

LA
MÉTALLURGIE
à l'Exposition de Dusseldorf

PAR

V. FIRKET

Ingénieur principal au Corps des Mines
Répétiteur à l'Université de Liège

[669(435)]

DEUXIÈME PARTIE

(Suite et fin) (1)

CHAPITRE III

FONDERIES ET MOULAGES D'ACIER

Nous l'avons dit déjà dans l'introduction, l'exposition de Dusseldorf ne nous a révélé aucun procédé nouveau de production de l'acier. Mais elle a consacré, une fois de plus, le triomphe définitif du métal fondu sur le fer puddlé dont les usages ne cessent de se restreindre.

Conservé par quelques usines, notamment par la Gutehoffnungshütte d'Oberhausen, le four à puddler alimente encore des industries spéciales, à production restreinte, qui exigent un métal très malléable et facile à souder. Les fabricants de rivets, boulons, chaînes, etc., continuent à se servir du fer puddlé, parce qu'il se forge et se soude plus aisément que les aciers les plus doux. On trouvera la liste des industriels de ce genre, qui exposaient à Dusseldorf, dans le rapport déjà cité (2) de M. Gouvy.

(1) Voir *Annales des mines de Belgique*, t. VIII, 2^e liv. et t. IX, 1^{re} liv.

(2) *Revue universelle*, t. LIX, 3^e série, p. 200.

Ces industriels utilisent évidemment des fers de qualités supérieures; voici d'ailleurs, d'après des résultats d'essais exposés par la société d'Oberhausen, les conditions de résistance à la traction des fers soudés que cette société fabrique spécialement pour leur usage :

	RÉSISTANCE en kilog. par millimètre carré	ALLONGEMENT en %
Fer marchand	36.5	18
Fer à rivets et à boulons	38.5	20
Fer à chaînes	37 0	22
Fer fin-grain	37.2	18
Fer à rayons de roues	36.5	17.5

Nous ne nous occuperons pas davantage du puddlage, qui ne conserve que la clientèle de quelques spécialistes; ce chapitre sera donc consacré à l'acier et plus spécialement aux moulages d'acier qui étaient, à Dusseldorf, très abondants et très remarquables tant par leurs dimensions que par le fini de leur exécution.

Ces moulages remplacent, d'une part les pièces de fonte trop fragiles et trop peu résistantes aux efforts de traction; d'autre part les pièces forgées trop coûteuses, parce qu'elles exigent un travail difficile, long et onéreux, effectué par des spécialistes au moyen d'engins mécaniques puissants. D'autre part, nous avons déjà indiqué la position prépondérante occupée à Dusseldorf par le métal Martin, tant pour les moulages que pour les pièces forgées et les produits laminés les plus remarquables.

Affinage par le vent. — Il ne nous restera rien à dire des procédés d'affinage par le vent, lorsque nous aurons signalé l'emploi aux usines de Hoerde de cornues de 18 tonnes et la présence dans le pavillon Krupp, d'un

anneau en acier coulé avec tourillons, destiné à un convertisseur de 20 tonnes. Nous n'avons d'ailleurs pas eu le loisir d'examiner quelques dessins et photographies d'aciéries Thomas exposés par plusieurs usines et nous ne trouvons dans nos notes qu'une simple mention d'une installation de petit convertisseur présentée par la maison Poetter et C^{ie} de Dortmund. Cette maison possède, en matière d'aciérie, une compétence toute particulière; elle a établi en Allemagne, en France, en Espagne et en Russie, un grand nombre de fonderies Martin et plusieurs fours à creusets.

Fusion au creuset. — Quant à l'acier fondu au creuset, il est utilisé par de nombreux fabricants d'outils; nous rappellerons qu'il est également employé pour la coulée des cloches, par la société de Bochum. Celle-ci a inauguré cette fabrication dès 1851, et elle exposait à Dusseldorf toute une série de cloches en acier, dont la plus grosse pesait 9,000 kilogrammes.

Nous avons vu également des creusets de différentes dimensions à l'une des entrées du pavillon Krupp; malheureusement, entre tant de pièces remarquables rassemblées dans ce pavillon, il n'était pas possible de distinguer celles qui avaient été fondues au creuset, des pièces obtenues au four à sole.

Avant de nous occuper de ce dernier système de fusion de l'acier, nous mentionnerons encore les bandages pour locomotives, en acier fondu au creuset, exposés par la société de Hoerde. Les fours à creusets de cette société ont été construits en 1895. Après laminage, le métal qu'ils fournissent peut être plié à froid à coups de mouton; des bandages essayés de cette façon étaient soumis à l'examen des visiteurs.

Four Martin. — Depuis quelques années, il a été créé en Allemagne, de puissantes fonderies, disposant de fours Martin d'une contenance de 10 à 40 tonnes.

Dans le seul voisinage de la ville de Dusseldorf, il existe trois fonderies importantes appartenant aux sociétés suivantes: Haniel et Lueg, à Dusseldorf-Grafenberg, Oeking et C^{ie}, à Dusseldorf-Lierenfeld et l'aciérie Krieger, à Dusseldorf.

Nous avons été admis à visiter la fonderie Haniel et Lueg; elle possède un four de 40 tonnes et un de 20 tonnes; son outillage permet la coulée de pièces de 60 tonnes.

Malheureusement, nous n'avons fait qu'entrevoir la

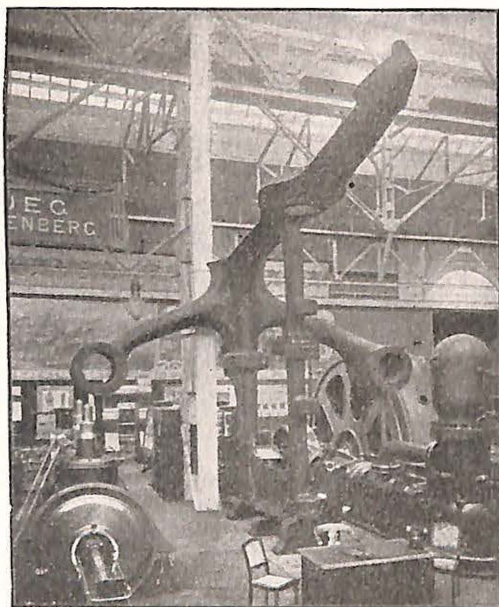


FIG. 11. — Étambot en acier fondu.

halle immense qui abrite les fours et est desservie par des ponts roulants électriques; lors de notre visite, par trop rapide, cette fonderie, dont l'installation récente est due à la firme Poetter déjà citée, n'était pas active. On y a coulé notamment l'énorme étambot pour un steamer à deux hélices du *Norddeutscher Lloyd*, qui est visible dans la figure 11. Cette figure reproduit une photographie

d'une partie des produits de la firme Haniel et Lueg, exposés dans la grande salle des machines.

Le modèle du trépan représenté par la figure 12 était placé dans la section des mines. D'autres appareils du même genre étaient exposés dans la halle des machines. Ils comportent de nombreuses pièces en acier coulé.

