

MÉMOIRES

LA

MÉTALLURGIE

à l'Exposition de Dusseldorf

PAR

V. FIRKET

Ingénieur au Corps des mines,
Répétiteur à l'Université de Liège.

[669(435)]

INTRODUCTION

L'exposition des industries et métiers, qui a attiré la foule à Dusseldorf en 1902, a inspiré, sans aucun doute, à tous ses visiteurs une vive admiration pour la puissance toujours croissante des industries minière et métallurgique des provinces du Rhin et de Westphalie, seules appelées à y exposer leurs produits; mais, cette puissance redoutable a tout spécialement frappé les nombreux techniciens et industriels belges qui se sont rendus à Dusseldorf et en sont revenus plus convaincus que jamais de la valeur de leurs concurrents allemands.

La sidérurgie occupait à l'Exposition une situation prépondérante; elle a fait des progrès rapides dans les provinces rhénanes et les grandes Sociétés qui s'y consacrent sont pourvues d'un outillage tout à fait moderne, que l'on

peut, sans exagération, qualifier de formidable d'après les produits présentés par ces Sociétés dans leurs pavillons particuliers établis à grands frais.

Certes, parmi tant de pièces que leurs dimensions ou leurs poids inusités signalent à l'attention, il en est qui ne présentent que peu d'intérêt pratique; mais bien d'autres, destinées à l'art militaire ou aux constructions navales, ne peuvent être réalisées que par des usines qui, possédant cet outillage puissant, se sont assuré, au prix d'immobilisations coûteuses, un véritable monopole.

On comprend que nos industriels hésitent à s'engager dans cette voie, parfois dangereuse, tant qu'ils ne disposeront pas, dans une plus large mesure, de ces deux clients la Guerre et la Marine, dont les exigences ont, chez nos grands voisins, provoqué tant de progrès de la métallurgie du fer.

A Dusseldorf, toutes les usines sidérurgiques de quelque importance exposaient des pièces remarquables destinées à la construction navale : étraves ou étambots en acier coulé, arbres forgés et alésés de grande longueur, hélices, ancres, chaînes, etc.

Moins nombreuses sont les firmes qui fabriquent le gros matériel de guerre, artillerie de marine, de côtes ou de campagne, plaques de blindage et coupoles pour cuirassés et batteries de côtes; mais, en cette matière, un seul exposant suffit pour absorber notre intérêt et rejeter dans l'ombre ses quelques rivaux; il est vrai qu'il s'appelle Fried. Krupp.

En entrant à l'exposition par la porte du Rhin, l'on remarquait tout d'abord le monumental pavillon Krupp couvrant près d'un demi-hectare et long de 134 mètres avec ses annexes. D'un intérêt considérable, il retenait longuement l'attention des visiteurs.

Poursuivant notre route vers le Nord, nous rencontrons

notamment à gauche de l'allée principale les pavillons de Hoerde, du Bochumer-Verein et de la Société Ehrhardt (Rheinische Metallwaaren und Maschinen Fabrik Dusseldorf). Ce dernier, d'un caractère très artistique, abrite un matériel de guerre important et les viroles sans soudure, de grand diamètre, qui constituent une des nouveautés de l'exposition. Nous n'avons malheureusement pu obtenir l'autorisation de visiter l'usine de Reisholz, où se laminent ces viroles par un procédé tenu secret.

A droite de la grande avenue, après le beau bâtiment de l'exposition artistique, on admire la grande halle des machines, longue de 280 mètres, large de 52 mètres, puis le pavillon de la Gutehoffnungshütte d'Oberhausen, qui contient aussi les moteurs à gaz de la Société de Deutz et notamment le moteur de 1000 chevaux, pour gaz de hauts-fourneaux. Après le bâtiment des intérêts miniers du district de Dortmund, on atteint l'extrémité du grand Palais de l'Industrie (Halle II), qui couvre une superficie de près de deux hectares et réunit dans son aile Sud les produits des usines sidérurgiques ne possédant pas de pavillon spécial.

Dans les jardins, les expositions particulières dignes d'intérêt étaient nombreuses ; nous n'en donnerons pas ici l'énumération et nous ne ferons pas davantage la liste, plutôt fastidieuse, des principales pièces exposées, telles que lourdes plaques de blindages, tôles géantes, pièces coulées énormes et pièces de forges de grande longueur qui étaient rassemblées dans les divers pavillons et bâtiments ; nous renvoyons à ce sujet au catalogue général, ainsi qu'aux brochures spéciales publiées, avec un certain luxe, par les divers exposants.

Dans ce qui précède, nous avons simplement voulu montrer la topographie générale de l'exposition et après

avoir donné dans le présent chapitre l'impression d'ensemble que nous a laissée cette puissante manifestation de l'industrie Rhéno-Westphalienne, nous examinerons dans une suite de notices consacrées aux diverses branches de la science métallurgique, les enseignements qui en découlent et les procédés ou appareils nouveaux qui ont spécialement attiré notre attention, soit par leur nouveauté, soit parce qu'ils sont encore peu connus en Belgique.

A la vérité, les choses entièrement neuves étaient rares à Dusseldorf; il ne pouvait d'ailleurs en être autrement deux ans après l'Exposition de Paris de 1900. Les exposants ont surtout visé à faire impression sur les visiteurs par la puissance de leurs moyens d'action et parfois même par l'énormité de leurs fabricats; ils se sont d'autre part bien gardé de leur faire connaître leurs procédés. C'est ainsi que nous sommes fréquemment peu renseignés sur la fabrication des pièces exposées; souvent même la composition du métal dont elles sont faites ne nous est pas donnée et l'on se borne à nous présenter des résultats d'essais qui, dans ces conditions, sont peu intéressants.

Un fait digne de remarque, c'est la prédominance du métal Martin (1) pour toutes les pièces importantes, et l'extension, déjà remarquée à Paris en 1900, de l'emploi de ce métal pour la production de moulages dont les qualités de résistance sont comparables à celles que l'on n'obtenait jadis qu'à la forge ou au laminoir. Les essais à froid de ces pièces en acier brut démontrent la tenacité et la douceur que le métal doit à des additions dont le secret est en général bien gardé et à un recuit convenable. On pouvait faire

(1) Rappelons à ce sujet la prédiction de HOLLEY : « Le Martin assistera aux funérailles du Bessemer », reproduite par le professeur HOWE, dans son rapport *Sur les progrès réalisés depuis 1889 dans la métallurgie du fer et de l'acier*, présenté au Congrès de Paris, en 1900. (Voir *Bulletin de l'Industrie minière*, t. XV, p. 510.)

à Dusseldorf, une étude intéressante de ces essais; nous n'en avons eu malheureusement ni le temps ni les moyens.

En réalité, depuis l'invention de Thomas et Gilchrist, il n'a été apporté aucune modification essentielle dans les procédés de production du fer et de l'acier; mais, dans l'application de ces procédés, les progrès sont rapides et ils dépendent surtout de la perfection et de la puissance d'un outillage, qui permet la mise en œuvre rationnelle et économique de quantités de métal dont le poids et les dimensions eussent à bon droit effrayé les anciens métallurgistes.

Pour remuer et travailler ces lourdes pièces, la main-d'œuvre humaine, impuissante ou trop coûteuse, a été remplacée par des engins de levage et des appareils accessoires de tous genres, que l'on a d'abord fait hydrauliques ou à vapeur et qui sont aujourd'hui conquis par l'énergie électrique. Celle-ci se prête particulièrement bien à ces usages et l'Exposition de Dusseldorf montrait les incessants progrès faits par les électriciens dans cette voie.

Par contre, nous n'y avons remarqué aucune application des procédés de l'électro-métallurgie et la soudure électrique n'était même pas mentionnée, alors que sa rivale, l'aluminothermie possédait un pavillon spécial (1).

Cette abstention de l'électro-métallurgie ne doit pas cependant être considérée comme un insuccès pour cette branche encore neuve de l'électro-technique, dans un pays riche en charbon et ne possédant que peu de forces naturelles (2).

Quoi qu'il en soit, l'électricité paraît avoir pour mission de distribuer dans des usines métallurgiques, avec la

(1) Voir à ce sujet l'article du même auteur dans le t. VII des *Annales des Mines de Belgique*.

(2) Une fabrique de carbure de calcium avec moteur à gaz de haut-fourneau s'installe actuellement en Westphalie.

lumière, la force motrice aux innombrables moteurs accessoires. Quant aux machines puissantes actionnant les souffleries et les laminoirs, jadis l'apanage de la vapeur, elles lui sont aujourd'hui disputées par le gaz de haut-fourneau.

L'Exposition témoignait des progrès rapides de l'utilisation de ce gaz dans les moteurs à explosions, qui sont dès maintenant construits dans tous les grands ateliers. Cette question étant d'une importance capitale pour la sidérurgie, nous ne pouvions nous dispenser d'en faire mention ici ; elle sera toutefois exposée dans nos *Annales*, par l'éminent Ingénieur en chef des mines M. H. Hubert, qui s'en est fait une spécialité ; nous nous abstenons donc d'y revenir.

Bien qu'il existe déjà dans plusieurs pays, et notamment en Belgique, des laminoirs actionnés électriquement, il n'y avait à Dusseldorf rien d'intéressant à ce sujet. A la vérité, le train Banning, monté dans la halle des machines, était mis en mouvement par un électromoteur ; mais il avait pour unique fonction de faire tourner le train à vide et ne constituait pas son moteur définitif.

Une application de l'électricité, qui n'est pas neuve en son principe, mais qui a pris un développement notable dans ces dernières années, est la séparation magnétique des minerais. Deux importantes maisons exposaient des électrotrieuses ; l'usine de la firme Krupp, Grusonwerk de Magdeburg-Buckau, présentait un appareil du type dit de Mechernich ; la célèbre firme Humboldt de Kalk réunissait dans son pavillon plusieurs appareils Wetherill et un atelier complet de lavage en fonctionnement.

Les appareils destinés à la préparation des minerais étaient d'ailleurs nombreux à Dusseldorf, et nous consacrons à cette branche de la métallurgie notre premier chapitre. Nous passerons ensuite en revue les divers systèmes de fours à coke exposés, tous à récupération des

sous-produits, avant d'aborder l'étude de la sidérurgie proprement dite.

Quant aux métallurgies des métaux autres que le fer, elles n'étaient guère représentées que par des produits; c'était notamment le cas pour l'industrie du zinc. Nous signalerons également ici, pour ne plus y revenir, les pièces mécaniques en bronze au manganèse de la « Dürener Metallwerke » de Düren, dont les qualités de résistance sont très remarquables d'après les diagrammes exposés, qui ont été établis à différentes températures.

Non loin de là, nous avons vu les tubes de cuivre électrolytique de la Société Elmore de Schladern sur Sieg, dont un pesant 3600 kilog., long de 5 mètres et d'un diamètre de 2^m500.

Nous citerons également des pièces en métal delta ayant servi, des tôles et fils de nickel de Fleitmann, Witte et C^{ie}, de Schwerte, et les étains de la maison Goldschmidt, qui expose un paquet de rognures de fer blanc dont on a retiré l'étain par un procédé tenu secret.

En terminant cette introduction, constatons avec regret l'absence presque complète à l'exposition de Dusseldorf des appareils destinés à améliorer, au point de vue de la salubrité ou de la sécurité, la condition des travailleurs dans les usines métallurgiques. Nous n'avons vu, dans cet ordre d'idées, que des modèles de lunettes et une culotte d'une forme spéciale destinée aux ouvriers forgerons.

Alors que, dans l'industrie minière, les questions de sécurité sont l'objet des préoccupations de tous, les métallurgistes continuent à s'en désintéresser. On peut, à notre avis, assigner deux causes principales à cette indifférence regrettable. D'une part, les accidents, malheureusement assez fréquents dans les usines, ne frappent en général qu'un petit nombre de victimes et il ne s'y est jamais rien produit de comparable aux grandes catastrophes minières,

qui émeuvent l'opinion et ont provoqué depuis bientôt cent ans l'intervention de plus en plus minutieuse des pouvoirs publics; d'autre part, l'outillage cyclopéen de la grande industrie métallurgique est en grande partie d'origine anglo-saxonne et l'on sait que le génie de cette race, tout en développant dans chaque individu l'esprit d'initiative et de responsabilité, réduit au minimum l'action préventive de la réglementation et la mission protectrice de l'Etat.

CHAPITRE I^{er}.

Préparation des minerais (1).

Nous donnerons tout d'abord les noms des trois principaux exposants d'appareils destinés à la préparation des minerais, abstraction faite des triages et lavoirs à charbon; c'étaient :

1° *Grusonwerk Magdeburg-Buchau* de la firme *Fried. Krupp*, qui occupait l'annexe Sud du pavillon de cette firme;

2° *Maschinenbau Anstalt Humboldt* de *Kalk* près *Cologne*, qui possédait une installation complète en fonctionnement dans son pavillon spécial, près du Rhin (n° 40 du plan);

3° *Siller et Dubois* de *Kalk*. Cette maison, dont l'intéressante exposition occupait dans le compartiment des mines l'extrémité Sud de la halle II, a cédé ses affaires à l'établissement Humboldt, en août 1902.

D'autres exposants présentaient divers systèmes de broyeurs; mais beaucoup étaient destinés à des usages étrangers à notre sujet.

(1) Pour la rédaction de ce chapitre, nous avons utilisé des renseignements personnels et des notes de voyage, ainsi que les articles consacrés au même sujet par le *Glückauf*, n° 28 du 12 juillet 1902, et par l'*Oesterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen*, nos 24 et 31 de 1902.

Non loin de l'exposition Siller et Dubois, nous avons remarqué une grille de triage à secousses, de la firme *Pilgrim et von Königslöw*, de Dortmund, ainsi que le transporteur système Marcus, de la *Société Köln Bayenthal*. Des transporteurs par câble, à raclettes, à vis sans fin et divers types d'élévateurs étaient réunis dans le pavillon de la Maison *Wilhelm Fredenhagen*, d'Offenbach-sur-le-Mein, qui s'occupe spécialement de ces appareils.

Enfin, par des plans, des photographies et des modèles, un assez grand nombre d'installations de préparation de minerais divers étaient exposées; il serait sans intérêt d'en faire ici l'énumération; toutefois, les belles photographies des ateliers de préparation de Moresnet et de Luderich, près de Bensberg, méritent une mention spéciale; elles ornaient le compartiment de la Société de la Vieille-Montagne. Nous signalerons également les plans des nouvelles laveries pour minerai de fer spathique de la mine Storch et Schoeneberg, qui faisaient partie de l'exposition collective du pays de Siegen.

Broyeurs. — Dans notre revue des appareils de préparation mécanique les plus dignes d'intérêt, nous suivrons l'ordre habituellement adopté en commençant par les broyeurs.

Parmi les exposants d'instruments de ce genre, la Maison Siller et Dubois doit être citée en premier lieu. Outre des concasseurs à mâchoires très robustes, cette maison présentait des cylindres broyeurs et des moulins à boulets caractérisés par la surface ondulée de leur revêtement intérieur. L'on trouvera dans le *Glückauf* (1), une coupe et une description des cylindres broyeurs; ils ont 1 mètre de diamètre, 0^m320 de large et sont actionnés par courroie;

(1) N^o 28 déjà cité, pl. 81, fig. 3.

