

MÉMOIRES

DE LA SALUBRITÉ DES USINES

où l'on travaille les Phosphates et les Craies phosphatées

PAR

A. HALLEUX

Ingénieur au Corps des Mines, à Bruxelles

[351.777.1]

Le phosphate de chaux, seul minéral phosphoré employé dans l'industrie des engrais chimiques, se rencontre généralement dans la nature, mélangé à des proportions variables de carbonate de calcium, de silice, d'alumine, d'oxyde de fer, de fluor, d'iode, etc.

Un grand nombre des gisements de phosphates exploités se trouvent dans le terrain crétacé : c'est le cas de ceux qui se rencontrent dans notre pays ; dans le massif crétacé du Hainaut on trouve les craies brunes ou grises de Ciply, le poudingue de Cuesmes qui en forme la base, et le conglomérat fossilifère auquel on a donné le nom de poudingue de la Malogne, qui les sépare souvent du tuffeau de Ciply. Ces gisements ne donnent plus actuellement que des produits d'une teneur de 20 à 30 % en phosphate ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ On vient de découvrir à Baudour de nouveaux gisements de phosphates riches.

En Hesbaye, d'autre part, reposant sur la craie sénonienne (marne) ⁽¹⁾, se trouve à la profondeur de 10 à 30 mètres un amas phosphaté composé d'une terre brun-jaunâtre mélangée de nodules de phosphate de chaux lesquels comprennent parfois le tiers de la masse; l'épaisseur de ce dépôt est très variable, elle va de 30 à 40 centimètres dans les exploitations activées; sa richesse en phosphate atteint 50 à 65 % à Rocour, 45 à 50 % dans les communes de Vottem, Bierset, Fexhe, Momalle et Fooz ⁽²⁾.

Les productions de ces deux centres d'exploitation ont été les suivantes pendant l'année 1895 :

| | | | |
|--------------------|---|--------------------|------------------------------------|
| Province de Liège. | — | Phosphate de chaux | 250.080 ^{m³} . |
| » du Hainaut. | — | Craie phosphatée | 256.650 ^{m³} . |

L'industrie phosphatière traverse actuellement une crise causée par l'arrivée sur le marché de phosphates étrangers titrant jusque 80 % et de scories des aciéries Thomas titrant plus de 30 % de $\text{Ca}^2 \text{Po}^4$.

Jusque dans ces dernières années, on a cru que le phosphate naturel n'ayant subi aucune préparation chimique était impropre aux usages de l'agriculture; actuellement, l'emploi direct sans autre traitement qu'une pulvérisation poussée assez loin, tend à se généraliser de plus en plus.

Signalons, toutefois, que les phosphates de Liège, d'une nature peu calcaireuse, se prêtent particulièrement bien à cette utilisation. Quant aux craies phosphatées du Hainaut on les enrichit habituellement à 40 ou 45 % en vue du traitement pour superphosphates.

⁽¹⁾ Dans certains travaux d'exploitation des phosphates on doit prendre des précautions à l'égard des vides laissés par les anciennes marnières.

⁽²⁾ Une belle étude de M. M. Lhoest a démontré que la formation de ce dépôt et de l'assise de silex qui le surmonte est due à la dissolution de la craie par les eaux pluviales. (*Ann. de la Soc. Géol. de Belg.*, t. XII, 1885.)

Ceci permet de préciser comme suit les catégories d'usines qui sont visées dans ce travail :

1° Usines d'enrichissement et de broyage, travaillant pour les fabriques de superphosphates ;

2° Usines de broyage qui livrent leurs produits bruts à l'agriculture ou aux fabriques de superphosphates ;

3° Usines où la préparation des superphosphates a lieu.

Notons cependant, que ce qui va suivre, ne s'applique qu'aux usines qui, en 1896, étaient surveillées par l'administration des mines, c'est-à-dire, d'une manière générale, celles qui dépendent des carrières d'exploitation des matières premières.

Il résulte de ce qui précède que ce travail sera naturellement divisé en trois chapitres consacrés respectivement aux installations de la province de Hainaut où l'enrichissement est opéré, à celles de la province de Liège où a lieu la préparation et le broyage, enfin aux fabriques de superphosphates réparties dans ces deux régions.

I

L'exploitation des craies phosphatées du Hainaut se fait, soit à ciel ouvert, soit souterrainement.

Les travaux à ciel ouvert atteignent parfois un grand développement : aux carrières de M. Hardenpont à Saint-Symphorien l'excavation où l'exploitation a lieu, mesure plusieurs centaines de mètres de longueur sur environ 100 mètres de large ; la roche est abattue au moyen d'explosifs et le produit est transporté par des trains de wagonnets qui, partant du fond de la carrière, circulent dans une galerie souterraine pour arriver au puits d'extraction débouchant dans l'usine même. Quand l'exploitation se fait souterrainement, le système des massifs abandonnés est géné-

ralement employé ; il s'applique particulièrement bien là où la couche est, comme à Ciply et surtout à Cuesmes, surmontée d'un tuffeau résistant : ces exploitations sont desservies soit par plans inclinés, soit par des puits d'extraction débouchant à proximité des ateliers ou dans l'intérieur même de ceux-ci ; certaines d'entre elles sont reliées par des galeries à grande section où circulent des trains conduits par des locomotives.

L'enrichissement de ces craies phosphatées se fait par voie humide ou par voie sèche.

Voie humide. — Tous les procédés sont basés sur la différence de densité qui existe entre la craie et le phosphate de chaux qui s'y trouve mélangé.

D'une manière générale, la matière après malaxage et broyage à l'eau, subit un débouillage ou bien est passée au trommel de manière à éliminer les pierres et silex et à permettre le passage dans les appareils d'enrichissement proprement dits ; ceux-ci consistent en spitzkasten dont le courant d'eau ascensionnel élimine, comme on le sait, une partie notable du stérile, ou en cribles mobiles qui retiennent la partie riche dans leurs grenailles, ou bien encore en colonnes d'enrichissement qui reçoivent la boue délayée. Le produit de ces appareils est, selon les usines, passé aux bacs décanteurs ou aux tables dormantes ou tournantes.

Notons que ces différents appareils sont combinés entre eux selon les cas. Nous ne pouvons nous étendre davantage sur ce sujet afin de ne point sortir du cadre de ce travail, attendu qu'il n'existe dans les ateliers ou parties d'atelier où l'enrichissement ainsi conduit a lieu, aucune cause d'insalubrité proprement dite.

Quoi qu'il en soit, ces procédés donnent une matière crayeuse, pulvérulente, humide, contenant 40 à 45 % de phosphate : ce produit est passé au séchoir à tubes. Cet

appareil consiste en deux séries de tuyaux de 20 centimètres de diamètre environ dans lesquels circulent les gaz chauds venant d'un foyer ainsi que l'indique la figure n° 1.

La matière à sécher amenée par des wagonnets est culbutée sur ces tubes ; lorsque la dessiccation est suffisante, elle s'émiette, glisse entre les tubes et tombe sur le sol d'où elle est chargée au moyen de pelles sur des wagons qui la conduisent aux tamis ou aux blutoirs.

A l'aide de ces derniers appareils qui continuent l'enrichissement, on obtient un produit à grains réguliers,

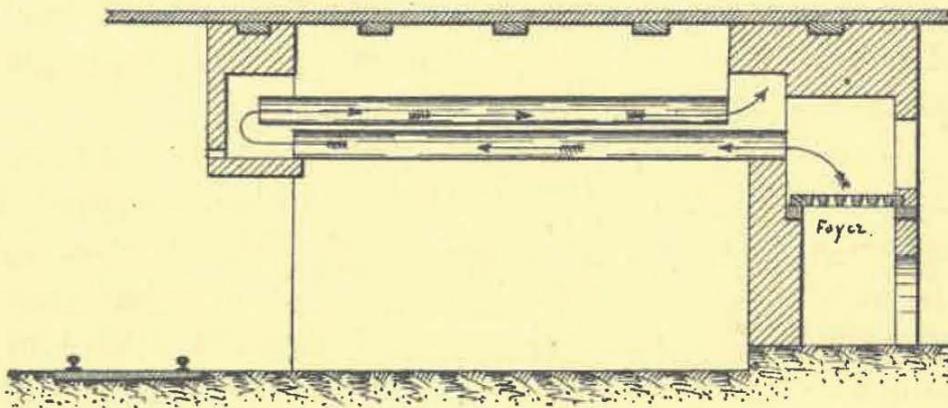


FIG. 1.

condition recherchée dans le traitement pour superphosphates.

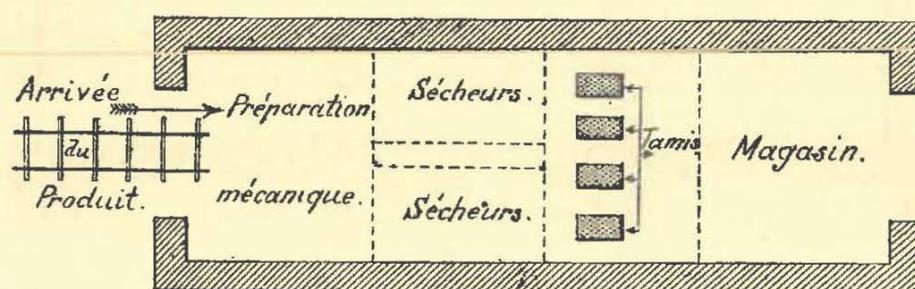
Les tamis à secousses, les plus employés, se composent d'un châssis incliné, suspendu au moyen de lames en acier, auquel des excentriques impriment 200 à 250 secousses à la minute ; le fond de ce châssis est garni d'une toile métallique très fine, sur laquelle la matière est déversée au moyen d'un distributeur ; au travers de cette toile passe la poussière de craie. Le produit tamisé se rend dans un conduit de décharge qui débouche directement dans le sac.

Ces tamis ne sont pas enveloppés, le mode de travail même s'y oppose dans une certaine mesure ; leur emploi

donne naissance à une certaine quantité de poussière crayeuse (qui flotte en un léger nuage au-dessus du châssis) trop faible pour être considérée comme préjudiciable à la salubrité de l'atelier. Il est à remarquer, en effet, que ces appareils sont en général placés à l'extrémité d'un grand hall où s'exécutent en outre la préparation mécanique et le séchage, ainsi que le croquis n° 2 l'indique; ou bien ils fonctionnent dans un atelier séparé qui sert également de magasin : le croquis (type 2) reproduit schématiquement la disposition adoptée par une des usines du Hainaut des plus importantes et des mieux installées à tous points de vue.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le phosphate venant

HALLE COMMUNE.



TYPE N° 1.

FIG. 2

du séchoir est, dans certaines usines, passé au blutoir; cet appareil est constitué par un tambour cylindrique ou hexagonal, en toile métallique de 2^m.25 à 2^m.50 de longueur, fixé sur un axe incliné mis en mouvement au moyen d'une transmission; d'ordinaire il comprend deux ou trois sections tamisantes obtenues au moyen de toiles de différents numéros (jusqu'au numéro 200 — côté du carré 8 centièmes de $\frac{m}{m}$).

Ces blutoirs sont enfermés dans des caisses en bois

munies de clapets garnis de bandes de toiles afin de permettre l'accès intérieur.

En outre, pour éviter l'évacuation, dans le lieu de travail, de farine folle (calcaire), une aspiration est ménagée dans cette enveloppe. Les caisses des blutoirs sont parfois reliées aux conduits d'aspiration d'un ventilateur ; cette disposition, outre qu'elle assure la salubrité de l'atelier, réalise aussi un enrichissement de la matière travaillée (fig. 4).

D'une manière générale on peut dire que dans les usines

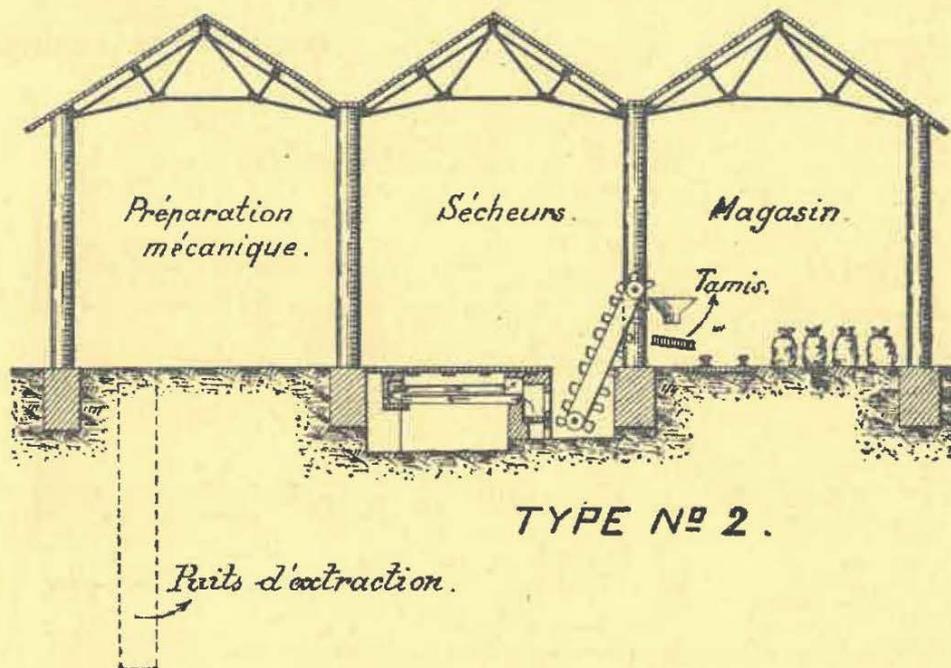


FIG. 3.

où les craies phosphatées sont traitées par voie humide, le travail s'exécute dans de bonnes conditions au point de vue de l'hygiène intérieure.

