

Source : Lami 1887, p. 393-404

« Plâtre

Le *plâtre*, *sulfate de chaux* pour les chimistes, *gypse* pour les géologues, fait partie de la formation inférieure éocène des terrains tertiaires ou d'alluvions. Il vient, dans l'échelle de la stratification, immédiatement après la formation des sables et grès de Fontainebleau dont il est séparé par des couches de marnes, que l'on appelle les *marnes du gypse*. Il accompagne et précède immédiatement les calcaires siliceux et grossier, et forme avec eux le bassin dont Paris occupe le centre ; ce bassin présente de nombreuses alternances d'étages, caractérisées par des coquilles marines et des coquilles d'eau douce.

Les diverses assises du calcaire grossier constituent presque toute la surface du sol parisien, entre l'Epte et la Marne, sur la rive droite de la Seine ; il s'étend, sur la rive gauche, depuis Meulan jusqu'à Choisy. Le calcaire siliceux repose sur le calcaire grossier. Il constitue au sud-est un vaste plateau limité par la Marne ; puis il gagne la vallée de la Seine, qu'il suit depuis Villeneuve-Saint-Georges jusqu'à Draveil ; à l'ouest, il a pour limite la vallée de l'Orge jusqu'au delà d'Arpajon, où il s'enfonce dans les sables de la Beauce.

L'étage gypseux qui surmonte les calcaires forme, depuis Meaux jusqu'à Meulan, Triel et Grisy, sur une longueur de plus de *vingt lieues*, une zone large d'environ *vingt kilomètres*, dirigée du sud-est au nord-ouest, et composée de collines allongées dans le sens de la vallée de la Seine. Il présente deux assises très distinctes : l'assise *gypseuse proprement dite*, caractérisée par le gypse et par les débris d'animaux terrestres ; l'*assise supérieure* est presque exclusivement composée de *marnes* argileuses ou calcaires, et présente, au contraire des débris de coquilles marines.

L'assise gypseuse se divise à son tour en deux étages de gypse.

L'*étage inférieur* ou *assise inférieure* du gypse contient deux masses gypseuses, séparées entre elles par des marnes de 3 m 50 à 5 m de hauteur.

La troisième masse comprend en partant de la couche inférieure :

Le blanc-blanc, sur une hauteur de	1,40 m
La cave	0,40
Les grignards	0,70
Le banc pavé	<u>0,90</u>
Total	3,40 m

Cette masse contient des squelettes et des os de poissons.

La deuxième masse comprend :

Les couennes qui reposent sur les marnes de troisième masse et ont une épaisseur de	0,60 m
Les rousses	1,20
Le blanc jaune	0,70
Le nez	0,80
Les bousins	0,70
Les canes	0,20
Les bassins	0,20
Les moutons	0,70
Le petit banc	0,30
Les fleurs et têtes de morts	<u>1,70</u>
Total	7,10 m

Dans cette masse comme dans la précédente, le gypse a l'aspect saccharoïde et quelquefois cristallin. L'étage supérieur ou assise supérieure est divisée en vingt-deux couches, qui diffèrent peu entre elles au premier aspect ; ces couches sont les suivantes, en partant de celle qui repose sur les marnes de la deuxième masse :

Les urines, sur une épaisseur de	1,40 m
Les plombs	0,30
Les quilles	0,55
Les enragés	1,00
Les urines vertes	1,00
Les caves	0,25
Les grosses urines	1,45
Les crottes d'ânes	0,80
Les quilles	0,80
Les trois pieds	1,00
Les hauts piliers	1,00
Les hures	1,00
Les cendreux ou les rousses	1,00
Les gris de fer	1;00
Le bien-venant	1,00
Les noeuds	1,10
Les enragés	1,10
Le gros-jaune	2,10
Les carrés	0,50
Les écuelles	0,75
Les moutons	0,75

Les fleurs

0.80

Total

20,65 m

Ces dénominations, données par les ouvriers ne sont pas absolues : ce sont celles qui sont le plus usitées dans les carrières situées dans le bassin de la Seine. Dans ces couches, le gypse est tantôt finement saccharoïde, tantôt composé de cristaux lenticulaires d'un ou plusieurs millimètres, accolés par l'effet d'une cristallisation confuse. Dans les bancs les plus épais, le gypse est en quelque sorte massif et souvent divisé en gros prismes informes comme dans les hauts piliers, les hures, les rousses etc ...

Cette masse gypseuse supérieure renferme une grande quantité d'ossements de quadrupèdes, de débris d'oiseaux ou de grands poissons. Les mammifères sont ces grands pachydermes étudiés par Cuvier et connus sous les noms de *paléothériums*, d'*anaplothériums* et d'*anthrocothériums*.

Le plâtre est un *sulfate de chaux hydraté* qui présente ou une structure fibreuse, quelquefois douée d'un éclat nacré, ou une structure lamelleuse, ou enfin une structure compacte et saccharoïde. Ces trois états se rencontrent dans la masse du bassin parisien ; mais c'est l'état saccharoïde qui prédomine. La densité à l'état d'hydrate est de 2,31. Exposé au feu, il blanchit en perdant son eau de cristallisation ; la densité n'est plus alors que de 1,10. Réduit en poudre, il absorbe ensuite l'eau avec rapidité et se solidifie avec un notable dégagement de chaleur dû à ce qu'en repassant à l'état cristallin, les cristaux s'entrelacent, contractent de l'adhérence et forment un tout d'une dureté moyenne.

Le plâtre sert en agriculture pour amender les terres. Il sert aussi et surtout pour les constructions.

La supériorité incontestable du plâtre de Paris sur tous les autres sulfates de chaux livrés au commerce, non seulement en France mais dans le monde entier, est un fait qui ne s'explique que par la différence de texture et de composition des couches très nombreuses que forment les masses gypseuse du terrain parisien. Elle ne peut être attribuée à un mode de préparation ou de cuisson plus ou moins parfait. Il est, en effet, absolument certain aujourd'hui que l'emploi, pour la cuisson, de fours ayant pour but d'amener le produit à un état qui se rapproche du plâtre *chimiquement pur*, a donné des résultats complètement négatifs . Les sulfates hydratés cuits par ces procédés donnent des plâtres fins et blancs qui se gonflent, et les enduits ne tiennent pas ; ces plâtres sont absolument impropres à la construction. Certains plâtres , naturellement cristallisés, lamelleux ou fibreux, tels que l'on en rencontre dans la Nièvre, l'Ain, la Maurienne, donnent des résultats à la cuisson à peu près analogues, mais moins caractérisés.

Le plâtre de Paris qui contient environ 15 à 20% de matières inertes, dont l'effet est analogue à celui du sable dans les mortiers, est celui qui convient le mieux aux constructions.

Il paraît en outre certain aujourd'hui, d'après des expériences récentes [1887] de M. Le Chatellier, que le plâtre dit "de Paris" est un sous-hydrate de sulfate de chaux qui ne contient aucune proportion de sulfate anhydre, tandis que les autres gisements en contiennent, au contraire, des proportions importantes ; et que c'est à la fois à cet état d'hydratation partielle, dont la proportion n'a pas encore été bien définie, et à l'absence de toute partie anhydre, que le plâtre de Paris doit les qualités qui le rendent

absolument propre aux constructions.

FABRICATION DU PLÂTRE

La fabrication du plâtre comprend plusieurs opérations fort importantes. Ce sont : la découverte, l'extraction, la cuisson, le broyage et le tamisage, la mise en sacs.

I. DÉCOUVERTE. On appelle *découvertes* d'une façon générale, l'ensemble des terrains qui recouvrent le plâtre et qui sont composés dans le plupart des cas de terres végétales, de glaises et d'argiles, de marnes à chaux et à ciment, de sables etc ... Il y a donc, on le conçoit, des découvertes de haute masse ou de première masse ; des découvertes de deuxième masse et des découvertes de troisième masse.

La première opération, dans une exploitation à ciel ouvert, et c'est ce mode d'exploitation qu'il convient autant que possible de chercher à pratiquer, est donc de *découvrir* la première masse en la débarrassant des terres qui la surmontent. C'est une opération qui atteint quelquefois des proportions considérables, et peut faire varier le prix de revient d'une manière sensible. Dans les carrières du bassin de Paris, par exemple, on arrive aujourd'hui [1887] à des hauteurs de découvertes qui dépassent 25 mètres. On voit donc à quels travaux importants on peut être conduit. Ainsi pour découvrir 1000 mètres carrés de plâtre on peut, dans des circonstances semblables, avoir à enlever un prisme de terres de différentes natures de 25000 mètres cubes. Si l'on remarque que, par leur nature, ces divers déblais sont assez difficiles à exécuter ; qu'ils nécessitent dans certains cas (marnes à chaux et à ciment), l'emploi de la pioche et même de la mine ; que la traversée des argiles est toujours coûteuse et pénible par les temps pluvieux ; qu'elle entraîne souvent, par suite des glissements et des éboulements, des reprises de terres et des remaniements de voies ; enfin que les déchargements se font, soit dans les lieux de dépôt déterminés s'il s'agit de trier le déblais pour utiliser ou revendre ceux qui peuvent être utiles, soit sur des cavaliers distants de 4 à 500 m des fronts d'attaque et souvent plus élevés qu'eux : on voit qu'on doit compter dans de telles circonstances, sur une dépense moyenne de 2 fr 25 à 3 francs le mètre cube de déblais. C'est pour l'exemple cité ci dessus, une dépense énorme de 560 à 675 000 francs pour 25 à 27 mètres cubes de plâtre fabriqué [1887].