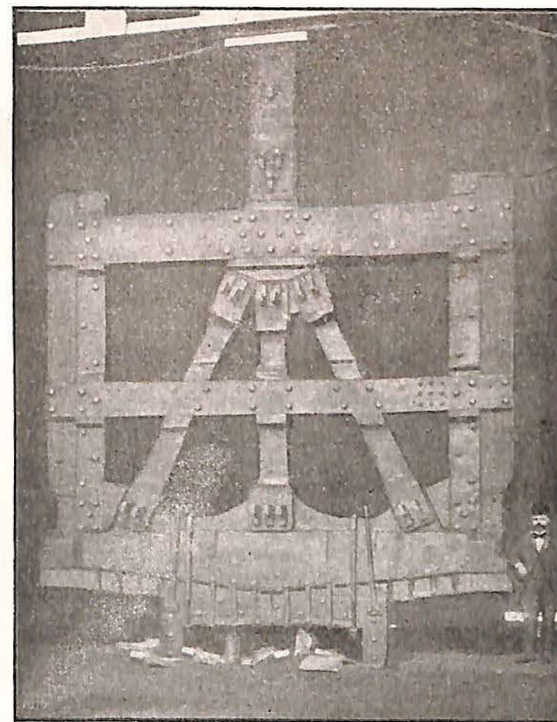


FIG. 12. — Appareil de fonçage par le procédé Kind-Chaudron (système Haniel et Lueg).

Le tableau ci-dessous, emprunté au mémoire de M. Gouvy (1), fait connaître les qualités du métal employé pour la coulée de ces pièces et pour celle de l'étambot, d'après les essais de réception.

(1) *Loc. cit.*, p. 160.

DÉSIGNATION DES PIÈCES ESSAYÉES	CHARGE de rupture — Kilog. par m/m carré	ALLONGEMENT — %	CONTRACTION — %	LIMITE d'élasticité — Kilog. par m/m carré	
Etambot {	partie infère.	45.8	26.5	51.0	»
	partie supère	45.6	25.5	46.7	»
Petit trépan	50.0	22.5	»	»	
Traverse inférieure du grand trépan	42.0	25.5	40.7	37.6	

Les fonderies (Eking et C^{ie}, situées à Dusseldorf-Lierenfeld, possèdent trois fours à sole basique de 12 tonnes; elles peuvent produire des moulages du poids maximum de 15 tonnes et fabriquent des pièces de machines, des carcasses de dynamo douées de propriété magnétiques

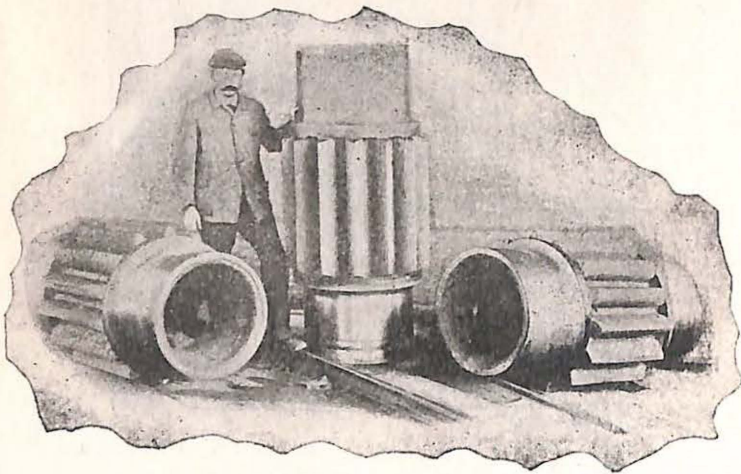


FIG. 13.

remarquables, des engrenages, cylindres, colonnes et manchons d'accouplements pour laminoirs.

Parmi les moulages exposés, nous avons remarqué des pignons creux pour laminoirs système Daelen, qui permettent un grand déplacement du cylindre supérieur. Notre figure 13 montre la disposition et l'importance de ces pièces, dont l'exécution nous a paru très réussie.

DÉSIGNATION DES PIÈCES ESSAYÉES	CHARGE de rupture — Kilog. par m/m carré	ALLONGEMENT — %	CONTRACTION — %	LIMITE d'élasticité — Kilog. par m/m carré	
Etambot {	partie infère.	45.8	26.5	51.0	»
	partie supère	45.6	25.5	46.7	»
Petit trépan	50.0	22.5	»	»	
Traverse inférieure du grand trépan	42.0	25.5	40.7	37.6	

Les fonderies Oeking et C^{ie}, situées à Dusseldorf-Lierenfeld, possèdent trois fours à sole basique de 12 tonnes; elles peuvent produire des moulages du poids maximum de 15 tonnes et fabriquent des pièces de machines, des carcasses de dynamo douées de propriétés magnétiques

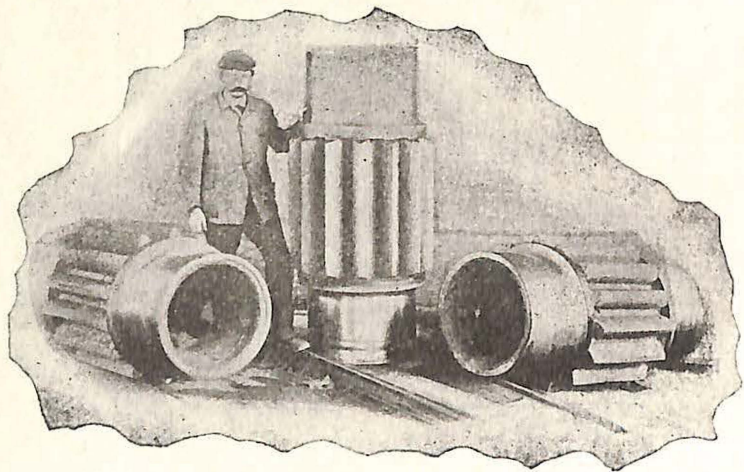


FIG. 13.

remarquables, des engrenages, cylindres, colonnes et manchons d'accouplements pour laminoirs.

Parmi les moulages exposés, nous avons remarqué des pignons creux pour laminoirs système Daelen, qui permettent un grand déplacement du cylindre supérieur. Notre figure 13 montre la disposition et l'importance de ces pièces, dont l'exécution nous a paru très réussie.

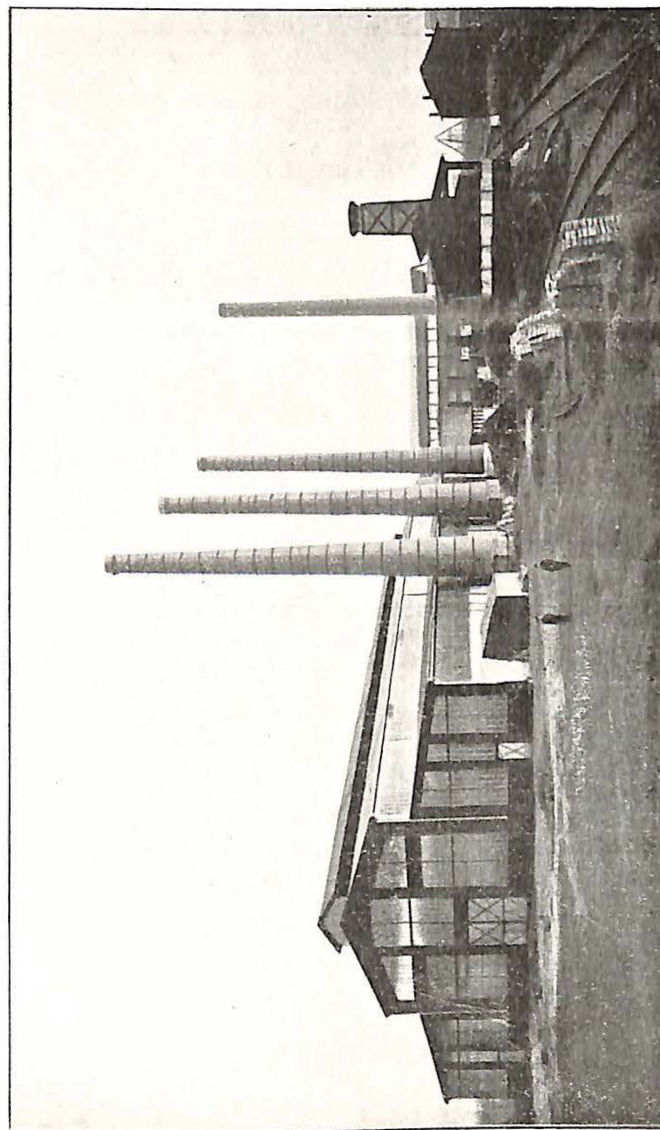


FIG. 15. — Acieries Krieger: Vue d'ensemble.