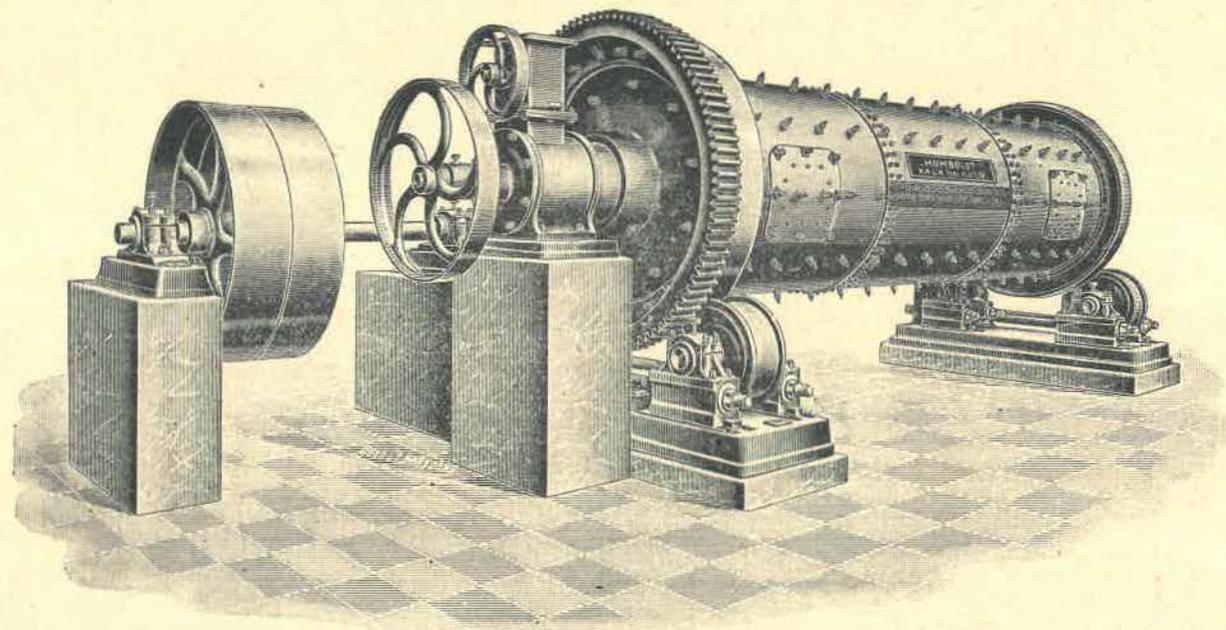


FIG. 1. — *Broyeur tubulaire.*

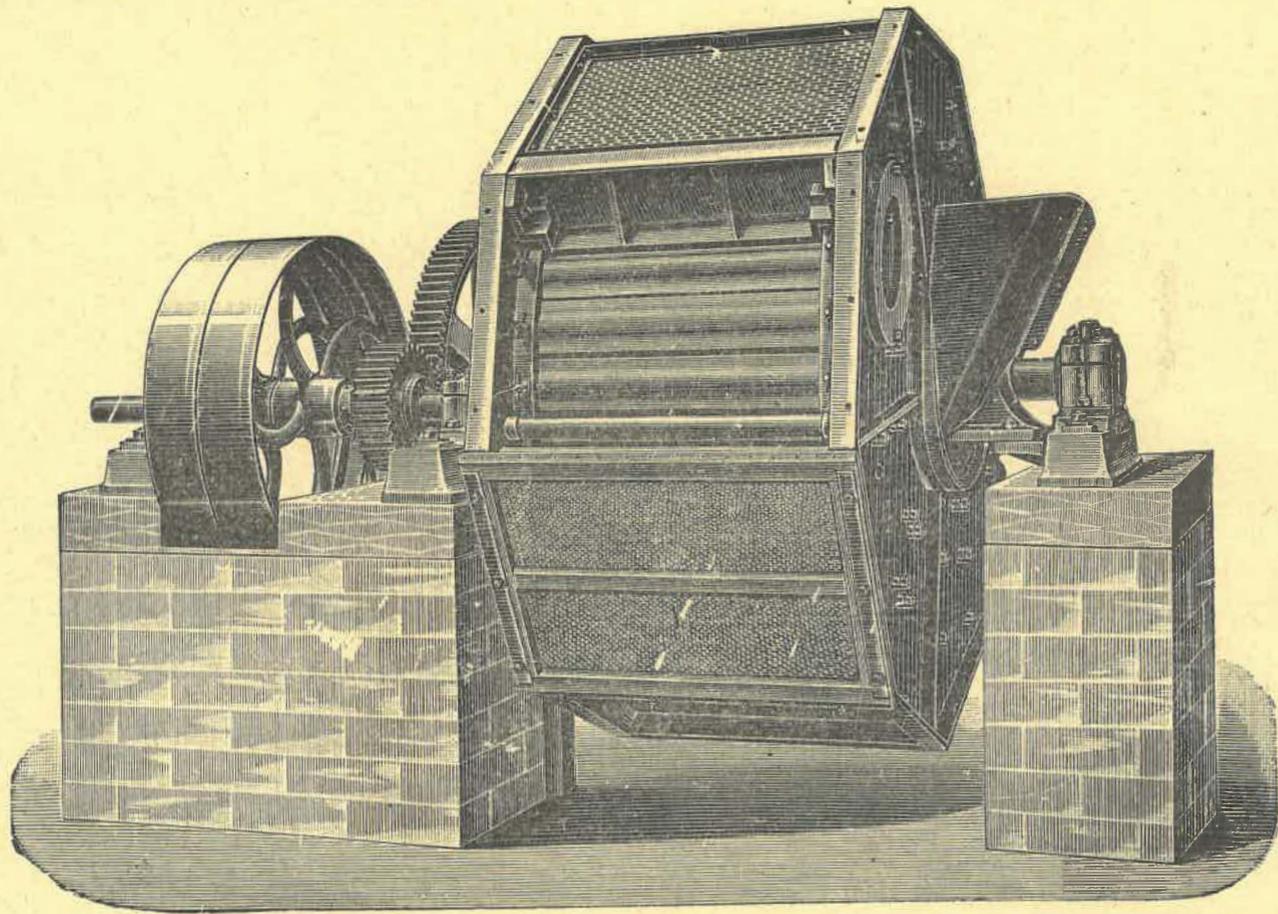


FIG. 2. — *Moulin à boulets.*

deux forts ressorts spiraux, en acier, de 15,000 kilog., agissent sur les paliers du cylindre mobile.

Quant aux moulins à boulets, la Maison Siller et Dubois en construit depuis assez longtemps de deux types bien distincts, représentés par les figures 1 et 2.

Le broyeur tubulaire de la figure 1 roule sur des galets et est alimenté par son axe au moyen d'une vis sans fin; son revêtement ondulé parallèlement aux génératrices est, suivant la nature des substances à broyer, en fonte trempée, en terre réfractaire, en pierre ou en bois; le degré de finesse obtenu dépend du diamètre et de la longueur du tube, ainsi que de son débit; il n'existe aucun tamis.

D'après les constructeurs, le but des ondulations est d'augmenter la surface travaillante et d'empêcher le glissement sur cette surface des matières et des boulets; ceux-ci se logent dans les ondulations du revêtement et retombent d'une certaine hauteur sur la matière. Voici, à titre d'exemple, les résultats indiqués pour le broyage du ciment; il s'agit d'un appareil de 6 mètres de long et de 1^m300 de diamètre, pesant environ 13,000 kilog. A la vitesse de 25 à 30 tours, en absorbant une puissance de 25 à 30 chevaux, on a broyé en moyenne par heure 2.7 tonnes de ciment donnant 5 p. c. de refus au tamis de 900 mailles par centimètre carré et 15 p. c. sur le tamis de 5000 mailles.

Dans les moulins du modèle de la figure 2, dont la disposition générale, visible dans les coupes des figures 3 et 4 est semblable à celle de tous les broyeurs de ce genre, le tambour *A* est constitué par des barreaux d'acier forgé faciles à remplacer et qui peuvent être retournés après usure. Des plaques rapportées en fonte dure protègent les parois latérales du tambour et les boulons d'assemblage des barreaux; l'arbre *B* est également soustrait à l'action des boulets par des pièces du même métal. Alimenté par la trémie *C*, cet appareil comporte deux tamis, l'un protecteur,

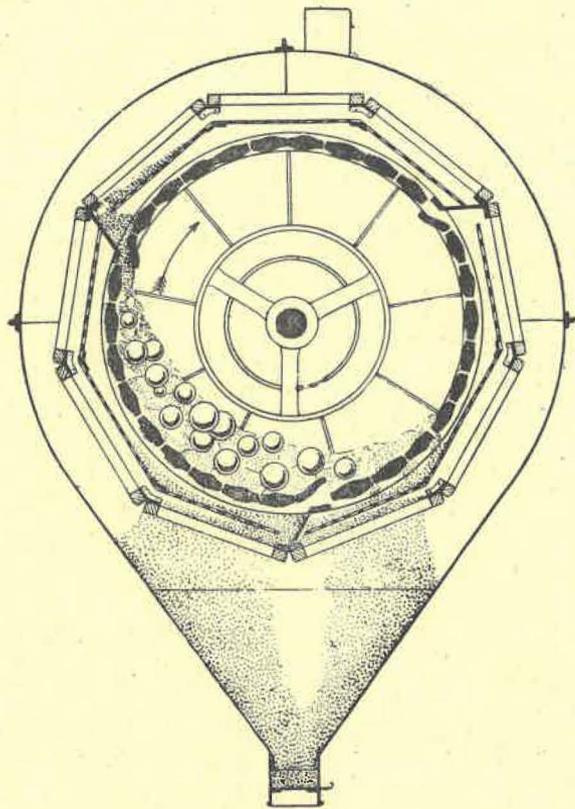


FIG. 3.

Moulins à boulets. — Coupes

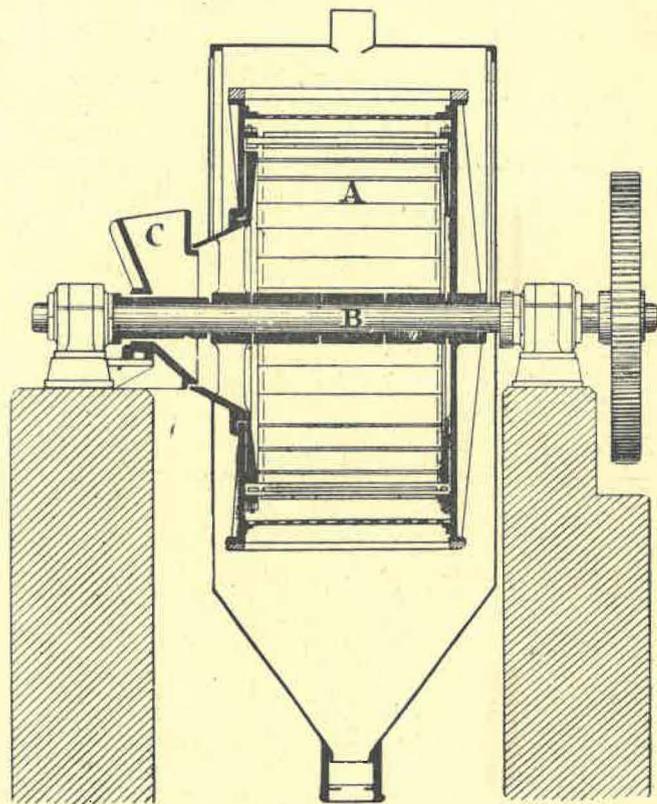


FIG. 4.

l'autre classeur ; le refus est ramené sous l'action des boulets par le moyen habituel ; ces boulets, en tombant d'une ondulation à la suivante produisent des secousses continuelles qui dégagent le tamis classeur.

Le broyeur est tout entier logé dans une enveloppe hermétique en tôle, que l'on peut mettre en relation avec un aspirateur.

C'est encore un moulin à boulets qui est représenté en coupe par la figure 5, que nous empruntons au *Gluckauf* (1). Dans ce broyeur humide, exposé par Grusonwerk, il existe à la partie supérieure plusieurs injections d'eau qui empêchent l'obstruction du tamis classeur ; ce tamis est cylindrique comme dans les moulins bien connus, construits par la même firme pour le broyage à sec (2). Ainsi que le montre la figure 5, la partie inférieure de l'enveloppe du broyeur humide forme réservoir et reçoit les produits à l'état de suspension dans l'eau. Grâce à sa forme et à une injection d'eau par le tuyau *y*, cette partie fonctionne comme spitzkasten et tandis que les schlamms s'écoulent par une vanne réglable *s*, la tubulure *k* débite les produits les plus lourds.

Un second broyeur humide, système Heberle-Sala, était exposé par la Société Humboldt, dans son pavillon où se trouvait également un moulin Griffin.

Nous mentionnerons enfin la belle installation de deux groupes de cinq pilons de 525 kilog., pour le bocardage des minerais d'or qui, avec leurs tables d'amalgamation, constituaient un ensemble imposant au fond du pavillon Krupp.

Laveries. — Après la description des appareils de broyage, nous devrions nous occuper des classeurs et des

(1) Loc. cit., pl. 82, fig. 1.

(2) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. II, 4^{me} liv., l'article de M. A. Halleux, sur la salubrité des usines à phosphates.

cribles de setzage; nous n'avons rien vu de particulièrement intéressant dans ce genre d'appareils; toutefois, avant

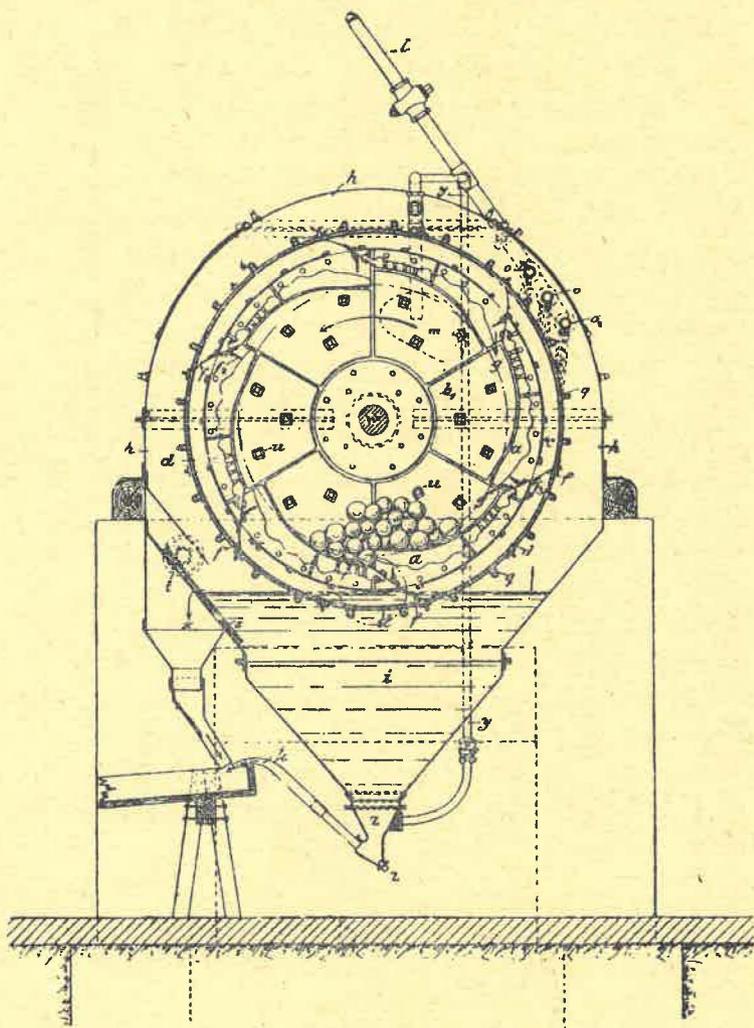


FIG. 5.

d'aborder l'étude des tables de lavage, nous donnerons une description sommaire du nouveau lavoir installé par les

Ateliers royaux de Clausthal, à la mine Storch et Schoenberg, près de Gosenbach, pour le traitement du minerai spathique à gangue de quartz.