Hâtons nous de dire que la vente des terres argileuses, des marnes à chaux et à ciment qu'on livre aux briquetiers et aux chauffourniers, vient singulièrement alléger cette charge qui rendrait impossible, dans de telles conditions, l'exploitation à ciel ouvert des carrières à plâtre. Dans les carrières de Livry, de Vaujours, d'Argenteuil, le dégrèvement qui résulte de ces ventes est assez considérable pour qu'au résumé la dépense applicable au mètre cube de plâtre cuit ne dépasse pas 0 fr. 60 à 0 fr. 80 le mètre cube.

Dans d'autres circonstances, le plâtre n'est recouvert que par une très faible épaisseur de terres : c'est une excellente condition. Enfin quelquefois aussi, comme à La Ferté-sous-Jouarre et ses environs, le coteau qui borde la Marne d'un côté est très élevé et la couche de plâtre est surmontée d'argiles, de

calcaires, de meulières et de sables sur une épaisseur considérable. Dans ce cas, nonobstant le rapport des parties supérieures, il convient d'attaquer résolument en galeries.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces considérations qui ne doivent préoccuper d'ailleurs l'industriel que lorsqu'il s'agit de l'établissement d'une exploitation nouvelle. Dans ce cas il devra bien reconnaître son terrain par des sondages très multipliés ; s'assurer des débouchés et de la vente des argiles et des marnes et, par les prix de revient de ces sous-produits du sol (sous-produits par rapport au plâtre), examiner quel sera le mode le plus avantageux d'exploitation. Même à 20 % de différence dans l'estimation du prix de revient, nous préférons l'attaque à ciel ouvert que l'exploitation par galeries. La différence de niveau quelquefois considérable entre les fronts d'attaque et les lieux de dépôt, a fait adopter, dans certains cas, le chargement dans des bennes en tôle cubant environ 1/30 de mètre cube, portées par un train à galets roulants sur un câble sans fin (système Balan).

II. EXTRACTION. L'extraction du plâtre, l'exploitation proprement dite de la carrière, peut s'opérer, comme nos explications précédentes le font pressentir, de deux façons, soit *souterrainement*, soit à *ciel ouvert*.

a) *exploitation souterraine, ou en tunnel, ou en cavage*. Elle ne doit être, à notre avis, pratiquée que dans les anciennes exploitations où l'on est contraint de suivre les anciens errements ; ou bien, dans les cas où, comme nous l'avons indiqué pour les carrières de la Ferté-sous-Jouarre, la mise à nu du plâtre par voie de terrasse serait trop coûteuse ou ne pourrait s'obtenir que dans un avenir trop éloigné. Dans tous les cas, la meilleure méthode, celle dont il faut toujours chercher à se rapprocher est celle dite *par piliers et galeries*, en suivant un ordre méthodique et rationnel. On doit chercher autant que possible à ouvrir, au milieu de l'exploitation, une large galerie centrale débouchant à l'extérieur sur un vaste emplacement. Cette galerie est percée transversalement, à droite et à gauche, de 5 mètres en 5 mètres, de galeries perpendiculaires de moindre importance, et ces galeries, à leur tour, doivent être attaquées, de 5 mètres en 5 mètres, par des galeries longitudinales parallèles à la principale. De distance en distance, et suivant l'importance de l'exploitation, on ménage longitudinalement et transversalement, des galeries plus larges que les autres pour y passer les voies de transport qui vont s'embrancher sur la voie établie tout du long de la galerie principale. Le terrain se trouve ainsi divisé en galeries de 4 à 5 m de largeur laissant entre elles des piliers de 3 à 4 mètres de côté.

Il va sans dire que ce plan géométral, dont l'exécution serait un desideratum, doit se modifier lorsqu'on traverse de parties pauvres ou des *pots* ayant quelquefois une surface considérable de parties stériles. Mais il faut toujours tendre à revenir à cette exploitation commode et rationnelle, sauf à faire, dans certains cas, de travaux de terrasse inutiles, ou à abandonner l'exploitation des parties peu fertiles lorsqu'elle se présentent sur une trop grande superficie. Ce sont des sondages bien faits qui éclaireront l'exploitant sur ce point délicat.

Dans tous les cas, l'exploitation doit se faire à peu près comme nous allons l'indiquer et pour fixer les idées, nous prendrons la nomenclature des bancs telle qu'elle est donnée plus haut.

Si l'on exploite souterrainement en première masse, on pratique au dessus des *moutons*, entre ces derniers et les *écuelles*, un *souchet* sur la largeur de la galerie et sur une hauteur de 0 m 80 à 1 mètre environ. Ce *souchet* sert à dégager la masse de la partie supérieure, et laisse ainsi pour *ciel* les *moutons*, généralement assez résistants et peu fendillés, dans ce cas on n'aura souvent pas besoin de boiser pour soutenir la galerie. Il n'y aura nécessité de le faire que si l'on rencontre des failles, des fissures qui puissent donner quelque inquiétude sur la solidité de la partie supérieure de la voûte. S'il s'en présente, avec des bois en grumes ou de grosses charpentes, on établit quelques fermes de distance en distance, de 2 mètres en 2 mètres, par exemple, et l'on passe, entre les fermes et le ciel, des madriers, des planches ou des dosses que l'on coince fortement contre l'intrados.

Lorsque le *souchet* a ainsi atteint 3 à 4 mètres de longueur, on attaque la masse que l'on fait descendre par gradins. Dans certaines localités, on pratique, à la partie inférieure de bancs, des *havages*, et l'on fait tomber les masses, soit au moyen de coins en fer enfoncés dans les parties supérieures, soit au moyen de quelque pétard à la poudre à mine ou à la dynamite. Ce mode de procéder est toléré dans quelques départements, dans Seine-et-Oise et dans Seine-et-Marne, par exemple. Il est interdit dans d'autres, comme dans celui de la Seine, par les ingénieurs des mines qui ont la surveillance générale sur l'exploitation des carrières. Il est, d'ailleurs, toujours dangereux ; par conséquent, il est plus prudent de faire descendre la masse par gradins.

Lorsqu'on se sert de pétards à mine, il faut les charger modérément et les faire partir successivement. Des coups trop forts ou un grand nombre de coups simultanés ébranleraient trop la masse d'air et compromettraient la solidité des boisages et des ciels. On doit, à plus forte raison, être très prudent lorsqu'au lieu de la poudre de mine ordinaire, on se sert de poudres brisantes, telles que les dynamites. Généralement, les attaques de masses, dans les parties tendres, se font à la pioche.

Pour creuser les trous de mines dans les parties plus denses et plus dures, on se sert le plus souvent de la barre à mine maniée à la main. Il est évident qu'on pourraient également se servir de perforatrices actionnées mécaniquement. Mais nous ne pensons pas que ce mode d'exploitation puisse produire de grandes économies en raison de la dépense que nécessitent ces engins pour leur installation et pour leur fonctionnement, soit à la vapeur, soit à l'air comprimé, soit enfin à l'électricité. Le plâtre est un roche assez tendre, qui s'exploitent facilement par abattage, et l'emploi des perforatrices à main qui s'est fait dans quelques carrières à plâtre, à Herblay, par exemple, ne nous ont pas parus concluants et devoir apporter dans l'extraction des économies sensibles.

Nous avons une certaine expérience de ces engins mécaniques et, dans presque tous les cas, pour ne pas dire partout, ils n'ont pas pour but principal, ni pour résultat définitif, d'abaisser sensiblement le prix de revient. Ils permettent seulement de débiter de grandes quantités en peu de temps, et sont surtout avantageux dans les roches dures, où l'on obtient, dans des délais relativement courts, des résultats que l'on ne pourrait jamais attendre des attaques à la main ; dans ce cas, on peut presque affirmer que leur avantage croît en proportion de la dureté de la roche. Toutefois hâtons-nous de dire qu'il n'y a pas eu à ce sujet d'expériences sérieuses et suivies et que l'épreuve est encore à faire ; nous

ne donnons ici qu'une impression toute personnelle.

Quelques plâtriers ont, à tort, suivant nous, enlevé dans le souchage, les *moutons*, ne laissant pour ciel que les *fleurs*. C'est fort imprudent, et ce mode d'opérer nécessite le boisement complet de tout le ciel des galeries, car les fleurs n'ont pas beaucoup de résistance, ont une épaisseur très variable et sont souvent mêlées de marnes. Les eaux d'infiltration dissolvent ces marnes, font des fissures qui s'aggravent ; il en résulte une humidité dangereuse pour les boiseries qui pourrissent vite et finissent par fléchir et céder si la masse des terres supérieure est considérable ; il se forme des trous, et les terres se précipitent dans la carrière entravant l'exploitation et amenant quelquefois, avec une rapidité épouvantable, des masses de terres glaises et d'eau qui obstruent les plus larges galeries. Nous en avons un exemple dans les carrières de M Paulmier, à Herblay. Les travaux qu'on a été obligé de faire pour arrêter l'envahissement des terres coulant de la partie supérieure, se sont élevés à plus de 250 000 francs [1887].