Voie sèche. — L'enrichissement par voie sèche est pratiqué dans une seule usine ; la craie, sortant de la carrière, est broyée aux meules verticales, puis passée au séchoir rotatif. Le produit séché est ensuite conduit aux broyeurs ;

dans ceux-ci, le broyage s'opère par l'action de la force centrifuge. Chacun de ces broyeurs est entouré d'une enveloppe en tôle raccordée au conduit d'aspiration d'un ventilateur : les poussières légères de craie sont entraînées par

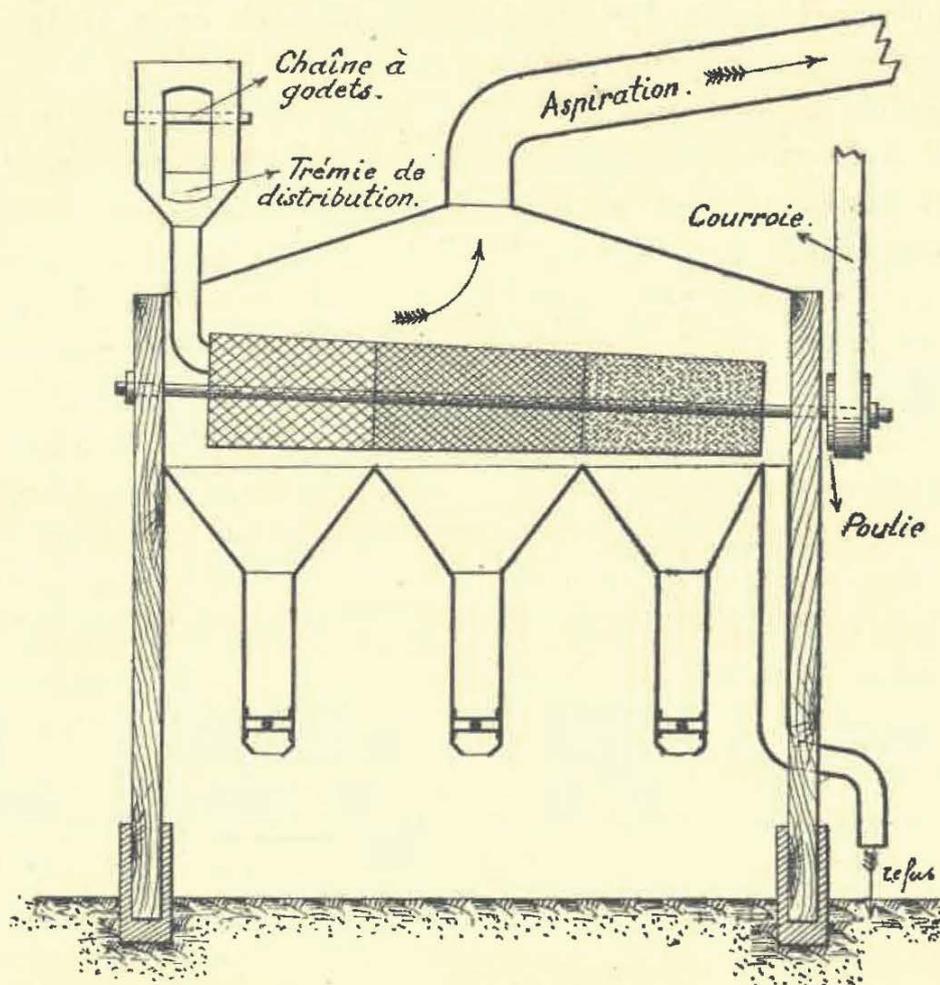


FIG. 4.

le courant d'air et les parties les plus riches en phosphate qui tombent et passent au travers d'un tamis sont reprises par une chaîne à godets qui les amène au broyeur suivant où la même opération a lieu.

Le produit final est passé aux blutoirs où le classement a lieu.

Cet exposé suffit à faire saisir le principe de la préparation et nous ne croyons pas opportun de donner de plus amples détails, vu la portée de cette étude.

Dans les usines de ce genre, le mode de travail est éminemment propre à la formation de poussières minérales — principale cause d'insalubrité, disons-le de suite, dans les usines de préparation et de broyage de minéraux — ; toutes les dispositions doivent donc être prises pour rendre aussi pure que possible l'atmosphère des locaux et il convient que les ateliers soient spacieux et bien aérés.

Notons que, dans un atelier quelconque, on est généralement réduit à s'en rapporter à des impressions personnelles pour apprécier l'efficacité de la ventilation : c'est ainsi que le dosage de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, possible dans un laboratoire sur une prise d'essai déterminée, ne peut s'exécuter pratiquement au cours d'une inspection faite dans un atelier ⁽¹⁾ ; mais si l'élément qui souille l'air est constitué par une poussière quelconque il en est autrement ; on conçoit, en effet, que l'on puisse plus aisément estimer avec une exactitude suffisante la teneur en poussières d'un mètre cube d'air. Peu d'essais ont cependant été faits pour doser pratiquement les poussières dans les ateliers industriels. Un système employé consiste à exposer pendant un temps donné, dans l'atmosphère du local, une plaque de surface connue, enduite d'une mince couche d'une substance collante. Les poussières viennent se déposer sur cette plaque, et l'on peut comparer les milieux en se basant sur l'importance des dépôts. On peut reprocher à cette méthode de ne pas cadrer suffisamment avec les estimations ordinaires d'impuretés qui sont rapportées à l'unité de volume d'air.

(1) La question du dosage pratique de ces gaz est mise au concours par la Section d'hygiène pour l'exposition de Bruxelles en 1897.

Comme nous avons affaire à des poussières minérales nous nous sommes arrêté à un autre moyen : dans une éprouvette en verre, cylindrique (figure 5) de 10 centi-

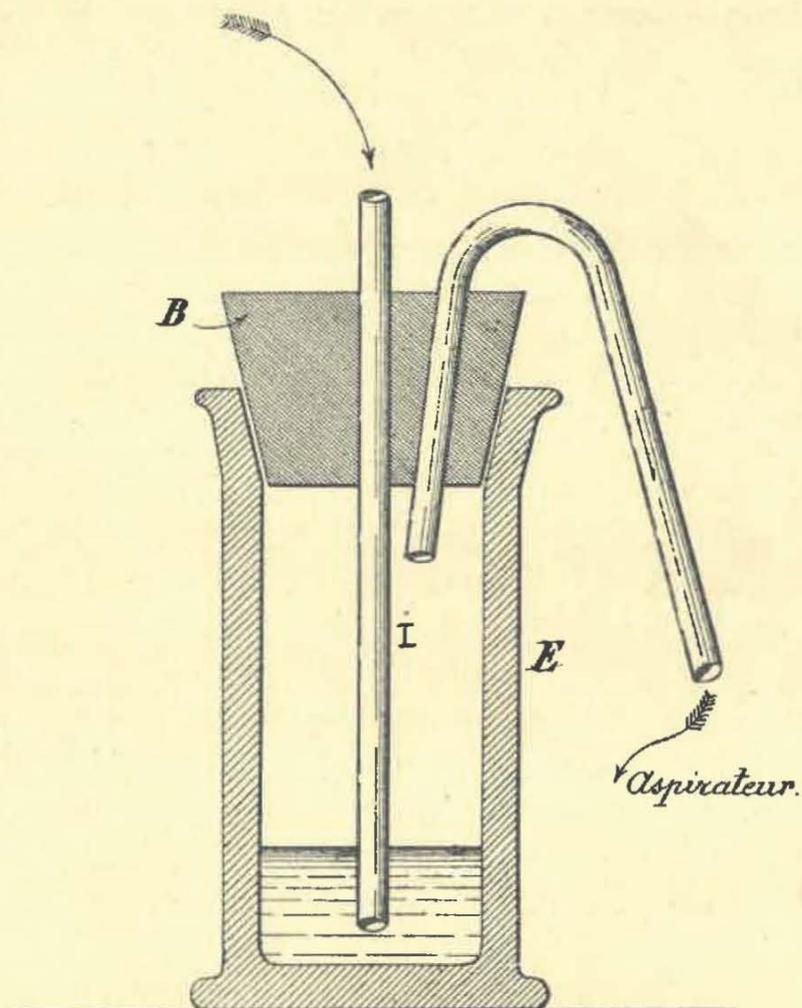


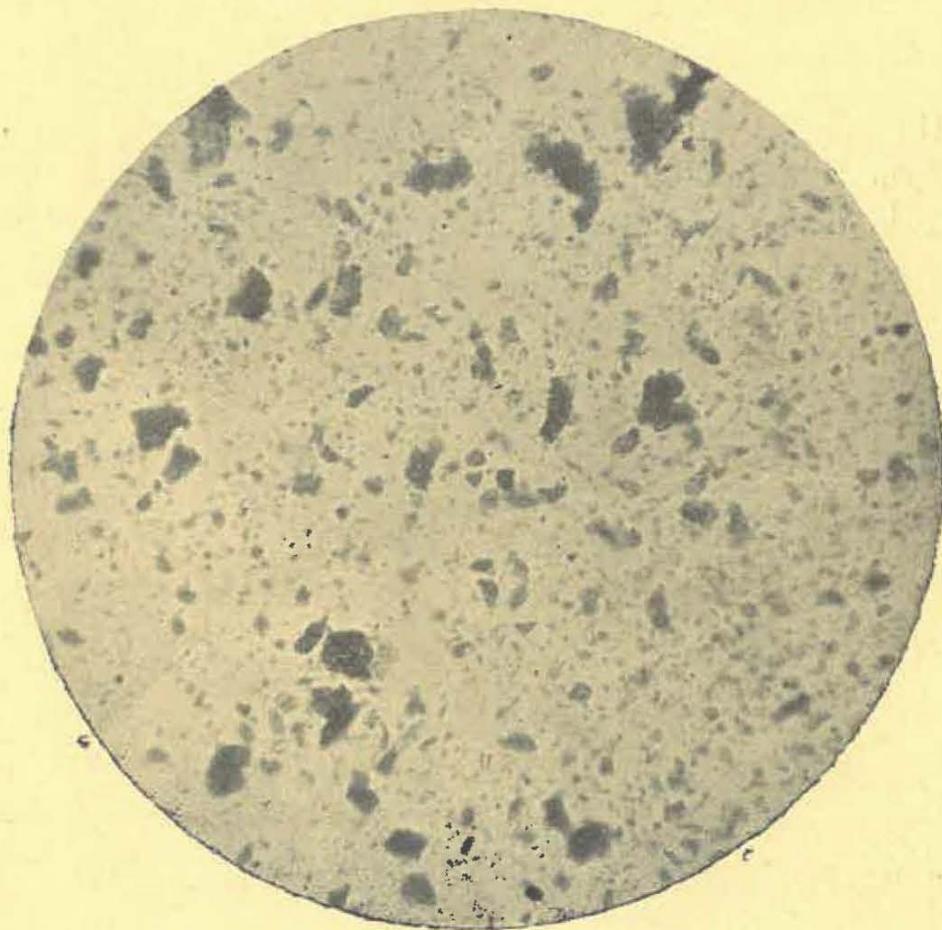
FIG. 5

mètres de hauteur, et pouvant recevoir un bouchon à l'émeri, un certain volume d'air est aspiré ; cet air descend par le tube *I* de section convenable et se dépouille dans une solution d'eau distillée des corps solides qu'il tient en suspension. L'opération finie, le bouchon en caoutchouc *B* est enlevé et remplacé par le bouchon à l'émeri : on possède ainsi une

prise d'essai qu'on peut recueillir aisément, sécher, peser et analyser.

C'est la seule méthode dont nous nous soyons servi pour obtenir tous les résultats rapportés dans ce travail.

Plusieurs dosages exécutés avec M. l'Ingénieur des mines



A

Simonis dans l'atelier de blutage de l'usine où l'on travaille par voie sèche, ont donné une teneur de $1/2$ gramme par m^3 d'air.

Cette poussière, très ténue, est en presque totalité composée de carbonate de calcium ; l'analyse chimique a donné :

| | |
|---|----------------|
| Silice | 2.4500 |
| Carbonate de calcium. | 80.3004 |
| Sulfate de calcium | 2.4515 |
| Phosphate de calcium | 5.5854 |
| Oxyde ferrique et d'alumine. | 3.9000 |
| Eau, chlorures, fluorures, matières } organiques } | 5.3127 |
| | <hr/> 100.0000 |

Un élément important, au point de vue de l'appréciation de la nocivité plus ou moins grande des poussières, réside dans la forme même des éléments qui la composent : c'est pourquoi, et aussi pour présenter une étude complète, nous avons procédé à un examen microscopique ⁽¹⁾ complété par une analyse microchimique de la prise d'essai. La microphotographie *A* (grossissement 100 d) montre les éléments amorphes de carbonate de calcium et le phosphate sous forme de prismes hexagonaux réunis en agglomérations ou isolés mesurant de 15 à 27 microns.

II

Dans la province de Liège, l'exploitation des phosphates se pratique souterrainement : c'est le système des petites tailles remblayées qui est employé, le remblai provenant du coupage des voies. L'extraction des produits se fait au moyen d'un treuil à bras mû par des femmes abritées dans une installation rudimentaire. (Voir gravure ci-contre.)

Ces phosphates ayant des titres plus élevés que ceux des

⁽¹⁾ On peut reproduire l'image que l'on voit au microscope en la dessinant au crayon : ces dessins, quelle que soit l'habileté de l'opérateur, peuvent être plus ou moins tendancieux ; nous avons préféré la reproduction par la photographie qui, si elle est moins nette, est d'une vérité rigoureuse.

craies du Hainaut, la question de l'enrichissement a moins d'importance dans la préparation.

Une seule usine réalise l'enrichissement à proprement parler; elle opère, par voie humide, la séparation des « nodules » ou parties riches du reste de la matière extraite; celle-ci est d'abord malaxée dans un courant d'eau, de manière à subir un débouillage, puis le produit est repris par des chaînes à godets et passé aux trommels laveurs et classeurs.

La partie riche ainsi obtenue, de même que les résidus du classement, sont travaillés comme les produits crus.

Dans beaucoup d'usines, on compose de toutes pièces les



titres exigés par le marché, en mélangeant aux phosphates du pays des phosphates d'Algérie et de Floride : ces derniers titrant jusqu'à 80 %.

Les opérations pratiquées dans les usines de Liège sont donc en principe limitées au séchage et au broyage. Examinons successivement dans quelles conditions elles s'exécutent.

SÉCHAGE. — La matière amenée de la carrière dans l'usine même, renferme jusque 25 et 30 % d'eau; pour pouvoir lui faire subir un broyage il est nécessaire de lui enlever cette humidité. — Deux systèmes de séchage sont employés.

