

MÉMOIRES

LA

MÉTALLURGIE

à l'Exposition de Dusseldorf

PAR

V. FIRKET

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

[669(435)]

(Suite)

DEUXIÈME PARTIE (1)

Sidérurgie.

Dans notre introduction, nous avons dit déjà quelle haute idée nos visites à l'exposition de Dusseldorf nous ont laissée de la puissance des moyens de production dont disposent les usines sidérurgiques des pays du Rhin. Mais nous avons ajouté que l'examen, forcément superficiel, que nous avons fait des produits et appareils exposés, ne nous a fourni que bien peu de renseignements sur les procédés de fabrication en usage dans ces usines.

Au surplus, la situation prépondérante occupée à Dusseldorf par la sidérurgie rendait particulièrement laborieuse l'étude de cette branche de la métallurgie, et le peu de temps dont nous disposions ne nous a pas permis d'approfondir suffisamment cette étude.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. VIII, 2^{me} livr., p. 349.

Cette seconde partie de notre travail sera donc incomplète et nous ne pourrons qu'effleurer certaines questions, tandis que nous en développerons d'autres qui ont plus spécialement attiré notre attention et au sujet desquelles nous avons pu recueillir des renseignements suffisants.

Les diverses notes que nous avons rédigées resteront dépourvues de liaison entre elles; toutefois, nous les avons groupées en chapitres se rapportant à l'une ou l'autre branche de la sidérurgie.

D'autre part, M. Gouvy ayant traité, dans son mémoire déjà cité ⁽¹⁾, certains points des plus intéressants de notre programme, nous n'aborderons pas dans la présente étude plusieurs questions pour lesquelles nous avons déjà rassemblé des documents.

CHAPITRE PREMIER

INDUSTRIE DE LA FONTE.

Exposition collective du pays de Siegen.

Parmi les producteurs de fonte, le pays de Siegen mérite une mention spéciale. Son exposition collective, disposée d'une façon très heureuse, était des plus instructives. On avait su la rendre attrayante, même pour la foule des visiteurs inexpérimentés, en lui imprimant un caractère à la fois rétrospectif et didactique.

Qu'il nous soit permis incidemment de souhaiter que l'on agisse de même pour notre future exposition de Liège; que l'on ne se borne pas à organiser une vaste réclame commerciale sans intérêt scientifique, mais que l'on montre à nos visiteurs l'histoire des progrès réalisés par nos différentes industries depuis leur origine. Que l'on

(1) *Revue Universelle des Mines*, t. LIX.

expose à côté des produits et des procédés les plus modernes, les anciens outils, les vieilles méthodes dont se sont servis nos prédécesseurs.

Leurs ateliers reconstitués ne peuvent manquer de soulever l'intérêt du public, qu'attire toujours les souvenirs du passé, tandis que leur étude révélera aux spécialistes les causes et les conséquences de bien des progrès dûs au travail persévérant de leurs devanciers.

A ce point de vue, les exposants de la collectivité du pays de Siegen ont réalisé une œuvre très louable de vulgarisation, en reproduisant dans leur compartiment deux hauts-fourneaux, en grandeur naturelle, jusqu'à la naissance de la cuve.

Coupés par un plan vertical passant par leur axe, ce qui rendait visible leur profil et les détails de leur construction, ils étaient placés en regard en vue de provoquer la comparaison. Deux cubes métalliques les accompagnaient et figuraient la production de fonte par heure des fourneaux choisis comme modèles.

Le premier de ceux-ci, qui a fonctionné en 1852 à Grünebacherhütte, était un ancien fourneau au bois, avec avant-creuset, produisant 260 kilogrammes par heure; pourvu d'une seule chemise en briques réfractaires, il possédait un épais massif de maçonnerie reposant sur des piliers de cœur.

Le second, du type le plus récent à chemise nue, construit d'après les plans du célèbre spécialiste F. W. Lürmann, peut donner 7,800 kilogrammes par heure. On y avait adapté une tuyauterie à air chaud, des tuyères, des porte-vents, des vannes de différents modèles, exposés par plusieurs constructeurs notamment par Dango et Dienenthal de Siegen.

Cette firme présentait également un appareil d'origine américaine, système Vaughan, servant à boucher mécani-

quement le trou de coulée. On trouvera des dessins de cette machine dans le mémoire de M. Gouvy, qui donne également un porte-vent et un registre à air chaud de la même maison. Mais cet auteur se borne à une brève mention de la dite machine; c'est pourquoi nous en dirons ici quelques mots. Suspendu à une simple potence fixée à l'une des colonnes du fourneau, l'appareil, qui est représenté par notre figure 1 dans sa position d'emploi, est en outre solidement maintenu par un levier. Il comprend deux cylindres montés en tandem et une tubulure conique pénétrant dans le trou de coulée; sa longueur totale est de 2^m63.

A l'arrière, se trouve le cylindre moteur à double effet; un simple robinet règle l'admission dans ce cylindre de la vapeur ou de l'air comprimé qui y sont amenés par un tuyau flexible.

Le cylindre d'avant est percé à sa partie supérieure d'un orifice spécial pour l'introduction de la terre de bouchage; celle-ci est ensuite refoulée dans l'ajutage conique et dans le trou de coulée, par un piston qu'une même tige unit au piston du cylindre moteur.

D'après le constructeur, les avantages de l'appareil système Vaughan seraient de permettre, sans arrêt de la soufflerie, un bouchage énergique, par une manœuvre facile, très rapide, supprimant un travail fatigant et parfois même dangereux.

Toutefois cette machine, qui a été proposée dès 1901 à plusieurs directeurs de hauts-fourneaux du pays de Liège, n'a pu leur inspirer confiance.

Ils lui reprochent d'encombrer sans utilité les abords du trou de coulée et estiment qu'elle n'est nullement nécessaire lorsque le bouchage s'effectue dans des conditions normales, et qu'elle serait insuffisante lorsqu'il se présente quelque difficulté.