Lorsqu'on entre directement en cavage dans la deuxième masse, on opère absolument comme pour la première, en dégageant la masse par des souchets pratiqués entre les *fleurs* et le *petit banc* et, mieux, au milieu de ce dernier. Cette deuxième masse fournit des plâtres très beaux et très denses, surtout dans les couches de la partie inférieure.

De même, si la disposition des lieux permet d'attaquer souterrainement la troisième masse, on opère par voie de souchage ; les souchets sont pratiqués dans le banc-pavé et quelquefois entre cette couche et la marne qui la surmonte.

Dans tous les cas, les galeries présentent, en général, une section se rapprochant de l'ogive à la partie supérieure ; les intersections ressemblent alors à celles des voûtes en arc de cloître.

Lorsque les circonstances locales ne permettent pas de s'enfoncer directement dans la deuxième et troisième masses au moyen de rampes que puissent franchir les chevaux remontant les trains de moëllons de plâtre, on fait l'exploitation par puits et galeries par les méthodes ordinaires de l'exploitation des mines. On opère par souchage et par gradins droits. Les moëllons de plâtre sont amenés à la recette inférieure du puits, et montés au jour dans les bennes et wagons de chargement par un câble actionné par la vapeur ou un manège et s'enroulant sur un tambour ou autour d'une lanterne.

Les eaux de la mine sont épuisées au moyen de pompes à la manière ordinaire.

On conçoit que la méthode d'exploitation souterraine laisse perdre une grande quantité de pierre à plâtre, puisqu'il reste environ 1/4 et même 1/3 de la masse pour les piliers, et toute l'épaisseur des couches formant les ciels. Dans certains cas particuliers, lorsqu'on arrive au terme des exploitations, c'est-à-dire lorsqu'on a épuisé la masse ou qu'on arrive à la limite des terrains que l'on possède, on se retire en abattant chacun des piliers et en laissant les terres tomber dans la mine et remblayer les galeries. C'est ce qu'on appelle *battre en ruine*. C'est un moyen dangereux et qui exige les plus grandes précautions, la plus grande prudence et qui n'est pas toujours applicable, notamment lorsque les terrains de la partie supérieure sont très aquifère.

b) *Exploitation à ciel ouvert*. Il y a peu de choses à dire à ce sujet. L'extraction du plâtre se fait

par abattage en gradins. On se sert avec avantage des pétards à la mine ou à la dynamite pour faire sauter des blocs de plâtre plus ou moins importants. On n'a, dans ce cas, d'autre souci que de ne pas faire tomber des masses assez considérables pour entraîner l'éboulement des terres supérieures dans les exploitations, ce qui occasionnerait des encombrements toujours coûteux à réparer. Il faut aussi, lorsqu'on arrive près des limites de la propriété, veiller à ce que les terres ou les constructions des voisins ne soient ni ébranlées, ni entraînées par le mouvement des éboulements que l'on provoque. Il en résulterait des procès coûteux car les indemnités accordées par les tribunaux à la partie lésée sont presque toujours considérables.

III. CUISSON. La cuisson du plâtre a pour but d'enlever au plâtre l'eau qui entre dans sa composition et de l'amener à l'état anhydre, SO_3 , CaO. Nous avons dit que dans cet état, il devient blanc ; réduit en poudre, il absorbe l'eau avec rapidité, et se solidifie en dégageant une grande quantité de chaleur. Il est alors propre à être employé dans les constructions.

Tous les plâtres sont bons pour l'agriculture. Il n'en est pas de même pour les constructions. Plus le plâtre est pur, plus il se rapproche de l'état anhydre représenté par la formule SO_3 , CaO, moins il est convenable pour faire les enduits, et même les mortiers employés comme hourdis.

Il faut que, comme le plâtre de Paris, qui jouit de cette propriété ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, il retienne, après la cuisson, une partie de son eau de cristallisation.

Il est reconnu, en outre, que pour qu'un plâtre soit propice à la fabrication des mortiers et des enduits, il faut qu'il contienne une certaine quantité de substances inertes. Une légère proportion d'incuits ou de recuits n'y est pas nuisible : dans les plâtres cuits au bois, les cendres résultant de la combustion, lorsqu'elles ne sont pas en trop grande quantité, n'altèrent pas les qualités du plâtre à hourdir. Enfin, les diverses assises du gypse parisien sont de densité et de contextures diverses ; les unes et les autres, cuites séparément, ne donnent pas le même plâtre à la cuisson. Les bancs denses donnent des plâtres moins hydratés et plus purs ; on les met quelquefois de côté pour fabriquer des plâtres très fins employés par les modelleurs et pour divers usages spéciaux. Les bancs plus tendres donnent au contraire, des plâtres plus hydratés.

Eh bien! c'est *un fait d'observation et de pratique* que le plâtre de Paris, fabriqué avec un mélange de ces divers bancs, et retenant environ 15 à 18 % de matières inertes dans sa fabrication, constitue le meilleur plâtre pour fabriquer les hourdis. Et ne sait-on pas que pour certains travaux, les carrelages, par exemple, la fumisterie, on mélange encore ce plâtre avec une certaine proportion de terre ou de vieux gravats pilés (de la *musique*, comme disent les ouvriers) pour retarder sa prise.

Nous avons entendu souvent des objections s'élever contre ce résultat *pratique*, et regarder comme absurde une fabrication qui n'a pas pour but de produire du plâtre chimiquement pur. On a même prétendu qu'il vaudrait mieux fabriquer du plâtre complètement déshydraté, se rapprochant le plus possible de la composition SO_3 , CaO, et exempt absolument de toutes matières étrangères, sauf à laisser à chaque entrepreneur, à chaque chef d'atelier, le soin d'y joindre, suivant les cas, la quantité de

matières inertes qu'il croira utile. Ne sent-on pas que, pratiquement, une pareille méthode est impossible à appliquer? Il n'y aurait ni pour l'architecte, ni pour l'entrepreneur, la garantie d'un travail bien fait ou économiquement produit.

Dans ces conditions, on se rend aisément compte que la cuisson du plâtre n'est pas une opération aussi délicate qu'on pourrait l'imaginer. C'est ce qui explique pourquoi l'emploi de fours spéciaux de divers modèles n'a pu réussir à s'implanter d'une façon définitive dans les exploitations. Presque généralement, on opère la cuisson dans des chambres ou fours dits *culées*, accolés les uns aux autres et contenant 80 à 120 mètres cubes de pierres.

Les pierres y sont disposées de manière à former, à la partie inférieure, de petites voûtes de 0,40 à 0,50 m de largeur sur 0,60 à 0,80 m de hauteur, destinées à recevoir le combustible. Ces voûtes, faites en gros blocs, sont recouvertes de morceaux de plâtre diminuant de dimension jusqu'à une hauteur de 3 m à 3,50 m, de telle sorte qu'à la partie supérieure, il ne reste plus que de *très menus* morceaux.

Cette disposition des pierres pour la cuisson constitue ce que l'on nomme le *travage*. Le travage est une opération très importante. Il faut qu'il soit très soigneusement fait, et qu'il laisse les vides se répartir aussi également que possible dans la masse, de façon à ce que le tirage ait lieu uniformément. La bonne qualité de la cuisson dépend surtout de la façon dont le travage a été fait. S'il est mal établi, il se produit des coups de feu, un tirage inégal, des parties brûlées, calcinées et des incuits. Aussi emploie-t-on à cette opération des ouvriers spéciaux, travaillant à la tâche et recevant une paie qui varie de 0,60 à 0,90 fr par mètre cube. A notre avis, il ne faut pas lésiner sur ce prix.

Le combustible étant placé dans les voûtes, on met le feu à l'avant, et lorsqu'il est bien allumé, pour éviter un appel trop rapide par les interstices laissés par le travage, on recouvre les menus d'une couche de 0,10 à 0,15 m de déchets et de poussière de plâtre mélangés provenant des cassages et tamisage. On veille, par contre, à ce que le feu ne s'éteigne pas en donnant, si besoin est quelques coups de ringard à travers ces poussières et menus. Les fours sont d'ailleurs surmontés d'une couverture qui met le plâtre en cuisson à l'abri de la pluie. Et la distance entre le haut du four travé et la toiture suffit pour établir le tirage nécessaire.

On doit autant que possible orienter les fours de façon à ne pas exposer le plâtre aux coups de vent régnant dans la contrée. Dans certains cas, nous avons vu protéger le devant des fours contre les coups de vent par l'application d'une espèce de tablier en tôle qu'on remonte quand le vent ne souffle plus. Mais ce moyen est très inefficace, car le plupart de temps, les ouvriers négligent de prendre de telles précautions.

Dans certaines usines, le travage se fait d'une façon toute spéciale qui doit, à notre avis, économiser le combustible, tout en donnant d'excellents résultats. Le front du four est formé d'un arc de cercle dont la plus grande flèche, au centre, est de 0,80 m environ et la face du travage disposée en pente légère, suivant l'inclinaison que le tirage imprime à la flamme; de telle sorte que la flamme lèche seulement les parties du plâtre qu'elle rencontre, les atteint toutes et ne les brûle pas.