1° *Séchoir à taques*. — Il se compose d'une série de carneaux accolés (fig. 6) dans lesquels circulent les gaz chauds des foyers *F. F'*; ces carneaux, dont la longueur peut atteindre 15 à 20 mètres, ont à proximité du foyer, une largeur de 70 à 80 centimètres sur 1 mètre de haut; vers la cheminée leur section diminue : ils sont recouverts par des taques de fonte. Sur ces taques le phosphate à sécher est étendu sur une épaisseur de 6 à 10 centimètres

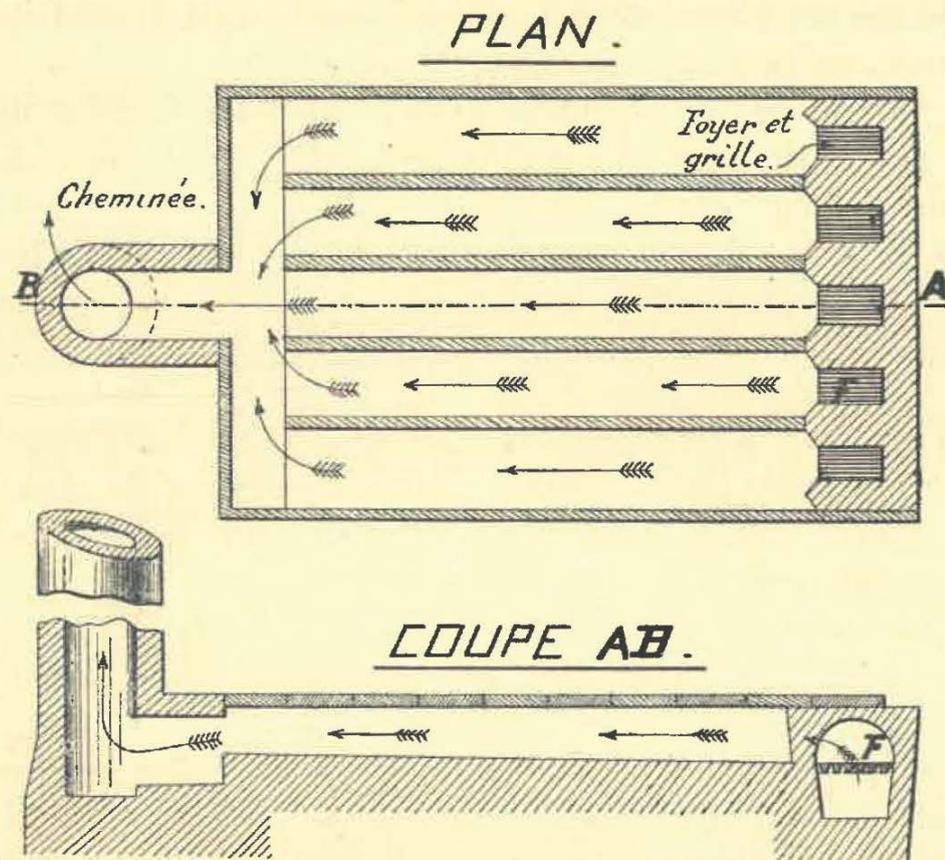


FIG 6

environ et retourné deux ou trois fois à la pelle pendant les 10 ou 11 heures que dure l'opération.

Ce système a l'avantage de ne point exiger de force motrice : de plus, il permet de sécher de petites quantités en n'utilisant qu'un ou deux foyers, sans forte dépense de

combustible ; mais outre les graves inconvénients qu'il présente : séchage irrégulier, prix élevé de la main d'œuvre, entretien coûteux, il force les ouvriers à travailler dans de mauvaises conditions hygiéniques. Il est très pénible en effet, pour les hommes, de se tenir, pour opérer le retournement du produit, sur des taques fortement échauffées, dans une atmosphère chargée de vapeur et de poussières.

Heureusement, ce mode de séchage commence à disparaître pour être remplacé par les systèmes mécaniques. Un des meilleurs types, le plus employé d'ailleurs en Belgique, est le séchoir *Ruelle*.

Cet appareil se compose de deux cylindres en tôles de 8 mètres de longueur environ reliés et emboîtés, garnis intérieurement de 4 hélices formées par des cornières (voir fig. n° 7). Le cylindre intérieur qui peut tourner sur des galets porté un engrenage, mis en mouvement par un pignon.

La matière est déversée dans une trémie vers l'extrémité du cylindre, chemine dans le cylindre intérieur grâce à une hélice, tombe dans l'enveloppe extérieure et est ramenée vers son origine pour tomber dans une fosse où une chaîne à godets la reprend.

L'appareil est à vent soufflé : un ventilateur foule de l'air par deux conduits latéraux au foyer : cet air s'échauffe dans les parois de celui-ci.

Ainsi que la marche du produit permet de s'en rendre compte, le séchage est progressif et méthodique ; la matière à sécher circule en sens inverse des gaz venant directement du foyer et se refroidit méthodiquement pour être évacuée à la température de 40° C environ.

Cet appareil n'exige pas, comme les séchoirs à taques, que l'on dispose d'un emplacement considérable ; il exécute un séchage plus rapide et plus régulier et n'altère pas le produit ; en outre, il demande peu de main-d'œuvre.

Nous passons sur ces avantages industriels pour insister sur ceux qu'il présente au point de vue de la salubrité : en effet, le séchage dans le système Ruelle, s'opère en vase clos empêchant ainsi la formation de poussières ; le mélange d'air, de poussières et de vapeur d'eau, se rend à la cheminée, après avoir passé toutefois par une chambre de dépôt destinée à recueillir les poussières de phosphate entraînées ; le travail des ouvriers qui desservent cet appareil n'est nullement pénible et il s'effectue dans les conditions ordinaires.

Le phosphate séché subit généralement une préparation avant d'être conduit aux appareils de broyage ; une chaîne à godets vient le déverser dans un trommel classeur ou sur une grille mobile ; les refus composés des nodules et des silex de mêmes dimensions se rendent dans la trémie d'un concasseur, et, dans cette trémie même ils subissent un épierrage qui se fait à la main. Les produits de ce concasseur réunis à la matière plus fine, donnée par le criblage, sont passés aux appareils de broyage proprement dits ; parfois cependant, on leur fait subir un dernier criblage qui a pour but d'éliminer les silex restants.

BROYAGE. Comme un produit fin doit être obtenu on se sert de broyeurs qui travaillent par écrasement : ce sont les *meules* et les *broyeurs à boulets*.

Meules. — Les meules horizontales sont seules employées, elles sont installées comme dans les anciens moulins à farine ⁽¹⁾ (fig. 8). Ces meules ont un diamètre de 1^m.30 à 1^m.50 et tournent à la vitesse de 100 à 110 tours à la minute ; elles peuvent donner 8 à 10 sacs à l'heure.

L'installation d'une paire de meules coûte environ 2600 francs : mais il faut remarquer que les silex les déte-

(1) Certaines usines à phosphate de la Hesbaye sont d'anciens moulins à farine.

riorent ; on compte environ pour le rhabillage 1 fr. à 1.50 par jour et par meule.

Les produits arrivent aux trémies des meules au moyen de chaînes à godets, qui les reçoivent à leur sortie des broyeur ou des cribles et les amènent dans des trémies

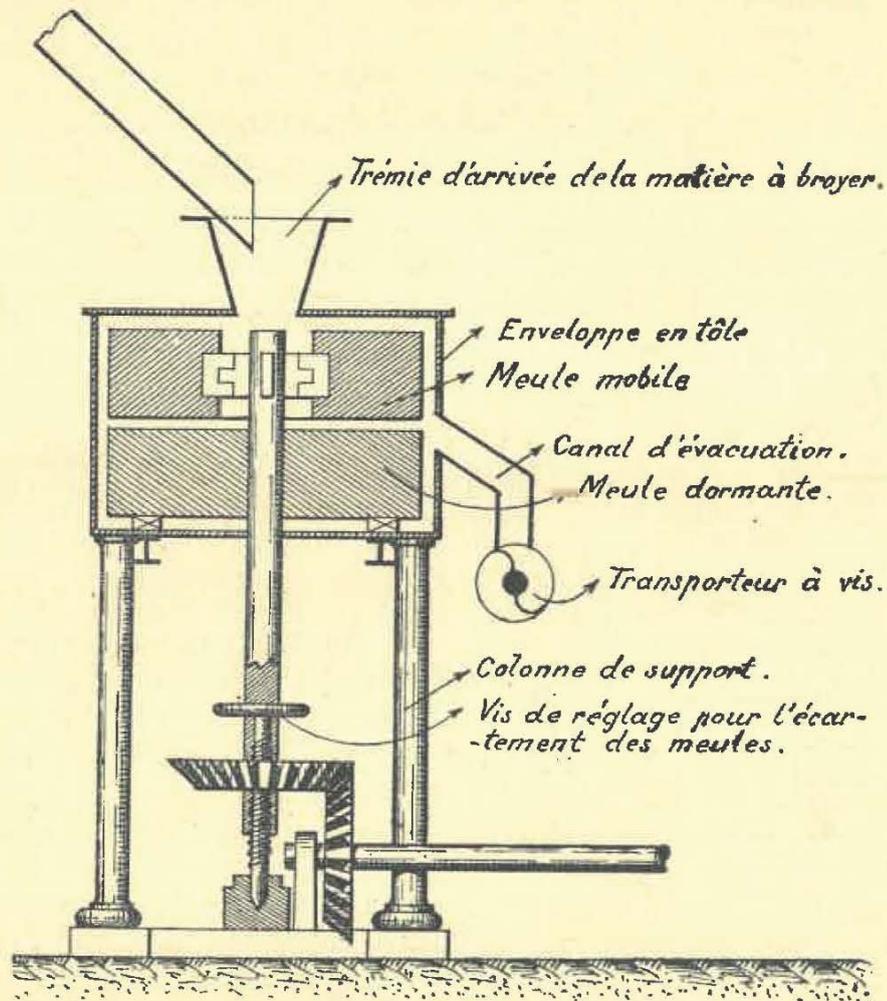


FIG. 8

distributrices sur lesquelles des canaux en bois viennent se brancher (fig. 9).

La farine tombe par un bec d'évacuation, ménagé latéralement dans l'enveloppe de la meule, dans un transporteur à vis qui la conduit aux appareils ensacheurs.

Broyeurs à boulets. (Fig. 10.) — Le moulin à boulets se compose essentiellement d'un tambour rotatif dont l'enveloppe ou surface cylindrique est formée de plaques a , à courbure circulaire, munies de trous ou de fentes, et dont les parois frontales en fer forgé et garnies à l'intérieur de plaques u en fonte durcie, sont reliées à l'arbre, en

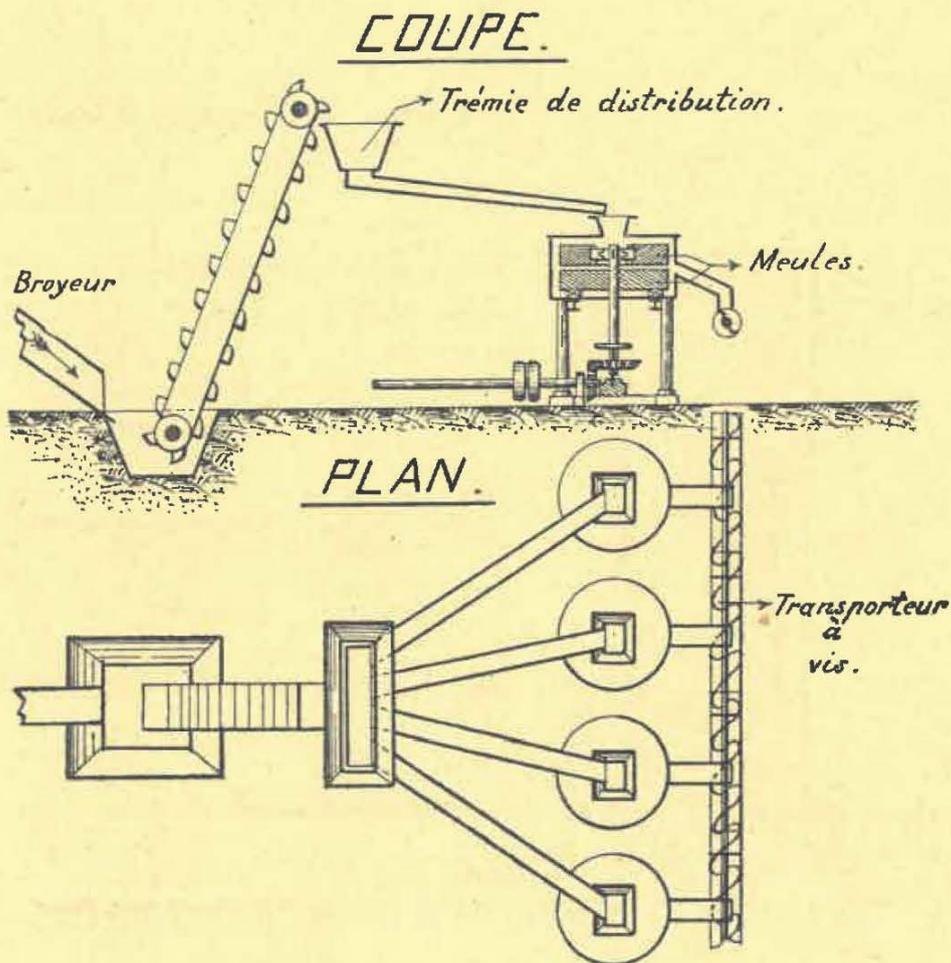


FIG. 9

acier, du moulin par des disques à moyeu. A l'intérieur du tambour il y a un grand nombre de boulets en acier qui concassent les matières à broyer sous l'influence de la rotation du moulin, et la réduisent en poudre. La matière suffisamment triturée tombe par les trous de l'enveloppe

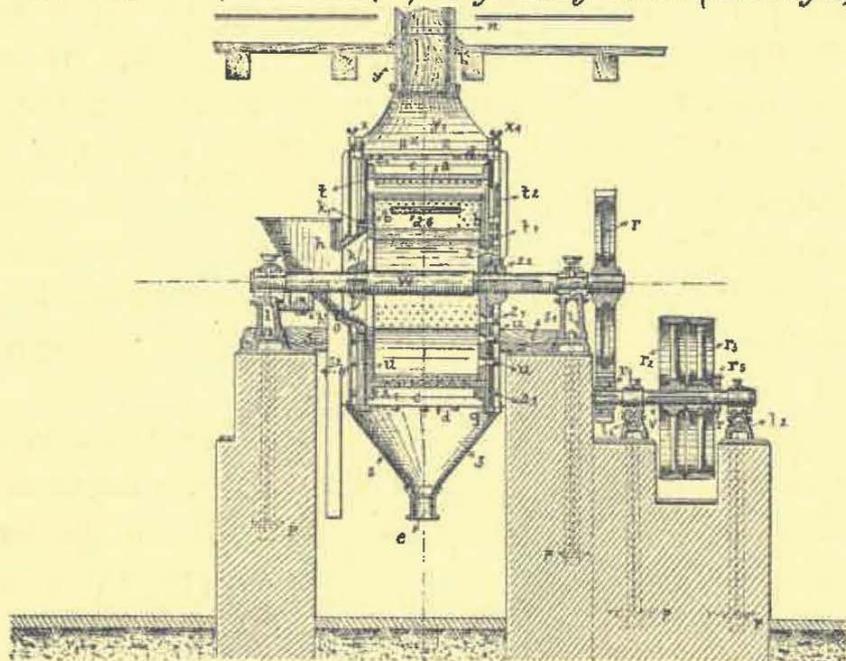
du tambour sur un crible cylindrique *c*, en tôle d'acier perforée, lequel retient les granules les plus grossiers, tandis que les parties granuleuses plus fines, mélangées avec beaucoup de farine ténue, tombent sur le tamis *d*, en toile métallique. Ce tamis est aussi cylindrique et il entoure le crible *c*. La farine, qui est arrivée au degré de finesse voulu, passe à travers ce tamis et tombe dans l'entonnoir de décharge *S*, muni d'une tubulure à sac et d'un tiroir, le dit entonnoir faisant partie d'une cage en tôle qui enveloppe d'une manière absolument étanche tout le système, et empêche les poussières de se dégager au dehors.