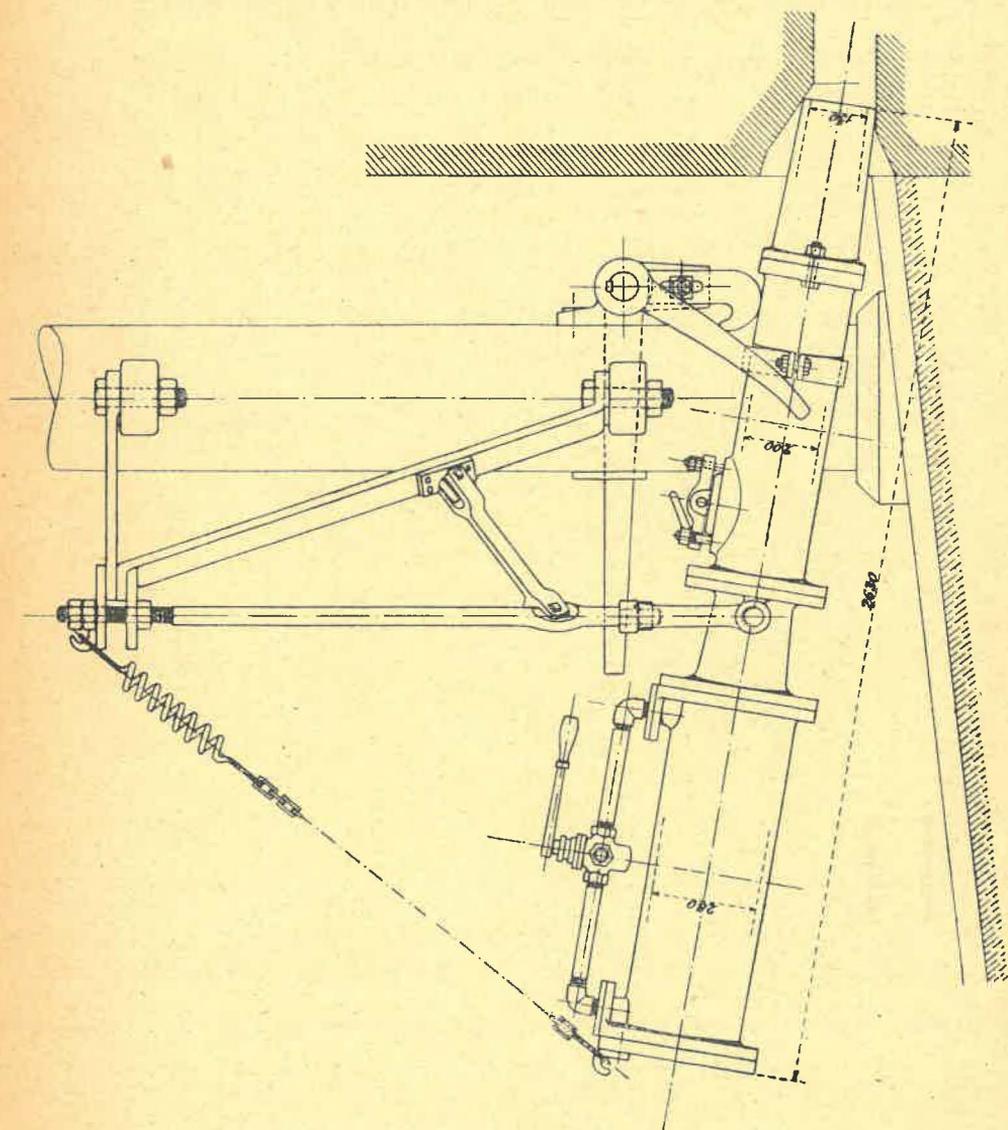


FIG. 1. — Appareil Vaughan.

Non loin des appareils de la firme Dango-Dienenthal, nous avons vu l'exposition de M. F. Burgers, qui comprenait un modèle réduit du fourneau blindé imaginé par cet ingénieur et décrit en 1900 dans *Stahl und Eisen*.

M. Burgers exposait également les dessins de deux fourneaux qu'il a construits :

1° à *Deutscherkaiser Bruckhausen*, pour une production journalière de 500 tonnes, avec une hauteur de 25 mètres et une capacité de 590 mètres cubes ;

2° à *Schalcker Gruben Huttenverein de Gelsenkirchen*, pour fournir 250 tonnes par jour, avec une hauteur de 21 mètres et une capacité de 344 mètres cubes.

À proximité, nous avons également remarqué un tableau donnant 13 profils de fourneaux plus ou moins récents, dont les chiffres caractéristiques étaient compris entre les limites ci-dessous :

Hauteur : de 10 à 23 mètres ;

Capacité : de 37 à 399 mètres cubes ;

Production journalière : de 35 à 145 tonnes.

Enfin, un tableau exposé par F. W. Lürmann montrait les trois fourneaux suivants qu'il a construits :

1° Un fourneau datant de 1852 avec avant-creuset, massif réduit et double chemise réfractaire ;

2° Un fourneau au charbon de bois, qui est le plus grand fonctionnant avec ce combustible ;

3° Un fourneau avec gueulard fermé, creuset à sole rafraîchie et tuyère à laitier des systèmes bien connus de l'éminent spécialiste, qui en a établi le projet en 1902.

Au centre de l'exposition collective du pays de Siegen, s'élevait une pyramide hexagonale, qui réunissait les six espèces de fonte fabriquées dans ce pays, ainsi que les éléments du lit de fusion, combustible, minerais et fondants, pour chacune de ces espèces.

Cette pyramide n'était peut être pas très décorative; mais elle constituait pour le public une véritable leçon de chose en rapprochant les matières premières du produit obtenu et en montrant l'importance relative de ces diverses matières pour les différentes variétés de fontes.

Plus loin, étaient exposés de très nombreux documents au sujet des mines de fer spathique, qui constituent la principale richesse du pays de Siegen et alimentaient déjà son industrie au XIII^e siècle, d'après une brochure très intéressante publiée par la collectivité.

Cette brochure, accompagnée de plus de trente gravures et d'une carte, mérite d'être signalée aux exposants de 1905 comme un modèle à imiter. Il n'en existe malheureusement pas de traduction française et nous ne pouvons songer à combler cette lacune; mais nous croyons devoir donner ici un aperçu de la dite brochure, ce qui nous fournira l'occasion d'en extraire quelques chiffres.

Deux vues de la ville de Siegen, en l'an 1500 et en 1900, lui servent de frontispice et une courte introduction contient la liste des districts du pays de Siegen, la composition du comité organisateur, présidé par le conseiller de commerce E. Klein, de Dahlbruch, et le classement des industries du pays en cinq groupes :

- 1° Les mines;
- 2° Les hauts-fourneaux;
- 3° Les fabriques de fer, laminoirs, forges et aciéries;
- 4° Les fonderies de cylindres;
- 5° Les industries diverses.

On lit ensuite, avec un vif intérêt, un exposé historique d'où il résulte que le fer de Siegen était déjà connu au XIII^e siècle et que l'ouverture de certaines mines, encore actives actuellement, remonte à cette époque éloignée. D'après un ancien document; la mine de Ratzenscheidt

fut notamment donnée en fief, par Adolphe de Nassau, aux comtes Henri et Émich de Nassau, le 26 février 1298.

Parlant des règlements et coutumes des exploitants du XIII^e siècle, l'auteur de l'exposé historique assure qu'il existait déjà en ce temps des fourneaux à poitrine fermée, de dix pieds de haut.

En 1444, le pays de Siegen comptait 29 usines et la firme Heiner, toujours active, a été fondée en 1490.

Voici, d'autre part, quels étaient en 1642, les établissements métallurgiques à feu dans le pays de Siegen : on y trouvait 10 usines à fer, 18 forges pour le fer, 13 pour l'acier et 4 usines à cuivre, plomb et argent.

Pendant longtemps, le charbon de bois est resté le seul combustible employé dans ce pays et, au début du siècle dernier, on en consommait annuellement 12,000 wagons de 2,500 livres soit 30 millions de livres ; 570 charbonniers du pays de Siegen fournissaient 5,000 wagons et le reste venait des districts voisins.

La première statistique de la production se rapporte à l'année 1836 et est relative à trois districts : elle renseigne l'existence de 383 mines occupant 993 ouvriers ayant produit 15,593 tonnes de minerai de fer et 1,177 tonnes de minerais divers. Ces mines occupaient moins de 3 ouvriers en moyenne ; leur production était faible et les résultats financiers mauvais.

La même année, 19 hauts fourneaux desservis par 277 ouvriers fournissaient 8,250 tonnes de fonte, d'une valeur totale de 968,444 marks, soit à peu près 1.2 tonne par fourneau et par jour.

La houille était utilisée dans les forges et les étenderies dès le milieu du XVIII^e siècle ; mais, c'est seulement en 1830 qu'elle s'est introduite dans les laminoirs, alors que l'on commençait à employer le coke en fonderie.

Après avoir rappelé la construction des chemins de fer, commencée en 1846, et donné l'importance de leur trafic pour les années 1866 et 1900, l'auteur poursuit son étude des industries minières et métallurgiques du pays de Siegen.

Nous ne le suivrons pas dans ce travail; et, sans nous arrêter au chapitre consacré aux mines, nous passerons au suivant qui traite des hauts-fourneaux.