Généralement, tous les fours sont rassemblés sur un même point et rayonnent autour des moulins de

broyage, en contact eux-mêmes avec le bâtiment de la machine et surmontant les magasins de chargement. C'est cet ensemble, avec les annexes obligées, qui constitue *l'usine à plâtre*. Mais quelquefois, ainsi que nous l'avons vu à Villeparisis, à Vaujours, et sur plusieurs autres points, on construit contre masse même, des fours *volants* où s'opère la cuisson ; le front de masse sert de mur postérieur, on n'a plus qu'à construire les murs latéraux. On ne transporte alors au broyage que du plâtre pesant 1100 kilogrammes au mètre cube au lieu de moellons pesant 1400 à 1600 kilogrammes. Mais, à notre avis, l'avantage n'est pas bien sensible ; aussi n'y a-t-il lieu d'employer ce système que dans le cas d'une production considérable et lorsque les fours de l'usine sont insuffisants. La dépense d'ailleurs de construction de ces fours n'est pas très importante et se résume à quelques charpentes légères qui peuvent resservir ; quant aux murs, ils sont démolis, jetés eux-même dans les fours et conduits au broyage ; la main d'oeuvre seule de leur construction est perdue.

Tous les combustibles sont bons pour cuire le plâtre. Autrefois on ne cuisait qu'avec des bourrées de bois. Depuis vingt ans [1887], on leur a substitué presque partout la houille, les briquettes. Depuis quelques années, la Société des Plâtreries réunies du bassin de Paris cuit en grande partie les plâtres au coke, notamment dans les usines de Noisy-le-Sec, de Livry, de Vaujours, de Villeparisis et d'Argenteuil. Ce mode de cuisson tend à se généraliser. Il présente le grand avantage de donner une cuisson rapide, car le coke développe une très grande chaleur. En outre, il ne donne pas de fumées fuligineuses et par conséquent ne salit pas le plâtre qui reste parfaitement blanc. Mais il a l'inconvénient de trop déshydrater le plâtre, de le sécher ; et s'il doit être rapidement employé, comme dans les moments de presse, il perd de ses qualités précieuses pour la fabrication du mortier. On y remédie en le laissant bien refroidir et en l'aérant. Il reprend, au contact de l'air, l'humidité qui reconstitue le sous-hydrate.

La houille cuit plus lentement. Il ne faut pas employer des houilles à longue flamme : elles brûlent trop vite les surfaces en contact, et elles abandonnent, dans leur passage dans la masse, des quantités considérables de suie qui contamine le plâtre et lui laisse, après le broyage, un aspect grisâtre. Les briquettes donnent une bonne cuisson ; mais elles coûtent plus cher que la houille. Les meilleurs houilles maigres ou briquettes sont évidemment celles qui laissent le moins de déchets. Les Charleroi (Charbonnages de Marcinelle et Couillet) sont un bon type de houille pour la cuisson du plâtre.

La cuisson au bois donne d'excellents résultats : elle se fait lentement, dans de bonnes conditions, et les fumées ne salissent pas le plâtre. Au sortir des fours, le plâtre peut être broyé et employé immédiatement sans qu'il ait rien perdu de ses qualités. Mais le prix de ce combustible est tellement élevé qu'on y renonce forcément petit à petit. La cuisson du plâtre au bois, préconisée par certains fabricants, constitue d'ailleurs un préjugé de même ordre que la cuisson des fers au bois en métallurgie. Elle ne présente pas d'autres avantages que ceux que nous venons d'indiquer et n'ajoute absolument rien à la qualité du produit.

Tel est le mode de cuisson le plus généralement adopté dans les grandes exploitations. Il est très simple, très rationnel, ne demande aucun appareil spécial ; ne nécessite pas des ouvriers d'une intelligence

supérieure ou ayant quelques connaissances mécaniques. Un peu d'attention suffit. L'opération du travage seule est coûteuse ; mais l'établissement des fours culées est si économique que leur usage a toujours prévalu malgré de nombreux et intelligents essais.

Les inventeurs des nombreux systèmes de fours à plâtre ont toujours eu pour objectifs principaux la *suppression du travage* et l'obtention d'un plâtre plus ou moins déshydraté et surtout parfaitement blanc.

Les premières recherches ont donc naturellement conduit à employer des fours coulants. Il a fallu renoncer immédiatement, cela va sans dire, à ceux où, comme dans les fours à chaux, le combustible est mélangé aux moellons. On a donc été conduit à imaginer des fours où la matière descend d'un côté, à la partie centrale par exemple, et est échauffées latéralement par les gaz ascendants produits par la combustion de bois , de houille, etc ..., brûlés dans un foyer inférieur ou latéral. On a dû veiller ensuite à ce que la descente des moellons ne fût pas trop rapide et par conséquent on l'a contrarié par un grand nombre de chicanes en métal dirigées dans divers sens. Puis, il a fallu s'opposer, tout en retardant la descente, à ce qu'elle s'arrêtât tout à fait par suite d'enchevêtrements de moellons qui arrivaient en s'appuyant contre les parois et les chicanes, à former de voûtes assez solides pour empêcher le mouvement. On a donc, en même temps que les chicanes, placé au centre un arbre central muni de bas ou d'agitateurs destinés à provoquer la chute des matériaux et à s'opposer à ces arrêts.

On est arrivé ainsi à des systèmes assez compliqués, demandant, dans certains cas, l'emploi de forces considérables, annulant ainsi l'économie du travage. Au point de vue de propreté et de la netteté du produit, le but était d'ailleurs forcément atteint.

On a cherché également à réaliser des économies dans l'emploi du combustible, et, par suite, on a chauffé les fours avec le pétrole, des goudrons, des huiles empireumatiques, etc... Le plâtre, placé dans de vastes chaudières mobiles, mues d'un mouvement de trépidation alternatif, ou même d'un mouvement giratoire continu, analogue à celui des moulins à café, y cuisait progressivement et se déshydratait d'une façon aussi complète qu'on le voulait et sans altération. Mais les forces mécaniques nécessaires à ces mouvements de la masse entraînaient à une dépense qui venait compenser, et au delà, l'économie réalisée sur le travage et sur le combustible. Dans quelques cas particuliers, on a cuit le plâtre avec les chaleurs perdues des usines à gaz. C'est M. Arson qui, l'un des premiers, a fait cette application. Mais ce mode de cuisson ne pouvait s'appliquer que pour un cas spécial. La Compagnie du gaz cuisait ainsi le plâtre qui lui est nécessaire et les carriers lui livraient en moellons. Mais il n'y avait pas là matière à une grande exploitation régulière ; il faudrait produire cinquante fois plus de gaz qu'il n'est nécessaire pour cuire le quart du plâtre employé. La Compagnie a même renoncé depuis longtemps à cette utilisation de ses chaleurs perdues, et elle achète son plâtre cuit.

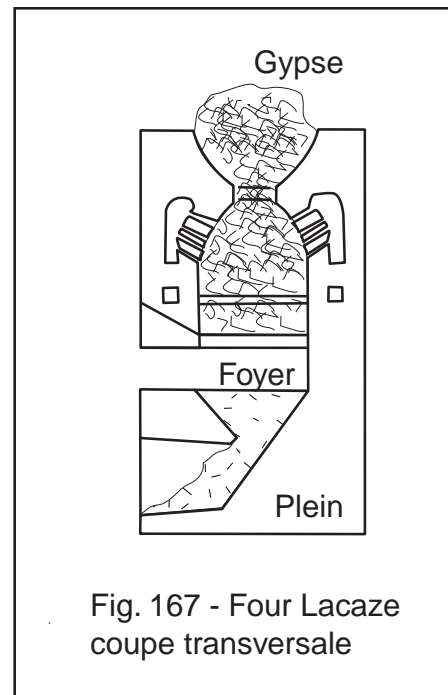
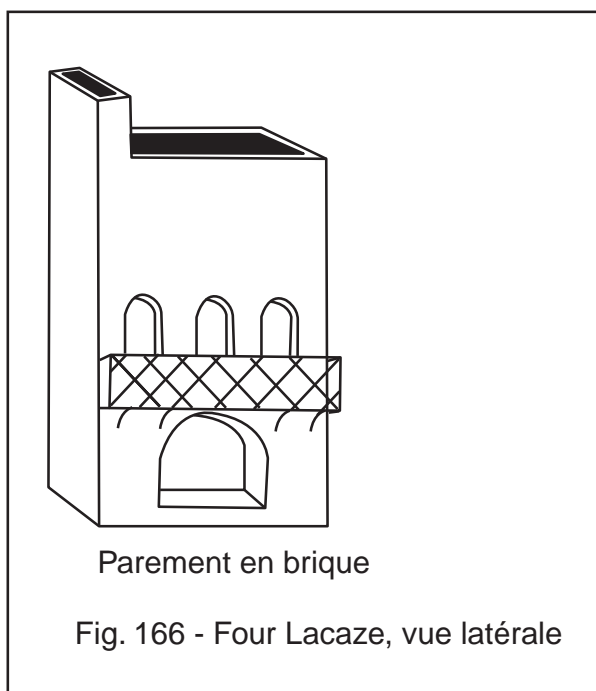
Il ne suffit pas, en effet, dans la pratique, qu'une idée soit bonne, qu'elle donne les résultats attendus, pour qu'elle soit industriellement applicable. Toutes les dispositions plus ou moins ingénieuses, imaginées par les inventeurs, ont été excellentes quand au résultat obtenu ; mais elles avaient le désavantage de substituer à une main d'oeuvre, coûteuse il est vrai (le travage), un travail mécanique

aussi coûteux, demandant une plus grande surveillance, sujet à se détraquer, et à occasionner des chômages etc ...