Les granules tamisés qui se trouvent entre les tamis *c* et *d* et l'enveloppe du tambour, sont ramenés vers les canaux *g* sous l'action de palettes en tôle *f* passant par des fentes correspondantes pratiquées dans l'enveloppe du crible *c*, ces palettes s'étendant sur toute la largeur des tamis. Ces canaux font retomber la matière à l'intérieur du tambour où elle est soumise de nouveau à l'action des boules.

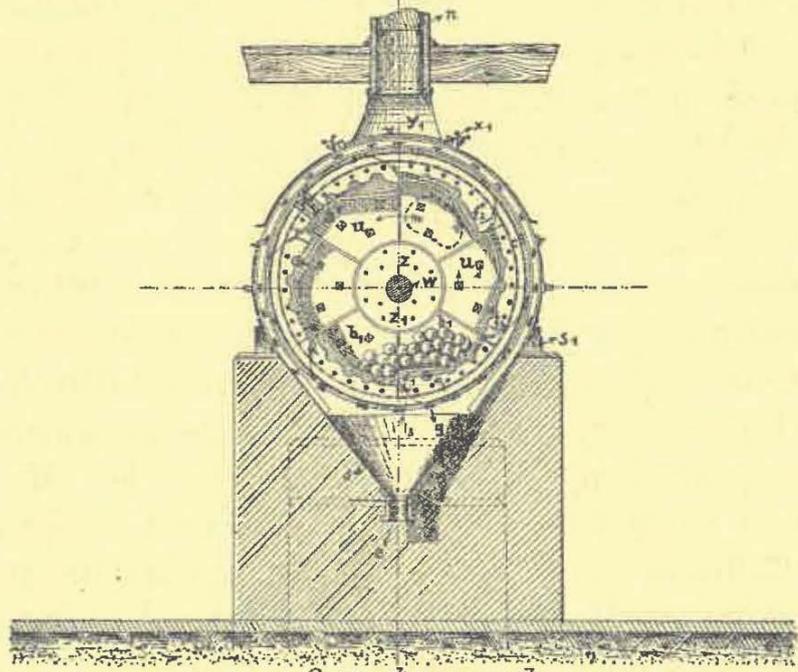
Dans ce moulin à boulets, il existe un dispositif très avantageux pour introduire les matières à triturer dans le tambour. L'introduction se fait par un des disques à moyeu, qui, à cet effet, porte une coupure. Les rais qui résultent de cette disposition ont une forme analogue à celle de l'hélice des navires. Pendant leur rotation avec le tambour, ces rais agissent comme la spirale d'une vis sans fin et font avancer la matière introduite par la trémie *h* dans le tambour. De plus, les rais en forme d'hélice présentent une résistance beaucoup plus considérable que les rais ordinaires; il en résulte que leur nombre peut se réduire à deux. Enfin, ils empêchent les boulets de sortir du tambour et d'être lancés dans la trémie alimentaire *h*, comme cela arrive souvent dans les moulins à rais ordinaires.

L'intérieur du tambour est d'un accès facile, grâce à un

MOULIN à BOULETS à ALIMENTATION et DÉCHARGE CONTINUES. - GRUSONWERK, Magdeburg-Buckau (Allemagne).



Coupe longitudinale.



Coupe transversale.

FIG. 10

trou d'homme pratiqué dans l'enveloppe : on peut de plus enlever facilement le chapeau supérieur de la chambre à poussières auquel est adapté le châssis *X* pour fixer l'évent d'aspiration *y*.

La finesse du produit dépend de la grandeur des mailles du tamis *d* : lorsqu'elle atteint un certain degré, il est nécessaire d'enlever de temps à autre la poussière de cette toile métallique. Cette opération peut se faire au moyen de batteurs à cames actionnés par l'arbre même du moulin.

Il n'existe que quelques usines pourvues de cet appareil qui présente le grand avantage d'exiger peu de force motrice — environ la moitié moins que des meules pour une même production — ; on peut compter que le numéro 5⁽¹⁾ donne à l'heure 14 sacs environ de phosphate passant au tamis de 70. L'entretien de ce broyeur est presque nul, ce qui consacre sa supériorité sur les meules.

Il est à remarquer que la pulvérisation, dans le moulin à boulets, s'opère dans un espace enveloppé ; les poussières qui se forment sont, de plus, aspirées par la cheminée qui surmonte l'appareil ; au point de la salubrité des locaux de travail, c'est un excellent moyen de broyage. A l'exposition des appareils préventifs de Berlin en 1889 un broyeur de ce système a fonctionné à proximité de dynamos, de machines à vapeur, de pompes, d'appareils de signalisation et d'instruments de précision, pour lesquels il n'est résulté aucun préjudice du chef de poussières.

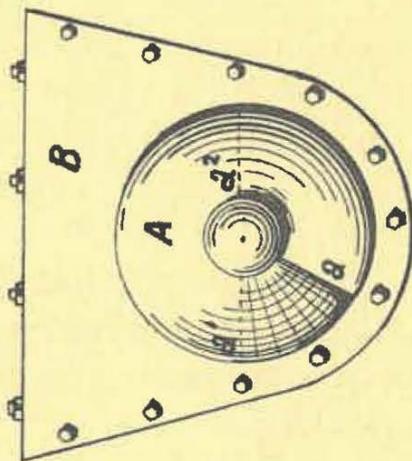
Pour l'alimentation du moulin à boulets, la Société de Gruson Werk à Magdebourg Buckau, a construit un appareil spécial (représenté dans les fig. 11) qui amène automatiquement les matières à broyer d'un collecteur supérieur à la trémie alimentaire. L'admission a lieu sans accès de l'air exactement dans la mesure qui correspond à la capacité de travail du moulin.

(1) Qui coûte environ 8500 francs.

TYPES de MACHINES fabriquées par les USINES du GRÜSONWERK.

à MAGDEBOURG BUCKAU (Allemagne)

Appareil chargeur



Appareil chargeur simple, commandé par des poulies à étages.

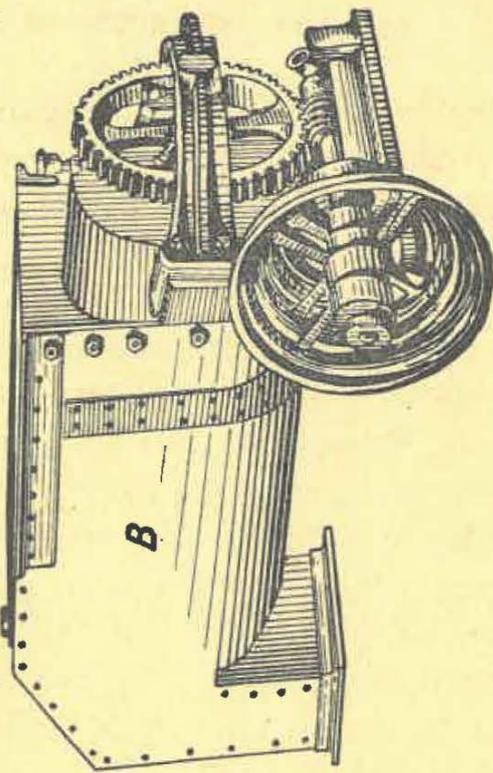


FIG. 11

La pièce principale de l'appareil consiste en un disque circulaire *A* en fonte, calé sur une des extrémités d'un arbre horizontal; ce disque tourne dans une cage en fonte *B* en laissant un faible jeu entre la périphérie et les parois de la cage. Ce disque a une surface frontale hélicoïdale et il forme le fond mobile d'une auge en tôle boulonnée à la cage *B*, laquelle auge s'applique directement par une ouverture supérieure, située en avant du disque, contre le fond du réservoir collecteur supérieur. L'auge en tôle porte à sa partie inférieure, à l'extrémité opposée au disque, une tubulure de décharge qui s'applique contre la trémie alimentaire du moulin à boulets.

L'arbre du disque repose dans un étrier boulonné à la cage *B* et dans le fond même de la cage. Il porte une roue hélice qui reçoit un mouvement lent sous l'action d'une vis sans fin située sur l'arbre moteur.

L'appareil fonctionne de la manière suivante :

Une partie de la matière, qui se trouve dans le réservoir collecteur supérieur, tombe dans l'auge, sous l'influence de son propre poids, en entrant par l'ouverture supérieure de cette auge, et elle vient se loger en avant du disque *A*. Comme la surface frontale de ce disque a la forme d'une hélice, il en résulte ceci : quand l'arête *a* passe de la position a^2 à la position a^1 , l'espace de l'auge situé au-dessous de l'axe de rotation va en se rétrécissant peu à peu et la matière logée à la partie inférieure de l'auge est poussée en avant vers la tubulure de décharge. En même temps, l'espace de l'auge situé au-dessus de l'axe de rotation s'élargit subitement et une certaine quantité de matière venant du réservoir collecteur se précipite dans la cavité du disque *A* qui est située derrière l'arête *a*. Pendant la demi révolution suivante la cavité, avec la matière qui s'y trouve, arrive en bas.

Ce jeu se répète à chaque révolution. La section libre de

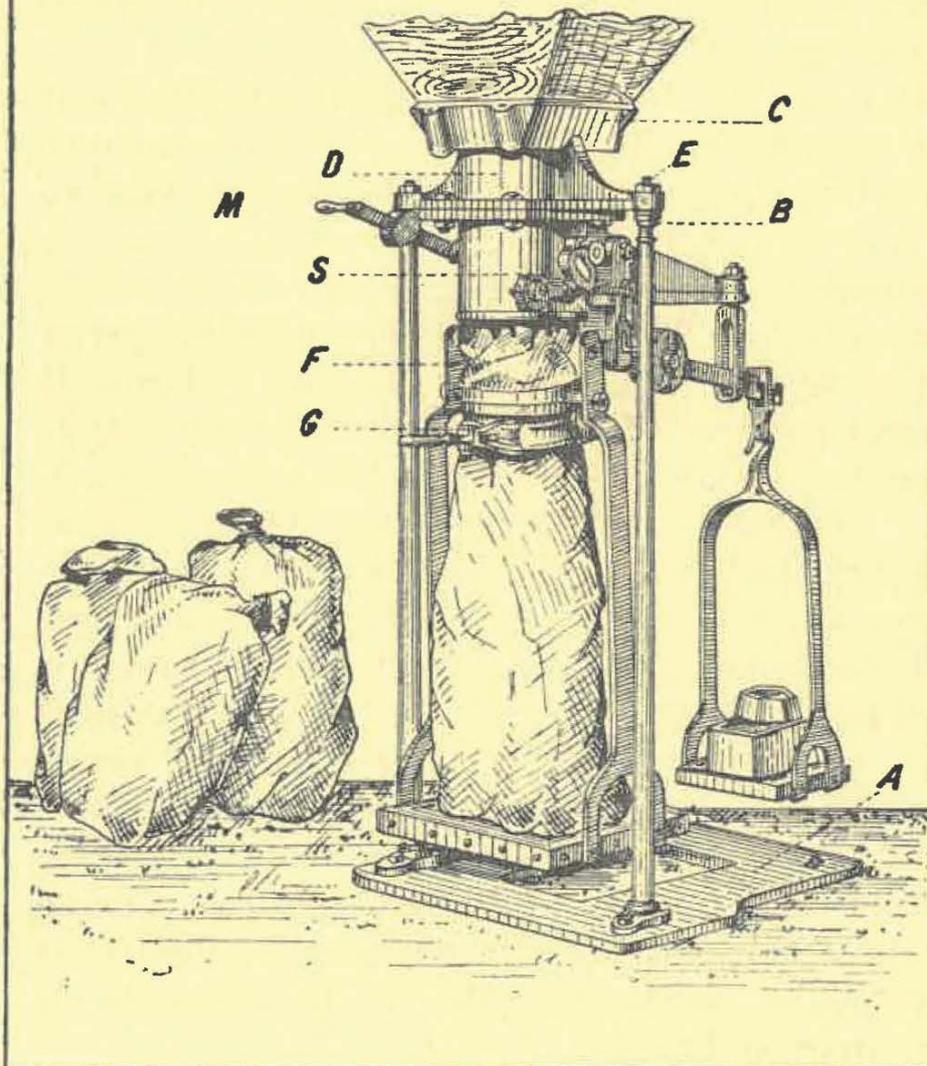
ENSACHEUR-PESEUR AUTOMATIQUE*pour phosphates, ciments, chaux, plâtre etc...**Système L. CARTON, à Tournai.*

FIG. 12

l'appareil n'étant étranglée en aucun point, il s'ensuit que l'on peut y charger des morceaux de toute grosseur sans craindre le coincement. De plus, dans cet appareil, l'alimentation se fait sans accès de l'air, de sorte que tout dégagement de poussières est absolument évité.

MISE EN SAC. — Dans certaines usines, le phosphate moulu sortant des appareils de broyage est amené au moyen de chaînes à godets ou de transporteurs hélicoïdaux dans une trémie en bois sous laquelle se trouve la balance. Le sac est fixé au moyen d'une embrasse au bec de la trémie; lorsqu'il est suffisamment rempli, on ferme l'arrivée du produit au moyen d'un tiroir à glissières.

Outre l'inconvénient de la main-d'œuvre exigée, ce système primitif conduit à des pertes de matières et favorise le dégagement de poussières.

L'appareil ensacheur-peseur automatique Carton qui fonctionne dans plusieurs importantes usines évite ces inconvénients. Ainsi que la fig. 12 le montre, il se compose d'une pièce cylindrique *D* venant s'adapter à la trémie et supportée par un bâti *B*; dans ce cylindre se trouve la valve d'admission qui se meut autour d'un axe *E* relié au secteur *S*. A la même pièce *D* est fixée une balance dont le plateau reçoit le sac qui est maintenu au moyen d'une ceinture *G*; *F* est un soufflet d'étoffe permettant tous les mouvements du plateau. Lorsque le sac fait équilibre aux poids, le fléau de la balance se meut et permet au secteur *S* de tourner sur son axe sous l'influence d'un ressort, ce qui ferme la valve d'admission. Le sac est enlevé, remplacé par un autre, et l'ouvrier préposé à la manœuvre ouvre la valve en agissant à la main sur la manivelle *M*.

Le travail pratiqué dans les usines de la province de Liège étant décrit, examinons dans quelles conditions de salubrité il s'exécute.