On y trouve d'abord quelques renseignements statistiques et la composition moyenne des six espèces de fonte fabriquées dans le pays (1), puis des notices descriptives pour chacune des usines, au nombre de 21, et des photographies montrant l'aspect général des principales d'entre elles.

Ce chapitre donne également le catalogue des appareils et produits exposés par des firmes qui s'occupent spécialement de la construction des hauts fourneaux ou de la fourniture de divers accessoires qui leur sont destinés.

Parmi ces firmes, nous citerons Dango et Dienenthal, de Siegen, et F. W. Lürmann, d'Osnabrück. Cette dernière, dans une note intéressante, montre les conséquences de l'invention de la tuyère à laitier imaginée, en 1866, par son chef et rappelle les défauts des anciens fourneaux à poitrine ouverte; cette note fournit en outre quelques renseignements au sujet des fourneaux de 1852 et 1902 dont nous avons déjà parlé.

Du chapitre suivant, relatif à la fabrication du fer et de l'acier, nous n'extrairons que le tableau statistique de la page 80. Il donne, en millions de kilogrammes, la production annuelle, depuis 1889, des divers produits de la sidérurgie et montre l'importance croissante du métal fondu, spécialement pour la fabrication des tôles; il y existe malheureusement d'importantes lacunes.

(1) Ces chiffres ont été reproduits par M. Gouvy, *loc. cit.*, p. 125.

		1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900
Tôles en fer fondu (acier doux)	Circonscription de Siegen. .	12	15	17	19.5	31.8	42.5	53.1	62.5	56.9	60.8	67.2	62.4
	Pays de Siegen.	»	»	»	»	»	81	85.5	103.8	103.7	118	135	125.1
Tôles en fer soudé (fer puddlé)	Circonscription de Siegen. .	33	28	24	18	10	4	2.59	1.95	1.53	1.48	1.26	1.58
	Pays de Siegen.	»	»	»	»	»	4.58	2.67	1.96	1.58	1.48	1.31	1.58
Brames et lingots battus en fer fondu (aciers dégrossis)	Circonscription de Siegen. .	»	»	»	»	»	»	23	38.2	43	52.1	59	87
	Pays de Siegen.	»	»	»	»	»	»	»	»	43.07	52.1	66.91	102.28
Loupes de fer soudé (fer puddlé)	Circonscription de Siegen. .	»	»	»	»	»	»	17	22.1	18.3	20.7	26.4	26.9
	Pays de Siegen.	»	»	»	»	»	»	»	»	23.1	35.16	29.31	29.20

A la fin de la brochure qui nous occupe, il y a lieu de signaler encore le chapitre consacré aux fonderies de cylindres de laminoirs; il en existe huit au pays de Siegen, pouvant donner une production annuelle de 45,000 tonnes de cylindres. Sept d'entre elles étaient représentées à Dusseldorf et nous avons pu y admirer leurs produits; on trouvera pour chacune d'elles des photographies et des renseignements détaillés dans le catalogue de la collectivité du pays de Siegen, qui donne encore quelques notices au sujet d'exposants isolés, parmi lesquels nous citerons l'ingénieur H. Macco, de Siegen, et les constructeurs de moteurs à gaz *Maschinenbau-Actiengesellschaft, vorm. Gebr. Klein*, de Dahlbruch, et *Siegener Maschinenbau-Actiengesellschaft, vorm. A. et H. Oechelhaeuser*, de Siegen.

Machine soufflante de la « Gute Hoffnungshütte ».

Une partie notable de la halle de gauche de l'exposition si remarquable de la *Gute Hoffnungshütte* était occupée par une machine soufflante, directement accouplée à un moteur à gaz de haut fourneau de la Société de Deutz, d'une force de 1,200 chevaux.

La description des moteurs de ce genre est étrangère à notre programme, mais nous consacrerons quelques lignes à la soufflerie proprement dite, d'après un article publié dans *Stahl und Eisen* en juin 1902.

Elle comprend deux cylindres horizontaux de 1^m850 de diamètre placés en regard; la course des pistons est de 0^m750; ils sont mus par un arbre doublement coudé rendu solidaire de l'arbre du moteur par un raccord à collet.

A la vitesse normale de 135 tours par minute, la machine aspire 1,000 mètres cubes d'air et les comprime à la pression de 1/2 atmosphère.

Les organes d'aspiration sont constitués par des tiroirs genre CORLISS; 12 soupapes rétrogrades, système STUMPF, sont fixées sur chacun des fonds et servent au refoulement.

Des soupapes de ce genre ont été utilisées, dès le mois de septembre 1900, pour une machine soufflante d'aciérie dans une usine de la Lorraine; elles sont en acier forgé, avec ressort en caoutchouc; leur diamètre est de 265 millimètres, leur levée de 26 millimètres et elles pèsent 2.3 kilogrammes.

Afin de permettre l'élévation de la pression à 0.7 atmosphère sans augmentation du travail moteur absorbé, les organes d'aspiration sont réglables à volonté. On peut ainsi en retarder la fermeture jusqu'à ce que le piston ait expulsé dans son mouvement de retour le quart du volume aspiré pendant la course précédente.

Exposition de la firme H. Hammelrath et C^o, de Cologne.

En ce qui concerne les appareils de seconde fusion, destinés à la fonderie, l'exposition de la firme H. HAMMELRATH ET C^o, de Cologne, a seule attiré notre attention.

Cette maison a, d'autre part, eu l'obligeance de nous confier quelques clichés, de nombreux plans et des notices très détaillées donnant la description, les conditions de fonctionnement et les avantages des cubilots et fours à creusets qu'elle a exposés à Dusseldorf.

Ces appareils n'ont pas encore reçu d'application en Belgique et M. Gouvy les mentionne à peine dans son rapport déjà cité, c'est pourquoi nous leur consacrerons une note spéciale.

Notre figure 2 reproduit une photographie prise à l'exposition; on y voit deux cubilots et divers fours à creusets; nous nous occuperons d'abord des cubilots, et nous rappel-