Il n'est rien resté de tout cela dans l'industrie. Les cent et quelques brevets de fours à cuire le plâtre ont à peine vécu. Parmi ces fours, la Société des Plâtrières réunies du bassin de Paris a essayé, à Argenteuil, le four coulant de M. Germa, et à Livry le four coulant à chicane et agitateur de M. Luc ; elle y a renoncé.

Nous croyons qu'il suffira de décrire deux de ces fours : l'un qui est récent et qui nous paraît d'un emploi assez rationnel et assez commode pour être essayé avec quelque chance de succès : il est dû à M. Lacaze, ancien ingénieur de l'Union des Entrepreneurs ; et l'autre beaucoup plus ancien, imaginé par M. Arson, parce qu'il n'a pas cessé d'être industriellement employé et qu'il fonctionne encore à Triel (Seine-et-Oise) dans une grande exploitation.

1° *Four Lacaze*. Ce four est un four à feu continu. L'inventeur s'est proposé : d'éviter les frais de la main d'oeuvre du travage ; les pertes de chaleur dues au rayonnement ; la mauvaise répartition de la chaleur dans la masse à cuire ; le mélange des cendres, escarbilles et autres impuretés au plâtre ; les difficultés qu'éprouve le cuiseur le plus attentif pour bien conduire le feu dans les fourculées ; enfin il a eu aussi en vue d'économiser l'espace. Il évite le travage en faisant arriver le moellon de plâtre, débité et cassé à la carrière, directement au four dans des wagons qu'on fait basculer et qui jettent la pierre pêle-mêle et sans choix à la partie supérieure du four. Il évite des pertes de chaleur en fermant son four de tous les côtés, et en concentrant la chaleur à l'intérieur au moyen de certaines dispositions que nous expliquerons plus loin.



Les plâtriers cherchent à éviter les irrégularités de la cuisson, en exposant les plus gros blocs à la plus haute température, c'est-à-dire en les rapprochant du foyer, puis en diminuant la dimension des morceaux au fur et à mesure que leur distance du foyer augmente. On conçoit que ce procédé ne donne pas la sécurité d'une bonne répartition de la chaleur et d'une déshydratation régulière. Dans le four Lacaze, la disposition des foyers permet une répartition rationnelle et régulière de la chaleur dans toute la masse, qui sera également déshydratée. La régularité de la cuisson est encore assurée par le fait de sa continuité ; car les pierres, en descendant dans le four par leur propre poids, passent toutes par les mêmes phases de déshydratation, et cette déshydratation est complète lorsque les pierres arrivent au niveau du foyer. Les foyers sont isolés dans la masse à cuire, ce qui évite le mélange des cendres et escarbilles avec le plâtre ; si le combustible ne produit pas de fumée, comme le coke, le gaz, on a, en outre, des plâtres absolument blancs. Le réglage du feu se fait avec facilité et précision par l'ouverture plus ou moins grande du cendrier ; le vent, qui est si fréquemment cause de mauvaise cuisson dans les fours culées, n'a ici aucune influence. L'espace occupé par le foyer est très restreint. Pour cuire 30 mètres cubes, il suffit d'un four de 7,50 m x 3,50 m = 25 mètres carrés seulement. Le four est de forme rectangulaire et se compose d'une chambre de cuisson dont la section est représentée par les figures 166 et 167. La chambre de cuisson est surmontée d'une chambre d'approvisionnement dans laquelle est jetée pêle-mêle la pierre cassée en fragments dont les plus gros atteignent environ la grosseur de poings. Les foyers établis sur toute la largeur du four sont situés à la partie inférieure de la chambre de cuisson, divisent la masse, et l'obligent à passer entre deux foyers successifs où elle achève de se cuire. Les parois sont percées de trous communicant à une cheminée d'appel. L'appel de cette cheminée produit à l'intérieur du four un vide relatif qui facilite la formation de la vapeur d'eau qui s'échappe par les événements ménagés sur toute la hauteur de la chambre. Emmenée par la cheminée aussitôt qu'elle est produite, la vapeur d'eau ne peut se condenser sur les pierres de la partie supérieure. Des fers cornières, placés en chicane dans le sens de la largeur du four, divisent la masse dans la chambre de cuisson, régularisent la descente des pierres et ménagent des vides qui facilitent le dégagement de la vapeur d'eau.

Le combustible peut-être, à volonté, le gaz des gazogènes, le coke, la houille et même le bois. Il faut, dans ce système, environ 40 à 45 kilogrammes de coke par 1000 kilogrammes de plâtre cuit. La conduite du four est aussi simple que possible. Un four peut cuire, par vingt-quatre heures, la quantité de plâtre qu'il peut contenir ; ainsi, un four cubant 30 mètres cubes cuira 30 mètres cubes de plâtre en vingt-quatre heures. Il suffira de régler les tirages de la pierre cuite de façon que toutes les demi-heures on tire du four 1/48 de sa capacité totale ; de veiller à ce que la chambre d'approvisionnement soit toujours pleine et les feux clairs ; le chargement des foyers se fait par quantités périodiques égales, par exemple, toutes les demi-heure en alternant la charge des feux avec le tirage de la pierre cuite.

Le tirage se fait sur un plan incliné assez raide pour que le plâtre glisse facilement et que la descente se répartisse jusqu'au sommet de la masse. On peut disposer les plans inclinés de tirage de façon à ce que

le plâtre se rende, par le seul effet de la gravité, sous les meules de broyage.

2° *Four Arson*. Ce four est également un four continu. Ce n'est pas une invention récente. Le brevet pris par son auteur, l'éminent ingénieur de la Compagnie du gaz, date du 24 mai 1853, et depuis vingt-trois ans, il fonctionne dans les établissements de Triel. C'est le seul essai de four qui ait, jusqu'ici, industriellement réussi : la raison nous paraît en être que M. Arson a renversé le problème de la cuisson : tous les autres fours, quel qu'en soit le système, cuisent la pierre en morceaux, et c'est le moellon cuit que est broyé par les meules. M. Arson, au contraire, s'est proposé la cuisson de la poussière de plâtre. Dans l'usine de Triel, on commence donc par broyer, sous de puissantes meules, la pierre préalablement concassée à la carrière, et les poussières sont conduites au four pour y être transformées en sulfate anhydre.

Ces explications nécessaires étant données, voici la description et la marche de ce four, certainement le plus rationnel et le mieux compris de tous ceux que nous ayons eu l'occasion de d'étudier et de voir fonctionner.

Le four Arson se compose d'une maçonnerie cylindrique de 1,30 m de diamètre sur 4,20 m de hauteur. Cette cuve cylindrique est divisée en huit compartiments par huit plaques horizontales en tôle fixées dans la maçonnerie (fig 268) ; ces plaques sont percées de trous circulaires destinés à laisser passer un arbre muni de râclettes correspondant à chacune des plaques. Le trou percé au centre des plaques p1, p2, p3 et p4 est très large ; il a 0,40 m de diamètre. Au contraire, le trou percé au centre des plaques q1, q2, q3 et q4 est très étroit et laisse seulement passer l'arbre sur lequel sont fixées les râclettes ; mais, contre le mur circulaire du four, ces plaques q1, q2 ... sont évidées de manière à laisser passer les poussières qu'y pousse le jeu des râclettes. Ces dernières ont également une disposition inverse ; celles qui correspondent aux plaques p1, p2 ... sont disposées de manière à ramener le plâtre vers le centre ; celles qui correspondent aux plaques q1, q2 ... sont disposées, au contraire, de manière à rejeter le plâtre contre les parois cylindriques du four.

La poussière de plâtre tombe alors, au moyen d'un distributeur automatique, sur la première plaque où elle commence à s'échauffer ; elle est repoussée par les râclettes contre la paroi cylindrique du four, d'où elle tombe sur la seconde plaque qui est à une température plus élevée. Les râclettes de la seconde plaque, placées en sens inverse des premières, ramènent la poussière au centre, où par l'orifice de la seconde plaque, elles tombent sur la troisième où elle subissent une température plus élevée que sur la seconde. Les râclettes de la troisième plaque, opérant en sens inverse de celles de la seconde, ramènent la poussière de plâtre, un peu plus déshydratée, contre la paroi cylindrique du four, et la font tomber sur la quatrième plaque, plus chaude que la précédente ; et ainsi de suite.