Fig. 16. — *Acieries Krivogor* : Intérieur de la halle de coulée.

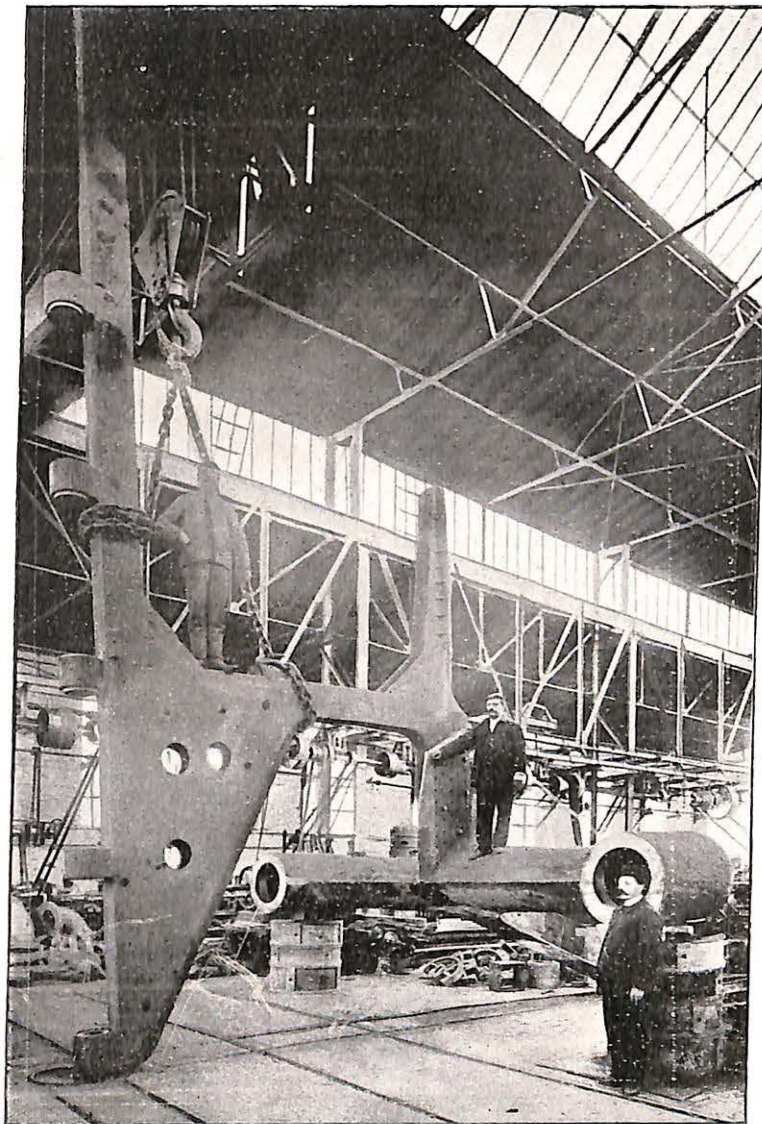
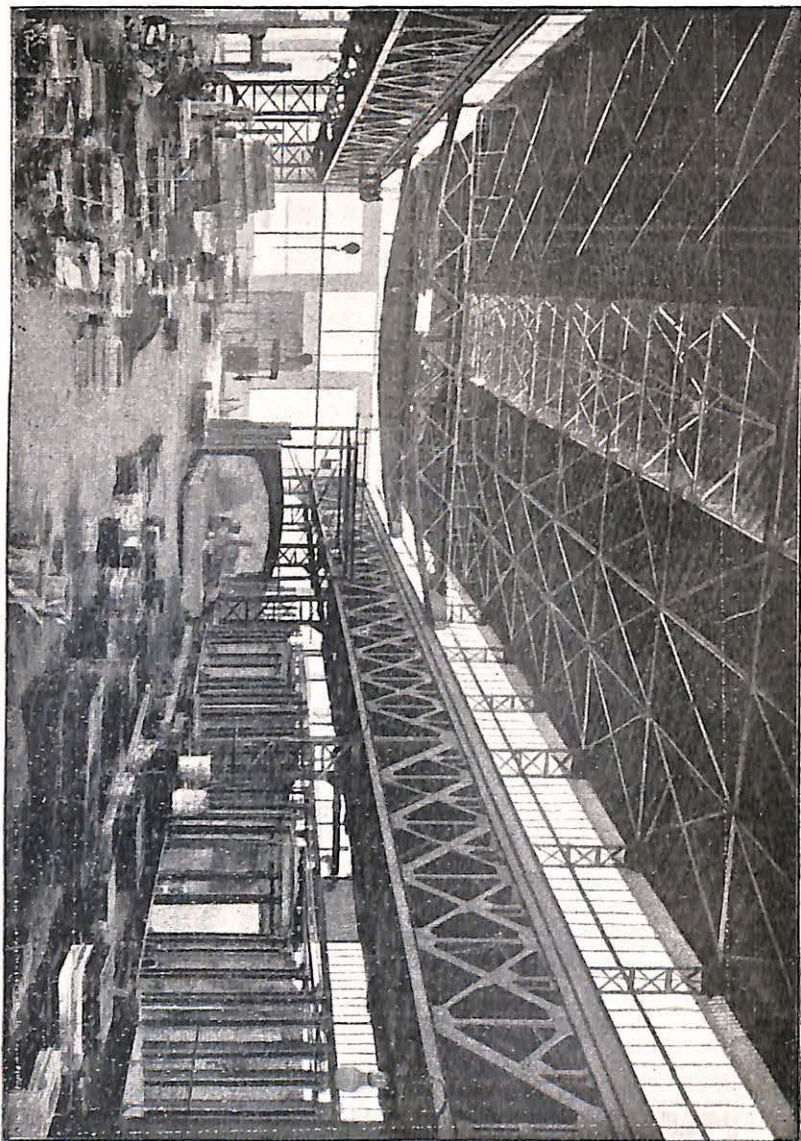


Fig. 17 — *Etambot* (poids : 25,000 kilog.).

Aux aciéries Krieger, on utilise le procédé acide. Ces aciéries ont été établies en 1899-1900; il en a été publié une description très complète, avec plan et photographies, dans l'excellente revue *Stahl und Eisen* (1).

Comme il n'existe pas encore en Belgique de fonderie d'acier de cette importance, nous croyons utile de reproduire le plan des aciéries Krieger et deux photographies de la vue d'ensemble et de la halle principale (fig. 14, 15 et 16).

Nous donnerons en outre une courte note descriptive résumant l'article précité de la revue allemande.

Aciérie Krieger. — La halle de coulée (voir fig. 16), longue de 105 mètres, comprend trois travées, d'une largeur totale de 42 mètres, dont 19 mètres pour la travée centrale. Celle-ci a une hauteur utile de 9 mètres sous les longerons des ponts roulants électriques qui la desservent.