Ce minerai, préalablement grillé, est amené par un élévateur à un concasseur et à un broyeur dont les produits tombent dans des trommels classeurs percés de trous de 32, 22, 16, 11, 7, 4 et 2 millimètres.

Le refus supérieur à 32 millimètres est reçu par une table d'épluchage, tandis que les diverses catégories de grains vont à des cribles de setzage, qui envoient les produits mixtes aux cylindres broyeurs et le minerai riche dans des collecteurs et de là dans des wagons. Les grains en dessous de 2 millimètres, venant des derniers trommels, passent dans un classer à sable et sont reçus par deux cribles à fond filtrant dont la décharge se trouve à 30 millimètres au dessus du dit fond et qui rendent 75 % de produits finis; deux autres cribles de même nature sont alimentés par un second classer qui reçoit le refus du premier, et d'où les schlamms se rendent au spitzkasten, à une table ronde et aux bassins de décantation. Cette installation, dont nous ne pouvons malheureusement pas reproduire les plans, est très condensée; elle donne des produits finis riches, ainsi que l'on peut en juger par le tableau ci-dessous, que nous empruntons au récent mémoire de M. Gouvy (1); elle a, paraît-il, réduit la perte au lavage dans une très large mesure.

	Fer.	Manganèse.	Insolubles.	
Minerai cru	30.29	5.77	19.14	
» grillé	38.87	7.68	29.68	
Produits de la laverie. {	N° 1	52 à 54	9.7 à 10	—
	2	53 à 55	9.8 à 10	—
	3	53 à 54	9.4 à 9.8	—
	4	47.5 à 49	8.8 à 9.3	—

(1) *Revue Universelle des mines et de la métallurgie*, t. LIX, 2^e numéro.

Tables de lavage. — Toutes les tables de lavage exposées étaient des appareils continus; nous citerons la table Ferraris à secousses latérales de Grusonwerk, décrite dans le numéro déjà cité du *Glückauf*, la table ronde de Linkenbach qui fonctionnait dans le pavillon Humboldt, de même que la table Stein-Bilharz et enfin la table ronde à secousses tangentielles, exposée par la firme Siller et Dubois. Les deux premières sont bien connues; nous nous occuperons de la troisième ultérieurement en décrivant le pavillon Humboldt; nous consacrerons ci-dessous à la table Bartsch un paragraphe spécial.

Table ronde à secousses tangentielles, système Bartsch.
— Inventée par M. W.-J. Bartsch, ingénieur à Siegen, qui y a introduit successivement plusieurs perfectionnements, cet appareil de lavage fonctionne depuis 1892, dans plusieurs districts miniers, notamment dans les provinces du Rhin, le pays de Siegen et en Autriche, où la Direction des mines royales de Aerar remplace les tables Rittinger par des tables Bartsch.

Exposée par la firme Siller et Dubois, actuellement absorbée par Humboldt, cette table était en fonctionnement dans le compartiment des mines (Halle II); quelques photographies exposées par la Société de la Vieille-Montagne nous ayant, d'autre part, appris que cette Société l'utilise pour la préparation des produits de ses mines de Luderich, près de Bensberg, nous devons à l'obligeance de M. H. Jamme, directeur de ces mines, d'intéressants renseignements à son sujet.

La figure 6 la représente en perspective, mais elle ne montre pas le dispositif produisant les secousses qu'il était également malaisé de distinguer sur l'original à Dusseldorf. Ce dispositif, logé sous le tablier, est en partie visible dans la coupe de la figure 7, que nous empruntons au *Glückauf* (1).

(1) *Glückauf*, n° 28, pl. 82, fig. 5.

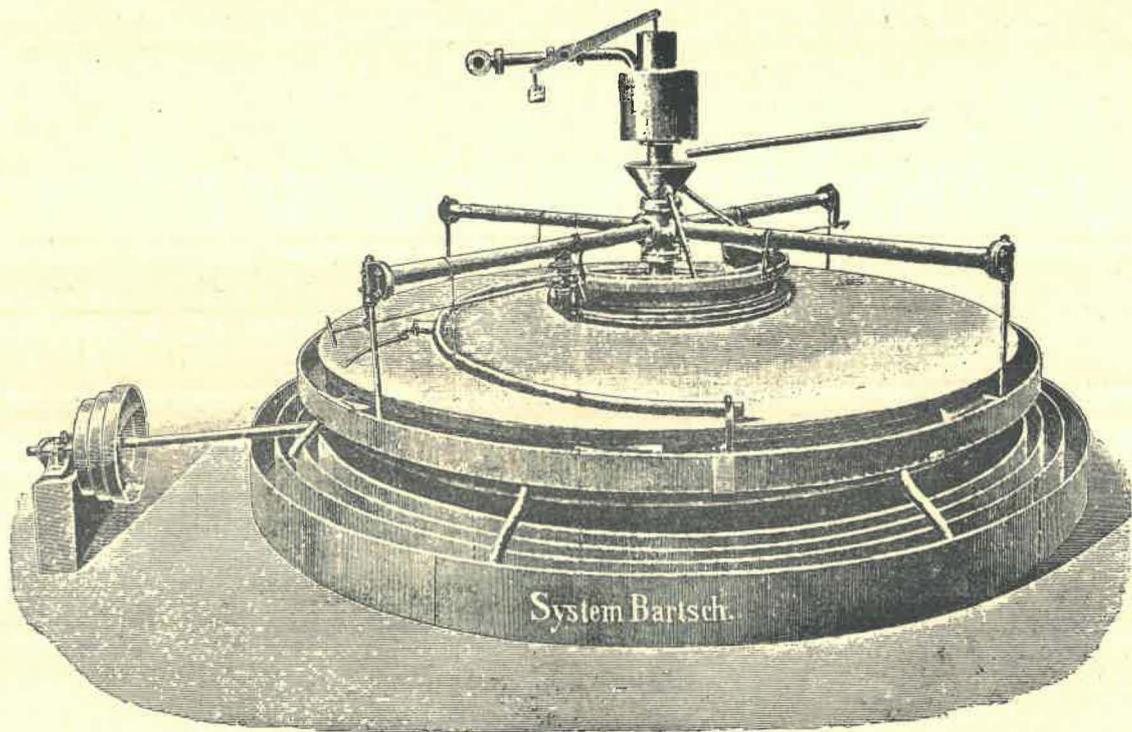


FIG. 6. — *Table à secousses tangentielles, système Bartsch.*

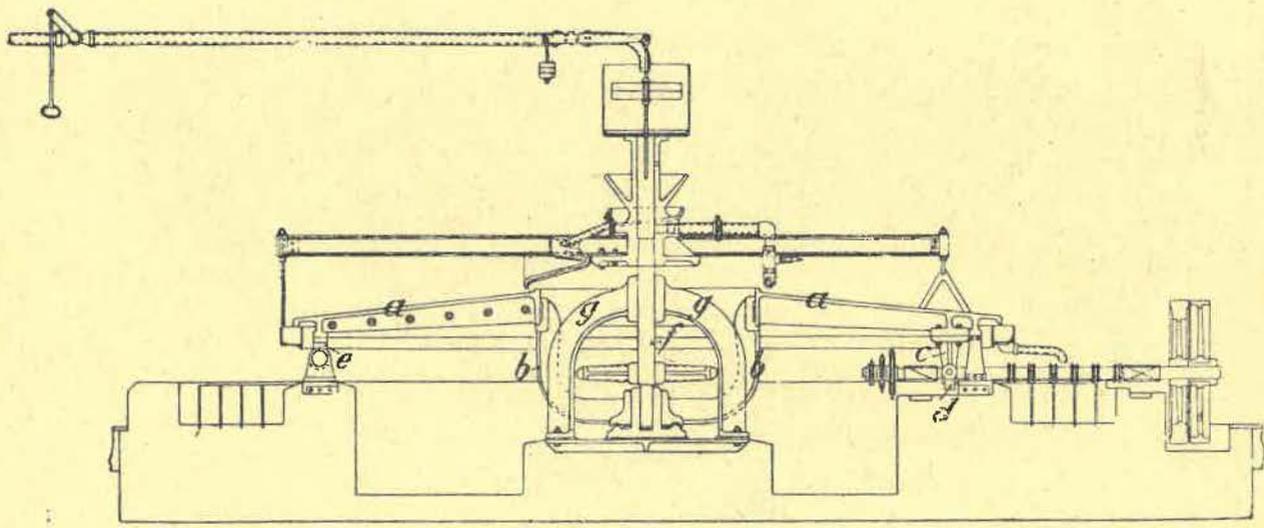


FIG. 7. — Coupe de la table Bartsch.

La table, de forme légèrement conique, est faite de plaques de fonte dressées exactement; elle a environ 4 mètres de diamètre et est supportée par 6 à 8 lames flexibles en acier fixées à sa périphérie. L'arbre moteur, visible sur la coupe figure 7, met en mouvement un équipage mobile analogue à celui des tables Linkenbach; le secteur d'alimentation couvre environ 120° et la crépine d'arrosage possède une forme spéciale visible dans la figure 6; un régulateur automatique commande l'arrivée de l'eau de lavage.

Sous l'action d'une came *d* agissant sur le taquet *C* fixé au tablier, celui-ci dévie dans le sens de la rotation des pièces mobiles; deux forts ressorts à boudin appuyant contre les fondations et les lames flexibles déjà mentionnées, ramènent vers sa position primitive le tablier qui possède quatre butoirs en pochholz et vient heurter autant de tampons de même nature fixés au bâti. Il en résulte un choc tangentiel, dont l'effet est analogue à celui que l'on utilise dans toutes les tables à secousses; les matières les plus denses sont ramenées en arrière, c'est-à-dire au devant du balai hydraulique. D'autre part, les vibrations dues au choc empêchent les schlamms de former des amas qui, en glissant ensuite sur la table et entraînant tout ce qu'ils rencontrent, contrarient le classement. L'action des secousses décroît d'ailleurs de la périphérie au centre et elle agit surtout sur les matières denses qui quittent la table en dernier lieu.

La disposition de la rigole mobile, divisée en cinq compartiments, qui reçoit les produits et les déverse par des tubulures dans des rigoles fixes, concentriques à la table, est montrée clairement par les figures; elle est au surplus à peu près identique à celle utilisée par le Humboldt pour les tables Linkenbach.

L'inclinaison de la table Bartsch reste constante; mais,

d'après la nature des schlamms à traiter, l'on peut régler facilement la vitesse de l'équipage mobile de même que l'amplitude et l'intensité des chocs.

D'après les renseignements qui m'ont été adressés par la Société Humboldt, une table de 4 mètres de diamètre, pesant avec ses accessoires 5,000 kilog., reçoit en général, 160 chocs par minute, provoquant à la circonférence une déviation de 5 à 8^{m/m}.

Sur une table de ce genre, on peut passer par heure de 500 à 700 kilogrammes de schlamms (poids de la matière sèche); la consommation d'eau est de 60 à 120 litres d'eau par minute et la force motrice nécessaire de 1/4 à 1/2 cheval.

La laverie de la mine de Luderich utilise les tables Bartsch depuis 1897; on y traite de 4 à 5 tonnes de schlamms par appareil en 10 heures de travail. En supprimant les secousses, on fait tomber la production de moitié, d'après une estimation de M. le directeur H. Jamme.

A Luderich, une première opération fournit des concentrés plombeux dont la richesse varie de 75 à 80 %, d'autres concentrés contenant 38 % de zinc et des stériles qui ne renferment pas plus de 0.5 % de plomb et de 1.5 % de zinc.

Il est toutefois indispensable que les schlamms préalablement classés au spitzkasten, ne contiennent plus à leur arrivée sur la table Bartsch de grains supérieurs à 1/4 de millimètre; de tels grains en roulant sur la table entraîneraient du minerai; il est préférable de les envoyer au crible à sable.

Mentionnons enfin que M. H. Jamme préfère les tables Bartsch aux tables Stein, pour le lavage des schlamms les plus ténus, pour autant que ces matières très soigneusement classées soient bien homogènes.

Pavillon Humboldt. — Notre figure 8, extraite du *Glückauf*, donne le plan du pavillon de la Société Humboldt; on y voit divers appareils servant à la préparation d'un minerai composé de blende, de carbonate de fer, de schiste et de quartz. L'installation actionnée par un électro-moteur de 30 chevaux fonctionnait sous les yeux des visiteurs un jour par semaine.

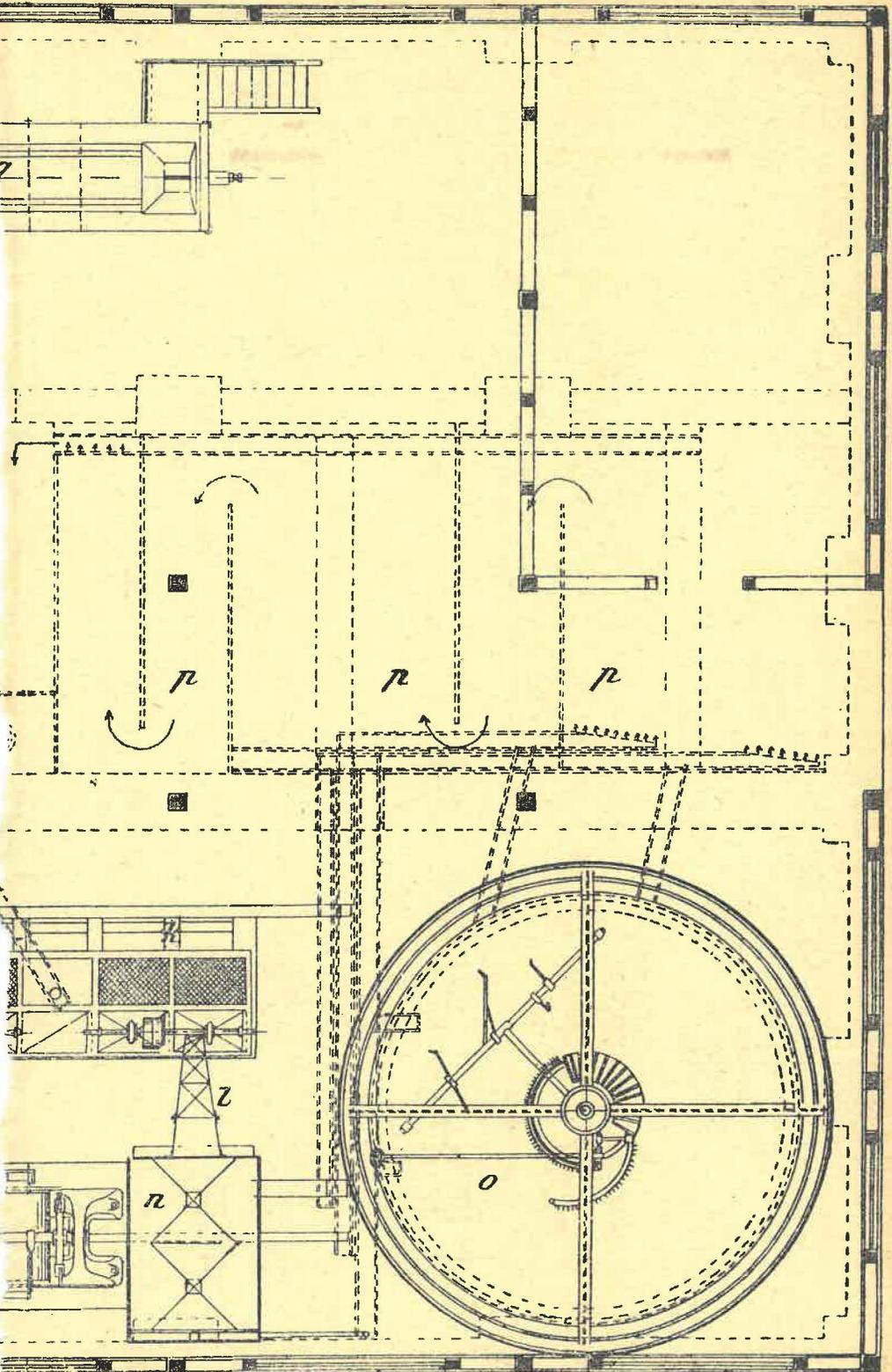
D'abord concassé en *a*, puis broyé entre des cylindres *b* à chargement automatique, le minerai repris par un élévateur est reçu par trois trommels coniques étagés percés de trous de 6, 3 et 1.4 m/m; les grains de 6 à 3 m/m et de 3 à 1.4 m/m sont conduits par des chenaux en tôles à deux cribles *g* et *h* ne présentant rien de spécial; le passé du troisième trommel, inférieur à 1.4 m/m, après avoir traversé un classeur à courant d'eau, arrive au crible à sable *K*.

