISSAGE ET ÉGALISAGE.

Les opérations du lissage et du séchage déterminent une production de poussier, en quantité variable suivant la nature de la poudre, dont on débarrasse les matières par un époussetage ; il se forme, de plus, une certaine proportion d'écailles ou d'agglomérations, qu'on élimine par un surégalisage. Il se produit enfin, par le fait du lissage, divers changements dans la forme et dans la grosseur des grains, qui rendent nécessaire un égalisage ou un assortissage définitif de la poudre.

§ I.

ÉPOUSSETAGE.

I. EN FRANCE.

On se sert, en France, pour l'époussetage des poudres séchées (p. 307), de tamis de peau, de zinc, de crins ou de soie, mus mécaniquement ou à la main, et dont les perces sont déterminées d'après la limite inférieure des grosseurs de grains que l'on veut obtenir.

La poudre de chasse fine est époussetée, après surégalisage (p. 317), avec la perce en soie n° 8, les poudres de chasse superfine et extrafine avec la perce en soie n° 12 ; la proportion des poussières retirés est d'environ 2 p. 100. L'époussetage de la poudre à canon, dite MC₃₀, se fait avec la perce en peau de 1^{mm}, et la quantité de