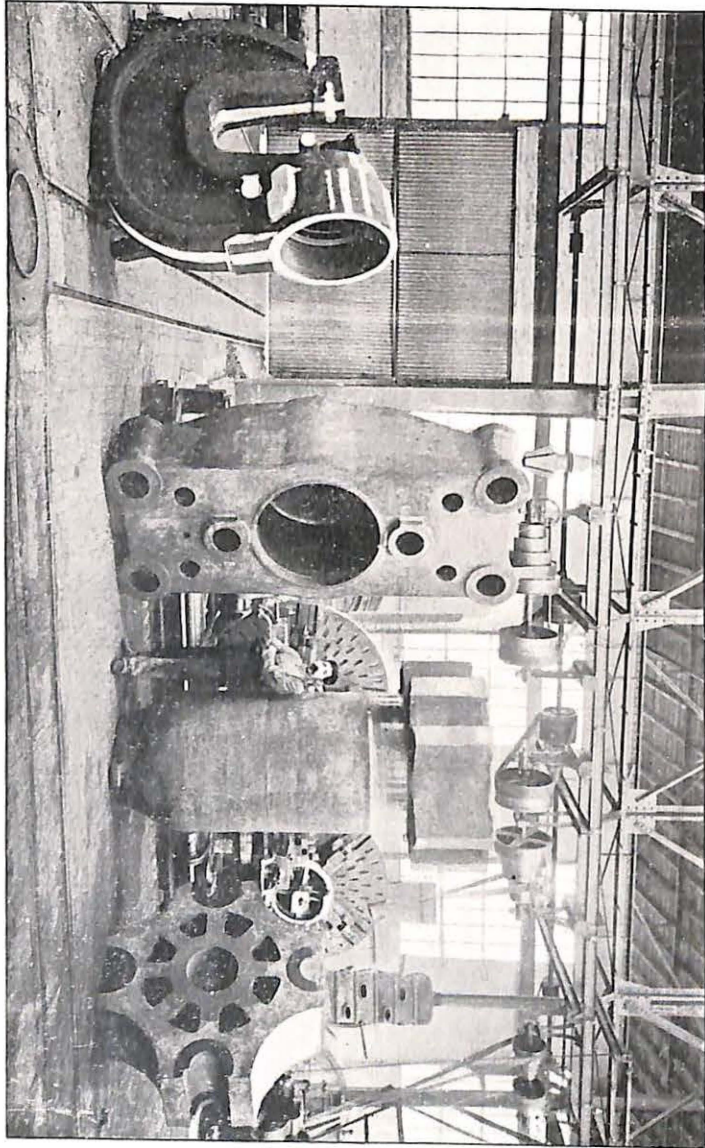
Il y existe un pont de 25 tonnes, un de 15 tonnes et deux de 5 tonnes; les travées latérales possèdent des ponts à main de 5 tonnes et 2.5 tonnes. Dans l'une de ces travées se trouvent trois fours à sole acide de 15 tonnes, ainsi que divers services accessoires, notamment l'atelier des noyau-teurs, les broyeurs à sables, etc. La halle de la fonderie abrite également les étuves et les fours à recuire.

L'usine possède, d'autre part, une halle de parachèvement de 60 mètres sur 34 mètres, en trois travées, avec ponts électriques de même puissance que ceux de la fonderie; quatre moteurs électriques de 35 chevaux mettent en mouvement les outils mécaniques de la travée centrale et quatre moteurs de 20 chevaux desservent les travées latérales.

L'énergie électrique assure d'ailleurs l'éclairage et la distribution de la force dans l'usine entière; elle est produite par une station centrale possédant quatre chaudières

(1) *Stahl und Eisen*, année 1900, n° 23.

Fig. 18. — Pivots d'une presse hydraulique.



de 100 mètres carrés de surface de chauffe chacune et trois groupes électrogènes produisant du courant continu sous la tension de 250 volts.

Le premier de ces groupes a une puissance de 150 kilowatts, suffisante pour le service normal; le second, de 75 kilowatts, sert de réserve le jour et suffit à assurer la marche de nuit; enfin le troisième, de 40 kilowatts, est uniquement affecté à la soudure électrique, qui devait nécessairement être indépendante des services de l'éclairage et de la force motrice.

La Société des Aciéries Krieger a bien voulu nous communiquer quelques photographies de pièces moulées; parmi ces photographies, nous en reproduisons deux (fig. 17 et 18); l'une représente un énorme étambot du poids de 25,000 kilogrammes, l'autre montre les pièces principales d'un puissante presse hydraulique. Nous avons reçu également un tableau donnant des résultats obtenus lors de l'essai à la traction d'éprouvettes non forgées; ces éprouvettes, qui subissent, en outre, un pliage à froid, ont de 20 à 25 millimètres de diamètre; l'allongement après rupture est mesuré sur une longueur primitive de 200 millimètres.

Le nombre des essais est de 23 et il s'agit d'aciers de différentes qualités; en groupant les résultats analogues et effectuant des moyennes, nous avons obtenu les chiffres du tableau suivant :

CHARGE DE RUPTURE — Kilogrammes par millimètre carré	ALLONGEMENT %	CONTRACTION %	LIMITE D'ÉLASTICITÉ — Kilogrammes par millimètre carré
40.0	29.5	49.1	»
43.4	27.8	46.0	»
45.2	26.6	50.0	»
48.0	25.3	»	27.9
50.6	23.0	33.0	»
52.8	24.4	»	28.5
58.4	20.0	»	»

Ces éprouvettes ont évidemment subi un recuit au sujet duquel il ne nous a pas été fourni de renseignements.

Sur cette importante question du recuit, qui détermine la texture du métal, de même que sur la composition de ce métal et la nature des additions introduites soit dans le four, soit dans la poche de coulée, nos visites à Dusseldorf ne nous ont rien appris.

En ces matières délicates, les fondeurs gardent leurs secrets d'une façon jalouse et ils ne nous ont pas davantage révélé les procédés qu'ils utilisent pour la confection et le séchage des moules.

Au surplus, les pièces exposées avaient souvent subi un travail de parachèvement particulièrement soigné et on avait pu y masquer habilement les défauts, si difficiles à éviter dans les moulages d'acier.

On trouvera dans le rapport de M. Gouvy (1), une énumération assez complète des fonderies d'acier et des moulages exposés. Sans reproduire cette énumération, nous croyons devoir cependant faire une brève mention

(1) *Loc. cit.* p. 157.

des pièces remarquables présentées par les principales usines.

1° ACIÉRIES F. KRUPP. — L'étrave et l'étambot d'un navire de guerre; l'étambot pèse 35.5 tonnes. Une cage de laminoir, du poids de 54.7 tonnes, munie de cylindres en acier forgé de 1^m200 de diamètre et de 4 mètres de longueur de table. Des cylindres en acier coulé de divers diamètres, des pignons et des engrenages de tous genres. Des pièces très nombreuses pour locomotives et spécialement un châssis système Lentz et des centres de roues de différentes grandeurs. Une coupole et des plaques de blindage en acier-nickel à face extérieure durcie. Des inducteurs pour dynamos ayant jusqu'à 4^m670 de diamètre.

2° SOCIÉTÉ DE BOCHUM. — Un étambot en une seule pièce, pesant 100 tonnes. Un cylindre de presse hydraulique tourné et poli, du poids de 34 tonnes. Des roues de locomotives et les cloches en acier au creuset déjà mentionnées.

3° ACIÉRIES DE HOERDE. — Un étambot de 29 tonnes. Un anneau de convertisseur, poids 18.5 tonnes. Un cylindre de presse hydraulique éprouvé à 600 atmosphères. Des pignons, roues à chevrons, etc. Des roues de locomotives et des roues pour tramways coulées par le système Huth, qui utilise la force centrifuge pour durcir la surface de roulement.