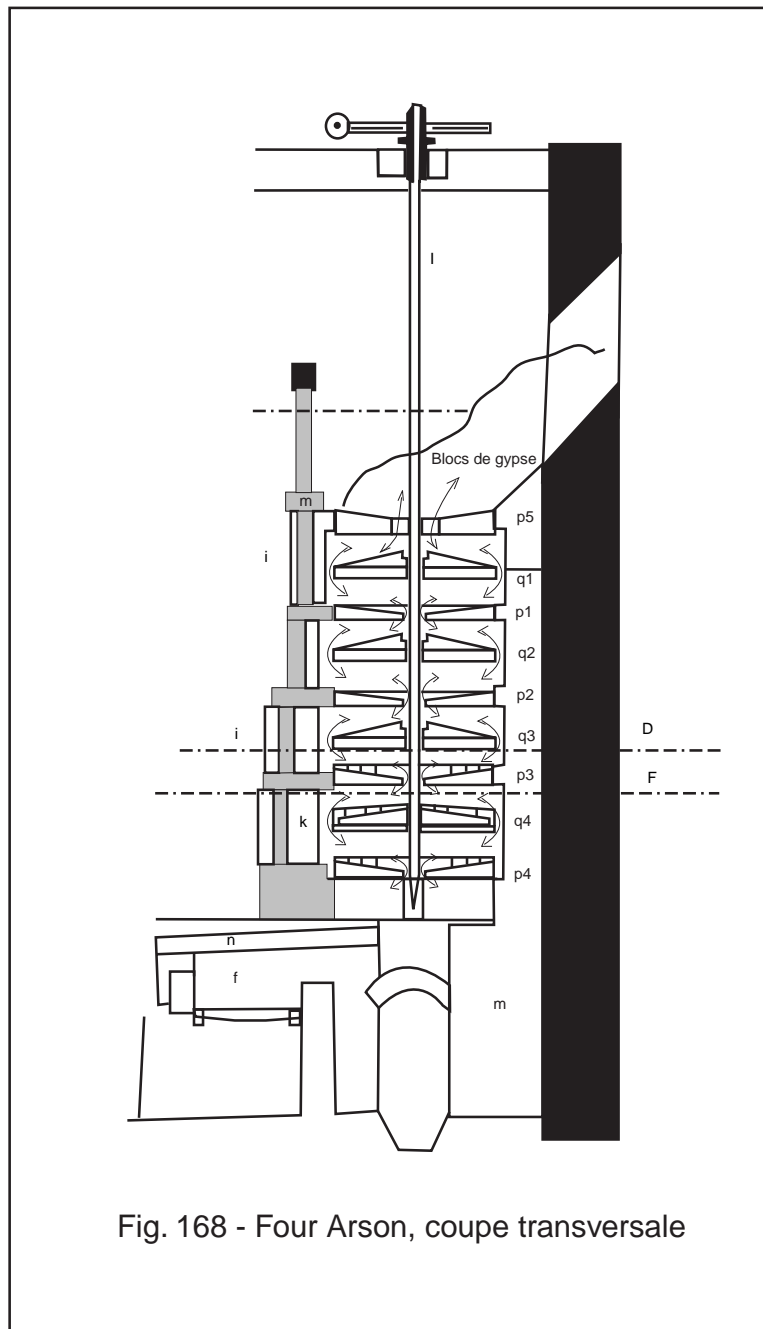


Fig. 168 - Four Arson, coupe transversale

Enfin, en sortant de la huitième plaque, la poussière de plâtre, qui est complètement déshydratée, achève de se cuire près du foyer et tombe dans une chambre commune à tous les fours d'une même batterie. De là, ce plâtre, définitivement cuit, est conduit automatiquement par des norias, ou tout autre engin mécanique, dans des chambres où il est distribué, toujours automatiquement, soit directement dans les sacs s'il n'a pas besoin d'être bluté, soit dans les bluteries mécaniques d'où il est versé dans les chambres d'ensachage. La fumée suit précisément un chemin inverse ; elle rencontre la plâtre convenablement divisé ; elle le pénètre et l'enveloppe, et l'amène progressivement au degré de chaleur nécessaire à sa complète déshydratation.

Voici donc l'opération : la pierre à plâtre arrivant de la carrière est déchargée sur une plate-forme d'où on la fait tomber sous une puissante meule qui la broie et la réduit en poussière. Cette meule demande une force de 10 à 12 chevaux. La poudre est alors automatiquement conduite, ou descendue par un plan incliné, près des fours de cuisson. A la partie supérieure de chacun de ces fours est un distributeur qui déverse la poussière dans le four où elle suit, en se cuisant progressivement et dans toutes ses parties, le chemin décrit ci-dessus. Puis le reste des opérations : distribution du plâtre cuit, conduite aux meules destinées à faire la fleur de plâtre, ou aux chambres d'ensachage, se fait automatiquement sans que la main de l'homme intervienne autrement que pour diriger la marche des engins mécaniques.

Le combustible employé peut être quelconque. Mais on conçoit, en raison du chemin que la flamme parcourt, des chocs et des contrariétés qu'elle éprouve, qu'il est préférable d'employer le coke dont la fumée incolore, et qui ne contient pas de grande quantités de carbone ou de matières fuligineuses, ne salit pas la matière.

La cuisson se fait sans discontinuer comme dans un haut-fourneau.

Une batterie de dix fours, placés à la suite l'un de l'autre, cuit cent mètres cubes par vingt-quatre heures.

Tous les arbres verticaux des fours sont réunis par des courroies, ou mieux par des engrenages, à un arbre horizontal qui leur communique le mouvement d'une machine. Il faut compter sur 10 à 12 chevaux par batterie de dix fours. C'est suffisant, car la vitesse de rotation des râclettes ne doit pas être considérable. Il faut une température et un temps donné pour cuire le plâtre dans de bonnes conditions. Le plâtre sort de la chambre des fours en *mouquette* très fine qui peut être directement livrée au commerce comme excellent plâtre ordinaire, *façon de Paris*. Il est absolument semblable à celui qu'on obtient par les opérations ordinaires dans les autres usines.

L'emplacement nécessité par une batterie de dix fours n'est pas très considérable. Il faut compter sur les dimensions suivantes :

Longueur	16,00 m	
décharge de la poussière à la partie supérieure	2,00 m	
plate forme de chargement, distribution.....	1,50 m	
Largeur	largeur du four, murs compris	1,60 m 8,00 m
	avancement du foyer	0,80 m
	chemin de manoeuvre	2,10 m

Chaque batterie demande donc une superficie de 16 mètres x 8,00 = 128 mètres carrés.

On compte sur une dépense de 2 000 francs par fours, tous frais compris : plaques, arbre de transmission, engrenages, arbre à râclettes, etc ...; c'est 20 000 pour une batterie de 10 fours.

La conduite du feu est facile et se règle sur la nature de la pierre employée. Si la pierre est tendre, ou humide, il faut augmenter un peu la température et ralentir le mouvement des râclettes. Si la pierre est sèche, dense et dure, il faut, au contraire accélérer la vitesse de tombée de la poudre et abaisser un peu

la température.

Nous bornerons là ces descriptions. Comme l'a très bien dit M. Foy, dans une série d'articles publiés dans les *Annales industrielles* :

“L'insuccès de toutes ces tentatives témoigne de la difficulté réelle qu'on ne s'attendait certes pas à rencontrer pour tuer ce pauvre vieux four (le four culée). C'est qu'en effet, la question d'économie de combustible et la blancheur plus ou moins parfaite du plâtre, ne sont pas les seules questions engagées dans le problème. Il faut encore satisfaire à cette condition suprême que la température du four reste comprise entre la limite où la déshydratation commence et la limite où elle prend fin. Aller au , ce serait produire un plâtre brûlé. Or, ces limites sont fort étroites. En effet, d'après les recherches toutes récentes de M. Le Chatelier, la température la meilleure pour la cuisson du plâtre est de 140 degrés.”

Toutefois il ne faut pas croire, ainsi qu'on l'a cru depuis Lavoisier, qu'à cette température le plâtre, dont la formule chimique est $\text{SO}^3, \text{CaO} + \text{HO}$, soit déshydraté complètement et ait perdu ses deux équivalents d'eau. M. Le Chatelier a constaté que le plâtre ainsi cuit, et *qui constitue le meilleur plâtre marchand* contient encore 6 à 7 % d'eau, et qu'il forme un hydrate d'un degré moindre, mais parfaitement défini, dont la formule est $\text{SO}^3, \text{CaO} + 1/2 \text{HO}$. Ce qui fait que le plâtre cuit à 140 degrés, donne les meilleures qualités dans la pratique du bâtiment, c'est qu'il produit, par son mélange avec l'eau, les solutions les plus sursaturées de sulfate de chaux. C'est donc cette température qu'on doit s'appliquer à réaliser dans la cuisson du plâtre.

Si on la dépasse, et qu'on arrive à 160 degrés, le plâtre peut encore reprendre ses deux équivalents d'eau, mais plus lentement. Chauffé au rouge cerise, soit de 800 à 900 degrés, il ne peut plus s'hydrater, au rouge blanc, il fond et cristallise par le refroidissement ; mais il est indécomposable par la chaleur.

Il est donc nécessaire de maintenir la cuisson du plâtre autour de 140 degrés, et c'est cette nécessité qui a causé en grande partie l'insuccès des divers systèmes de fours qui ont été proposés, en entraînant les inventeurs dans des complications coûteuses ou industriellement inapplicables.