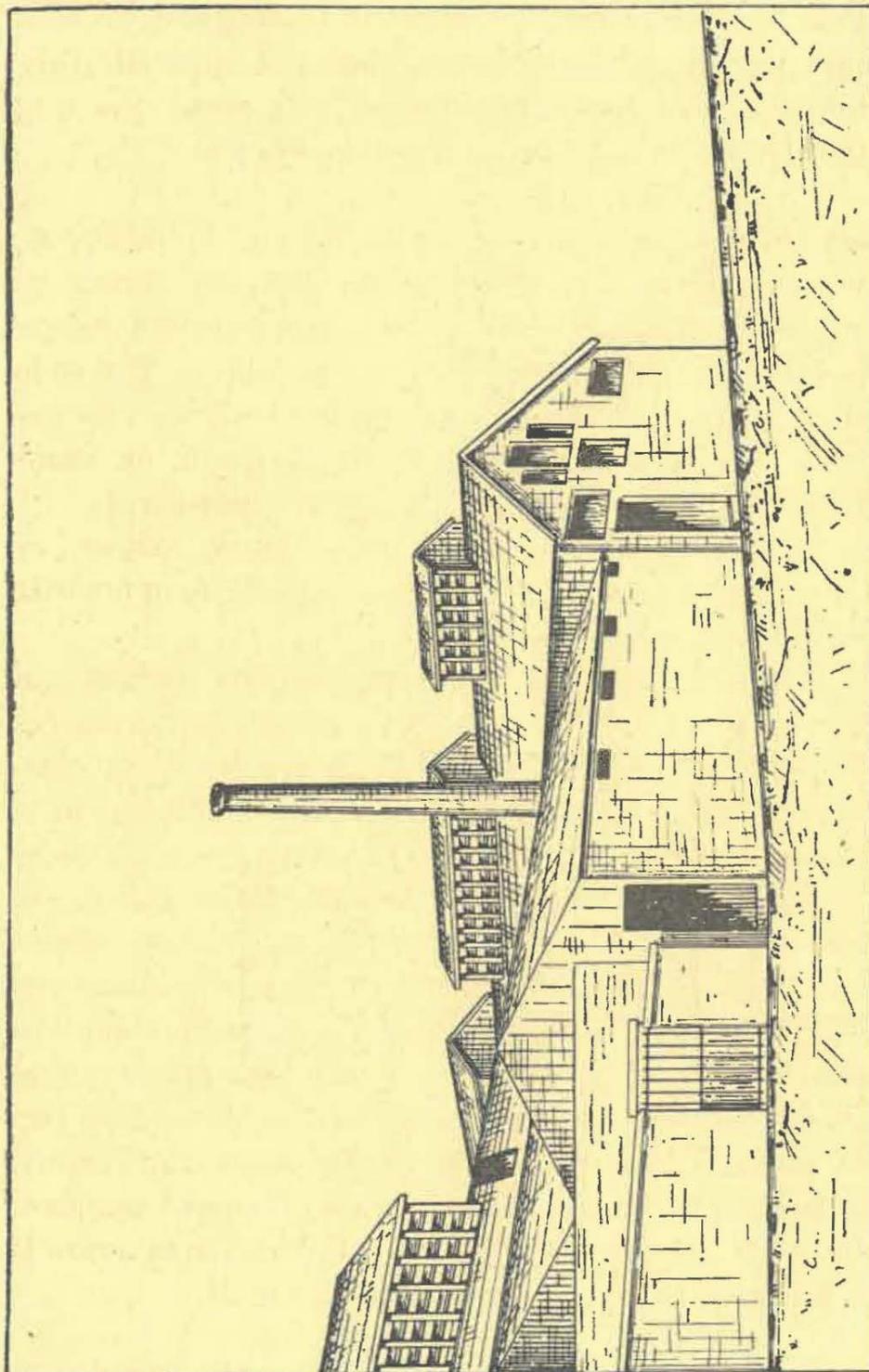


Fig. 13

Notons tout d'abord que la plupart de ces ateliers de préparation sont formés par des constructions en planches jointives (fig. 13) de peu de hauteur, ouvertes partiellement d'un côté pour l'arrivée des produits bruts de la carrière. Le plan schéma (13^b) indique la disposition la plus fréquemment adoptée ; exceptionnellement les opérations du séchage et du broyage s'exécutent dans des espaces séparés par des cloisons : cette disposition favorable est réalisée dans une usine. (Voir le plan, fig. 14.)

L'éclairage se fait par la partie ouverte du bâtiment et par un certain nombre de vitres fixées dans les parois ; dans presque tous ces ateliers il fait peu clair.

La ventilation est généralement obtenue par des événements placés au faite de la construction (voir fig. 13) : dans quelques ateliers ces événements n'existent pas, ils sont remplacés par certaines ouvertures ménagées dans le toit.

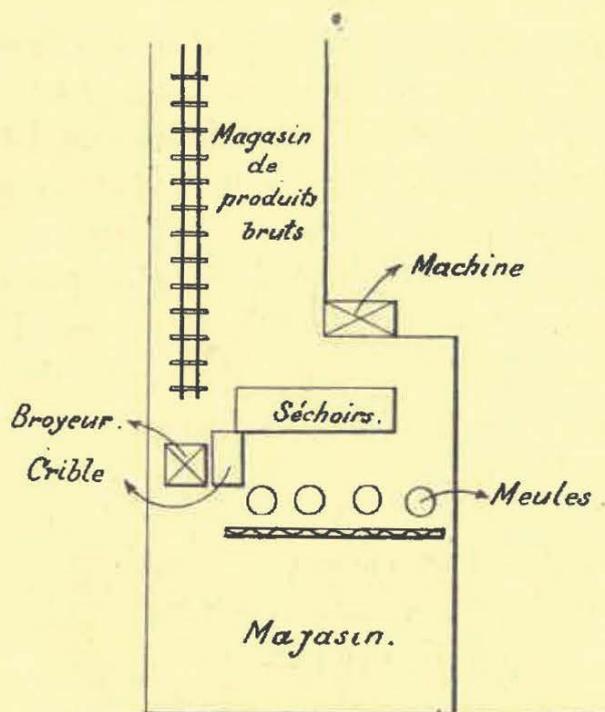


Ces moyens qui seraient à peine suffisants, vu le mode de construction, pour assurer un renouvellement convenable de l'air, sont absolument inefficaces pour obtenir la pureté de l'atmosphère là où des poussières abondantes se dégagent.

Il est à remarquer, en effet, que dans aucune de ces

installations, on ne paraît s'être préoccupé de rendre l'atmosphère aussi peu chargée de poussières que possible.

Certes, on trouve, employés dans ces usines, les séchoirs mécaniques, les broyeurs à boulets, les ensacheurs automatiques, décrits plus haut, appareils qui dans l'espèce peuvent être considérés comme préventifs, mais ils fonc-



Route.

FIG. 13 bis.

tionnent fréquemment à côté de meules, de chaînes à godets, de blutoirs, de transporteurs insuffisamment enveloppés.

Sur les bois de charpentes de certaines usines nous avons constaté la présence de poussières en couches épaisses, poussières remises parfois en suspension par le vent qui souffle par les ouvertures du toit.

Nous donnons-ci-dessous le résultat des jaugeages de

poussières que nous avons effectués dans différents ateliers désignés par les numéros I, II, III, IV (1).

N° I. — Production journalière de 40 à 45 tonnes de phosphate séché et moulu, emploi du séchoir mécanique, des meules et des ensacheurs automatiques.

Prises d'essai effectuées à proximité des ouvrières préposées au triage des pierres.

Résultat obtenu : 29.4 grammes par mètre cube d'air.

Il est à remarquer que dans la poussière recueillie se trouvaient un certain nombre d'éléments projetés par les appareils classeurs et ne se trouvant pas à proprement parler en suspension dans l'air.

Cette poussière contenait en composition :

| | |
|---|----------------|
| Silice. | 20.3333 |
| Carbonate de calcium | 8.7461 |
| Sulfate de calcium | traces |
| Phosphate de calcium. | 48.3132 |
| Oxydes de fer et d'alumine . . | 20.0700 |
| Eau, matières organiques, fluo- rures, chlorures et pertes . . | 2.5374 |
| | <hr/> 100.0000 |

N° II. — Production de 75 à 80 tonnes par jour.

Emploi du séchoir mécanique, des meules, trommels, tamis et ensacheurs automatiques.

Prise d'essai effectuée à proximité des meules.

Résultat : 16.1 grammes par mètre cube d'air.

Composition chimique :

(1) Il est à remarquer que dans certaines usines qui livrent le produit finement broyé (tamis 100 à 120) pour l'usage direct dans l'agriculture, on mélange parfois de la chaux vive au phosphate; la présence de cette chaux rend la poussière beaucoup plus irritante.

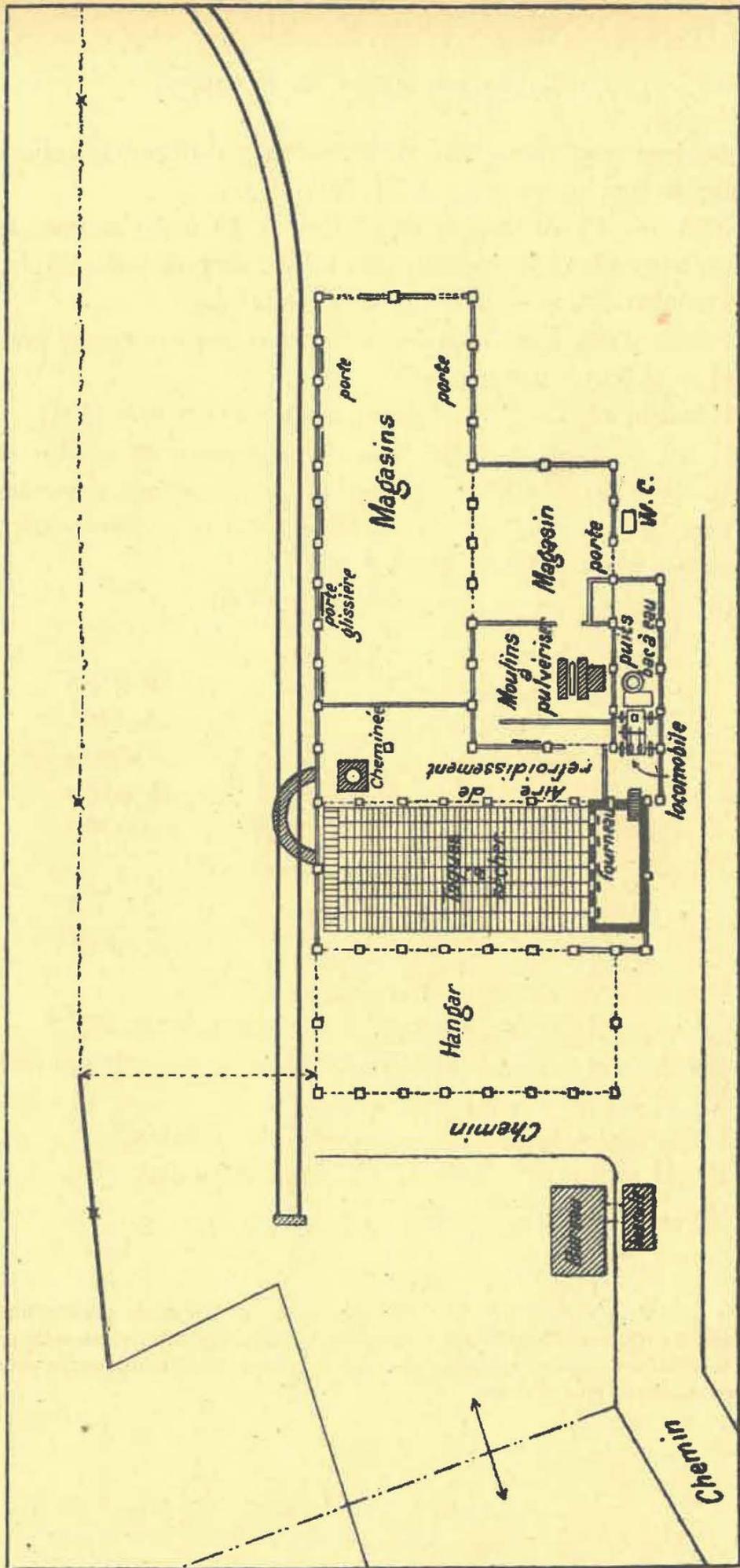


FIG. 14

| | |
|---|----------------|
| Silice. | 21.3667 |
| Carbonate de calcium. | 6.1164 |
| Sulfate de calcium. | traces |
| Phosphate de calcium. | 46.9168 |
| Oxydes de fer et d'alumine | 18.9800 |
| Eau, matières organiques, chlorures, fluorures, pertes. | 6.6201 |
| | <hr/> 100.0000 |

N° III. — Production, 60 à 65 tonnes.

Même outillage que II. Prise d'essai faite entre les meules et le magasin.

Résultat : 15.5 grammes par m³ d'air.

Composition chimique :

| | |
|--------------------------------------|----------------|
| Silice. | 19.8967 |
| Carbonate de calcium | 6.3759 |
| Sulfate de calcium | traces |
| Phosphate de calcium. | 45.8000 |
| Oxydes de fer et d'alumine | 21.1500 |
| Fluorures, chlorures, eau et perte | 6.7774 |
| | <hr/> 100.0000 |

N° IV. — Usine où l'on travaille les schlamms résidus de la préparation mécanique par voie humide.

Emploi du moulin à boulets sans alimentation mécanique ; ensacheur automatique.

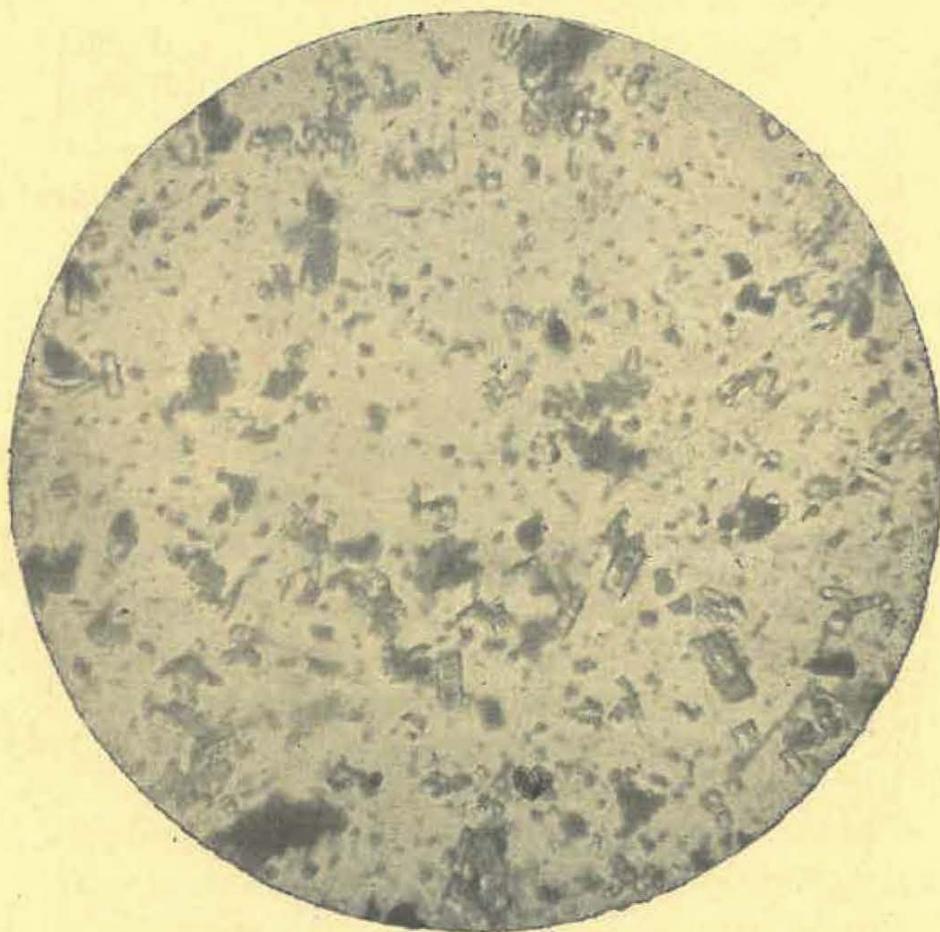
Prise d'essai faite à proximité de ces appareils.