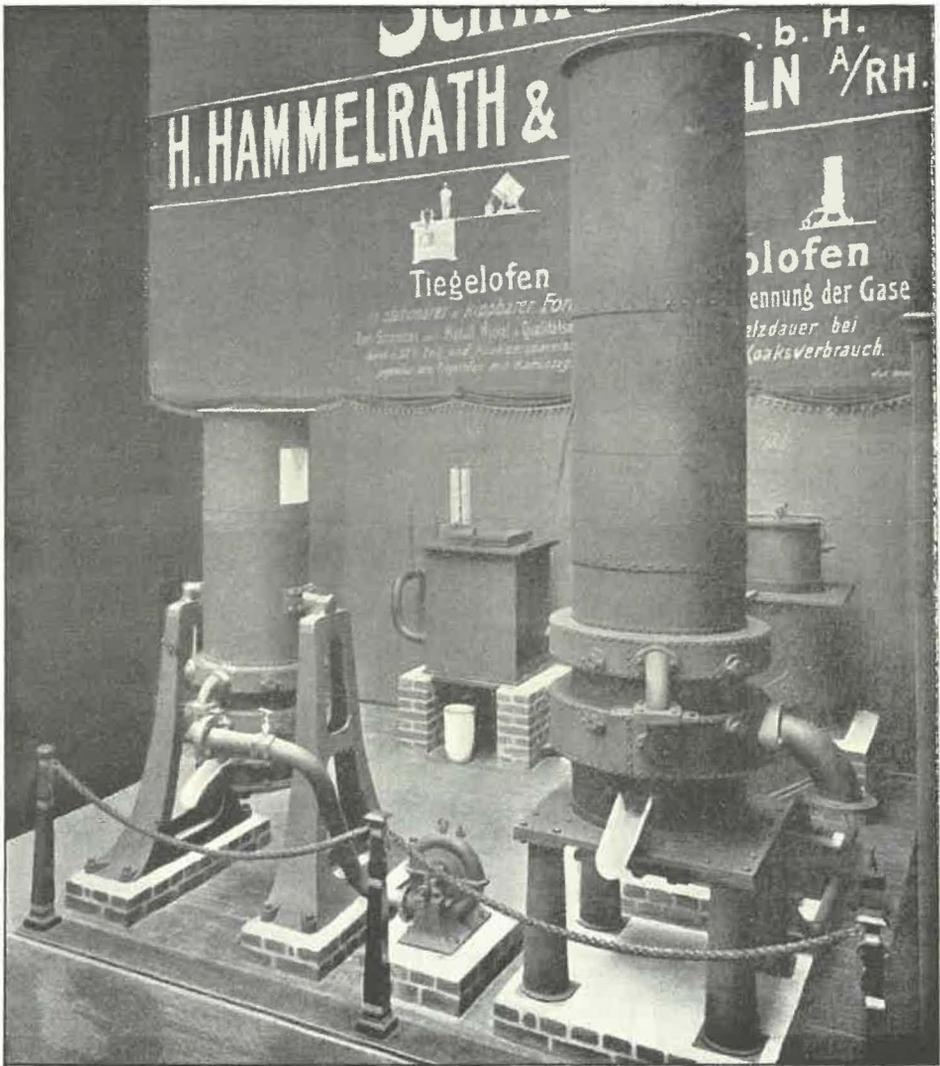


FIG. 2. — Exposition de la firme H. Hammelrath et C^o.

lerons qu'ils doivent, dans la mesure du possible, répondre aux conditions suivantes :

- 1° Réaliser une combustion intense et complète, dans une zone restreinte, par une répartition uniforme de l'air ;
- 2° Réduire la consommation de coke au minimum, spécialement en évitant la formation d'oxyde de carbone ; l'apparition au gueulard d'une flamme due à la combustion de ce gaz est l'indice certain d'une marche peu économique ;
- 3° Produire une fonte chaude et bien fluide ;
- 4° Donner un déchet minime et une usure des parois assez faible, pour rendre les réparations peu fréquentes.

Une distribution rationnelle du courant d'air peut seule réaliser une combustion complète ; la chose est d'ailleurs depuis longtemps connue. A ce point de vue, les cubilots « Réforme » de la maison Hammelrath, se rapprochent beaucoup du type classique des cubilots Ireland. Nos figures 3 et 4 montrent qu'ils comprennent deux boîtes à vent annulaires réunies par deux tuyaux coudés pouvant se fermer par des tiroirs.

L'air de la soufflerie, arrivant dans la boîte inférieure, se répand dans le cubilot par cinq tuyères ; on l'admet à volonté dans la chambre supérieure, qui possède un même nombre de tuyères, mais de section moindre.

Cette seconde injection d'air est destinée à assurer une combustion complète et uniforme du coke ; son importance et sa position ne peuvent être fixées arbitrairement, sinon le résultat cherché ne sera pas atteint. Si elle était placée trop haut, il se produirait une seconde zone de fusion très nuisible ; placée trop bas, l'effet serait nul.

C'est à cette difficulté du réglage qu'il faut attribuer les préférences de beaucoup de fondeurs pour les cubilots à une seule rangée de tuyères.

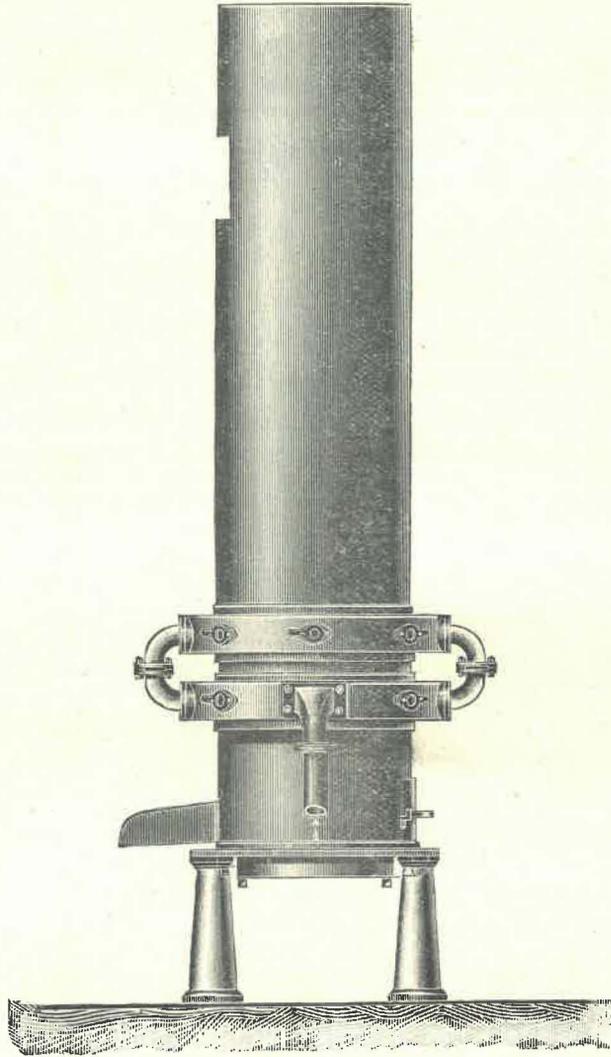


FIG. 3. — Cubilot « Réforme ».

La maison Hammelrath construit dix numéros différents du type de la figure 3, avec ou sans avant-creuset. Le n° 1, haut de 3 mètres, possède un diamètre de 0^m40 à l'inté-

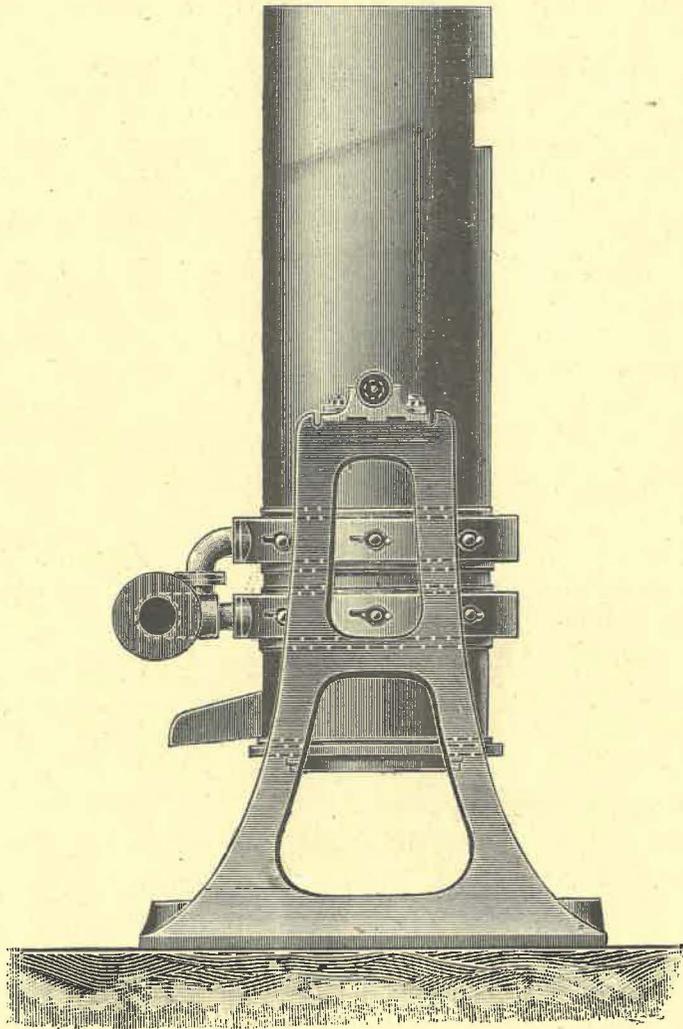


FIG. 4. — Cubilot oscillant.

rieur du revêtement réfractaire ; il fond de 6 à 700 kilogrammes par heure ; le n° 10, de 7 mètres de hauteur, peut produire 20 tonnes par heure. Le cubilot oscillant type 0,

construit spécialement pour les fonderies de fonte malléable, mérite une mention spéciale (1). Il est visible dans la photographie (fig. 2) et est représenté en coupe par la figure 4; il donne de 300 à 400 kilogrammes par heure.