Tandis que les produits des cribles se rassemblent dans des caisses, le refus du classeur passe par trois spitzkasten, qui alimentent une table système Stein-Bilharz *m* et laissent écouler leur trop plein dans d'autres classeurs du même genre et de dimensions plus grandes, d'où les schlamms tombent sur la table de Linkenbach *O*.

La disposition de cette dernière table, dont le principe est bien connu, est suffisamment montrée par le plan; la table Stein-Bilharz est d'autre part représentée par la figure 9.

C'est un appareil continu pouvant traiter des schlamms fins et demi-fins; le minerai est reçu à droite de la figure, sur une courroie en caoutchouc s'enroulant sur deux tambours à écartement variable, en vue d'obtenir une tension parfaite. L'un des tambours produit un mouvement intermittent de la courroie; celle-ci repose sur un plancher pourvu d'une série d'entailles alimentées par un filet d'eau; elle est ainsi soutenue par une couche liquide, qui rend son mouvement très doux; d'autre part, le glissement

FIG. 8. — PLAN DU PAVILLON HUMBOLDT.



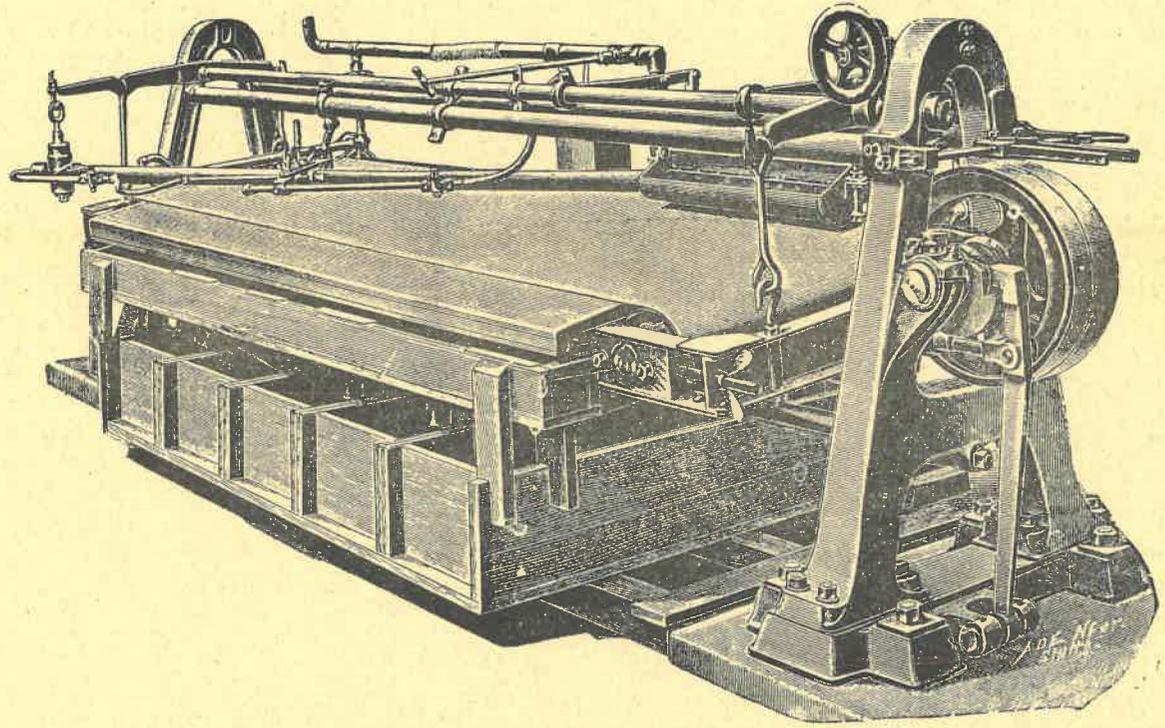


FIG. 9. — *Table Stein-Bilharz.*

de la courroie suivant la pente de la table est rendu impossible par un ourlet logé dans une rainure pleine d'eau pratiquée dans le plancher. Ce plancher, qui constitue la table proprement dite et reçoit les secousses produites par un arbre à came, est entouré d'un cadre en fer suspendu, dont l'inclinaison est variable.

La figure 9 montre la disposition des tringles de support, le système de crépines d'arrosage et les chenaux collecteurs des produits classés; le nombre de ceux-ci peut être assez considérable.

Lorsqu'elles traitent le minerai précité, les tables dont il vient d'être question fournissent un mélange de blende et de fer spathique qui est reçu dans des bassins de concentration; aspirées par une pompe centrifuge, ces matières sont envoyées à l'état de boue à la nouvelle trieuse électromagnétique à cylindres (Walzentype) qui sépare la blende du minerai de fer.

Quant aux produits mixtes des cribles de setzage, ils sont broyés par le moulin à boulets système Heberlé, déjà mentionné, dont les tamis sont arrosés et qui fournissent des schlamms traités ainsi qu'il a été dit.

Nous mentionnerons encore un petit modèle d'appareil Wetherill, type VI, que nous avons pu voir dans le bureau aménagé dans un des angles du pavillon Humboldt; il peut être utilisé soit pour des recherches de laboratoire, soit pour des essais de minerais à préparer.

Étaient également exposés un séparateur, type V, et un appareil nouveau, système Wetherill-Schnelle, entièrement enveloppé, offrant ceci de particulier qu'il ne comporte aucune partie mécanique; il n'est toutefois applicable qu'aux matières à forte perméabilité magnétique; versées dans un entonnoir, ces matières sont séparées pendant leur chute à travers l'appareil et en sortent par deux tubes diamétralement opposés, placés à sa base.

Notre visite à Dusseldorf ne nous avait rien révélé de la disposition des nouvelles trieuses Wetherill, exposées par la Société Humboldt; dans le chapitre suivant, consacré à la séparation électro-magnétique des minerais, nous décrirons ces appareils d'après une publication récente de M. l'Ingénieur F.-O. Schnelle, qui nous a été adressée par la Direction des usines de Kalk.

Dans le pavillon Humboldt, nous avons vu également une grande quantité de plans et de photographies d'installations exécutées par la firme, notamment de la préparation électromagnétique de San-Finx, en Espagne, d'une grande laverie de blende plombifère pouvant traiter 550 tonnes par jour, établie à Brzózowitz dans la Haute-Silésie, et de plusieurs lavoirs à charbon.

L'installation de San-Finx, particulièrement intéressante, doit séparer le wolfram de la cassitérite; le mélange sortant des laveries, séché à la vapeur dans un transporteur horizontal, est élevé ensuite jusqu'à un trommel classeur percé de trous de 3 ^m/_m, dont le refus est renvoyé au broyage et dont le passé est divisé en trois catégories par un second trommel de forme hexagonale.

Ainsi préparé, le mélange de wolfram et de cassitérite passe d'abord par un appareil Wetherill, du type ancien à courroies croisées, puis par une trieuse du type V. Ces appareils soigneusement enveloppés sont reliés par des tubulures à un exhausteur qui en aspire les poussières.

CHAPITRE II.

Nouveaux appareils de préparation magnétique.

Les procédés ordinaires de lavage ne peuvent donner de bons résultats lorsque l'écart est faible entre les densités des matières à séparer. Dans bien des cas, ces procédés sont impuissants pour l'enrichissement ou l'épuration de minerais qui restent inutilisables à l'état brut.

Depuis longtemps, on utilise l'attraction magnétique pour isoler certaines substances possédant une perméabilité élevée; mais, la séparation des matières faiblement magnétiques n'était possible que par l'emploi de champs très puissants. Cet emploi, relativement récent, a considérablement augmenté la liste des substances susceptibles d'être traitées avec succès par les trieuses magnétiques, dont il a été créé un grand nombre de types dans ces dernières années.

Deux importantes communications ont été consacrées à ces appareils lors du Congrès international des mines et de la métallurgie, tenu à Paris en 1900 (1).

La première, présentée par M. le professeur A.-H. Wedding de Berlin, constitue une étude très complète de la question; l'autre ne s'occupe que du procédé Wetherill. L'auteur de ce dernier travail, M. H. Smits de Dusseldorf, y décrit cinq dispositifs de trieuses de ce système et trois applications qui en ont été faites à Franklin dans le New-Jersey, à Brockenhill en Australie et à Lohmansfeld dans le pays de Siegen.

(1) Voir *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, 3^e série, t. XIV, 4^e liv.

Depuis 1900, de nouveaux appareils de préparation magnétique ont été réalisés; ainsi que nous l'avons dit déjà dans l'introduction, il s'en trouvait plusieurs à Dusseldorf exposés par la Société Humboldt de Kalk, et par l'usine Gruson de la firme Fr. Krupp.

La machine dite de Mechernich, présentée par cette dernière firme, montrait quelques perfectionnements dignes d'intérêt.

Quant aux trieuses genre Wetherill de la Société Humboldt, certaines d'entre elles s'écartaient très notablement des types décrits par M. Smits; leur disposition et leur fonctionnement ont, d'autre part, été tenus secrets jusqu'en octobre dernier.

Il nous a paru que ces appareils de préparation magnétique étaient suffisamment intéressants pour être l'objet d'un chapitre spécial.

Appareil électro-magnétique de Mechernich. — Une publication allemande de la station électro-magnétique de Mechernich, datée d'octobre 1900, contient l'étude théorique de cet appareil et donne les résultats obtenus. M. Hassreidter a d'autre part traité le même sujet, le 13 mars 1902, devant la section de Liège de l'Association belge des Chimistes (1).

Ces deux mémoires ne sont accompagnés que de croquis schématiques reproduits également par le *Glückauf* dans son n° 28 déjà cité. C'est ce qui nous a engagé à placer sous les yeux des lecteurs des *Annales* nos figures n°s 10 et 11 qui montrent sous deux faces différentes l'électrotrieuse double exposée à Dusseldorf.

Nous devons à l'obligeance des Directeurs de l'usine Gruson les clichés de ces figures et les renseignements numériques consignés ci-dessous.

(1) *Bulletin de l'Association belge des Chimistes*, avril-mai 1902.

Monté sur une forte charpente en bois, l'appareil électro-magnétique de Mechernich comprend deux électro-aimants cylindriques à axes parallèles superposés. Une poulie et des engrenages, visibles dans la figure 10, impriment un mouvement de rotation à l'aimant supérieur, dont la bobine magnétisante est maintenue en relation avec le circuit électrique extérieur par des bagues et des balais.

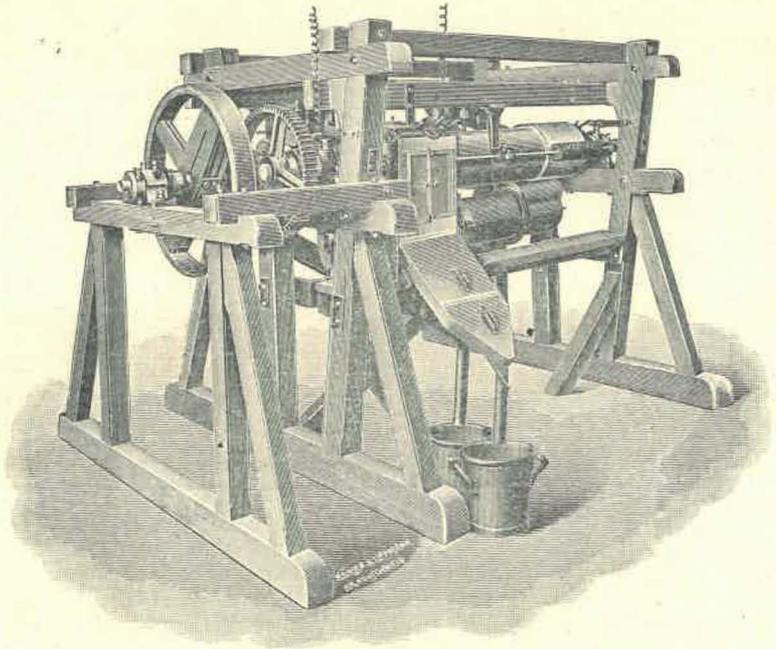


FIG. 10.

Les extrémités polaires de cet aimant sont cylindriques et légèrement striées; celle de droite est découverte dans la figure 10, par suite de l'enlèvement de l'appareil récepteur, enlèvement qui montre en outre la forme spéciale de la pièce polaire de l'aimant inférieur. Celui-ci est fixe; toutefois, on peut modifier légèrement sa position en vue de régler la largeur de l'entrefer.

Cet entrefer est le siège d'un champ magnétique fortement concentré dans lequel on introduit le minerai à traiter, préalablement séché et classé.

L'appareil possède deux distributeurs, dont un est visible dans la figure 11; la matière s'écoulant d'une trémie est reçue par une table à secousses qui assure la régularité de l'alimentation.

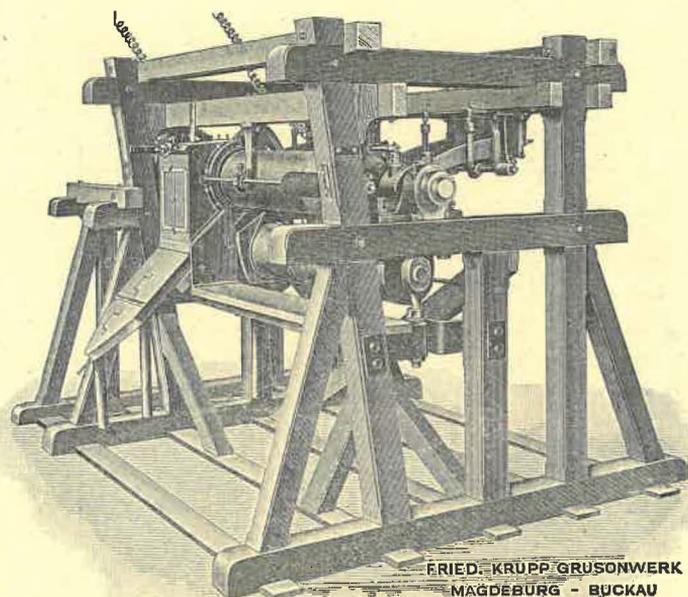


FIG. 11.