Résultat : 13.45 grammes par m³ d'air.

Composition chimique :

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| Silice. | 26.9167 |
| Carbonate de calcium | 7.9570 |
| Sulfate de calcium | 1.8678 |
| Phosphate de calcium. | 38.0319 |
| Oxyde de fer et d'alumine | 13.8000 |
| Eau, fluorures, chlorures et pertes | 11.4266 |
| | <hr/> 100.0000 |

A l'examen microscopique les échantillons recueillis présentent tous les mêmes caractères : toutefois, dans la prise d'essai faite dans l'usine n° IV les constituants sont marqués d'une façon beaucoup plus nette.



B

On observe dans ces échantillons ainsi que les photographies B, C et D le montrent :

1° Une partie amorphe soluble dans les acides avec effervescence (carbonate de calcium) ;

2° Une partie amorphe insoluble dans les acides (silice) ; au mesurage ces éléments ont à peine quelques microns ;

3° Quelques éléments organiques de formes et de dimensions variables ;

4° Des cristaux de phosphate (chaux, alumine, fer) se présentent sous deux formes différentes qui pourraient faire croire à l'existence de deux éléments :

a) Des prismes hexagonaux allongés, mesurant dans le sens de la longueur de quelques microns à 129 microns et dans celui de la largeur une moyenne de 25 à 40 microns mais pouvant descendre jusque 9 microns.



c

b) Des prismes analogues vus par le sommet, se présentent souvent sous forme d'agglomérations de plusieurs cristaux hexagonaux mesurant en moyenne de 15 à 27 microns de diamètre.

Tous les hygiénistes sont d'accord pour reconnaître que les poussières sont nuisibles à l'organisme : tantôt elles sont toxiques, tantôt indifférentes, mais elles ne sont jamais inoffensives. Leur action est diverse selon qu'elles sont d'origine minérale, végétale ou animale.

Le docteur Layet ⁽¹⁾ donne aux maladies qu'elles produisent le nom générique de « Nosconioses » ; ces affec-



D

tions se divisent en trois groupes suivant qu'elles ont pour origine le dépôt de poussières sur les téguments, la péné-

(1) *Hygiène industrielle*, par A. Layet, Paris 1894.

tration dans les voies pulmonaires avec l'air inspiré ou l'entraînement mécanique dans les voies digestives.

Les affections du poumon se rencontrent chez les maçons, plâtriers, tailleurs de meules, potiers, ardoisiers, exposés à l'action des poussières dures d'origine minérale analogues à celles dont nous avons parlé plus haut.

Ces poussières favorisent le développement de la phtisie.

Napias ⁽¹⁾ signale que sur 100 malades on observe :

| | | | | | | | | |
|------|---|------------|------|-----|------------|----------|-------------|------|
| 80 | % | phtisiques | chez | les | tailleurs | de | silex. | |
| 40 | % | " | " | " | " | meules. | | |
| 36.4 | % | " | " | " | " | pierres. | | |
| 19 | " | " | " | | plâtriers. | | | |
| 16 | " | " | " | | ouvriers | en | porcelaine, | etc. |

On connaît l'érythème professionnel des tailleurs de pierre et des potiers, les eczémas et les affections ophtalmiques des plâtriers et des cimentiers, etc.

Nous ne possédons pas des données *médicales* sur l'action physiologique des poussières de phosphate : les renseignements que nous avons recueillis sur cet objet sont incomplets ou d'une impartialité douteuse : nous nous abstenons de les mentionner ; au surplus, ce serait sortir du domaine de l'ingénieur que de rapporter nos observations personnelles sur ce sujet.

C'est pourquoi nous avons cru devoir nous borner, pour permettre d'apprécier, à donner les résultats des analyses chimiques et microchimiques de nos prises d'essai.

Les usines de la province de Liège dont il vient d'être question sont rangées dans la classe *IB* des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Les arrêtés d'autorisation émanant de la Députation permanente du Conseil provincial datent de ces dernières années (1890-1895).

⁽¹⁾ Congrès d'hygiène industrielle de Rouen.

Presque tous portent les prescriptions suivantes :

1° Le sol de l'atelier sera pavé, dallé ou asphalté ;

2° Les locaux seront parfaitement éclairés et ventilés ; ils seront tenus avec la plus grande propreté, ils doivent être brossés et nettoyés de manière à éviter toute accumulation de poussières.

Quelques-uns prescrivent que « les broyeurs et tous les » appareils susceptibles de développer des poussières » devront être séparés des ateliers par des cloisons. »

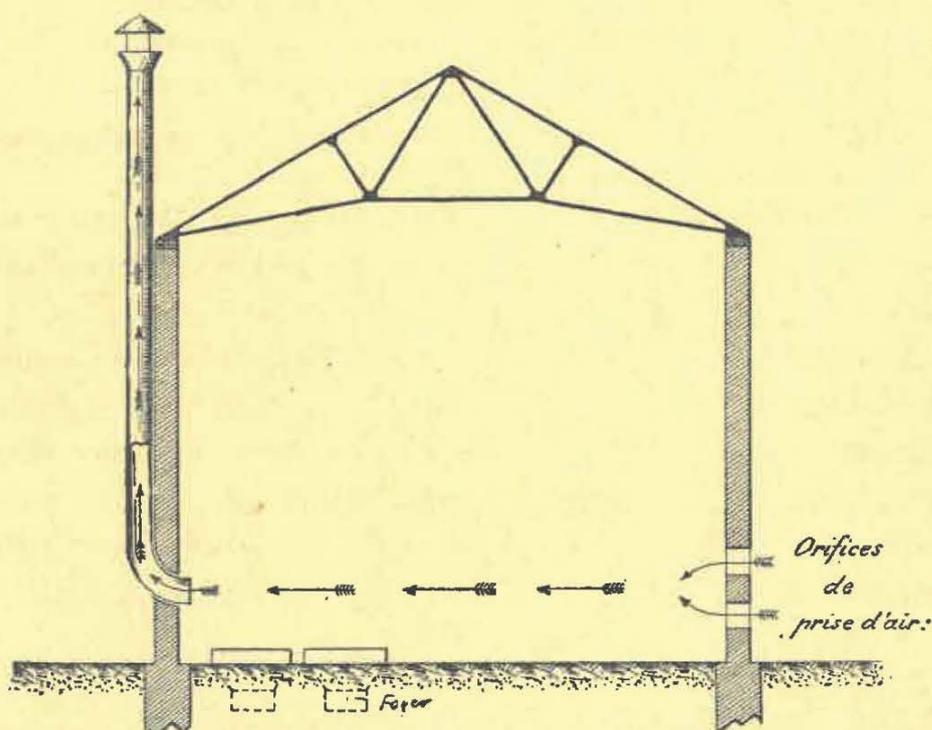


FIG. 15

L'exécution de ces prescriptions ne présente pas de difficulté ; l'éclairage parfait peut être obtenu en installant le nombre suffisant de châssis vitrés dans la toiture ou les parois. Quant au renouvellement de l'air, on peut dans ces ateliers le rendre suffisant au moyen d'évents à persiennes installés sur le faite des constructions et, le cas échéant, de cheminées d'aérage ménagées dans le toit.

D'autre part, l'article 7 de l'arrêté royal du 21 septembre 1894 concernant la salubrité et la sécurité des établissements classés dispose comme suit :

« ART. 7. — Il sera installé des hottes avec cheminées
» d'appel ou des cheminées d'aspiration s'ouvrant au ras du
» sol, pour évacuer le plus directement et le plus prompte-
» ment possible les buées, vapeurs, gaz et poussières.

» Lorsque cette disposition sera insuffisante pour y
» soustraire les ouvriers, les appareils de travail seront
» enveloppés dans la mesure du possible et une dépression
» de l'air sera créée à l'intérieur de ces enveloppes à l'aide
» d'une ventilation énergique. »

On peut, sans être taxé d'absolutisme exagéré, dire que la préparation mécanique des matières minérales peut s'effectuer sans que l'atmosphère des locaux de travail soit souillée de poussières.

Un des principaux éléments contribuant à obtenir ce résultat consiste dans le choix des appareils : en ce qui concerne spécialement les phosphates « argileux » de Liège, nous avons décrit en détail ceux qui réalisent le mieux le travail sans poussière.

Mais ils ne constituent en réalité à ce point de vue qu'une application des principes sur lesquels repose toute l'hygiène des industries à « dégagement de poussières. » Ces principes peuvent se résumer comme suit :

1° Limitation au moyen de courants ventilateurs du champ d'expansion des poussières ;

2° Enveloppement systématique de tous les appareils où la matière est passée ;

3° Création d'une dépression à l'intérieur de ces enveloppes.

Ces principes doivent naturellement se combiner avec ceux d'une ventilation générale et d'une disposition ration-

nelle pour concourir à une épuration convenable de l'air de l'atelier.

Ainsi, dans les ateliers de séchage, on installera des orifices d'entrée d'air et des bouches d'aspiration (par cheminée ou ventilateur) disposés comme la fig. 15 le montre, de manière à entraîner horizontalement la poussière de phosphate dont la densité est 1, 2.

Les appareils de transport, vis, canaux inclinés, chaînes à godets seront entourés de gaines en bois dont les joints seront garnis d'étoffe, les enveloppes des meules et broyeurs seront hermétiques et bien entretenues. Il faudra examiner selon les cas si l'on doit recourir à l'aspiration mécanique des poussières, soit que l'on ait plusieurs appareils de broyage, de criblage et de tamisage fonctionnant côte à côte, soit que l'on fasse des produits fins destinés à l'emploi direct en agriculture (¹).

Le complément naturel de ces installations sera l'emploi de dispositifs ou appareils empêchant la poussière de s'épandre librement à l'extérieur des locaux de travail : outre qu'elle pourrait causer des inconvénients au voisinage on risquerait de la voir ramenée par le vent dans l'intérieur des ateliers. Pour arriver à ce résultat on peut employer des chambres où la vitesse du courant diminue considérablement et permet le dépôt des poussières entraînées, ou bien des systèmes de chicanes donnant des coudes brusques ; on peut aussi filtrer les courants au moyen de linges, de rideaux d'eau, de fascines mouillées, ou bien encore précipiter les poussières sur des surfaces planes.

Comme exemple citons l'installation de Marcinelle et Couillet (fig. 16) où les chambres à chicanes sont appliquées ; celle que M. l'ingénieur Eyckholt avait réalisée à la

(¹) On exige leur passage au travers du tamis 100 et même 120. (Les côtés du carré sont de 17.5 et de 14.00 centièmes de millimètre.)

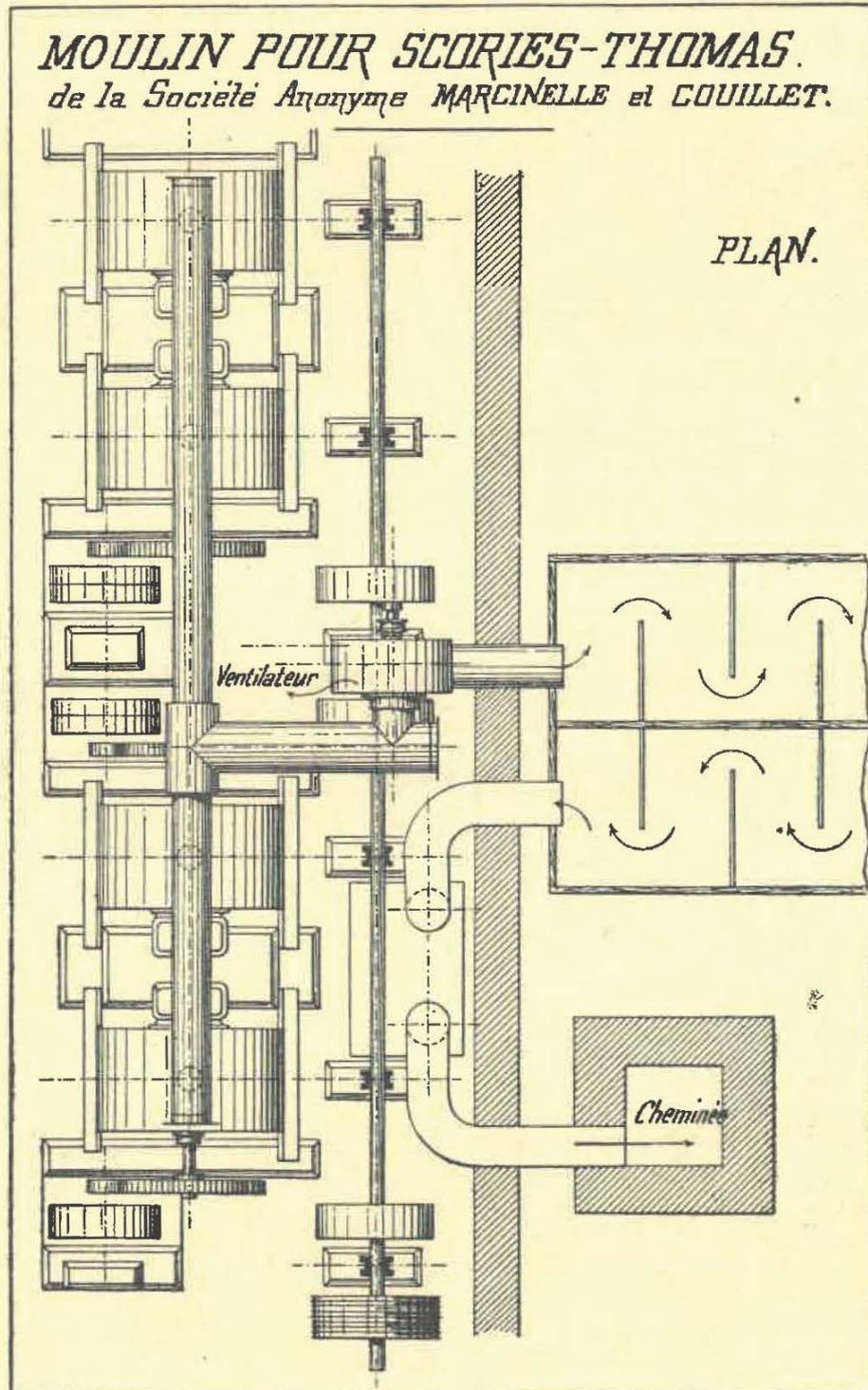


FIG. 16

MOULIN POUR SCORIES-THOMAS
de la Société Anonyme MARCINELLE et COUILLET.