Cet appareil est de trop petite section pour qu'il soit possible à un homme d'y pénétrer; c'est pourquoi, on l'a placé sur pivots, afin de rendre ses deux extrémités accessibles et de faciliter les réparations du garnissage.

Dans les fonderies de fonte malléable, on utilise généralement des creusets d'une contenance de 30 à 40 kilogrammes; les fours de fusion y entraînent à une dépense élevée de coke et de creusets et ils ne se prêtent pas à une forte production.

Un petit cubilot du type de la figure 4 peut, d'après le constructeur, produire autant que dix et même vingt fours à creusets; on peut y adapter un avant-creuset; toutefois, celui-ci doit être chauffé spécialement avec un peu de vieux coke, à la mise à feu, ce qui n'est pas nécessaire pour les grands cubilots.

D'autre part, on continue à se servir, dans beaucoup de petits ateliers, pour fondre le bronze, la fonte ou l'acier, de fours à creusets semblables à ceux qui ont été de tous temps employés pour la fusion des métaux.

Dans une cuve en maçonnerie peu profonde, communiquant avec une cheminée, munie d'une grille à sa partie inférieure et fermée par une dalle réfractaire, le creuset se trouve entouré de coke incandescent. L'installation de ces fours est simple, mais on connaît leur consommation

(1) Rappelons à ce sujet que l'on se servait au xviii^e siècle de fours oscillants pour la fusion de la fonte. LEBEVR (t II, p. 148) assure qu'ils ont été d'un usage très répandu jusqu'en 1810.

Le premier appareil de ce genre a été imaginé par Réaumur qui en donne un dessin et une description détaillée dans son célèbre ouvrage de 1722, *L'art de convertir le fer forgé en acier et l'art d'adoucir le fer fondu*. (Voir pl. XIV et p. 428.)

exagérée de combustible et le peu de durée des creusets, qu'il faut en extraire au moyen de tenailles à chaque coulée.

La maison Piat de Paris, construit depuis longtemps des fours à creusets perfectionnés de divers types, oscillants ou portatifs, dont on trouve la description dans les traités de métallurgie; mais ils ne paraissent pas avoir gagné la confiance de nos fondeurs (1).

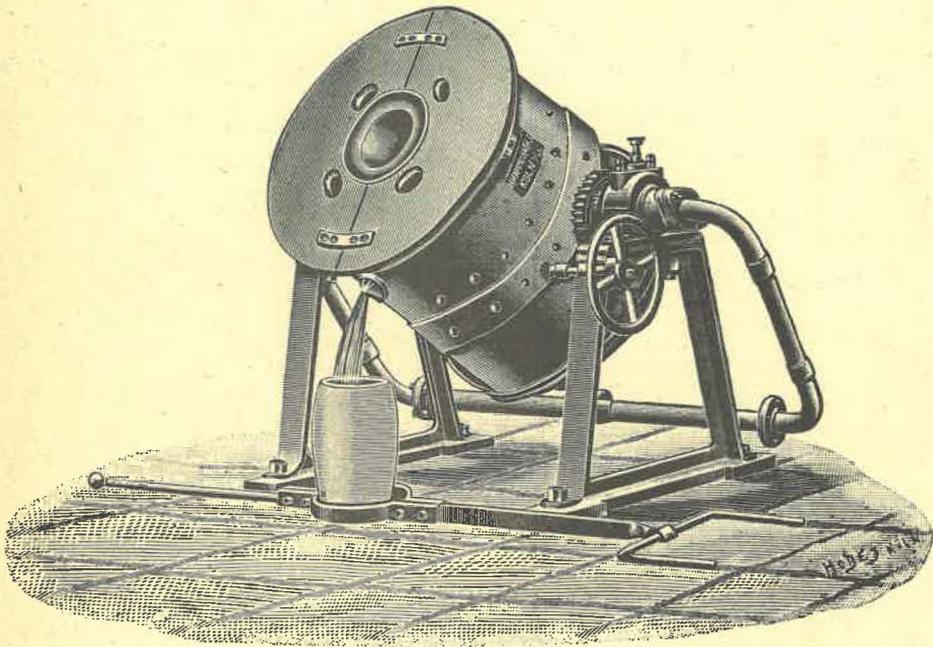


FIG. 5. — Four à creuset système Hammelrath.

La firme H. Hammelrath cherche également à rendre les fours à creuset économiques et en a construit de modèles très divers, fixes et oscillants.

Pour tous, elle a adopté le vent soufflé, qui supprime la

(1) Deux fours Piat ont toutefois été installés tout récemment dans une fonderie de bronze des environs de Liège.

nécessité d'une haute cheminée, dont le tirage est influencé par les intempéries.

L'emploi d'une soufflerie facilite le réglage du courant d'air et donne une combustion rationnelle.

Tandis que les fours Piat sont alimentés d'air par un carneau ménagé dans le sol et par un puits en maçonnerie sur lequel ils sont posés, la disposition des fours oscillants de Hammelrath, clairement montrée par nos figures 5 et 6, rappelle celle d'un petit convertisseur.

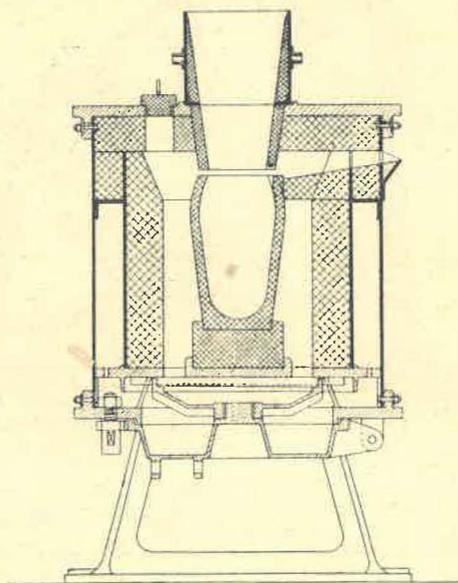


FIG. 6.

Par les deux tourillons creux, l'air s'introduit entre les deux enveloppes de tôle du fourneau, dans un espace annulaire où il s'échauffe, tout en assurant le refroidissement des parois. Il pénètre ensuite dans la boîte à vent, par une série de trous percés dans la plaque de fond et visibles dans la coupe de la figure 6. Celle-ci indique

suffisamment tous les détails de construction du four; le creuset, posé sur un fromage, est maintenu à sa partie supérieure par trois briques de forme spéciale; l'une d'elles, représentée dans la figure 6, se trouve en regard du bec de coulée.

La même figure montre la disposition de la pièce accessoire nommée « rehausse », qui surmonte le couvercle; on y place une partie des matières à fondre qui sont léchées par les flammes sortant du four. Ceci procure une économie notable de combustible et accélère la fusion.

La durée de celle-ci est, paraît-il, d'une demi-heure environ pour les fours contenant 100 kilogrammes.