Les secousses sont données par une came; le constructeur préconise aussi l'emploi d'un dispositif magnétique comprenant un solénoïde avec interrupteur automatique.

D'autre part, il livre des distributeurs rotatifs formés d'un tambour cylindrique en bois ou en laiton.

Quel que soit le mode d'alimentation adopté, une glissière, dont on règle la position suivant la grosseur des

grains à séparer, reçoit ces grains et les amène dans la région du champ la plus dense, au voisinage du pôle cylindrique de l'aimant supérieur.

Les parties non magnétiques obéissant à la pesanteur tombent sur le pôle inférieur et sont éliminées, tandis que les minerais magnétiques, s'attachant au cylindre supérieur mobile, sont entraînés par lui dans des régions du champ d'intensité décroissante.

Sollicitées par leur poids et la force centrifuge, elles abandonnent le cylindre mobile d'autant plus rapidement qu'elles sont moins magnétiques; les particules fortement attirées par l'aimant sont enfin détachées du pôle mobile par une brosse rotative que l'on voit sur la figure 10.

Les produits classés sont recueillis sur des glissières dont on peut modifier l'inclinaison; les caisses en tôle qui contiennent ces glissières enveloppent complètement les pièces polaires; nos figures n^{os} 10 et 11 en montrent la disposition.

La firme Krupp revendique pour l'appareil qui vient d'être décrit les avantages suivants :

1° Il ne comporte pas de courroie, ce qui rend l'action magnétique plus nette, tout en évitant l'usure des pièces polaires;

2° La réduction de l'entrefer a pour conséquence la production d'un champ très puissant avec une dépense de courant relativement minime;

3° L'appareil complètement enveloppé est mis en relation avec un ventilateur aspirant, qui enlève les particules ténues et empêche le dégagement des poussières;

4° Il est d'une conduite aisée et donne une forte production.

Voici, d'après un prospectus récent, les dimensions, la consommation et la production des trois numéros d'appareils construits par Grusonwerk.

	No 1	No 2	No 3	
Longueur des pièces polaires en millimètres	300	400	500	
Diamètre du cylindre mobile en millimètres	355	375	400	
Vitesse de ce cylindre, tours par minute	30	30	30	
Force absorbée en chevaux	1 1/4	1 1/2	2	
Résistance électrique en ohm.	1 1/2	2	3	
Production par heure en kilog.	750	1000	1250	
Espace occupé en mètres	Longueur	3.1	3.5	3.8
	Largeur	2.5	2.7	2.8
	Hauteur	2.4	2.4	2.8
Poids total y compris la charpente, en kilog.	3200	4200	5300	

Ces trois numéros possèdent des poulies motrices en bois de 800 m/m de diamètre, tournant à 120 tours.

Leur production varie, dans des limites assez étendues, avec le degré de finesse et la composition minéralogique des matières traitées; elle est d'autant plus faible que ces matières sont plus ténues. Les chiffres indiqués ci-dessus sont les plus favorables obtenus lors de la séparation de la blende et du minerai de fer spathique; pour des grains très fins, la production du n° 3 peut descendre à 500 kilog. par heure.

Quant à la dépense d'énergie électrique, toujours très faible, elle est comprise dans la force totale absorbée renseignée plus haut. Suivant la grosseur des grains et la nature des minerais, elle oscille, pour la trieuse n° 3, entre 6 et 45 watts.

Au cours d'un essai, on a soumis à un courant de 6 ampères un mélange des minerais précités d'une richesse en zinc de 32.7 %. Tandis que le produit non-magnétique

(blende) renfermait, à la teneur de 52 %, les 95 % du zinc total, l'analyse du produit magnétique (fer spathique) a donné 5.9 % de zinc.

Appareils Wetherill. — Cinq dispositions différentes des trieuses Wetherill ont été décrites par M. H. Smits, en 1900, dans son mémoire déjà cité, qui annonce la construction d'un sixième type.

On trouvera dans l'*Oesterreichische Zeitschrift* des dessins des mêmes appareils et une description que nous résumons ci-dessous.

La figure 12 indique schématiquement le fonctionnement

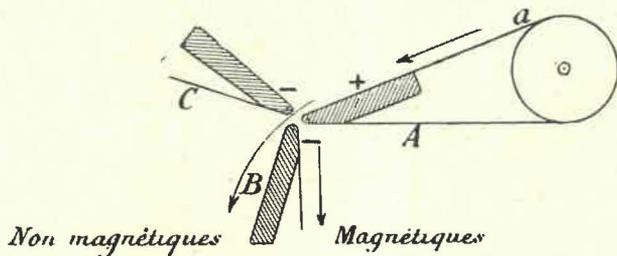


FIG. 12. — Appareil Wetherill type V.

des trieuses du type V; le mélange déposé en *a*, sur le ruban transporteur, est amené en couche mince dans le champ formé par les pôles magnétiques *A*, *B* et *C*. Ces pôles sont disposés de telle façon que les particules magnétiques attirées dans la région du champ la plus intense, c'est-à-dire entre *A* et *B*, tombent à droite; les particules non magnétiques franchissant le pôle *B*, tombent à gauche de ce pôle.

Les appareils du type VI possèdent la disposition de la figure 13; ils peuvent fournir plus de deux classes de produits. Trois pièces polaires *b*, *c*, *d*, séparées de la matière

traitée par une courroie *e* qui les protège contre l'adhérence des particules magnétiques, donnent naissance à un champ très intense. Le minerai, amené de *a* en *f* par un transporteur à courroie, traverse ce champ dont l'action dévie plus ou moins vers la droite la trajectoire suivie par les éléments, suivant l'importance de leur perméabilité.

Des tôles dont l'inclinaison est réglable à volonté, dirigent les diverses catégories de produits dans les cases *g*, *h*, *i*.

D'après l'article précité du journal autrichien, un appareil du type VI possédant des pôles de 320 m/m de largeur, peut séparer par heure de 1,000 à 1,500 kilog. d'un mélange de blende et de fer spathique.

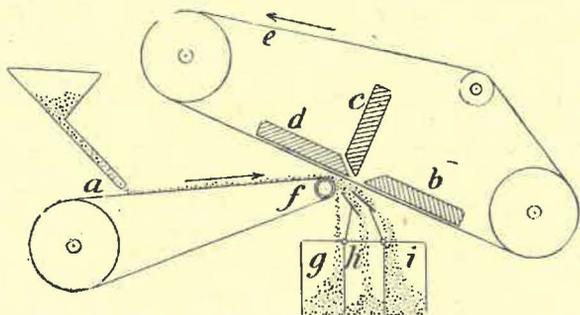


FIG. 13. — Appareil Wetherill type VI.

Il absorbe 1/2 cheval pour la mise en mouvement des courroies et une quantité d'énergie électrique équivalente pour l'excitation des pôles magnétiques.

M. F. O. Schnelle, ingénieur de la Société métallurgique de Francfort, a fait connaître à la séance du 6 octobre 1902 de l'Union *Zur Beförderung des Gewerbefleisses*, les appareils nouveaux du type Wetherill exposés par la Société Humboldt à Dusseldorf.

Le mode d'action de ces appareils ayant été précédem-

ment tenu secret, nous croyons intéressant de donner ici une traduction résumée de la brochure de M. Schnelle (1), ainsi que des croquis dessinés d'après les figures du même auteur.

Celui-ci rappelle d'abord les travaux consacrés par Wedding et par Bilharz à l'importante question de la préparation magnétique, qui a fait un pas décisif depuis l'emploi de champs très puissants, préconisé en 1896 par John Price Wetherill.

Cet emploi permet le traitement de matières faiblement magnétiques; le succès de cette méthode dépend de la réalisation des conditions suivantes :

1° Une forte production, qui ne peut être obtenue que par une marche continue;

2° Une séparation nette de toutes les grosseurs de grains compatibles avec le degré de dissémination du minerai;

3° Une consommation minimum de force mécanique et d'énergie électrique;

4° Une usure faible et une surveillance facile de l'appareil.

Un certain nombre de trieuses ont été construites par la Société métallurgique de Francfort, d'après le modèle original de Wetherill, et deux des types les plus parfaits de ce genre seront décrits ci-dessous.

Nous ferons connaître ensuite deux appareils nouveaux qui s'écartent par leur forme et leur disposition mécanique du modèle primitif des trieuses Wetherill.

Appareil Wetherill, type VI. — Cette électro-trieuse a eu un certain succès en Allemagne pour la séparation du fer spathique et de la blende; nous en avons déjà indiqué la disposition générale par le schéma de la figure 13.

(1) Publiée par l'Union *Zur Beförderung des Gewerbfließes*, Berlin, 1902.
Un extrait du travail de M. Schnelle a été reproduit par *Stahl und Eisen*, n° 23, du 1^{er} décembre 1902.

Le croquis de la figure 14 montre la forme donnée aux pièces polaires dans les machines de construction récente, dont la figure 15 reproduit la disposition.

Le champ est fortement concentré au voisinage du plan qui réunit les extrémités des pôles Sud en passant par l'arête du pôle Nord. Sous ces pôles glisse la courroie *B* contre laquelle tombent les matières déversées sur le transporteur *B'* par le distributeur rotatif *D*.

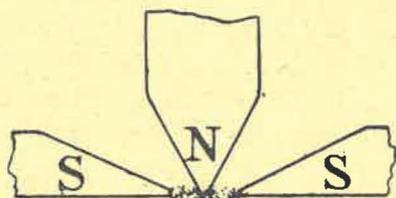


FIG. 14.

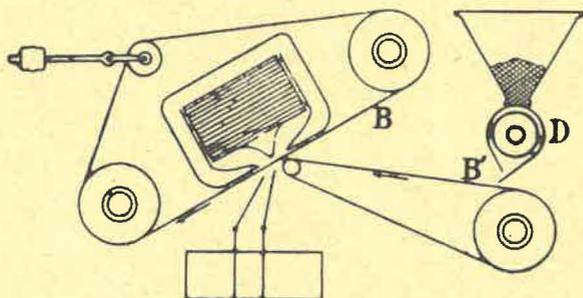


FIG. 15.

Dans leur chute, ces matières sont plus ou moins influencées par le champ suivant la valeur de leur perméabilité magnétique ; celles qui sont fortement attirées vers les pôles s'attachent à la courroie *B* et sont ainsi entraînées hors du champ.

Lorsque l'on traite des grains d'une certaine grosseur,

ceux-ci ne sont pas tous homogènes; les grains mixtes peuvent donner, avec les machines du type VI, une catégorie intermédiaire qui sera soumise à un nouveau broyage.

La production de ces machines dépend naturellement de la perméabilité et du degré de finesse des minerais traités; en moyenne, on peut passer 30 kilog. par heure et par centimètre de largeur des courroies.

Celles-ci ont une durée de 30 jours, à 20 heures de travail par jour, ce qui correspond à une dépense de 1 pfennig par tonne de minerai travaillé.

La force mécanique nécessaire pour la mise en mouvement des courroies et du distributeur ne dépasse pas 0.1 cheval. Quant à la dépense d'énergie électrique, elle est variable: pour un mélange de blende et de fer spathique, on consomme 100 W. H. par tonne.

La main-d'œuvre est d'autre part très réduite, un seul ouvrier pouvant surveiller six trieuses du type VI.

Nouvel appareil à bandes croisées. — Le nouvel appareil à bandes croisées décrit ensuite par l'auteur, rappelle la disposition bien connue du type primitif; toutefois, il comporte deux électro-aimants en fer à cheval placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous de la courroie du transporteur qui passe successivement entre leurs deux paires de pôles.

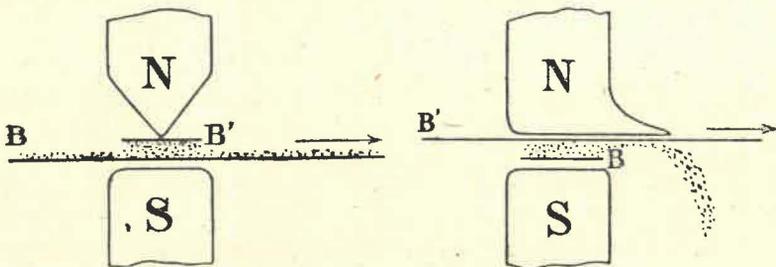


FIG. 16.

FIG. 17.

Les figures 16 et 17 donnent le tracé des pièces polaires. Tandis que les pôles de l'aimant inférieur se terminent par

une large surface plane au-dessus de laquelle circule la courroie B , les pièces polaires supérieures sont taillées en biseau. Sous l'arête de ce biseau passe une courroie B' normale à B ; les pièces polaires se prolongent en une sorte de bec dans le sens du mouvement de la seconde courroie B' .

Le champ est ainsi concentré le long de l'arête du pôle supérieur et l'attraction prédominante de ce pôle fixe les particules magnétiques sous la courroie B' , qui les entraîne hors du champ. Le prolongement déjà signalé du pôle supérieur, représenté dans la figure 17, occasionne un affaiblissement graduel du champ; il en résulte la mise en liberté des substances magnétiques emportées par B' à une distance de B qui est une fonction de leur perméabilité.

Les matières qui sont demeurées sur le transporteur B , passent ensuite entre la seconde paire de pôles et y subissent une nouvelle épuration. On peut d'ailleurs multiplier les paires de pôles autant qu'il est nécessaire.

Les appareils utilisés par la « New Jersey Zinc Co », pour la séparation de la franklinite et de la willémitte, comportent pour une même courroie six paires de pôles appartenant à trois circuits magnétiques semblables à celui qui vient d'être décrit.

Les électro-trieuses à bandes croisées produisent moins que les appareils du type précédent, mais elles donnent une séparation très nette. C'est ce qui a permis de les employer aux mines de diamant de la Compagnie De Beers, pour l'enrichissement de concentrés fournis par le lavage; ces concentrés contiennent de la magnétite et d'autres composés du fer que l'on a pu enlever sans aucune perte de diamant.

La production des machines à bandes croisées dépend principalement des vitesses données aux courroies et de l'épaisseur de la couche de matières admise sur le transporteur; avec 0^m45 de largeur de pôle, on peut travailler de 3 à 4 tonnes par heure.

Trieuse « Wetherill-Schnelle » dite « Walzentype ». — Cet appareil nouveau doit son nom à un cylindre mobile sur lequel les matières à séparer peuvent être déversées à l'état humide ; ceci constitue une innovation dont l'importance est considérable puisqu'elle permet de traiter directement les schlamms venant des laveries.

Dans ce nouveau type de trieuse, dont la constitution et le fonctionnement sont montrés par le schéma de la figure 18, on a complètement renoncé au transport par

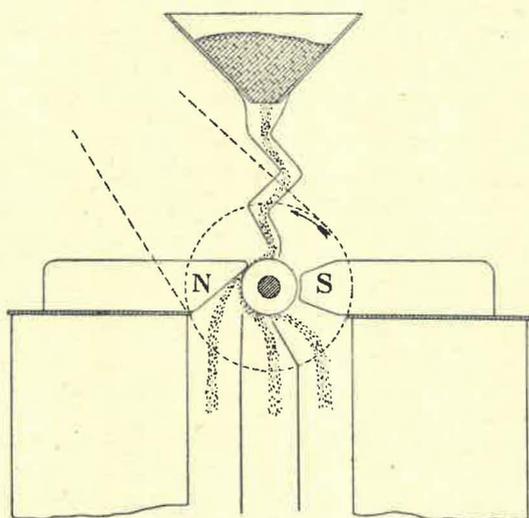


FIG. 18. — Walzentype.

courroie caractéristique des appareils précédents du système Wetherill.