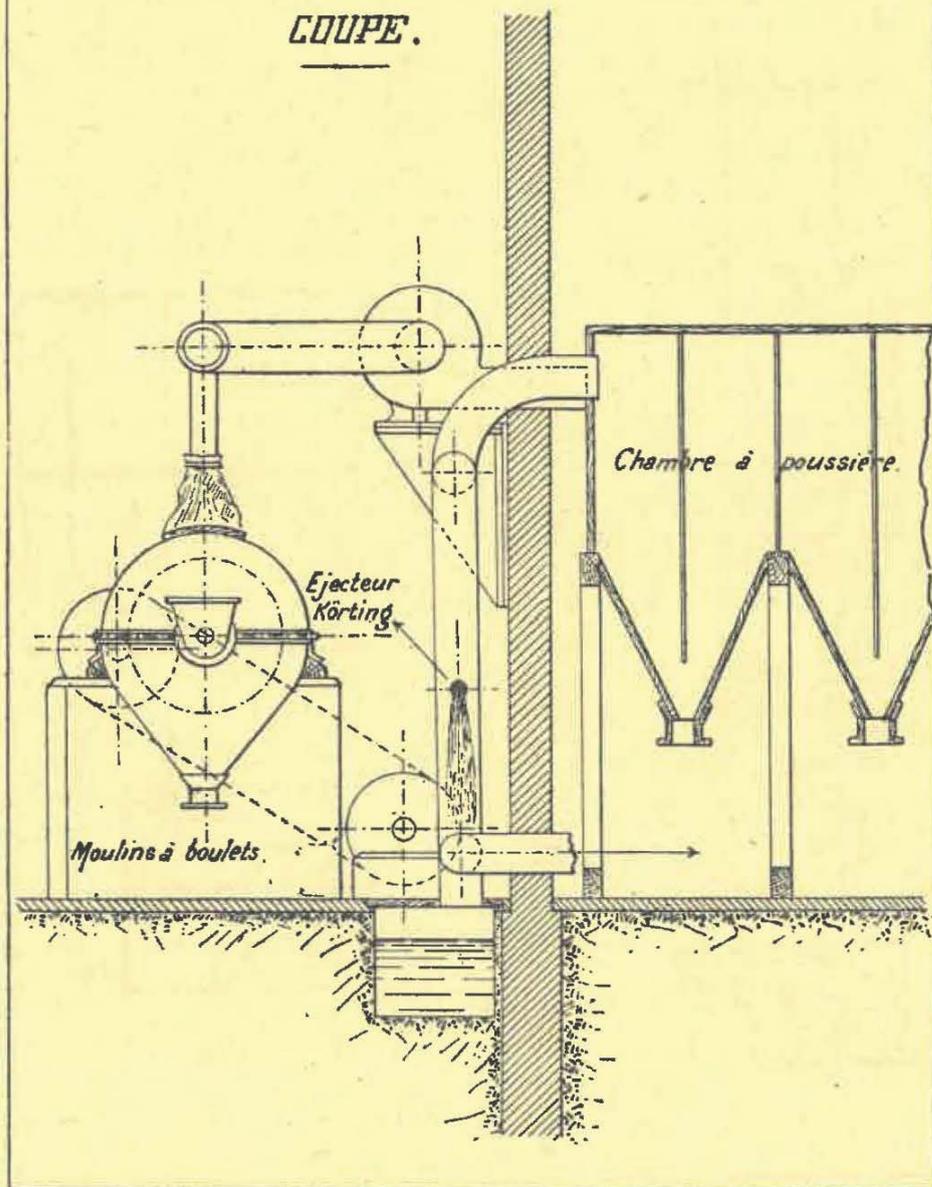


FIG. 16

fabrique de ciment Dumon dont nous donnons le schéma (fig. n° 17.)

En Allemagne on emploie beaucoup les cyclones (fig. 18) et les filtres dont il existe une grande variété (collecteur de

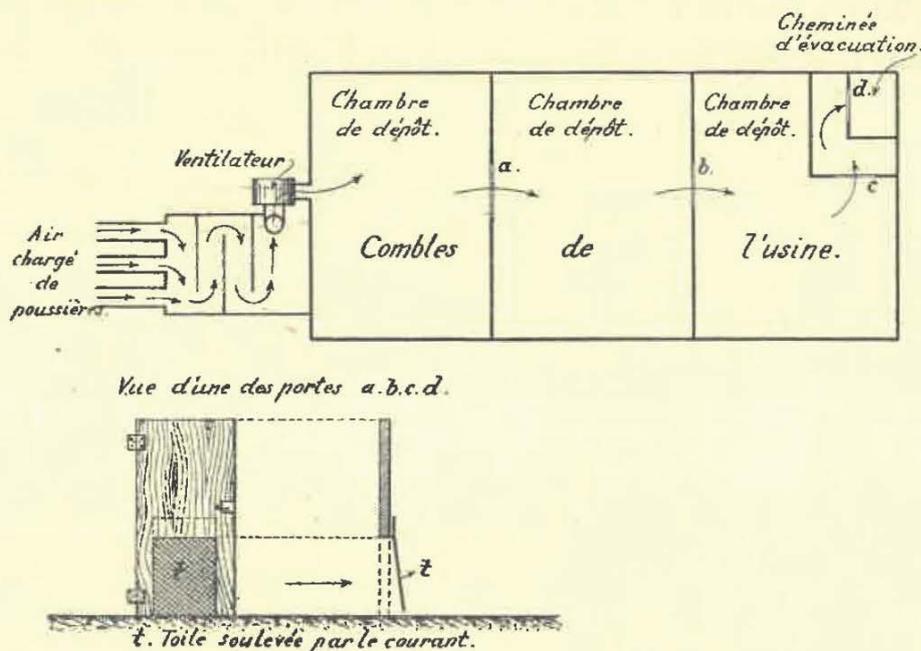


FIG. 17

Eugen Kreiss, de Nagel et Kaemp, de Martin, de Unruh et Liebig) : signalons l'emploi répandu en Amérique du séparateur Prinz.

III

Le phosphate tricalcique, étant insoluble dans l'eau pure, est, lorsqu'on l'emploie directement à la fumure des terres, d'une action lente ; aussi, est-il avantageux, dans un grand nombre de cas, d'augmenter la rapidité de cette assimilation en le transformant en phosphate soluble. Ce résultat est obtenu en faisant réagir sur le phosphate tricalcique l'acide sulfurique, ce qui conduit au produit nommé *superphosphate* ordinaire.

En principe l'opération est très simple; elle consiste à faire arriver dans un malaxeur les quantités convenables de phosphate broyé et d'acide.

L'acide dont le titre doit être réglé selon la nature du produit à traiter est foulé du réservoir principal de l'usine au moyen d'un appareil analogue au « monte jus » dans un

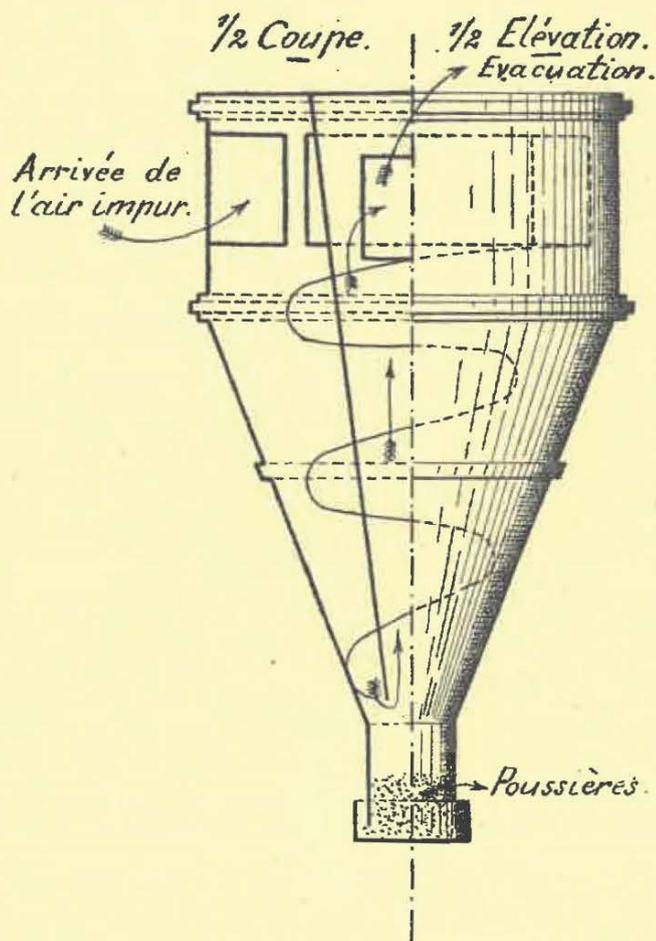


FIG. 18

jaugeur constitué le plus fréquemment par un bac en plomb, portant un tube indicateur : ce bac est pourvu d'un orifice de décharge muni d'une soupape, ou se termine par une tubulure sur laquelle vient se brancher un tuyau en caoutchouc à pince (fig. 19). Du jaugeur l'acide se rend au malaxeur.

Cet appareil consiste en un réservoir cylindrique (fig. 20) en fonte dans lequel se meut un agitateur : il est muni d'une ouverture à trémie pour l'introduction du phosphate et fermé à sa base par une porte qu'on manœuvre de l'extérieur. On traite à la fois de 100 à 500 kilogrammes de phosphate ; 100 kilogrammes exigent, en moyenne, 70 à 90 kilogrammes d'acide dont la teneur varie généralement entre 50° et 54° B. L'opération dure 2 ou 3 minutes ; quand elle est terminée, on laisse couler la matière dans des

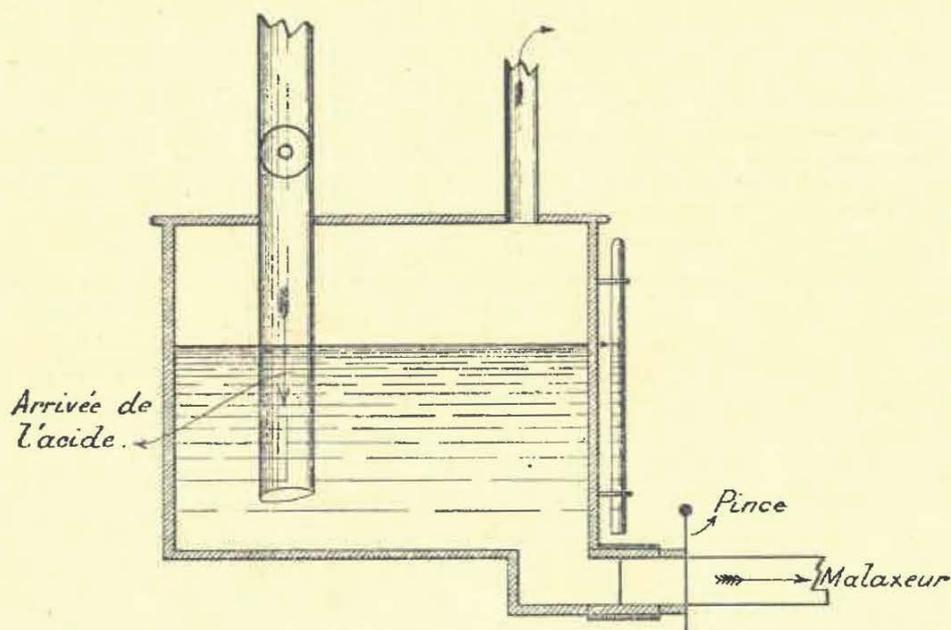


FIG. 19

chambres en maçonnerie aussi appelées caves ou fosses, où elle fait prise (fig. 21).

Ce système de fabrication dit « mode discontinu » est celui que nous avons vu dans les usines que nous avons visitées.

Conditions hygiéniques du travail. — Dans le malaxeur, sous l'influence de l'acide sulfurique, les carbonates se

transforment en sulfate ⁽¹⁾; il en est de même des phosphates de chaux, de fer et d'aluminium; les fluorures et les chlorures donnent également des sulfates avec formation d'acide chlorhydrique et d'acide fluorhydrique ⁽²⁾: de plus, il y a dégagement de vapeur blanche chargée de silice gélatineuse, d'acide sulfureux et nitreux, ce dernier provenant de l'acide sulfurique impur qui contient d'assez fortes proportions d'acide azotique.

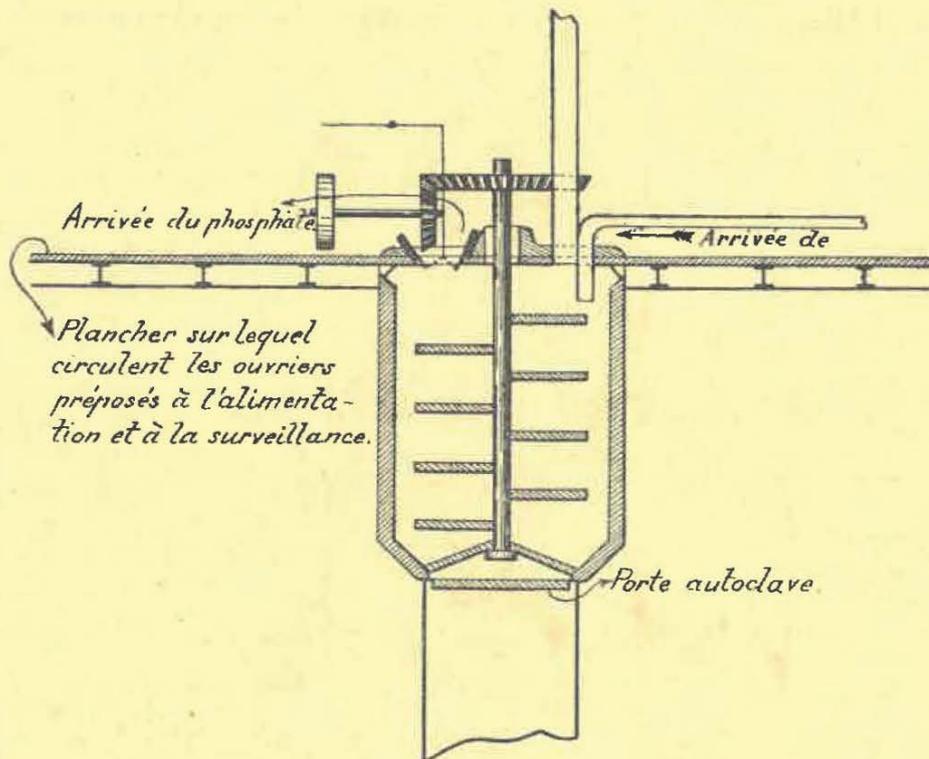


FIG. 20

Il convient de remarquer que l'épanchement de ces vapeurs est singulièrement favorisé par l'élévation considérable de température que provoque la réaction ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Pour faciliter la réaction on fait parfois des additions de craies phosphatées: l'état spongieux que ce corps détermine, par suite du départ de CO_2 , est favorable à l'attaque et à la dessiccation.