Chaque creuset peut faire de 50 à 70 charges, aux dires des constructeurs, qui attribuent ce résultat remarquable à ce que ces creusets ne sont jamais en contact avec l'air extérieur et n'ont pas à souffrir des variations brusques de température, qui les détruisent rapidement lorsqu'on se sert des anciens fours.

Après cinq à six coulées, on fait tomber les cendres du coke en ouvrant le clapet inférieur; celui-ci entraîne la grille, mais laisse en place le creuset porté par deux barreaux fixés à la carcasse du four.

Ces appareils se construisent pour des contenances de 60 à 500 kilogrammes et ils donnent, d'après les prospectus, une économie de coke de 50 p. c. de la consommation des anciens fours et une économie de temps qui peut atteindre 80 p. c.

Toutefois, ils ne conservent tous leurs avantages que lorsque les fusions s'y succèdent sans interruption, ce qui exige que l'on coule au moins 1,500 kilogrammes par jour.

Pour les fonderies à production réduite, la maison Hammelrath construit divers modèles de fours fixes, l'un d'eux

est représenté par la figure 7 ; il est de section circulaire et sa disposition rappelle celle des fours mobiles.

Le croquis de la figure 8 montre en coupe un four fixe de section carrée ; cette forme rend plus simple la construction du revêtement en maçonnerie. D'autre part, le four de la figure 8 possède une seconde injection d'air indépendante de celle qui existe sous la grille ; une cloison hori-

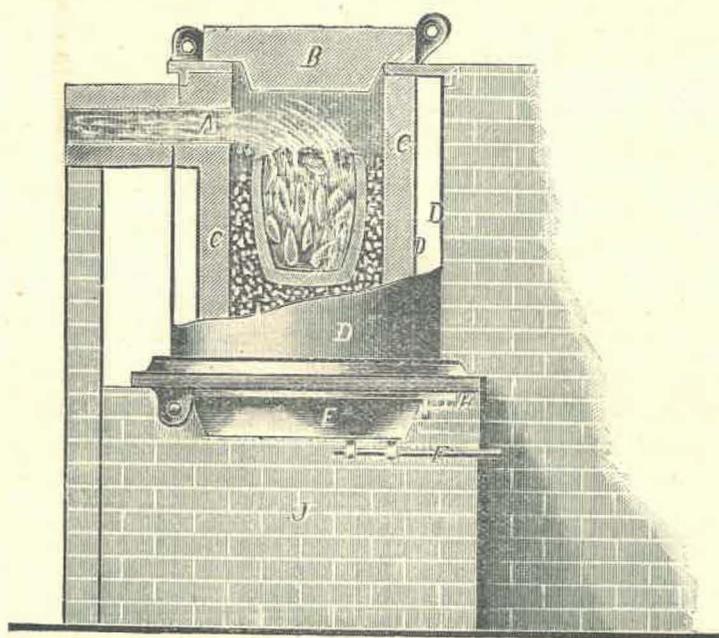


FIG. 7. — Four à creuset fixe.

zontale divise en deux parties l'espace annulaire dans lequel le vent est admis par deux robinets. Tandis que l'une d'elles est en relation avec la boîte à vent inférieure, l'autre communique avec le four par quelques entailles pratiquées dans ses parois.

On cherche, par cette seconde injection, à réaliser une combustion du coke aussi complète que possible en évitant la formation d'oxyde de carbone.

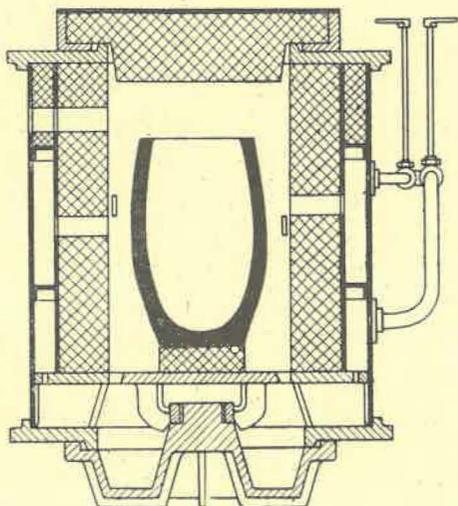


FIG. 8.

C'est en somme une imitation de ce qui a été adopté par la même firme pour ses cubilots « Réforme ».

CHAPITRE II

PRODUITS RÉFRACTAIRES ET PRODUITS BASIQUES.

Parmi les exposants de produits réfractaires pour fours à coke, hauts fourneaux et fours Martin, nous citerons :

- 1° P.-C. Forsbach et C^{ie}, à Mülheim a/R ;
- 2° Arloffer Thonwerke, H. Roth et C^{ie}, à Arloff ;
- 3° Idawerk, à Crefeld-Linn ;
- 4° Birschel et Ritter, à Erkrath-Dusseldorf.

Ces maisons présentaient des produits de tous genres. Toutefois l'étude de ces produits ne pouvant guère inté-

resser que des spécialistes, nous nous bornerons à mentionner un fond de creuset de haut-fourneau en briques de carbone, exposé par Birschel et Ritter et qui a particulièrement attiré notre attention. Cette firme nous a communiqué, au sujet de ces briques, le procès-verbal d'un essai fait en décembre 1901 au laboratoire royal de mécanique technique de Charlottenburg.

Nous extrayons de ce procès-verbal les renseignements suivants :

$$\text{Densité à l'état pulvérulent } s = 1.991$$

$$\text{Densité apparente } r = 1.441$$

$$\text{Degré de compacité } \frac{r}{s} = 0.724$$

Résistance à l'écrasement = 286 kilogrammes par centimètre carré.

Ce dernier chiffre est la moyenne de 10 essais dont les résultats concordent à 2 1/2 p. c. près. Pour chacun de ces essais, on a utilisé deux briques de 0^m25 × 0^m12 × 0^m065 réunies par du ciment portland de façon à constituer un échantillon de 0^m25 × 0^m12 × 0^m156, ayant une surface de 300 centimètres carrés.

Nous ne connaissons malheureusement pas la composition de ces briques, dont les qualités de résistance sont remarquables.

Nous avons, d'autre part, étudié d'une façon toute spéciale, les appareils destinés à la fabrication des produits basiques présentés par la firme E. Laeis et C^{ie} de Trèves; cette étude formera la matière principale du présent chapitre.

La firme précitée exposait à Dusseldorf un outillage complet pour briqueteries, tuileries et fabriques de carreaux en ciment, dont nous n'avons pas à parler ici; nous ne nous occuperons pas davantage des deux puissantes

scies à chaud, pour poutrelles de 0^m600 et 1^m00 de hauteur, présentées par le même constructeur.

Celui-ci possède une compétence particulière en tout ce qui concerne l'outillage des ateliers basiques pour aciéries Thomas. Il construit des appareils mécaniques pour le concassage et le broyage de la dolomie frittée, pour le malaxage de ce produit avec le goudron, pour la confection des briques et enfin pour le battage des fonds de convertisseurs.

Cette dernière application du travail mécanique est relativement récente; en supprimant le damage à la main du pisé dolomitique, elle a réalisé une notable économie de main-d'œuvre et de goudron, tout en fournissant des produits très compacts, d'une grande résistance, ayant par suite une plus longue durée que les fonds faits par l'ancienne méthode.

Nous décrirons d'une façon détaillée la machine qui fabrique ces fonds; une simple mention suffira pour les autres appareils exposés, qui constituaient par leur ensemble un atelier complet pour la préparation des produits basiques.

La firme Laeis a installé des ateliers de ce genre aux aciéries de Burbach, Dudelange, Differdange, Knuttange, etc., et l'on trouve ses machines dans plusieurs de nos usines. C'est le cas notamment pour son moulin-broyeur à disques horizontaux en fonte dure de Gruson; l'écartement de ces disques est réglable à volonté et ils se remplacent aisément.