4° GUTEHOFFNUNGSHÜTTE. — Un étambot. Une cage de laminoir pesant 32 tonnes. Un cylindre de presse hydraulique. Des roues de locomotives. Une carcasse de dynamo de 3^m836 de diamètre.

Outillage des aciéries. — L'appareil de levage le plus en vogue actuellement dans les fonderies d'acier est le pont roulant électrique utilisé également, d'ailleurs, depuis quelques années, dans beaucoup d'ateliers de montage et de martelage.

Nous avons vu à Dusseldorf, un très grand nombre d'appareils de ce genre; mais nous ne pouvions songer à en entreprendre l'étude. Toutefois, notre attention a été attirée d'une façon plus spéciale par un chariot, pour un pont roulant de 15 mètres de portée, exposé par la Gutehoffnungshütte. Ce chariot, dont la partie électrique était due à la Société Helios, de Cologne-Ehrenfeld, était pourvu :

1° D'un moteur à courant continu de 25 HP., pouvant soulever une charge de 40,000 kilogrammes à la vitesse de 2 mètres par minutes;

2° D'un moteur de 6 HP. opérant la translation du chariot à la vitesse de 20 mètres par minute;

3° D'un dispositif auxiliaire de soulèvement pour des charges de 8,000 kilogrammes et une vitesse de 10 mètres par minute.

Parmi les engins mécaniques en usage dans les aciéries, citons encore les grues fixes hydrauliques ou électriques, les poches à fonte ou à acier pourvues de moteurs à vapeur, hydrauliques ou électriques, et enfin, les chargeurs automatiques pour fours Martin.

Les ateliers Tigler, de Meiderich, qui exposaient également une valve système Forter pour four Martin, construisent des chariots de coulée actionnés électriquement (1). Nous avons vu des photographies de ces chariots, ainsi que celles d'une poche à fonte de 17.5 tonnes pourvue également d'un moteur électrique. Ce dernier appareil, destiné aux Aciéries du Rhin, est dû aux Ateliers « Koelnische Maschinenbau A. G. », de Cologne-Bayenthal.

La société « Benrather Maschinenfabrik », de Benrath, près Dusseldorf, avait installé à côté de son pavillon deux de ses chargeurs électriques pour fours Martin. Ces appa-

(1) Voir à ce sujet le n° 12, année 1900, de *Stahl und Eisen*

reils sont en usage dans la plupart des grandes aciéries allemandes; ils se construisent pour des charges atteignant 3,000 kilog., suivant les deux modèles représentés par nos figures 19 et 20.

La forme basse (fig. 19) est la plus généralement employée; l'autre disposition ne se justifie que lorsque la place disponible devant les fours est restreinte; quatre

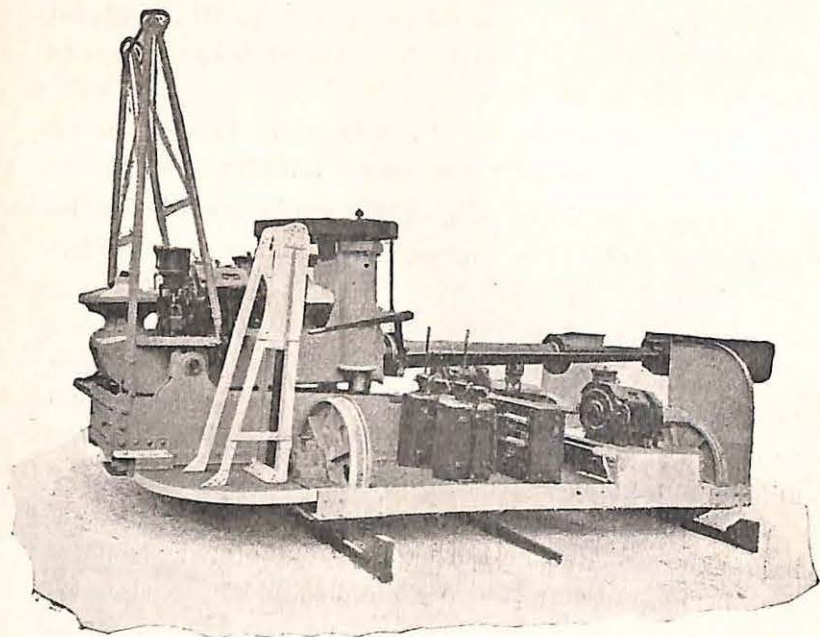


FIG. 19.

moteurs électriques réalisent les divers mouvements du chargeur; ces mouvements sont les mêmes dans les deux modèles.

L'appareil représenté par la figure 20 est construit pour des charges de 2,000 kilog.; ses quatre moteurs électriques sont identiques et peuvent donner chacun une puissance de 12 HP; ils permettent les vitesses suivantes :

Soulèvement de la charge	. . .	7 m. 20	par minute.
Avancement id.	. . .	25 mètres	id.
Renversement id.	. . .	10 à 12 fois	id.
Déplacement de tout l'appareil.		60 mètres	id.

On sait que l'emploi de ces chargeurs réduit d'une façon très notable la dépense de main-d'œuvre et la durée du chargement des fours; le refroidissement qui en résulte pour ceux-ci est donc diminué et ils se détériorent moins; enfin, la production est augmentée.

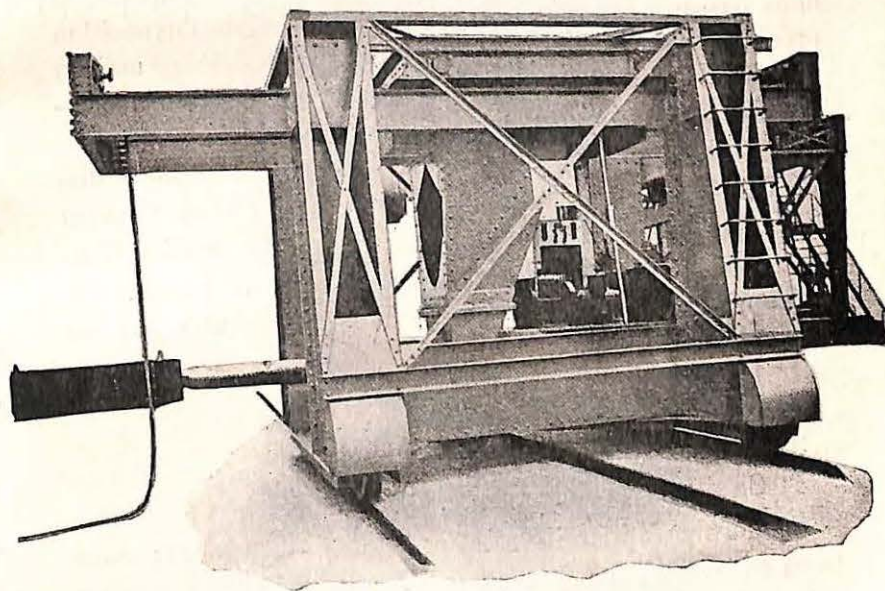


FIG. 20.

Ces avantages n'existent toutefois que pour les grands fours à marche continue dont les produits sont généralement coulés en lingots, et l'utilité des chargeurs mécaniques est contestable pour les fonderies produisant exclusivement des moulages, lesquelles fonctionnent souvent d'une façon intermittente et ne comportent pas une production accélérée.

CHAPITRE IV

Presses, marteaux et pièces de forge.