La cuisson des plâtres à modeler, et de divers plâtres spéciaux employés dans l'industrie, demande des précautions dont la principale est de conserver au plâtre sa blancheur. Aussi la plupart des industriels qui fabriquent ces plâtres spéciaux, comme M. Lagouée, par exemple préfèrent-ils acheter aux carriers et aux plâtriers le gypse en moellons, le cuire et le broyer eux-mêmes. Ils choisissent alors les pierres les plus denses, les plus homogènes, c'est-à-dire les pierres de deuxième masse ou les hauts piliers dans la première.

Ces moellons, arrivés à leur usine, sont mis en fragments plus ou moins par des concasseurs Wapart, Anduze, Loiseau, ou autres. Ces fragments sont cuits dans des fours spéciaux où le plâtre n'est pas mélangé au combustible, puis broyés dans des moulins à meules et à tamis, puis dans des moulins finisseurs à cylindres : ils passent encore dans des séries de blutoirs qui divisent le produit en numéros de différentes finesses.

Le choix du four relativement à l'économie de combustible n'a pas ici une très grande importance, en

raison de prix très élevé auquel ces plâtres spéciaux sont livrés dans le commerce. A Argenteuil, on cuit encore ces plâtres extra fins dans de véritables fours de boulangers [1887], chauffés à la bourrée de hêtre ou de charme : malgré le prix élevé de cuisson qui en résulte, on n'a pas encore reconnu d'avantage à modifier ce système et continue à se servir des anciennes installations.

IV. BROYAGE. Quel que soit le mode de cuisson employé pour déshydrater la pierre à plâtre, elle doit être broyée en poudre plus ou moins fine suivant l'usage auquel le plâtre est destiné. Pour les hourdis, il faut qu'il sorte à l'état de *mouchette*, poussière assez grenue ; pour les enduits, il doit être réduit en poudre très fine ; pour certains autres travaux, les plafonds riches, les moulures, le modelage, les stucs, il doit être réduit en poudre impalpable, analogue à la fine fleur de farine dont il doit avoir l'apparence onctueuse au toucher.

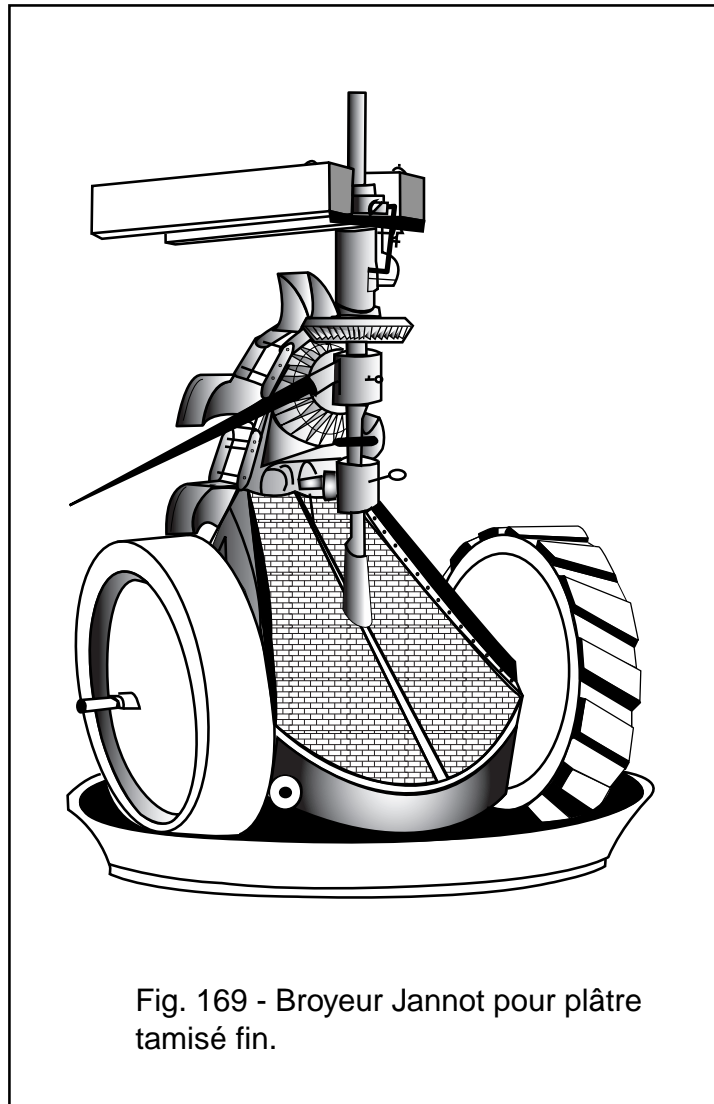
Le broyage est une opération fort simple et qui s'exécute à peu près partout de la manière Il y a peu de temps encore, le broyage se faisait à l'aide de *moulins à noix*", analogues aux moulins à café. Le plâtre était broyé par son passage entre une noix dentée en fonte portée par un arbre vertical et une couronne métallique engrenant avec la noix. Le tout était mis en mouvement; la plupart du temps par un manège à un ou deux chevaux ; et quelquefois actionné mécaniquement à la vapeur au moyen d'une poulie de renvoi. Ce système tend chaque jour à disparaître.

Le broyage se fait presque partout aujourd'hui au moyen d'une, et mieux de deux meules verticales en pierre ou en fonte qui se meuvent dans une auge circulaire en fonte ou en tôle.

Lorsqu'on veut faire du plâtre du fin, on emploie de préférence les meules à grille et à tamis métallique dont nous donnons un exemple figure 169. Dans ces appareils, deux meules se meuvent dans une auge circulaire formée de segments pleins en fonte où la masse est broyée par des godets qui la déversent sur un tamis métallique animé d'un tremblement rapide. On obtient ainsi du plâtre de la finesse désirée par le simple changement de la toile du tamis.

Le commerce livre les plâtres ainsi broyés sous les désignations de *plâtre ordinaire*, de *plâtre fin* et de *plâtre bluté fin*. Pour les travaux très soignés, les entrepreneurs se contentent de faire passer au sas le plâtre bluté provenant des usines.

Enfin, pour certains usages, comme, par exemple, les modelages, la statuaire, les stuccages, on obtient la finesse nécessaire, qui est celle de la fine fleur de farine, au moyen de passages répétés et successifs dans des bluteries dont les toiles sont de plus en plus resserrées.



V. ENSACHAGE. Les meules sont généralement disposées au dessus des magasins, le plus souvent voûtés pour répartir les chocs des meules sur les reins des voûtes. Le plâtre broyé tombe donc dans des magasins où des hommes peuvent l'ensacher. Dans la plupart des usines, aujourd'hui, les plafonds des voûtes portent des trémies ensachoirs. Lorsque le magasin de réception n'est pas immédiatement situé au dessous des meules, le plâtre y est conduit par des plans inclinés qui le déversent, soit dans les tombereaux ou les wagons lorsqu'on le livre en vrac, soit dans des trémies ensachoirs.

Les sacs doivent être pesés, surtout lorsque le plâtre se vend au poids, comme pour les livraisons en province. Les sacs les plus communément employés sont de deux types : ceux de 25 litres, les plus ordinaires, et ceux de 50 litres. On admet, généralement, que les 1000 litres pèsent 1100 kilogrammes. Il en résulte que pour la livraison au mètre cube, qui se pratique généralement, à Paris, on compte, en moyenne, 40 sacs au mètre cube.

L'ensachage à la main, comprenant : le pesage à la bascule, le ficelage et le plombage, lorsqu'il est

réclamé (ce qui est d'ailleurs assez rare), coûte ordinairement de 0,50 f à 0,60 f les 40 sacs de 25 litres, compris fourniture de la ficelle et raccommodage des sacs.

Dans certaines usines, comme à Pisseloup (Seine-et-Marne), les sacs sont placés, au dessous de chaque trémie ensachoire, sur des bascules enregistreuses fixes. Cette disposition, d'ailleurs assez simple, mériterait d'être partout usitée.

Partie commerciale. Le plâtre cuit et broyé est livré au commerce en vrac ou en sacs.

Livraison en vrac. Lorsque la livraison se fait dans les bateaux, il faut avoir soin de charger le plâtre uniformément et éviter de le fouler et de le tasser : son propre poids suffit. Il convient de charger sur petites couches. Les bateaux sont généralement en bois ou en fer et n'offrent rien de particulier ; leurs formes et leurs dimensions varient évidemment avec la voie navigable qu'ils parcourent. En général, nous pensons qu'il ne convient pas de donner au plâtre une épaisseur dépassant 1 mètre ou 1,20 m, surtout lorsque le parcours est un peu long. Il va sans dire que les bateaux doivent être d'une étanchéité absolue.

Sur le canal de l'Ourcq, les bateaux cuvent 60 à 80 mètres.

Pour la livraison en vrac en tombereaux, on emploie généralement des tombereaux en tôle. On doit prendre pour le chargement, des précautions analogues à celles que nous avons indiqué plus haut, pour le tassement et l'échauffement du plâtre, surtout à la partie inférieure.