Le broyeur exposé peut produire 15 tonnes de dolomie pour dix heures de travail.

Nous avons vu également à Dusseldorf un moulin à meules verticales, un malaxeur horizontal, une presse hydraulique fabriquant en dix heures de travail 700 briques et enfin la machine à damer les fonds de convertisseurs inventée par l'ingénieur Bruno Versen, de Dortmund.

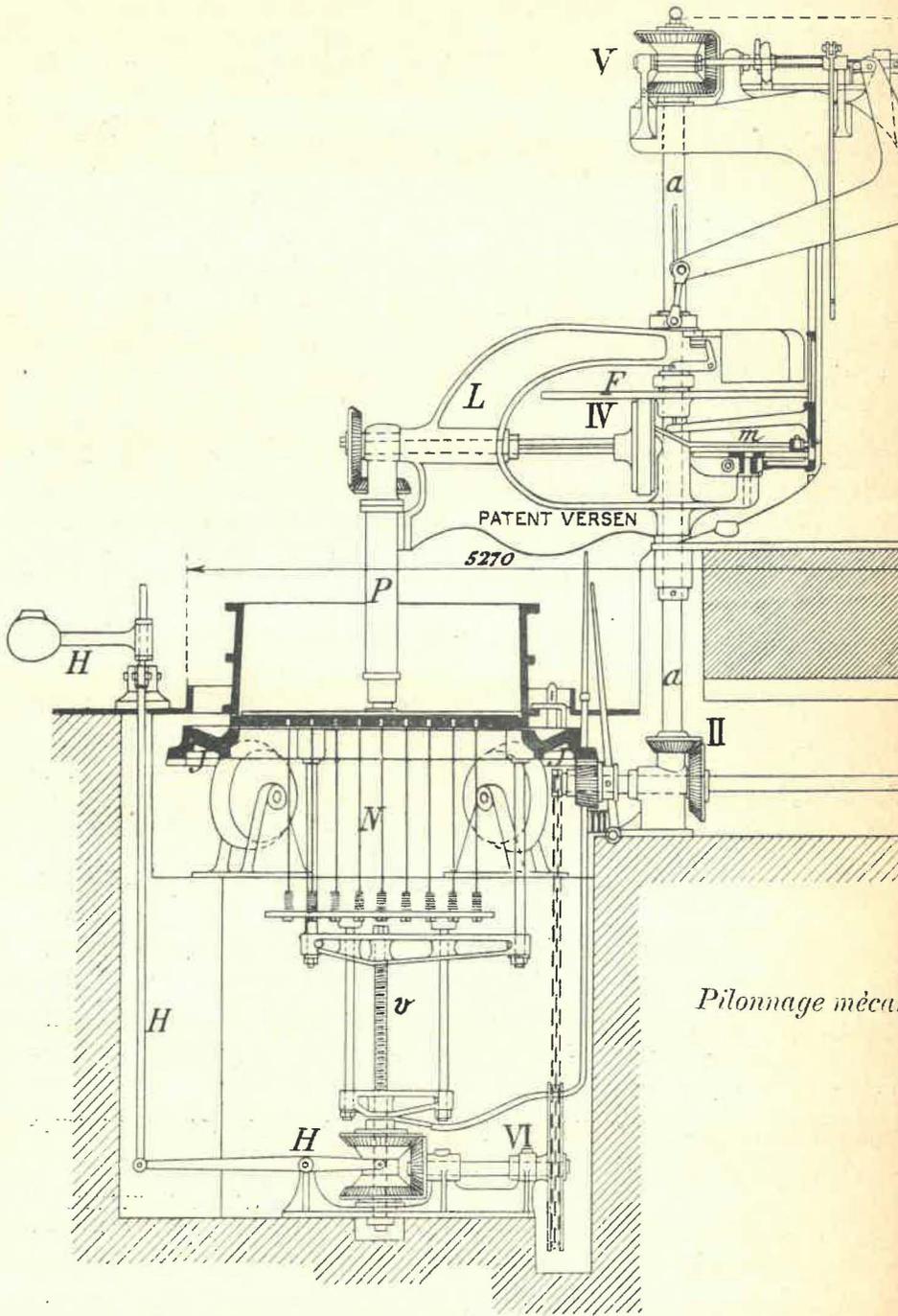
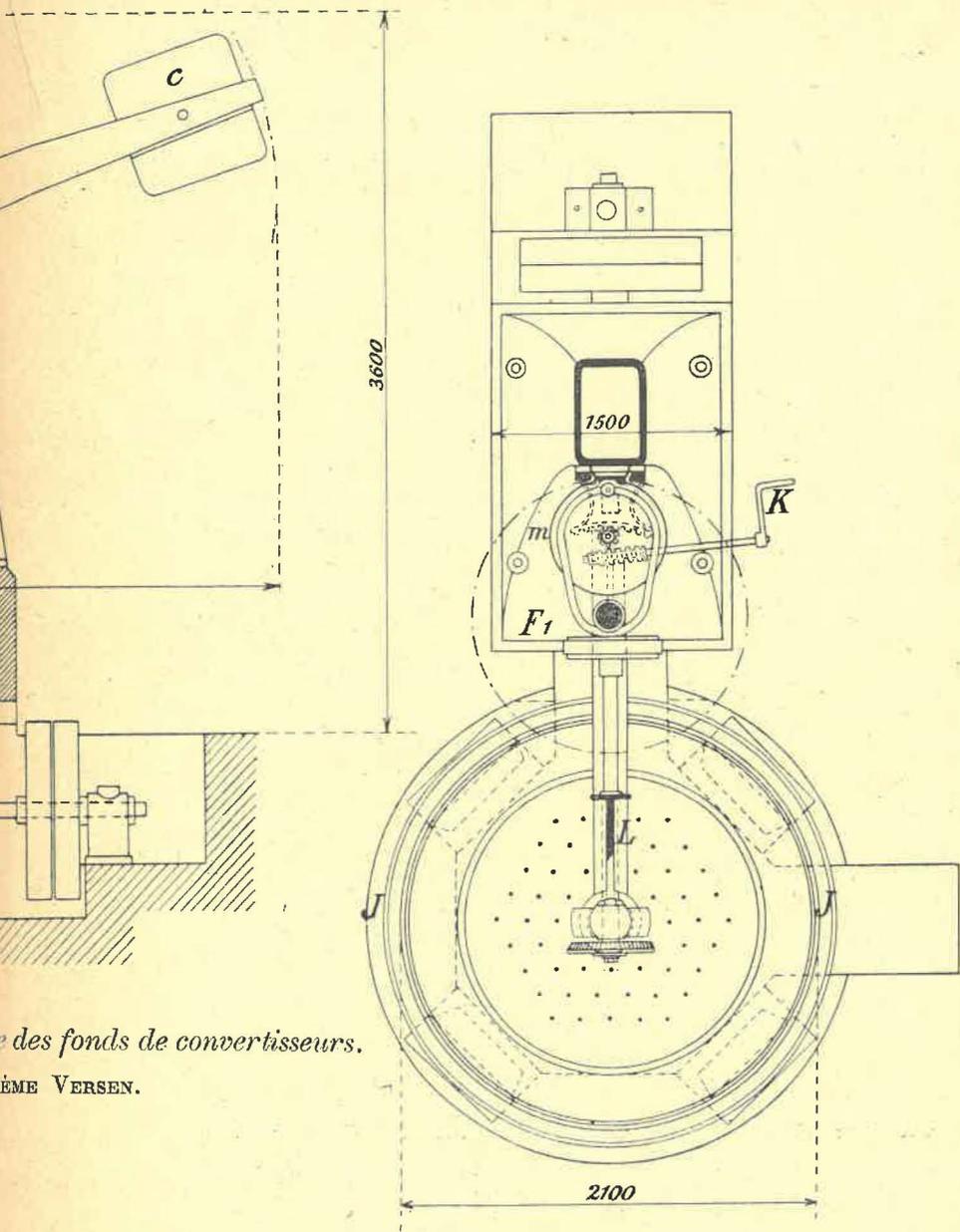


FIG. 9.



des fonds de convertisseurs.