La disposition générale rappelle celle d'une dynamo bi-polaire ; toutefois les pièces polaires ne sont pas symétriques et l'induit est remplacé par un cylindre tournant dans le sens de la flèche.

En vue d'éviter les courants parasites, ce cylindre est

formé de disques alternativement magnétiques et non magnétiques.

Un conduit sinueux amène le minerai traité sur la génératrice supérieure du cylindre, qui l'entraîne dans son mouvement sous l'extrémité taillée en biseau de la pièce polaire *N*. Dans cette région, l'intensité du champ est maximum; tandis que les éléments non magnétiques emportés par la pesanteur et la force centrifuge tombent dans le compartiment de gauche de la figure, les minerais perméables aux lignes de force restent attachés au cylindre, qui les emporte vers la ligne neutre. Le champ qu'ils traversent s'affaiblissant, ils quittent le cylindre d'autant plus vite qu'ils sont moins magnétiques.

Par les cloisons à inclinaison variable indiquées dans le schéma, on peut recevoir plusieurs classes de produits.

Les matières étant déversées sur la surface du cylindre, dans une zone de forte concentration du champ, l'action des pôles fixes ne se fait pas sentir et les particules magnétiques obéissent à la seule attraction du noyau mobile. D'autre part, l'usure de ce noyau est relativement faible parce que les matières traitées ne font que l'effleurer et ne sont nullement pressées sur sa surface.

L'auteur ne dit rien des résultats fournis par cette nouvelle trieuse, qui a été soumise à des essais aux laboratoires de la Société Humboldt à Kalk.

La machine de ce système exposée à Dusseldorf travaillait les produits mélangés, schlamms de blende et de fer spathique, venant directement de la laverie.

Nouveau séparateur magnétique dit « Ringtype. » — Cet appareil, qui ne comporte aucune partie mobile, n'a été expérimenté jusqu'ici que pour la séparation des corps fortement magnétiques tels que la magnétite, la pyrite magnétique ou la pyrite grillée.

La coupe de la figure 19 montre qu'il se compose essentiellement d'un électro-aimant M , dont l'armature en forme de cloche présente un étranglement au voisinage de la culasse inférieure.

Un champ annulaire, dont l'intensité décroît vers le haut et le bas, entoure la partie amincie de l'armature. Les matières à séparer sont amenées dans ce champ de la façon suivante : Placées dans l'entonnoir supérieur, qui entoure la tige soutenant l'aimant M , elles s'écoulent par le bas de cet entonnoir sur un cône distributeur et tombent dans une gaine annulaire, entre deux parois cylindriques. Les particules non magnétiques, dont la trajectoire due à la pesanteur seule est verticale, sont recueillies dans le plus grand des deux entonnoirs inférieurs. Quant aux substances magnétiques, elles subissent l'influence du champ et sont pendant leur chute déviées vers l'axe de l'appareil; elles sont ainsi amenées dans l'entonnoir intérieur. La simplicité du fonctionnement de ce nouveau séparateur magnétique est très remarquable; des essais com-

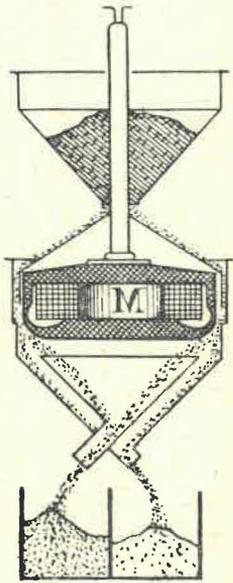


FIG. 19. — Ringtype.

plets effectués à la station de Kalk sur une blende pyriteuse grillée de Silésie, ont donné les résultats consignés dans le tableau ci-après.

L'appareil employé possède un champ annulaire de 0^m40 de diamètre et consomme environ 15 watts; il suffit de 5 watts pour séparer la magnétite.

CLASSES	MINERAI BRUT GRILLÉ			QUANTITÉ PASSÉE	PYRITE GRILLÉE (magnétique)		BLENDE GRILLÉE (non magnétique)		QUANTITÉ DE ZINC RETIRÉE
	Gros- seur des grains m/m	Pro- portion en %	Teneur en zinc	En kilogramme par heure	Pro- portion en %	Teneur en zinc	Pro- portion en %	Teneur en zinc	% de zinc du minerai brut
I.	4.0 à 2.4	30.29	34.25	1,000	10.18	6.1	20.11	48.5	94.01
II.	2.4 à 1.2	33.05	34.15	1,050	13.23	6.5	19.82	52.6	92.37
III.	1.2 à 0.6	14.18	35.25	1,000	5.34	5.7	8.84	53.1	93.91
IV.	0.6 à 0.0	22.48	32.69	400	8.05	6.5	14.43	47.3	92.86
Ensemble. . .		100.00	34.00	»	36.80	6.27	63.20	50.15	93.21

CHAPITRE III.

Fabrication du coke.

Nous avons pu voir fonctionner dans la halle des mines, une pilonneuse enfourneuse système Kuhn; nous ne nous occuperons pas cependant de cet appareil qui a été décrit, d'après *Stahl und Eisen*, dans une note récente publiée par la *Revue Universelle des Mines et de la Métallurgie* et consacrée à la compression du charbon destiné à la fabrication du coke (1).

De même, il nous suffira de mentionner le concasseur exposé par *Aplerbecker Hütte*; utilisé pour diviser le coke en fragments destinés aux foyers domestiques, tout en produisant peu de menu, cet appareil n'intéresse pas directement les métallurgistes; il est constitué par deux cylindres sur lesquels sont emboîtées des courroies dentées en fonte dure.

Quant à l'importante question du traitement des sous-produits, elle est du domaine de la chimie industrielle; nous n'avons pu d'ailleurs examiner toutes les installations d'appareils de condensation, de distillation et de concentration exposées soit par des plans, soit par des modèles en réduction très bien exécutés.

Nous signalerons toutefois la récupération du benzol dont s'occupe, depuis 1887, M. Franz Brunck qui a perfectionné en 1894 son procédé basé sur l'absorption des vapeurs de benzol par des huiles lourdes, mises en contact avec les gaz froids déjà dépouillés du goudron et de l'ammoniaque.

(1) Voir à ce sujet : *Stahl und Eisen*, 1900, n° 24; *Revue Universelle*, t. 53, 1901, et *Glückauf*, n° 26, 1902.

D'autre part, la firme Poetter et C^{ie} de Dortmund poursuit des essais en vue de l'extraction des cyanures; mais son exposition mentionnait simplement ces essais, sans rien dévoiler du procédé employé.

Lorsque l'on traite aux fours à coke des houilles riches en matières volatiles, les gaz de la distillation tout en renfermant des éléments condensables de haute valeur, constituent par eux-mêmes un sous-produit important; par une bonne disposition des carneaux de chauffe, on peut en effet n'utiliser pour la cuisson du charbon qu'une partie de ces gaz. Le surplus, souvent brûlé sous des chaudières, peut être avantageusement employé, soit pour l'éclairage après carburation, soit dans des moteurs, ainsi qu'il a été fait à Lens (1).

Une batterie de fours à coke devient dans ces conditions un générateur d'énergie, dont la puissance dépend du type de four adopté.

Quatre systèmes de fours, relativement nouveaux, étaient exposés à Dusseldorf; tous étaient horizontaux et permettaient la récupération. Ils étaient présentés par les maisons suivantes :

1° *D^r C. Otto et C^{ie} à Dalhausen*, qui avait élevé dans son pavillon un massif de quatre fours en grandeur réelle, du type Otto-Hilgenstock, à brûleurs inférieurs datant de 1896; ce type jouit en Allemagne d'une grande faveur;

2° *Société Rheno-Westphalienne à Hamm*. Dans le bâtiment des mines, groupe III, cette Société présentait avec des échantillons de coke, des dessins et des photographies des fours du système du D^r Th. von Bauer, de Berlin. Ces fours fonctionnent avec ou sans récupération; les gaz combustibles sont introduits à la partie supérieure

(1) Voir Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, t. XV, 1901, communication de M. REUMAU.

des carneaux de chauffe; ceux-ci sont verticaux dans tous les fours exposés.

3° *Franz Brunck de Dortmund* montrait, non loin de l'exposition von Bauer, par des plans et des modèles en bois, la disposition assez complexe qui porte son nom et qui comprend des brûleurs sous la sole, ainsi qu'au niveau de la voûte ;

4° *Poetter et C^{ie} de Dortmund*. Cette firme possède un important bureau technique; elle présentait, dans la halle des machines, un modèle et les plans d'un four avec brûleurs placés à la partie supérieure des carneaux à combustion.

Les inventeurs de ces divers systèmes, tout en poursuivant un but unique et en appliquant les mêmes principes, ont imaginé des dispositions très différentes; tous veulent obtenir, par la calcination en vase clos, un rendement élevé en coke, en gaz et en produits condensables; d'autre part, ils cherchent à réaliser une température du four élevée et régulière dans toutes ses parties, par un chauffage préalable de l'air destiné à la combustion ainsi que par une bonne disposition des arrivées de gaz et des carneaux de circulation des flammes.

Nous avons déjà dit que tous les fours exposés sont horizontaux et comportent dans les pieds-droits des carneaux de chauffe verticaux; ils se différencient surtout par l'emplacement et le nombre des brûleurs. L'expérience seule peut montrer quel est celui qui, tout en répondant le mieux au but poursuivi, correspond à la construction la plus simple et la plus économique, à l'entretien le moins coûteux et à la durée la plus longue.

Parmi ces systèmes, plusieurs ont déjà reçu d'importantes applications en Allemagne; mais toutes sont trop récentes pour qu'il soit possible d'apprécier avec certitude leur valeur pratique; certains modèles exposés différent

d'ailleurs par quelques détails des fours déjà construits. A plusieurs de ces modèles, on peut avec raison reprocher une grande complication; tous sont assez récents et il n'en existe, à notre connaissance, aucune application en Belgique. Nous les décrirons donc successivement, en utilisant nos renseignements personnels, les publications des exposants, le rapport du *Bergassessor* Wendt de Bochum (1) et le mémoire consacré par M. Gouvy, à l'Exposition de Dusseldorf (2).

Fours système Otto. — Le premier four à récupération des sous-produits, dû à la Maison Otto, date de 1881; toutefois, le four Hoffmann-Otto à régénérateur de chaleur, ne remonte qu'à l'année 1887, et il en a été construit près de 6,500, entre 1887 et 1895.

Quant au système Otto-Hilgenstock, dit à chauffage par le dessous, qui sera décrit plus loin, il est de création relativement récente; les deux premiers fours de ce système ont été montés au début de 1896, à la station d'essai de Dahlhausen; il en a été construit 5 à Brebach la même année, et il en existe actuellement près de 2,000, pour la plupart en Allemagne. D'une brochure publiée par la Maison Otto, il résulte cependant qu'il s'en trouve 130 en Angleterre, à Middlesborough, et 46 en France, à la Société anonyme des Forges à Neuves-Maisons.

Dans la disposition Hoffmann-Otto (3), deux chambres à briques régnaient le long des massifs sous les fours, et communiquaient avec les extrémités du carneau de sole, qu'une cloison médiane divisait en deux parties; d'autres carneaux horizontaux étaient ménagés à la naissance de la voûte, dans les pieds-droits qui comprenaient une série de carneaux verticaux.

(1) *Glückauf*, n° 28, 1902.

(2) *Revue Universelle des mines et de la métallurgie*, août 1902, t. LIX.

(3) Voir *Métallurgie du fer*, par A. LEDEBUR, t. I, p. 92.

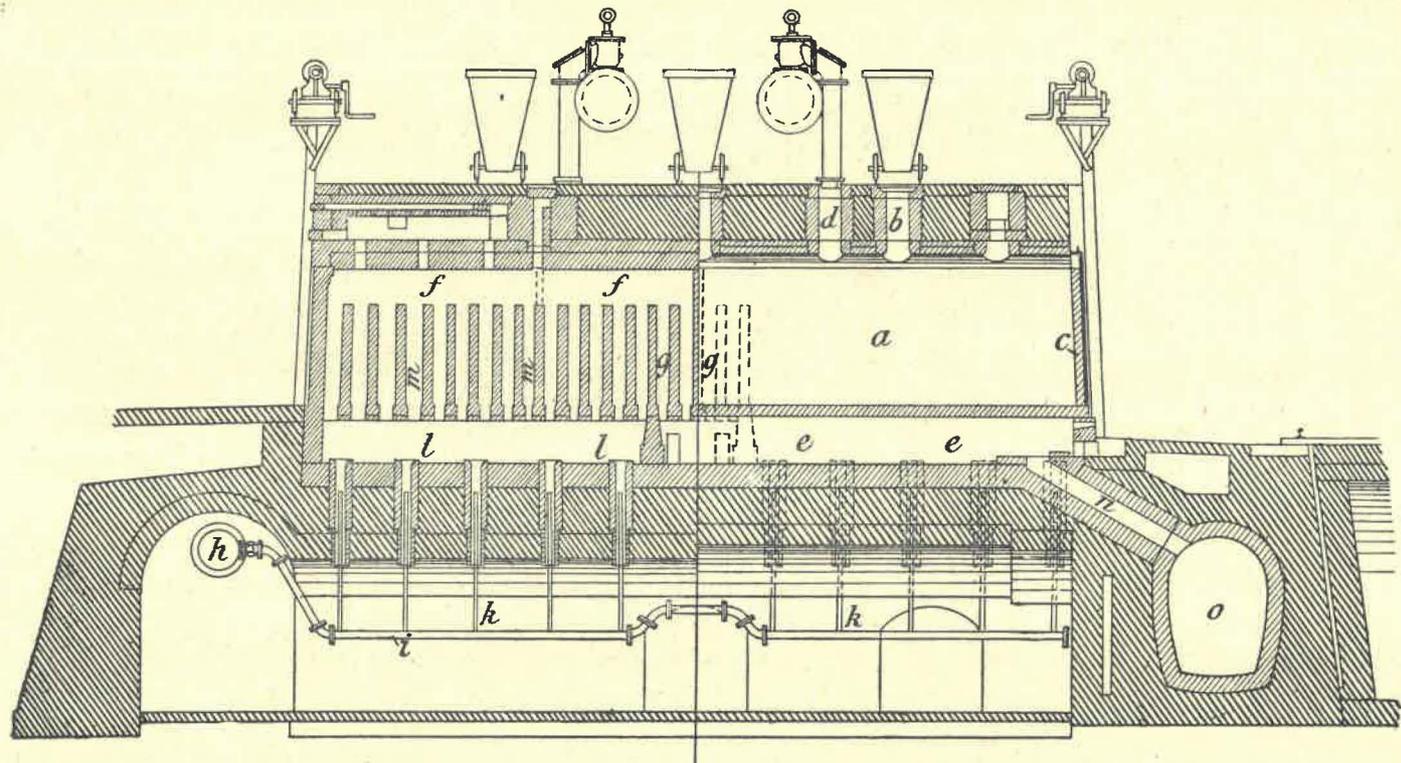


Fig. 20. — FOUR OTTO HILGENSTOCK. — Coupe longitudinale.