Le chargement en vrac dans les wagons des diverses Compagnies n'offre rien de particulier. Certaines usines sont éloignées des chemins de fer ou n'y sont pas raccordées. Il y a lieu alors à un transbordement des tombereaux dans les wagons ; quelquefois même, le plâtre est ensaché à l'usine, conduit au chemin de fer, et versé en vrac dans les wagons. C'est une manoeuvre assez coûteuse. Aussi, toutes les grandes exploitations se sont-elles outillées de manière à avoir des lignes de raccordement directe à la section normale partant de leur moulin même ; les wagons peuvent donc aller prendre la marchandise sous les trémies, sans occasionner de dépenses (Exemples : usines d'Argenteuil, de Pisseloup, de Lagny etc ...).

Livraisons en sacs. On livre en bateau, en tombereaux ou sur charrettes et camions [1887], et en wagons. Il n'y a rien à dire au sujet de l'arrimage, dont la façon dépend de la forme et de la capacité du véhicule, du nombre de chevaux et de leurs forces, etc ... La livraison en sacs se fait soit dans les sacs du client, soit dans les sacs du fournisseur. Rien à dire au sujet de la livraison dans les sacs appartenant à l'acquéreur. Ce serait évidemment là le système le moins onéreux et le plus commode s'il pouvait toujours s'appliquer. Mais c'est, au contraire, le cas le plus rare. Les fournisseurs sont obligés presque toujours de livrer le plâtre dans des sacs qui leur appartiennent. Pour une grande exploitation, on comprend que l'acquisition d'un nombre considérable de sacs soit une très grosse affaire, nécessitant une importante avance de fonds, de gros frais d'entretien, et surtout occasionnant des pertes sérieuses en raison des négligences de tous : des charretiers, des maçons, des entrepreneurs, qui prennent livraison, et qui se préoccupent peu de ce que deviennent des sacs qui ne leur appartiennent pas ; de certaines indécrottes qui se commettent, comme, par exemple, la substitution de sacs usés à des sacs en bon état, etc ... Le fournisseur réclame, évidemment ; mais craint d'indisposer son client, de perdre ses commandes ; et il résulte pour lui, du règlement de ses comptes, des pertes sèches presque toujours accompagnées de froissements. Quant au fonds de roulement engagé, il est, nous l'avons dit, considérable. Veut-on quelques chiffres?

Il faut en moyenne compter deux mois depuis le départ d'un sac de l'usine jusqu'à son retour. C'est-à-dire que l'usine doit avoir en roulement un nombre de sacs au moins égal à la fourniture de quatre mois pour travailler à l'aise. Supposons une

usine qui ferait 50 mètres cubes par jour l'un dans l'autre : c'est une bonne exploitation moyenne. Il lui faudrait donc avoir un roulement de sacs de :

50 mètres x 40 sacs x 30 jours = 60000 sacs.

1/10 pour retards = 6000 sacs.

En réparation = 4000 sacs.

Soient au total = 70000 sacs

à 0,80 f, prix moyen, c'est 56000 francs de capital-sacherie à tenir toujours en roulement. Eh bien! si l'on compte les pertes causées par les diverses causes que nous avons indiquées, on verra qu'il faut compter au moins sur 30% en plus. Cela n'a rien d'exagéré. C'est donc là un élément très sérieux à comprendre dans le prix de la livraison du plâtre. Nous ne l'estimons pas à moins de 0,80 f à 1 franc par mètre cube, en comptant, ce que notre propre expérience nous a appris, qu'au bout de la quatrième année, tous les sacs sont renouvelés.

La société des Plâtrières réunies du bassin de Paris, qui possède ainsi en circulation un nombre de sacs considérable, 500000 et plus, a fait de ce chef, pendant les premières années de son exploitation, des dépenses et des pertes qui ont attiré son attention. Elle a alors, après une longue étude, adopté un système de *location* qui d'après ce qui nous a été affirmé, donne d'excellents résultats.

Elle fait payer à tout client qui garde les sacs plus d'un mois, entre le jour de la livraison et le jour du retour des sacs, une location de 0,05 f par sac et par mois. Or, dans la plupart des cas, un entrepreneur attentif pourra aisément s'arranger de façon à ne pas dépasser ce délai. Si, par négligence, ou en raison d'un besoin quelconque dont il est alors juge, il garde les sacs un mois de plus, il paie 2 francs de plus par mètre cube de reçu. Depuis que cette mesure, assez généralement acceptée d'ailleurs par la clientèle, a été adoptée, le compte sacherie n'est plus grevé aujourd'hui, renouvellement compris, que des frais dont le montant ne dépasse pas les prévisions d'un entretien ordinaire.

Prix de revient. L'étude du prix de revient d'un mètre cube de plâtre cuit n'est pas difficile à établir, car il est à peu près le même dans tous les pays, la composition du calcaire étant la même ; conséquemment la température de cuisson ne varie pas, non plus que les frais de broyage. Il ne peut y avoir de variations appréciables, lorsqu'il s'agit d'exploitations convenablement montées, que sur la valeur du combustible, en raison des frais de transports dont il est chargé par suite de la distance du point d'acquisition à l'usine.

Voici comment on peut établir les prix pour un mètre cube de plâtre *ordinaire* cuit et broyé, pesant 1100 kilogrammes, et pour une usine d'importance moyenne, c'est-à-dire fournissant 50 mètres cubes par jour.

Extraction et fabrication.

Droit de fortagement ou amortissement de la propriété	0,40
Découverte (moyenne se rapportant aux exploitations contenues dans le Bassin parisien, comprenant : Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, et déduction faite de la vente ou des bonis d'exploitations des marnes à chaux et à ciments et des glaises)	1,00
Extraction du plâtre, prix moyen, la différence relative à l'exploitation en cavage sur l'exploitation à l'air libre étant compensée par le fait que le travail de cavage peut de faire par tous les temps et en toute saison	1,20
Ce prix comprend la fourniture de la poudre et des outils, les havages ou les souchets,	

la descente des masses, le chargement dans les tombereaux ou wagons,			
Conduite au four, prix variable suivant la distance des carrières à l'usine : comprenant la fourniture, la pose et l'entretien des voies de transport, la fourniture et l'entretien du matériel roulant. Prix moyen			0,50
	Travage, compris concassage, triages, séparation des poussières		0,80
	48 kilos briquettes à 32 50	1,57	
Cuisson	Bourrées d'Allemagne	0,23	
	Main d'oeuvre	<u>0,10</u>	
			1,90
	Main d'oeuvre	0,50	
	Combustibles	0,15	
Broyage	Mécanicien	0,10	
	Huile, graisse, etc ...	<u>0,05</u>	
		0,30	0,80
Ensachage et chargement sur les charrettes, ou chargement en vrac, en bateaux ou en wagons, y compris le transport de l'usine à la voie navigable ou au chemin de fer			<u>0,45</u>
			7,05
Frais généraux et bénéfiques, sur extraction, travage, cuisson, broyage et émachage			<u>0,25</u>
			7,30

Ainsi, pour 7,30 f, on pourra presque partout livrer un mètre cube de plâtre, ensaché sur charrettes à l'usine, ou chargé dans les bateaux ou les wagons, ce prix comprenant l'excédent des dépenses de découvertes sur la vente ou l'utilisation des sous-produits du sol ; la location du terrain ou la représentation de son achat par voie d'amortissement ; plus, enfin, le bénéfice du tâcheron ou des ouvriers qui exécutent les opérations de la fabrication proprement dite.

Prix de revient d'un mètre cube de plâtre cuit et broyé, rendu à pied d'oeuvre à Paris.

1,00 m plâtre, chargé en sacs sur charrettes ou en vrac dans les bateaux comme ci-dessus	7,30
Transport aux portes ou au bassin de la Villette (compris droit d'écluse et déchargement)	1,00
Déchargements, remaniements, ensachages, rechargements sur charrettes etc ...	0,75
Droit d'octroi par mètre cube	4,20
Transport dans Paris par mètre cube	<u>2,20</u>
	15,45
Frais généraux de l'exploitation commerciale	<u>0,55</u>
Total	16,00

Nous ne croyons pas qu'il soit possible de fabriquer du plâtre ordinaire, rendu sur les chantiers de Paris, à des conditions inférieures.

Si l'on observe que le droit d'octroi est de 4,20 f par mètre cube représente une avance considérable de fonds ; que les règlements se font, dans la plupart des cas, à des échéances assez longues, dont la moyenne peut être de 120 jours, ce qui

représente un escompte de 3%, escompte d'ailleurs exigé par tout client qui paie dans le mois de la livraison, si l'on compte enfin le ducroire auquel on est exposé par suite des mauvaises créances, des frais de poursuites, , etc ... ; enfin, si l'on compte l'intérêt et l'amortissement des sommes engagées, on se rend aisément compte que le prix moyen de vente du plâtre ordinaire à Paris ne saurait être inférieur à 19 francs le mètre cube pour rémunérer les capitaux engagés. Il s'est vendu 21 francs dans les années prospères de 1880 à 1884, et ce prix n'avait rien d'exagéré, car alors la main d'oeuvre avait haussé proportionnellement.

FLAVIEN

Ingénieur des Arts et Manufactures.

»