ÈME VERSEN.

FIG. 10.

Ayant visité l'atelier basique de la Société d'Ougrée-Marihayé à Ougrée, nous y avons vu cette machine ainsi que plusieurs des appareils précités de la maison Laeis. Cependant, à l'usine de Sclessin de la Société des Aciéries d'Angleur, où fonctionnent divers broyeurs de la même firme, on continue à pilonner les fonds à la main.

Dans ces deux usines, on a bien voulu nous donner quelques renseignements qui nous permettront d'établir une comparaison entre les méthodes de travail qui y sont suivies, en ce qui concerne le coût des fonds basiques et leur durée.

Le procédé de battage à la main est bien connu; à Sclessin, une équipe de sept hommes fabrique par jour deux fonds de 1^m20 de diamètre et de 0^m50 d'épaisseur. Ces fonds durent de 28 à 30 coulées de 9 tonnes d'acier et ils coûtent 25 francs de main-d'œuvre, dont la moitié pour le battage.

A Ougrée, ce seul travail coûtait jadis 25 francs par fond; en effet, cinq ouvriers, au salaire journalier moyen de 5 francs, ne confectionnaient par jour qu'un seul fond pouvant supporter de 30 à 35 charges de 8 1/2 tonnes. Lors d'un essai, on avait bien obtenu de cette équipe une production double, mais la durée des fonds était tombée à 15 à 18 charges, alors qu'il est désirable au contraire de prolonger cette durée.

Nous ne croyons pas devoir insister sur l'importance de cette question et il nous suffira de rappeler combien il importe de donner aux fonds basiques une grande compacité et une homogénéité aussi parfaite que possible. Pour atteindre ces résultats, la substitution du pilonnage mécanique au travail manuel semble tout indiquée, l'action d'un outil mécanique pouvant être rendue plus énergique, plus rapide et même plus régulière que celle de l'ouvrier.

Mais le problème à résoudre était complexe et la dispo-

sition mécanique trouvée par M. Bruno Versen, quoique très ingénieuse, peut paraître manquer de simplicité. Ce caractère complexe n'a toutefois pas empêché sa pilonneuse de s'introduire dans la plupart des grandes aciéries créées notamment en Allemagne et en Lorraine depuis quelques années.

Cette machine est représentée en coupe et en plan par les figures 9 et 10, qui en indiquent les principales dimensions et permettent d'en comprendre le fonctionnement. Des couches successives de pisé dolomitique introduites dans la cuve *J* y sont battues par le pilon *P*, tandis qu'un jeu de broches *N* y pénètre lentement, afin de ménager dans la matière les orifices destinés au passage du vent.

Ce pilon, animé d'un mouvement alternatif, doit pouvoir atteindre tous les points de la cuve et il est nécessaire qu'il se soulève au fur et à mesure de l'augmentation de l'épaisseur du fonds.

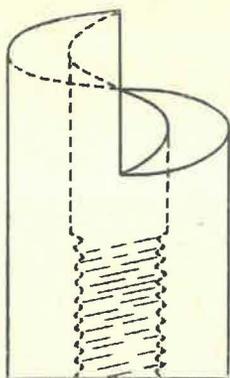
La cuve *J* repose sur quatre galets coniques et est munie, à sa périphérie, d'une couronne dentée engrenant avec le pignon *III*, calé sur l'arbre moteur *I*, qui porte deux poulies dont une poulie folle.

Le même arbre *I* commande l'axe vertical *a*, par le pignon *II*, et l'arbre *VI*, par une transmission par chaîne logée sous la cuve, dans une fosse où se trouve un appareil d'embrayage manœuvré par les tringles et les leviers *H*.

Cet appareil détermine le mouvement dans les deux sens de la vis *v*, qui fait monter ou descendre les broches *N*.

La coupe de la figure 9 ne montre pas le mécanisme moteur du pilon *P*, que l'on ne pouvait comprendre par la simple inspection de la machine exposée.

Dans le corps de ce pilon tourne un axe mis en mouvement par les engrenages visibles dans la figure; une pièce



en bronze ayant la forme du croquis ci-contre tourne avec cet axe ; la masse frappante, guidée dans son enveloppe de façon à prendre un mouvement alternatif, est reliée à une seconde pièce de bronze de même forme que la précédente. Par la rotation de l'axe, les deux surfaces hélicoïdales en contact glissent l'une sur l'autre ; la masse frappante est soulevée et comprime un ressort qui se détend brusquement lorsque l'échappement se produit. A chaque tour de l'axe correspond donc un coup du pilon ; l'amplitude de son mouvement est de $110^{\text{m/m}}$.

L'armature du pilon P est fixée à l'extrémité d'un levier L , mobile avec tout ce qu'il porte autour de l'axe a . Le pilon peut ainsi s'écarter de l'axe de la cuve et, par suite de la rotation de celle-ci, il trace dans la matière qu'elle contient, des anneaux concentriques qui lui permettent d'atteindre tous les points de la surface à pilonner.

Mais, l'étendue de ces anneaux augmentant avec leur diamètre, il fallait, pour maintenir la régularité du travail de compression, accroître dans le même rapport la rapidité de la frappe. La disposition adoptée pour la mise en mouvement de l'axe du pilon, disposition visible dans les figures, assure ce résultat.

Le plateau F tourne avec l'axe a et repose sur un disque qu'il entraîne par friction ; ce disque, calé sur l'arbre IV , qui commande le pilon, s'écarte automatiquement de l'axe de F lorsqu'on déplace le levier L en agissant sur la manivelle K . Par conséquent sa vitesse augmente et il en est de même de la rapidité du battage.

Enfin, tout le système mobile équilibré par le contre-poids C glisse sur l'axe a et un embrayage spécial n° V

sert à relever ou à abaisser le levier *L* et toutes les pièces qui en dépendent.

Deux hommes suffisent pour conduire la machine, qui fonctionne à l'usine d'Ougrée depuis juin 1901 et y est commandée par un moteur électrique de 20 chevaux, dont la puissance paraît toutefois exagérée; 3 à 4 chevaux suffiraient d'après le constructeur.

Le pilonnage d'un fond de 1^m300 de diamètre et de 0^m60 d'épaisseur dure 1 heure 1/2. Pour une opération complète, y compris les manœuvres d'enlèvement du fond facilitées par un petit pont roulant, il faut environ deux heures; en une journée, on confectionne en moyenne cinq fonds. Ceux-ci comprennent dix couches successives de pisé battues séparément; afin d'assurer la soudure entre les différentes couches, on gratte la surface de chacune d'elles avec un rateau en fer, avant de placer dans la cuve la matière destinée à la suivante.

L'aciérie d'Ougrée comprend quatre cornues, dont deux en marche, pouvant faire en moyenne 74 coulées par jour, soit 18 à 19,000 tonnes par mois. On y consomme en général deux fonds par jour, ce qui donne 37 coulées en moyenne par fond; mais, la durée de ceux-ci dépasse fréquemment le chiffre de 40 et l'on a même atteint exceptionnellement 53 coulées avec un seul fond. La supériorité de la machine à pilonner sur l'ancien procédé paraît donc bien établie.

(A suivre).