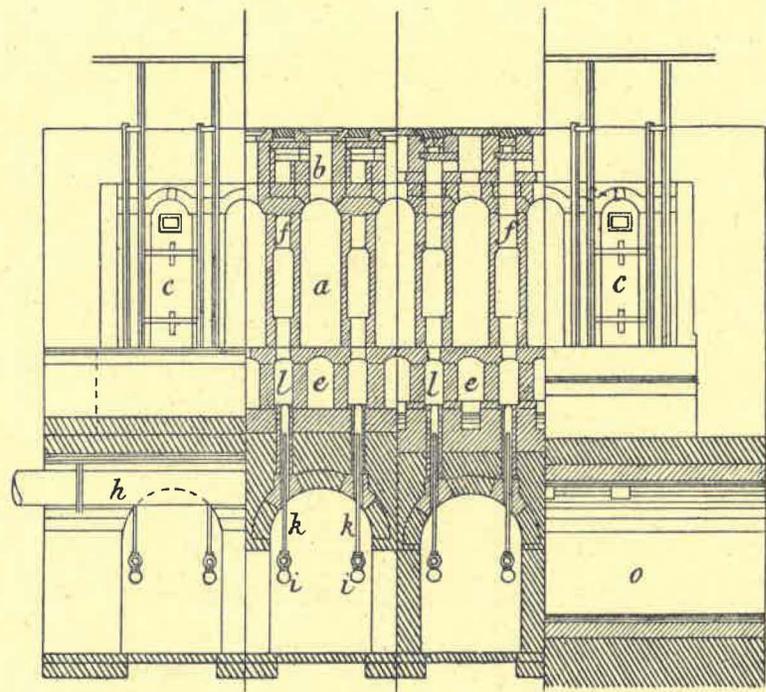


FIG. 21. — FOUR OTTO HILGENSTOCK. — Coupe transversale.

LÉGENDE.

- a, Four.
- b, Orifices de chargement.
- c, Portes.
- d, Obturateurs des conduits de départ
des gaz.
- e, Carneau de sole.
- l, m, f, g, Carneaux de chauffe des
pieds-droits.
- h, Conduite principale de gaz.
- i, Conduite alimentant les brûleurs.
- k, Brûleurs.
- n, Registre.
- o, Carneau collecteur.

Les flammes dues à la rencontre du gaz admis sous la sole et de l'air échauffé dans un des régénérateurs, s'élevaient par une moitié de ces carneaux verticaux, pour redescendre par l'autre moitié; elles échauffaient le second régénérateur avant de passer à la cheminée.

Au bout d'une heure à peu près, il fallait renverser le sens des courants gazeux; on ne pouvait, d'autre part, produire de la vapeur avec ce système de fours, qui présente tous les défauts qu'entraîne l'existence des chambres à briques et des valves de renversement.

Ces considérations justifient l'abandon du système Hoffmann-Otto. Le nouveau type Otto-Hilgenstock est représenté par les coupes des figures 20 et 21; ces coupes montrent clairement la disposition des brûleurs genre Bunzen, dont l'emploi constitue le principe même du procédé.

On y voit les trois orifices de chargement *b* et les deux tuyaux verticaux conduisant les produits volatilisés dans les barillets, d'où ils se rendent aux appareils de condensation. La moitié gauche de la coupe longitudinale passe par les carneaux de chauffe des pieds-droits; ces carneaux peuvent être chauffés directement par les gaz venant du four, lorsque l'on marche sans récupération; les obturateurs *d* sont alors fermés et les flammes s'introduisent par trois ouvreaux dans la partie extérieure du carneau *f*. Sans insister davantage sur les conditions de la marche directe, nous décrirons le mode de distribution des gaz combustibles dans le fonctionnement avec récupération.

Amené par la colonne principale *h*, le gaz est distribué par les conduites *i* aux brûleurs *k*, qui sont pourvus de régulateurs placés dans des galeries ménagées sous les fours et accessibles au personnel. L'air nécessaire à la combustion circule dans ces galeries et s'y échauffe tout en rafraîchissant les maçonneries.

Les flammes prenant naissance dans les carneaux *l*, s'élèvent par des conduits verticaux *m*, jusqu'au niveau de la voûte du four, où règne un second carneau horizontal *f*; elles redescendent ensuite par quelques carneaux verticaux *g* placés au centre et communiquant avec le carneau de sole *e*; de celui-ci, les gaz brûlés passent dans le collecteur *o*. Ce collecteur étant unique, et les flammes pénétrant dans le carneau *e* vers le milieu du four, il en résulte qu'une moitié seulement de *e* est directement chauffée.

Toutefois, la partie inférieure des fours est très chaude par suite de la position donnée aux brûleurs, ce qui rend négligeable l'irrégularité signalée, que l'on peut au surplus combattre par un réglage convenable des brûleurs.

La Compagnie Otto estime d'autre part, qu'il est avantageux de ne pas surchauffer les régions supérieures du four, afin d'éviter une décomposition des sous-produits, et elle revendique notamment pour le four Otto-Hilgenstock les avantages suivants :

Les gaz servant au chauffage des parois sont uniformément répartis en jets faciles à régler n'ayant à chauffer qu'une surface très réduite. Le refroidissement des fondations par l'air destiné à la combustion est très favorable à leur conservation et à la durée des fours.

Les carneaux de chauffe sont verticaux et ne peuvent être obstrués ou rétrécis par des cendres, des poussières ou du charbon.

Par le réglage facile des brûleurs, on réalise un chauffage uniforme de toutes les parties du four.

Le tirage de la cheminée et la pression du gaz dans les conduites sont minimales; ceci évite la perte de gaz et les rentrées de gaz brûlés dans les fours.

Enfin, la suppression des chambres de récupération permet de chauffer des chaudières au moyen des flammes perdues, et on a obtenu jusqu'à 1.2 kilog. de vapeur par kilogramme de charbon enfourné.

En terminant ce qui se rapporte au système Otto-Hilgenstock, nous donnerons quelques renseignements numériques :

- DIMENSIONS DES FOURS : Longueur : 10 mètres ;
 Hauteur sous la clef : 1^m90 à 2 mètres ;
 Largeur : de 0^m430 à 0^m600 suivant la nature de la houille à traiter ;
 Conicité : de 0^m040 à 0^m100 suivant la nature de la houille et le mode d'enfournement ;
 BRÛLEURS : Pour chaque pied-droit, il existe deux groupes de cinq brûleurs de 8 à 12 ^m/m ;
 DURÉE DE LA CUISSON : De 22 à 36 heures ;
 PRODUCTION : De 1,700 à 1,800 tonnes de coke par four et an ;
 NOMBRE DES FOURS EXISTANTS EN 1902 : 1,867.

Fours système von Bauer. — Nous empruntons au *Glückauf* deux coupes (fig. 22 et 23) du four von Bauer ; l'une passe par l'axe d'un four, l'autre par les carneaux des pieds-droits.

Dans son travail déjà cité, M. Gouvy a donné une disposition simplifiée due au même inventeur ; nous ne la reproduirons pas et nous décrirons uniquement le type, dont la disposition fort complexe a été réalisée pour la première fois en 1897, au puits III du siège Hanovre, à Hordel en Westphalie (1).

Les fours de ce système peuvent à volonté fonctionner avec ou sans récupération des sous-produits et même en régime mixte, de façon à n'utiliser pour la récupération que les gaz riches de la première période de la distillation, les gaz pauvres qui se dégagent ensuite étant directement employés au chauffage des carneaux.

(1) Une disposition plus ancienne a été décrite par le *Glückauf*, en 1893.

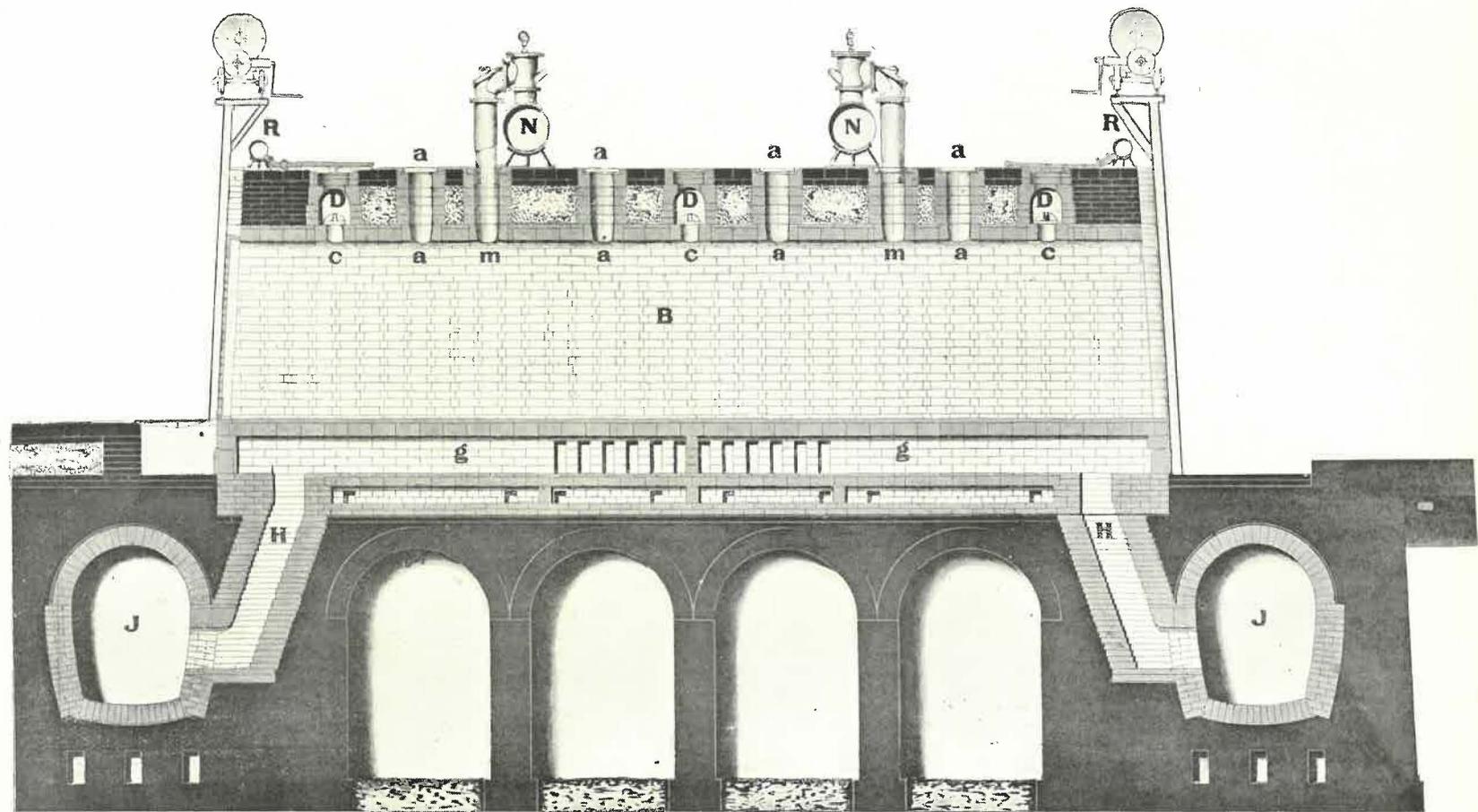


FIG. 22. — FOUR VON BAUER.

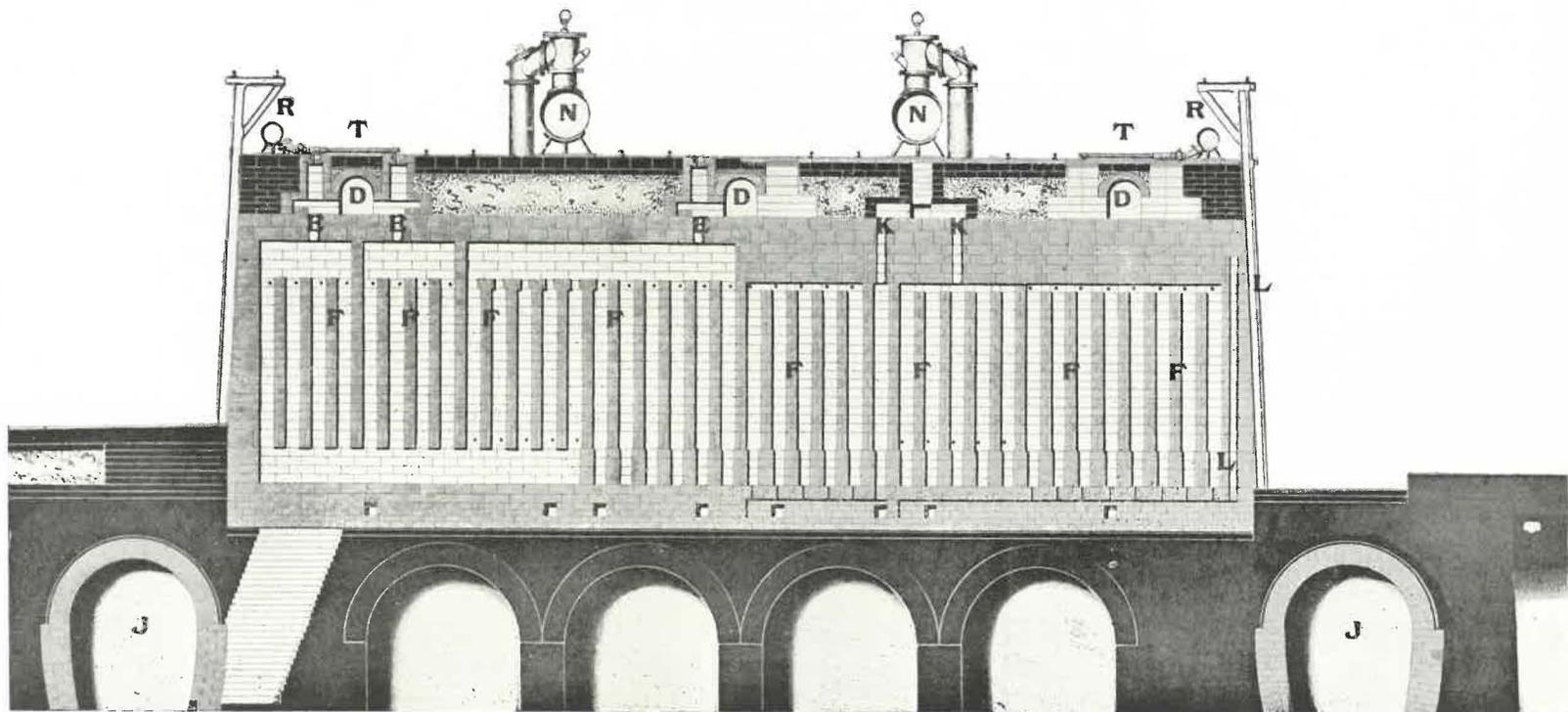


FIG. 23. — FOUR VON BAUER.

La coupe de la figure 22 montre qu'il existe à la voûte des fours quatre orifices de chargement *a*, deux conduits *m* en relation avec les collecteurs *N* qui dirigent les gaz vers les condenseurs, et trois ouvreaux *c* donnant accès aux carneaux *D*. Pendant la marche avec récupération, ces conduits *c* sont fermés et on admet dans les carneaux *D* le gaz épuré venant de la canalisation *R*.

De toute façon, les trois collecteurs *D* alimentent, par les orifices *E*, les carneaux verticaux de chauffe *F*, dont il existe entre les fours deux séries séparées par d'autres conduits, où circule en sens inverse l'air destiné à entretenir la combustion.