Tous les travaux de grosse forge se font aujourd'hui à la presse et l'on n'installe plus de marteaux-pilons de grande puissance. C'est le résultat naturel du remplacement du fer soudé par le métal fondu exempt de scories, pour lequel l'emploi du choc n'a plus de raison d'être. Ce fait est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'insister et nous passerons directement à la description de l'exposition présentée dans la halle des machines par la célèbre maison Breuer et Schumacher, de Kalk, qui s'est fait une spécialité de la construction des presses à forger.

Cette maison ayant très obligeamment mis à notre disposition des photographies des principales pièces formant son exposition, nous reproduisons ces photographies dans nos figures 21 à 24 et nous consacrerons un paragraphe spécial à chacun des outils suivants représentés par ces figures :

- 1° Presse à forger de 10,000 tonnes;
- 2° Presse à forger de 1,200 tonnes;
- 3° Marteau à air;
- 4° Cisaille hydro-électrique.

Ce dernier appareil n'est pas destiné à la forge; nous nous en occuperons cependant ici, afin de réunir dans un même chapitre tout ce qui est relatif à la maison Breuer et Schumacher; cette maison exposait également des riveuses hydrauliques de grande puissance et d'autres machines-outils dont l'étude est étrangère à notre sujet.

1° PRESSE A FORGER DE 10,000 TONNES. — Cet énorme engin, dont le poids brut, sans aucun accessoire, atteint 750 tonnes, est spécialement destiné au forgeage des plaques de blindage.

Le modèle exposé était construit en partie en bois; il n'existe que deux exemplaires de cette presse; ils ont été livrés aux aciéries d'Obuchow (Russie) et de Dillingen-sur-Sarre.

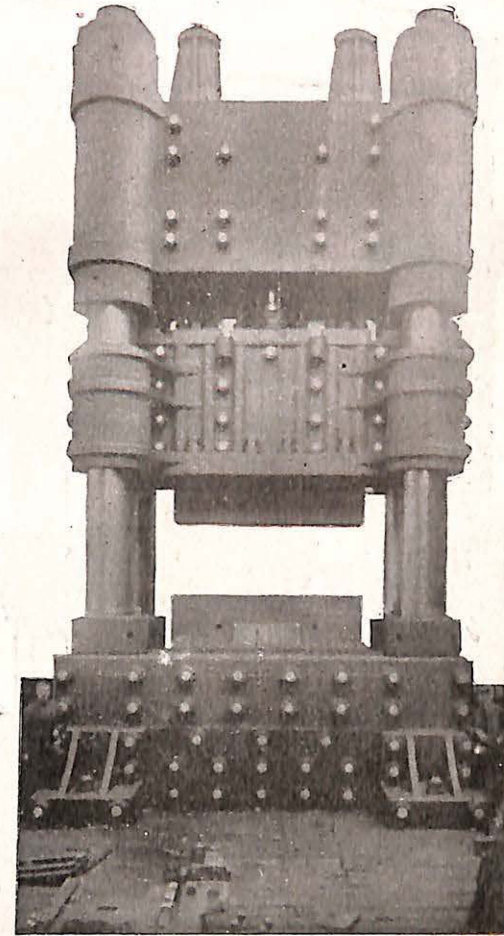


FIG. 21.

Le prix d'installation d'un tel appareil dépassant un million de marks, on comprend que l'usage n'en soit pas à la portée de toutes les usines et que l'on cherche à substituer

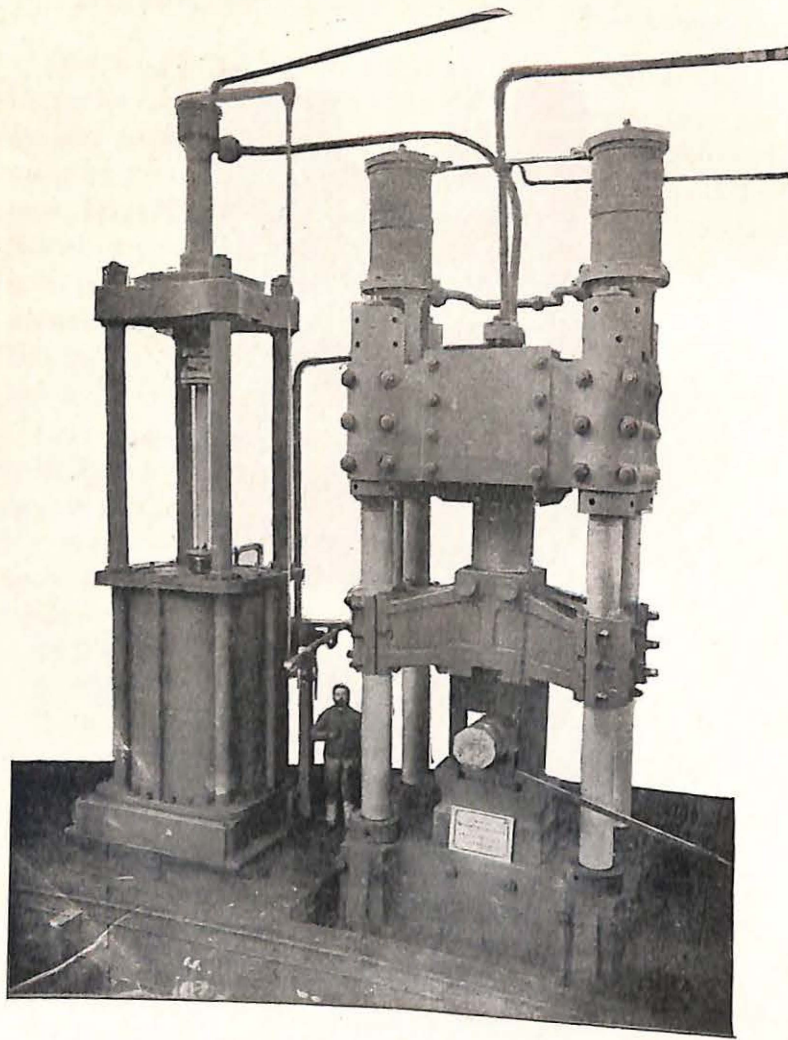


Fig. 22.

de simples moulages aux produits trop coûteux d'un pareil monstre.

Notre figure 21 montre que la disposition générale est semblable à celle des outils de proportions plus modestes livrés par le même constructeur à plusieurs de nos usines.

Cette presse est surtout remarquable par les dimensions de ses organes. C'est ainsi que les quatre colonnes réunissant le bâti au sommier supérieur ont 12 mètres de longueur et un poids total de 150 tonnes. Le dit sommier, avec les trois corps de presse qui s'y trouvent logés, en pèse à peu près autant. Le poids des 16 écrous est de 50 tonnes; enfin le sommier inférieur composé de plusieurs pièces, atteint l'énorme poids de 400 tonnes.

Une disposition intéressante permet de faire varier la pression, suivant les besoins, dans de larges limites et de la réduire au tiers de sa valeur maxima; la presse se prête ainsi au forgeage des pièces de dimensions plus courantes. Dans ce but, il existe trois appareils moteurs et un jeu de vannes servant à mettre un ou plusieurs de ces appareils en relation avec un ou plusieurs des trois corps de presse.

2° PRESSE DE 1,200 TONNES. — Cette presse est du modèle bien connu construit par la firme Breuer et Schumacher, pour des pressions de 250 à 3,000 tonnes.

A gauche de la figure 22, on voit l'appareil moteur comportant un cylindre à vapeur de grand diamètre, où se meut un piston dont la tige pénètre dans un cylindre hydraulique communiquant avec le corps de la presse. Les cylindres releveurs de celle-ci sont actionnés directement par la vapeur; ils sont placés au-dessus du sommier supérieur.