⁽²⁾ Voir première partie. Les phosphates naturels contiennent presque toujours des chlorures et des fluorures.

⁽³⁾ Quand la quantité d'eau est insuffisante, la température peut dépasser 200° .

On sait combien ces vapeurs d'acides — notamment de H. Fl. — sont dangereuses pour la santé ; elles peuvent causer les perturbations physiologiques les plus graves.

Il est regrettable que partout les mesures n'aient pas été prises pour soustraire les ouvriers à leurs effets néfastes. Nous avons vu des ouvriers occupés à charger le phosphate dans la trémie du malaxeur, travaillant avec un linge sur la bouche pour se préserver des émanations qui se déga-

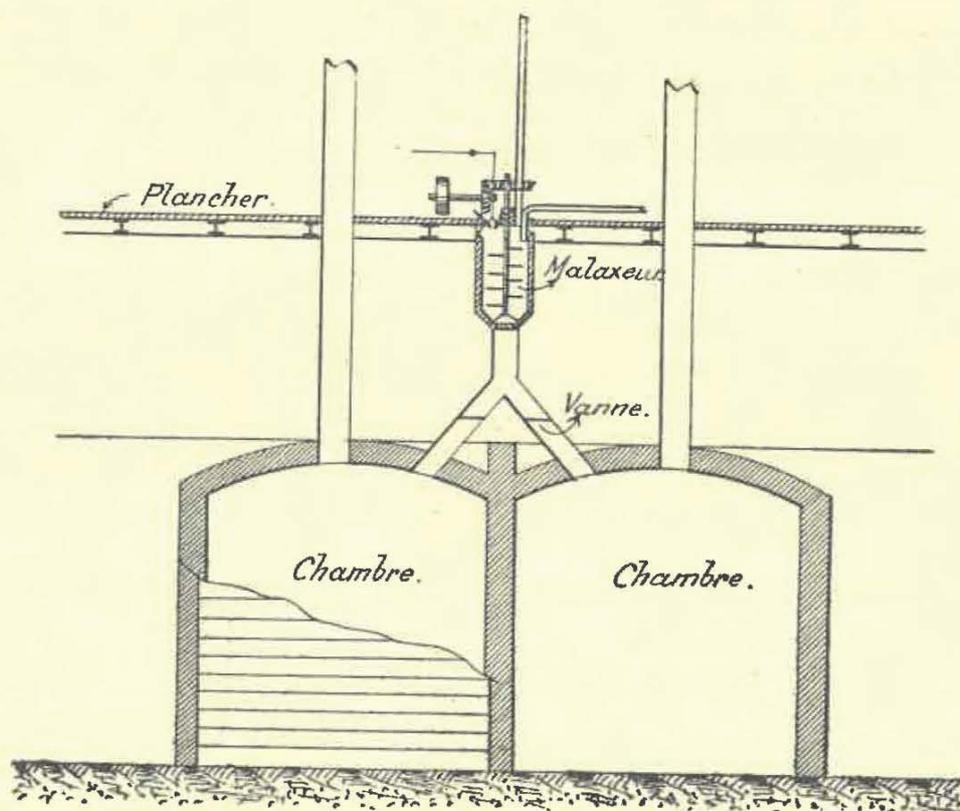


FIG. 21

geaient de cet appareil ; dans plusieurs usines, on se borne, en effet, à installer sur le fond supérieur du malaxeur un conduit en bois débouchant à quelque distance du toit de l'atelier (voir fig. 20). Ce procédé nous paraît insuffisant : la seule méthode efficace est celle que nous avons vu appliquée dans une usine et qui est représentée fig. 22, où les

produits gazeux sont aspirés par un puissant ventilateur et refoulés dans une haute cheminée.

Il est à remarquer d'ailleurs que, depuis de longues années, une aspiration analogue est pratiquée dans les usines anglaises : de Freycinet signale déjà dans un rapport publié en 1870 des dispositifs semblables adoptés dans la grande usine Lawes, à Deptford, qui livrait alors annuellement au commerce 50.000 T. d'engrais chimiques se préparant *au sein d'un quartier populeux sans soulever de réclamation* ⁽¹⁾.

La boue liquide sortant du malaxeur est, ainsi que nous

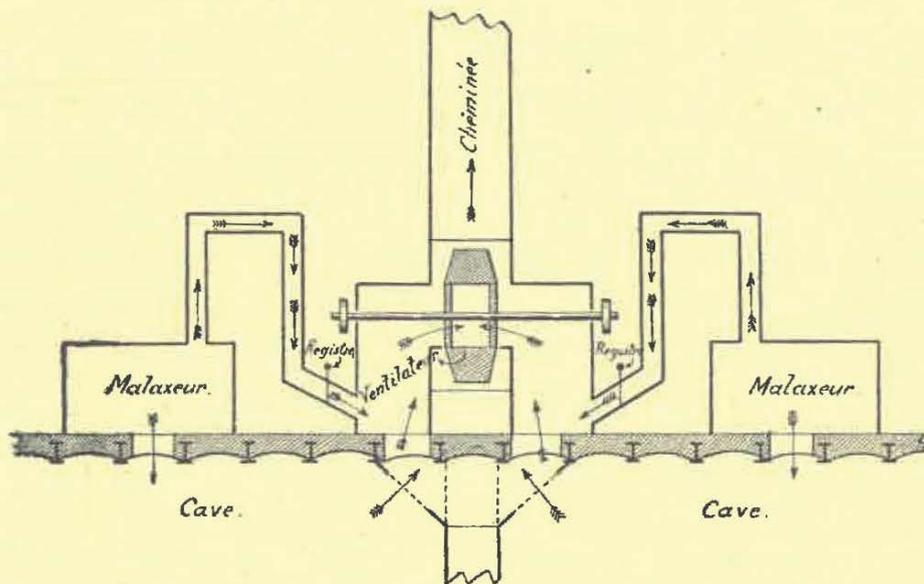


FIG. 22

l'avons dit, coulée dans une chambre où les réactions s'achèvent et où le refroidissement a lieu ; au bout d'un certain temps, le produit solidifié est enlevé au moyen de

(1) Dans l'appareil de *Thibault*, employé tout d'abord aux usines de La Vilette, à Paris, la fabrication est *continue* et s'opère en vase clos. Des chaînes à godets enveloppées amènent au malaxeur le phosphate et l'acide : un ventilateur aspire les vapeurs acides et les force à passer dans une colonne de coke humide.

pelles et chargé sur des brouettes ou dans des wagonnets pour être conduit aux appareils de séchage. Les vapeurs qui se dégagent lors de cet enlèvement doivent aussi être évacuées au moyen d'une aspiration plus puissante que celle créée par des cheminées ordinaires (fig. 21) : à l'usine citée plus haut, la partie supérieure de ces chambres est en communication avec l'ouïe du ventilateur (fig. 22).

Il convient que ces chambres soient munies de portes doublées de plomb fermant hermétiquement et non obturées, — comme c'est le cas dans certaines fabriques — au moyen de planches disposées jointivement (fig. 21).

De plus, les spécialistes conseillent : 1° de n'opérer le défournement qu'au bout de 36 heures, ce qui conduit à installer 3 chambres par malaxeur ; 2° de donner à chacune de ces chambres une hauteur double de celle qui est nécessaire afin de faciliter l'aspiration des gaz.

SÉCHAGE. — Le séchage des superphosphates est une opération délicate qui, mal conduite, peut compromettre le produit final : il faut notamment éviter la « rétrogradation », phénomène qui se produit dans certaines conditions de température.

Ce séchage a lieu dans un certain nombre d'usines au moyen du *séchoir à taques* déjà décrit.

Nous ne reviendrons pas sur les inconvénients de ce système, nous les avons signalés précédemment ; nous ajouterons que les vapeurs acides se dégageant par la desiccation rendent le travail extrêmement pénible : les ouvriers occupés à culbuter les brouettes sur les taques, sont obligés de se fixer un mouchoir sur la bouche et les narines. Nous pensons que ce mode de séchage devrait être abandonné à l'avenir.

On peut employer le séchoir Ruelle (décrit plus haut),

avec quelques modifications à la trémie d'alimentation; ou bien encore opérer la dessiccation dans des chambres chauffées et fermées, ainsi que nous l'avons vu dans une usine du Hainaut : le superphosphate est introduit dans ces chambres sur des wagonnets à étages; on fait avancer progressivement ces véhicules au moyen d'une chaîne (fig. 23); les gaz et fumées sont aspirés par un conduit débouchant dans la chambre.

Le superphosphate séché subit ensuite un broyage, puis un tamisage qui en amène les grains à la dimension de 2 ou 3 m/m ; nous ne reviendrons pas sur les considérations que nous avons émises au point de vue de la salubrité,

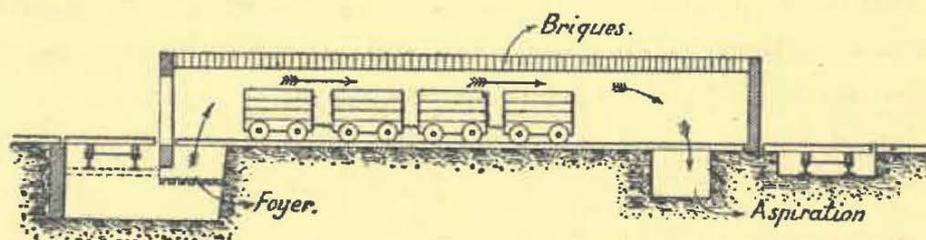


FIG. 23

dans la première partie de ce travail, à propos de ces opérations.

Les gaz acides et vapeurs auxquels la fabrication des superphosphates donne lieu sont à la fois préjudiciables et à la santé publique et à l'agriculture. Il importe de les condenser et de les neutraliser autant que possible; le meilleur procédé réside dans l'emploi de colonnes de coke de plusieurs mètres de hauteur que l'on humecte au moyen d'eau de chaux; après avoir passé dans ces colonnes, les gaz sont conduits dans une cheminée de 25 ou 30 mètres de hauteur et déversés dans l'atmosphère. Fréquemment, en Angleterre, tous les gaz sont entraînés dans une conduite en plomb, où l'on injecte de la vapeur d'eau : une

partie est condensée : le reste est conduit sous les grilles d'un foyer.

En France, on prescrit généralement les colonnes de coke suivies d'une cheminée suffisamment haute : les ouvertures des usines à superphosphate ne peuvent, dans certains cas, donner sur la voie publique ni sur les propriétés voisines.

La préfecture de police exige que les fabriques situées dans l'agglomération parisienne satisfassent aux prescriptions suivantes :

« Les vapeurs qui se dégagent par l'attaque en vase clos
» du phosphate par l'acide sulfurique sont l'acide carbo-
» nique, la vapeur d'eau, les carbures d'hydrogène, les
» acides sulfureux et sulfurique, l'iode et le fluorure de
» silicium.

» Elles sont aspirées dans les malaxeurs et leurs caves
» par un ventilateur du système Macé, de 0^m.80 de dia-
» mètre d'ailerons, faisant 550 tours par minute, qui les oblige
» à parcourir des condenseurs de 40 mètres de longueur,
» aboutissant à une paire de colonnes de lavage ayant
» chacune 8 mètres de hauteur et 5 mètres carrés de
» section.

» A l'entrée du conduit on lance un jet de vapeur qui
» décompose le fluorure de silicium en silice gélatineuse
» et en acide hydrofluosilicique, faciles à condenser tous
» les deux et qu'on peut recueillir pour certains emplois.

» Les colonnes de lavage sont garnies à l'intérieur de
» nombreuses lames en bois de pitch-pine de 7 centimètres
» de largeur superposées en chicane, de façon à multiplier
» considérablement le contact des gaz et de l'eau froide
» distribuée par un tourniquet à la partie supérieure.

» Une couche de coke de 1 mètre de hauteur répartit

» uniformément cette eau et produit un contact tout à fait
» intime entre les liquides et les gaz qui passent au travers.
» Les gaz se rendent d'une colonne dans l'autre, puis
» traversent des foyers où se brûlent certaines matières
» organiques très odorantes qui ont échappé à l'action de
» l'eau.

» Les ventilateurs fonctionnent constamment, même
» pendant l'enlèvement du superphosphate des caves, afin
» de débarrasser les ouvriers des vapeurs et de leur
» procurer de l'air frais.

» Les superphosphates ont souvent besoin d'être séchés
» pour devenir pulvérulents. Les vapeurs acides qui se
» dégagent dans les séchoirs sous l'action de la chaleur
» sont aspirées par un ventilateur et refoulées dans deux
» colonnes d'épuration analogues à celles des malaxeurs
» où elles subissent un lavage énergique.

» Après avoir traversé toutes ces colonnes, les gaz
» épurés sont envoyés dans un égout, d'où ils sortent au
» milieu de l'usine à la surface du sol, sans produire
» d'action sensible sur les végétaux du voisinage. L'absence
» de cheminée permet de contrôler constamment l'odeur
» des gaz et leur degré de purification.

» L'eau qui sort des colonnes d'épuration est à peine
» acide. »

En Belgique, ainsi que les arrêtés des députations permanentes le montrent, il y a peu d'unité dans les prescriptions : le séchage notamment est rarement visé dans ces arrêtés. L'obligation d'employer la ventilation mécanique constitue l'exception ⁽¹⁾ : fréquemment on trouve imposée la condition d'installer une cheminée de 20 à 30 mètres de

(1) Dans les provinces de Hainaut et de Liège.

hauteur : la plupart de ces arrêtés prescrivent la condensation des gaz et vapeurs au moyen de colonnes de coke.

Tout ce que nous avons dit précédemment permet de déterminer quelles sont les meilleures prescriptions qu'il convient d'imposer.