La seconde moitié de la figure 23 indique la disposition de ces derniers conduits et celle des prises d'air *K* et *L*; cet air, fortement chauffé, est débité dans les carneaux à gaz en nombreux jets, par des orifices représentés par des points dans la figure. Par l'examen de celle-ci, on remarque que l'air est méthodiquement chauffé et qu'il suit un parcours inverse de celui des flammes.

Les gaz débités par les conduits *D* voisins des façades, descendent par deux groupes de quatre carneaux verticaux au sommet desquels ils rencontrent huit jets d'air; cinq autres jets sont disposés à la base des cinq carneaux par lesquels les flammes reviennent au niveau de la voûte; à ce niveau, il existe deux nouvelles admissions de gaz *E* et, pour chacune d'elles six jets d'air correspondant aux six carneaux *F* qui conduisent les produits de la combustion sous la sole; ces produits sont enfin reçus par deux collecteurs *J*.

La disposition du four von Bauer est rigoureusement symétrique et théoriquement irréprochable; mais elle paraît bien compliquée. Je ne possède pas de renseignements sur les résultats obtenus avec ce système, qui s'est peu répandu d'après le rapport cité de M. Wendt.

L'inventeur semble d'ailleurs avoir reconnu le bien fondé

de cette critique en imaginant le type simplifié, dont on trouvera les plans dans le travail de M. Gouvy (1).

Il n'a conservé dans les pieds-droits qu'un seul système de carneaux de chauffe; l'air destiné à la combustion est chauffé sous le carneau de sole; des cloisons divisant ce dernier font serpenter dans les pieds-droits les flammes qui prennent naissance à leurs deux extrémités supérieures, où se trouvent deux des arrivées de gaz combustible; une troisième injection de gaz se fait au milieu du four, au même niveau; enfin, il n'existe qu'un seul canal collecteur, en relation avec une des sections du carneau de sole.

Fours du système Franz Brunck. — Les six premiers fours Brunck ont été établis en 1893, à titre d'essai, au puits Kaiserstuhl, près de Dortmund; ils sont toujours à feu.

Il en a été construit depuis un grand nombre en Allemagne et en France; nous mentionnerons spécialement l'installation faite de 1899 à 1900 d'une batterie de 120 fours, aux mines « Minister Stein » à Gelsenkirchen, installation dont on trouvera le plan dans le numéro déjà cité du *Glückauf*.

Les fours construits de 1897 à 1898, à Montceau-les-Mines (France), méritent également d'être signalés; les gaz qui se dégagent au début de la calcination, recueillis par un collecteur spécial sont, après épuration, utilisés pour l'éclairage de la ville; les gaz plus pauvres de la seconde période sont seuls envoyés à l'usine de condensation qui en retire du goudron, du sulfate d'ammoniaque et du benzol.

Nous avons déjà dit que M. F. Brunck revendique l'honneur d'avoir le premier et dès 1887, réussi à récupérer le benzol; il a créé dans ce but d'importantes instal-

(1) Voir *Revue Universelle des mines*, 3^e série, t. LIX, 1902, fig. 1 à 5 de la planche 6

lations notamment à la mine « Centrum », près de Watterscheid, et aux hauts-fourneaux de Julienhütte, à Bobrek (Silésie supérieure); cette dernière installation, qui date de 1889, reçoit les gaz de 300 fours à coke. Suivant les circonstances, le rendement en benzol est de 4 à 10 kilog. par tonne de charbon; on en produit, paraît-il, plus de 12,000 tonnes par an en Allemagne, en utilisant le système Brunck.

Les fours dûs au même inventeur sont représentés par la figure 24; ils comportent deux séries de carneaux verticaux pour le chauffage des parois; celles-ci peuvent être très minces, parce qu'elles ne reçoivent pas la charge de la voûte, qui repose sur un fort pied-droit. Ce mur, tout en rendant la construction plus solide et en facilitant les réparations, donne une indépendance complète entre les fours, ce qui est avantageux lorsqu'on doit en arrêter une partie, soit pour réduire la production soit pour procéder à des travaux de réfection.

Toute la construction étant symétrique par rapport à un plan vertical passant par le milieu des fours, il y a également indépendance entre les carneaux de chauffe de chaque moitié d'une même paroi.

Pour chacune des faces du massif, il existe par four trois admissions de gaz combustible, dont une dans le grand carneau sous la sole et les deux autres dans les carneaux horizontaux ménagés dans les parois à la naissance de la voûte; tous ces jets de gaz sont facilement accessibles et peuvent être réglés aisément.

Par suite de la division en quatre segments du carneau de sole, les flammes dues à la combustion du premier jet de gaz s'élèvent par les conduits extérieurs des pieds-droits jusqu'au niveau de la voûte, où se produisent les nouvelles arrivées de gaz; elles redescendent ensuite par les quatre carneaux les plus voisins de l'axe du massif dans

la partie correspondante du carneau de sole, pour se rendre ensuite dans l'un des collecteurs.

L'air destiné à la combustion des gaz est introduit aux extrémités du carneau de sole et dans les carneaux supérieurs des parois; il est au préalable échauffé par l'une des dispositions imaginées par M. Brunck.

Nous décrivons la plus récente, qui est en même temps la plus perfectionnée.

Fourni par un ventilateur centrifuge, l'air traverse d'abord un appareil à circulation méthodique où, tout en s'échauffant, il refroidit et condense en partie les gaz chauds venant des fours; cet appareil procure une certaine récupération et diminue très notablement la quantité d'eau nécessaire pour le lavage des gaz.

L'air est ensuite amené dans deux galeries sous le massif des fours, puis il traverse des récupérateurs avec grillage en briques réfractaires, placés entre les collecteurs des flammes perdues. Nous ne décrivons pas la construction assez complexe de ces récupérateurs; ils comportent deux systèmes de conduits, et l'échange de chaleur s'y fait par conductibilité. Enfin, l'air achève de s'échauffer dans les carneaux ménagés sous le canal de la sole.

En vue d'éviter des dépôts désagréables de naphthaline dans les conduites, le gaz destiné au chauffage des fours peut être réchauffé par la vapeur de décharge des machines.

Il convient de noter également que, malgré l'existence des récupérateurs, les flammes perdues arrivent dans les collecteurs à une température suffisante pour qu'ils soient encore utilisables pour le chauffage des chaudières.

Une innovation très intéressante des fours Brunck consiste dans l'emploi d'un égalisateur mécanique des charges, qui fait partie de la défourneuse et est actionné par le même moteur; celui-ci est parfois électrique. Cet égalisateur, mû par une crémaillère placée au-dessus de celle du

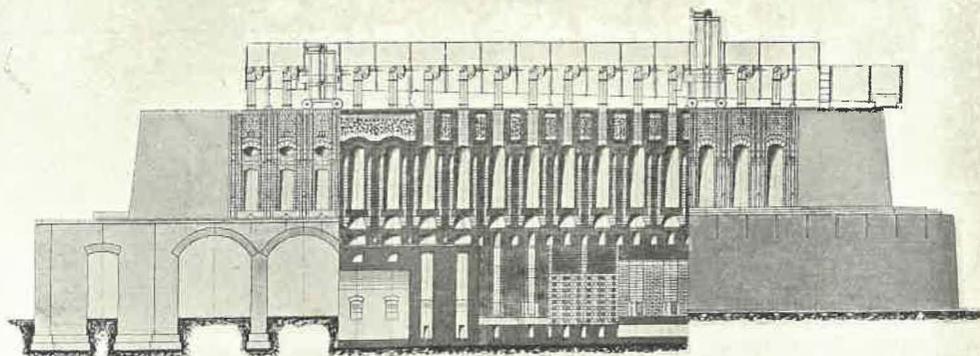
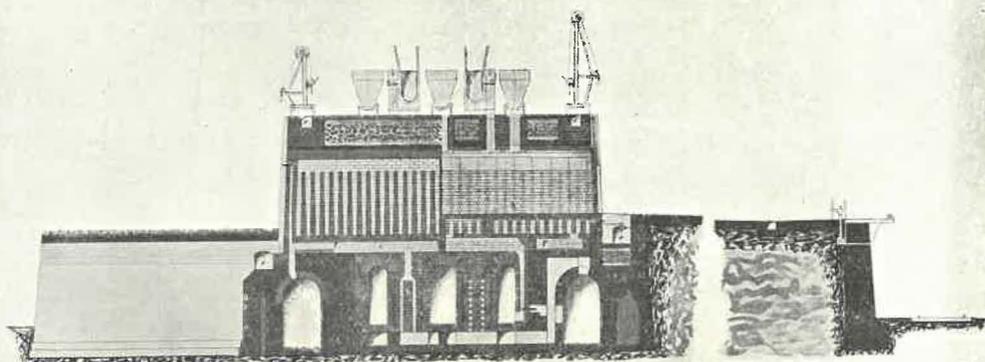
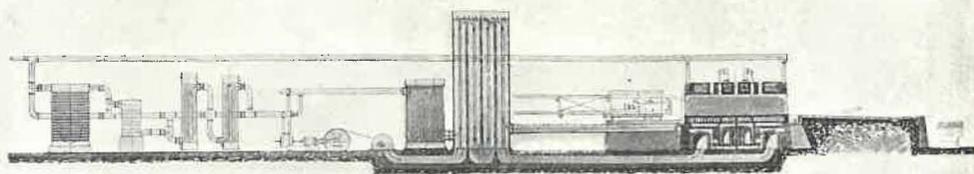


FIG. 24. — Four à coke « FRANZ BRUNCK ».

bouclier de la défourneuse, est formé d'une palette pourvue d'ailes que l'on promène dans le four pendant le chargement; il s'y introduit par un orifice spécial ménagé au-dessus de la porte d'arrière.

La suppression du régilage, travail fatigant et malsain, pendant lequel il se dégage une fumée abondante, permet de réduire de 2 ou 3 ouvriers l'équipe nécessaire au service d'une batterie de 60 fours; l'appareil égalisateur effectue ce travail d'une façon plus parfaite et beaucoup plus rapidement, tout en comprimant les charges dans une certaine mesure par son propre poids.

Ainsi que nous l'avons fait pour les fours Otto, nous ajouterons aux considérations qui précèdent les renseignements numériques donnés par la firme Franz Brunck, dans la jolie brochure qu'elle a publiée et dont elle a bien voulu nous adresser un exemplaire.

DIMENSIONS DES FOURS : Longueur: 10^m25; hauteur: 2 mètres à 2^m25; largeur: 0^m43 à 0^m55, selon la qualité du charbon traité.

PRODUCTION : La charge d'un four varie de 5 à 7.5 tonnes de charbon contenant de 10 à 15 % d'eau; la durée de la cuisson est de 26 à 34 heures et la quantité de charbon traitée par an et par four est voisine de 2,000 tonnes.

SOUS-PRODUITS : Pour 100 kilog. de charbon sec enfourné, on a obtenu, dans la région de la Ruhr, les résultats suivants :

Coke . . .	76.0 à 82.0	Sulfate d'ammon. 1.0 à 1.3
Goudron. .	2.8 à 3.9	Benzol. . . . 0.4 à 0.7

Lorsqu'on utilise les gaz en excès et les flammes perdues des fours au chauffage des chaudières, on peut produire 0.9 à 1.25 kilog. de vapeur par kilogramme de charbon humide.

Fours système Poetter. — Dans les fours de la maison Poetter et C^{ie}, de Dortmund, représentés par les figures 25 et 26, quinze brûleurs en briques spéciales *a*, sont placés au sommet des pieds-droits et correspondent chacun à deux conduits verticaux, qui conduisent les flammes dans le carneau de sole, d'où elles se rendent dans la galerie collectrice. L'air nécessaire à la combustion s'échauffe au-dessus de la voûte des fours et s'introduit dans les carneaux de chauffe par les orifices *b* réservés autour des brûleurs *a*; ceux-ci sont alimentés par les conduits *c*, qui communiquent par des vannes *d* avec les deux colonnes principales amenant les gaz combustibles.

Les fours possèdent, à la voûte, trois orifices de chargement et deux prises de gaz pour la marche avec récupération; on peut supprimer celle-ci en admettant les gaz par les orifices *o* dans les carneaux utilisés dans le cas précédent pour le chauffage de l'air; celui-ci emprunte alors les conduits *c* et *a*.

La construction des fours Poetter est assez simple et rappelle celle des fours Coppée. Le parcours des flammes y est très direct; prenant naissance au sommet des pieds-droits, mais en dessous de la naissance de la voûte, elles traversent, sans subir aucun rebroussement, les carneaux des parois et de la sole.

Par suite de la disposition originale donnée aux brûleurs, la partie supérieure du four n'est pas chauffée; d'autre part, la calcination progressant de la sole et des parois vers le centre et le haut de la charge, celle-ci conserve assez longtemps sa perméabilité et n'oblige pas les gaz à longer les parois chaudes. On évite ainsi une dissociation des sous-produits contenus dans les gaz de la distillation.

Le réglage des fours Poetter est moins compliqué que celui des fours Otto-Hilgenstock, et il n'oblige pas le personnel à circuler dans des galeries qui doivent être très

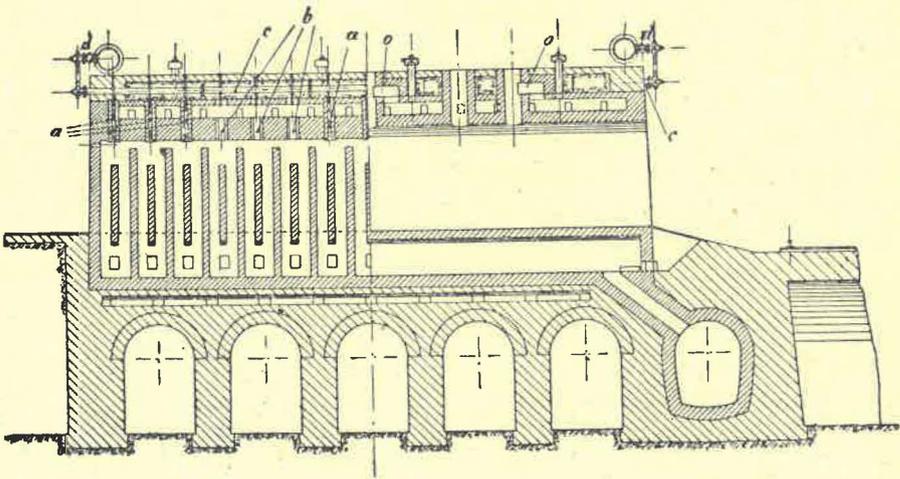


FIG. 25.

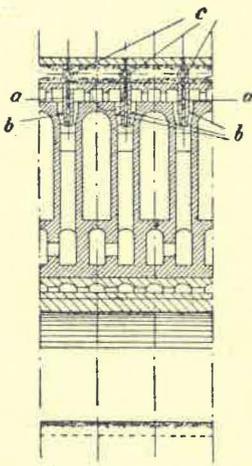


FIG. 26.

chaudes; l'inventeur soutient en outre que les fours de son système sont indépendants des intempéries et qu'il n'en est pas de même lorsque les gaz combustibles sont introduits par les faces latérales.

Nous ne possédons pas de renseignements sur le nombre de fours Poetter en fonctionnement et sur les résultats qu'ils ont fournis; pour les charbons de Westphalie, l'inventeur préconise les dimensions suivantes :

- Longueur : 10 mètres ;
- Largeur moyenne : 0^m53 ;
- Hauteur : 1^m80.

(A suivre.)