3° MARTEAU A AIR. — Ces outils sont très employés pour les travaux de petite forge; il s'en fabrique cinq numéros pouvant remplacer des pilons à vapeur de 45 à 250 kilogrammes.

Le marteau représenté par la figure 23 est caractérisé par les chiffres ci-dessus :

Diamètre du cylindre à air : 200 millimètres;

Nombre de coups par minute : 250 à 300;

Force absorbée : 3 à 4 chevaux.

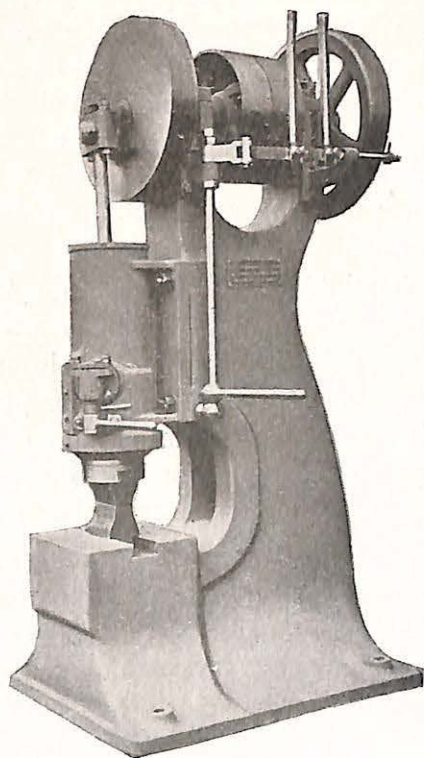


FIG. 23.

Il peut forger des barres ayant jusqu'à 70 m/m de diamètre et correspond à un pilon à vapeur de 120 kilogrammes.

4° CISAILLE HYDRO-ÉLECTRIQUE. — Cet outil coupe à froid des poutrelles de 400 m/m ; nous avons pu le voir fon-

tionner non loin de la grande presse de 10.000 tonnes. Il est actionné par une dynamo de la force de 10 chevaux commandant une pompe hydraulique visible, ainsi que son moteur et les engrenages de la transmission, à droite de la cisaille sur la figure 24. Deux fortes colonnes en acier coulé enserrrent le cylindre moteur de la cisaille, qui est

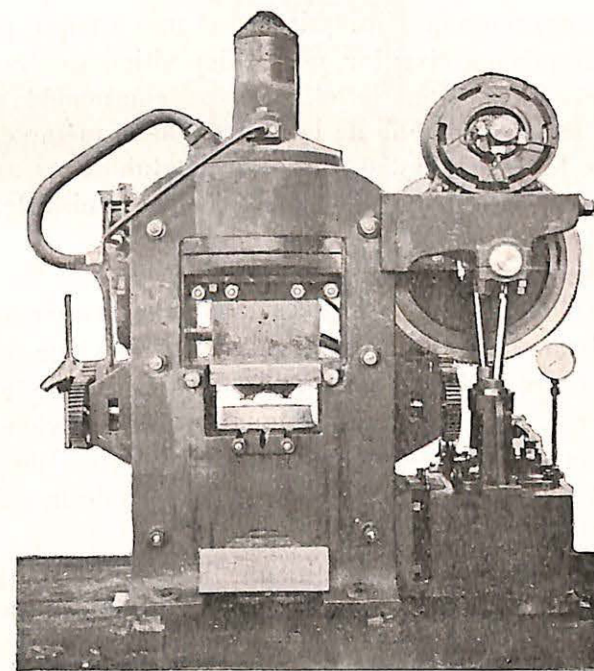


FIG. 24.

également en acier coulé et est alimenté par la pompe précitée. Le piston de ce cylindre est garni de cuir et commande directement le porte-couteau supérieur; celui-ci est très soigneusement guidé. Un petit cylindre hydraulique, visible à la partie supérieure de la figure, assure le relevage du couteau.

La pompe d'alimentation est à deux cylindres et permet un déplacement rapide de l'outil, jusqu'au moment où il entre en contact avec la pièce à couper. Si la résistance opposée par celle-ci est considérable, un des pistons se désembraye automatiquement et l'autre fonctionne seul, à une pression plus élevée.

Il convient de signaler encore la forme spéciale du couteau supérieur mobile, qui permet une attaque progressive de la pièce à cisailier, et la disposition des couteaux inférieurs fixes, dont le réglage est commandé par les rouages situés à gauche de la figure. De ce même côté, on distingue le levier de distribution et les tubulures amenant l'eau sous pression aux deux cylindres de la cisaille.

Presse à forger système Haniel et Lueg. — En examinant des photographies exposées dans la halle des machines, par la firme Haniel et Lueg, nous avons eu l'occasion de voir la reproduction d'une presse à forger imaginée par cette firme, qui a bien voulu nous autoriser à visiter dans son usine de Dusseldorf-Guafenberg, l'atelier de grosse forge où fonctionne une presse de ce genre de la puissance de 2,500 tonnes.

Notre figure 25 reproduit un dessin qui nous a été remis par le constructeur avec une notice descriptive dont nous extrayons les renseignements suivants :

La presse à forger système Haniel et Lueg comprend une presse hydraulique du modèle habituel surmontée d'un cylindre à vapeur *A* ; la tige *C* du piston qui se meut dans ce cylindre, fonctionne comme piston plongeur et pénètre à l'intérieur du plongeur principal *E*. Ce dernier transmet à la traverse mobile *H* l'action de la pression hydraulique s'exerçant sur la surface annulaire de *E*, action à laquelle vient s'ajouter l'effort variable de la vapeur admise dans le cylindre *A*.

Deux contre-plongeurs *FF* maintenus sous la pression constante de 50 atmosphères opèrent le relevage de la traverse *H* et des pistons *E* et *C*.

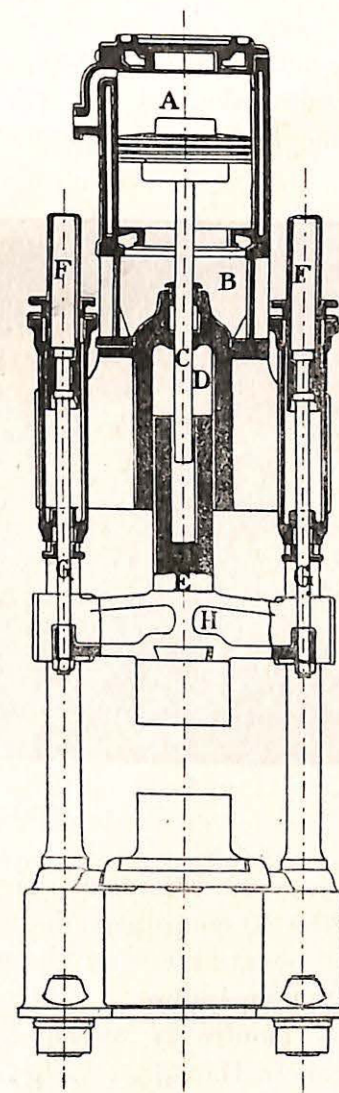


FIG. 25.

Pour amener le sommier mobile au contact de la pièce à forger, il suffit d'admettre l'eau sous pression dans le corps de presse *D*; en ouvrant une valve spéciale, on introduit ensuite de la vapeur dans *A* de façon à réaliser la pression désirée.

La rapidité des manœuvres est assurée par la liaison hydraulique qui rend solidaires les pistons de *D* et de *A* et par l'action permanente des contre-plongeurs *FF*; ceux-ci

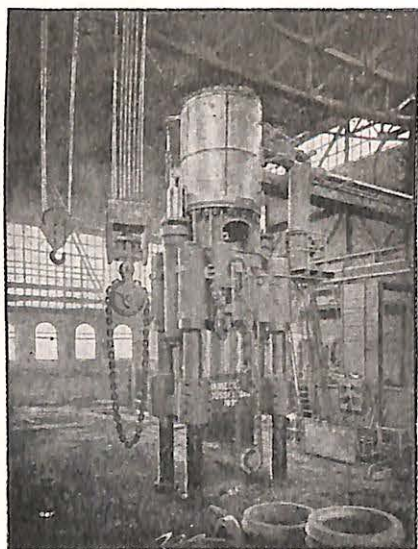


FIG. 26. — Presse à forger système Haniel et Lueg.

sont en relation avec un réservoir d'air comprimé. On obtient aisément 30 à 40 coups par minute.

Le cylindre *A* est pourvu d'une enveloppe de vapeur qui le maintient à haute température.

Notre figure 26 montre la presse de 2,500 tonnes utilisée par les ateliers Haniel et Lueg; un appareil du même système, pouvant donner 5,000 tonnes, a été fourni par cette firme aux Ateliers de la Marine Russe.

Nous avons rapporté de Dusseldorf les catalogues des produits exposés par les principales usines sidérurgiques du bassin Rhénan-Westphalien. Afin de montrer la puissance de l'outillage dont ces usines sont pourvues, nous citerons, d'après ces catalogues et d'après les notes prises sur place, quelques-unes des pièces de forge les plus remarquables que nous avons pu admirer dans les différentes halles. Dans cette nomenclature, nous ne mentionnerons pas le matériel de guerre, dont nous n'avons pu entreprendre l'étude.

USINES F. KRUPP D'ESSEN. — 1° Un arbre forgé d'une seule pièce, foré sur toute sa longueur :

Diamètre extérieur 0^m450, longueur 45 mètres.

Diamètre intérieur 0^m120, poids 52 tonnes.

Nous empruntons au rapport de M. Gouvy les renseignements complémentaires suivants, au sujet de cette pièce. Le métal qui la constitue a été fondu au creuset et le coulée de l'énorme lingot de 70 tonnes a nécessité le contenu de 1,768 creusets. Ce lingot a été forgé au moyen d'une presse de 5,000 tonnes desservie par des ponts roulants qui peuvent soulever 150 tonnes; après cette opération, la pièce brute de forge pesait encore plus de 60 tonnes et mesurait 46 mètres de longueur.

2° Un arbre de couche du transatlantique « *Kaiser Wilhelm II* », du Norddeutscher Lloyd, d'une longueur totale de 71 mètres; il comprend les pièces ci-dessous désignées, pour lesquelles nous donnerons les résultats des essais, d'après M. Gouvy (1).

(1) *Loc. cit.* p. 171.

	POIDS en kilogrammes	ESSAIS	
		Charge de rupture en kilog.	Allongement %
Pièce à six coudes en acier au nickel	114,000	60.5	21.0
Arbre de butée en acier au nickel	18,170	55.6	21.5
Cinq pièces intermédiaires en acier Martin.	66,870	54.5	24.0
Arbre porte-hélice en acier au creuset	27,160	52.1	22.0
Hélice en bronze avec moyeu en fonte	30,000	»	»
Poids total.	256,200		

3° Deux trépan casse-roc utilisés pour la régularisation du cours du Rhin. Longs de 9^m50, ils pèsent à l'état neuf 10,730 kilogrammes et ont la forme d'un gigantesque burin. Ces outils sont en acier doux forgé; la partie travaillante possède une âme en acier dur fondu au creuset. Après forgeage, cette âme atteint une longueur de 3 mètres, ce qui a permis d'utiliser un de ces trépan jusqu'à ce que sa longueur ait été réduite de 2^m50 par l'usure. Entre temps, il avait écrasé, en 165,500 coups, une couche d'ardoise et de grauwacke de 2 mètres d'épaisseur, sur une surface de 27,600 mètres carrés.

SOCIÉTÉ DE BOCHUM. — 1° Un arbre de navire, long de 32 mètres, tourné au diamètre extérieur de 0^m480 et foré au diamètre intérieur de 0^m230 ;

2° Un arbre triplement coudé, pour machine marine, du poids de 10 tonnes ;

3° Un cylindre, pour laminoir blooming, en acier forgé.

SOCIÉTÉ DE HOERDE. — 1° Deux tronçons d'un arbre de couche des transatlantiques « *Hohenzollern* » et « *Augusta-Victoria* ».

Le tronçon porte-hélice est long de 8^m800 et pèse 12 tonnes; une partie de l'arbre coudé, longue de 3^m200, atteint le poids de 14 tonnes.

2° Deux arbres triplement coudés, en acier Martin, pour les moteurs de 500 chevaux, à gaz de hauts-fourneaux, système « *Echelhäuser* » :

Longueur de manivelle. 0^m400

Longueur totale, y compris l'arbre de la dynamo 11^m160

Poids 14,737 kilog.

3° Un arbre doublement coudé, en acier Martin, pour le moteur de 1000 chevaux, à gaz de hauts-fourneaux, système « *Otto* » :

Longueur de manivelle. 0^m500

Longueur de l'arbre. 8^m840

Poids de l'arbre 10,455 kilog.

SOCIÉTÉ GUTEHOFFNUNGSHÜTTE. — 1° Un arbre de 32 mètres de long, 0^m400 de diamètre extérieur, alésé au diamètre de 0^m150, poids 32 tonnes.

Des miroirs convenablement placés permettaient aux visiteurs de s'assurer de la perfection de l'alésage; le noyau retiré lors du forage était exposé à côté de l'arbre.

2° Un cylindre de blooming en acier forgé.

MAISON HANIEL ET LUEG. — Parmi les pièces de forge exposées par cette firme, nous citerons un arbre coudé et un arbre de butée en acier au nickel du paquebot « *Kaiser Wilhelm der Grosse* ».

Tous les exposants dont il est fait mention ci-dessus ont rivalisé d'efforts pour s'assurer la clientèle des constructeurs de navires. C'est surtout pour se mettre en mesure

de satisfaire aux besoins de ces constructeurs, qu'ils ont dû augmenter la capacité de leurs fonderies et la puissance de leurs forges.

Le développement de la construction navale a donc eu, en Allemagne, des conséquences très importantes pour l'industrie sidérurgique.

Nous terminerons ce chapitre en émettant le vœu de voir établir en Belgique de nouveaux chantiers maritimes qui, tout en assurant la création d'une marine marchande nationale, ouvriraient à nos usines métallurgiques une ère nouvelle de prospérité et de progrès.

Dans un cinquième chapitre, nous pensions nous occuper des laminoirs et de leurs produits; dans ce but, nous avons étudié, d'un façon spéciale, la magnifique installation de train universel trio de la Maison Beckem et Keetman, le laminoir double-duo système Banning, l'embrayage à ressort spécial de Schwartz, les viroles de chaudières sans soudure fabriquées par le procédé « Ehrhardt », etc.

Nous possédons sur toutes ces questions des renseignements et divers plans ou croquis. Mais, nous ne pourrions ajouter que peu de chose à ce qu'en a dit M. Gouvy, dans le travail publié en 1902, par la *Revue Universelle des Mines*, et nous pouvons nous borner à renvoyer nos lecteurs à ce travail.

Au surplus, l'Exposition Universelle de Liège ne tardera pas à s'ouvrir et nous espérons y trouver de nouveaux sujets d'étude.

Décembre 1904.
