

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

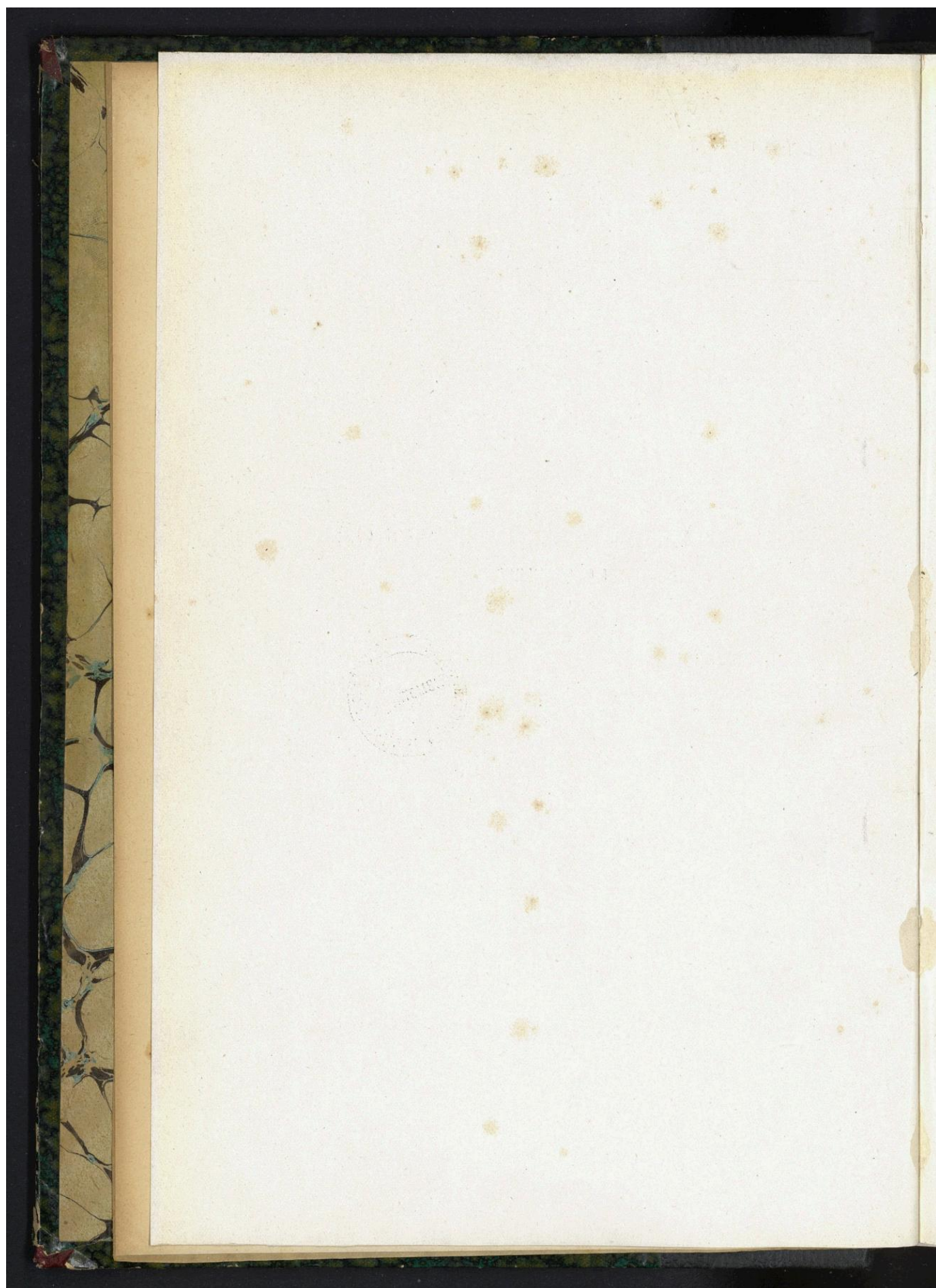
6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Exposition internationale. 1905. Liège. Section française
Auteur(s) secondaire(s)	Raty, Fernand (1863-1949) ; France : Ministère du commerce et de l'industrie (1906-1913)
Titre	Classe 64. Grosse métallurgie. Rapport
Adresse	Paris : Comité français des Expositions à l'étranger : M. Vermot éditeur, 1908
Collation	1 vol. (313 p.) : ill. ; 28 cm
Nombre de vues	314
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 629 (1)
Sujet(s)	Exposition internationale (Liège ; 1905) Métallurgie -- 1870-1914 Industries minières -- 1870-1914
Thématique(s)	Énergie Expositions universelles Matériaux
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	27/04/2023
Date de génération du PDF	19/06/2023
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE629.1

*Exposition
Internationale
de Liège*

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE
DE LIÈGE 1905



80 855

802ae 629-1

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE & DU TRAVAIL

EXPOSITION

UNIVERSELLE & INTERNATIONALE

DE LIÈGE 1905

SECTION FRANÇAISE

CLASSE 64

GROSSE MÉTALLURGIE

RAPPORT

PAR

M. FERNAND RATY

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

ANCIEN ADMINISTRATEUR DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA SOCIÉTÉ DES
HAUTS FOURNEAUX DE MAUBEUGE

MEMBRE DU COMITÉ DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

PARIS

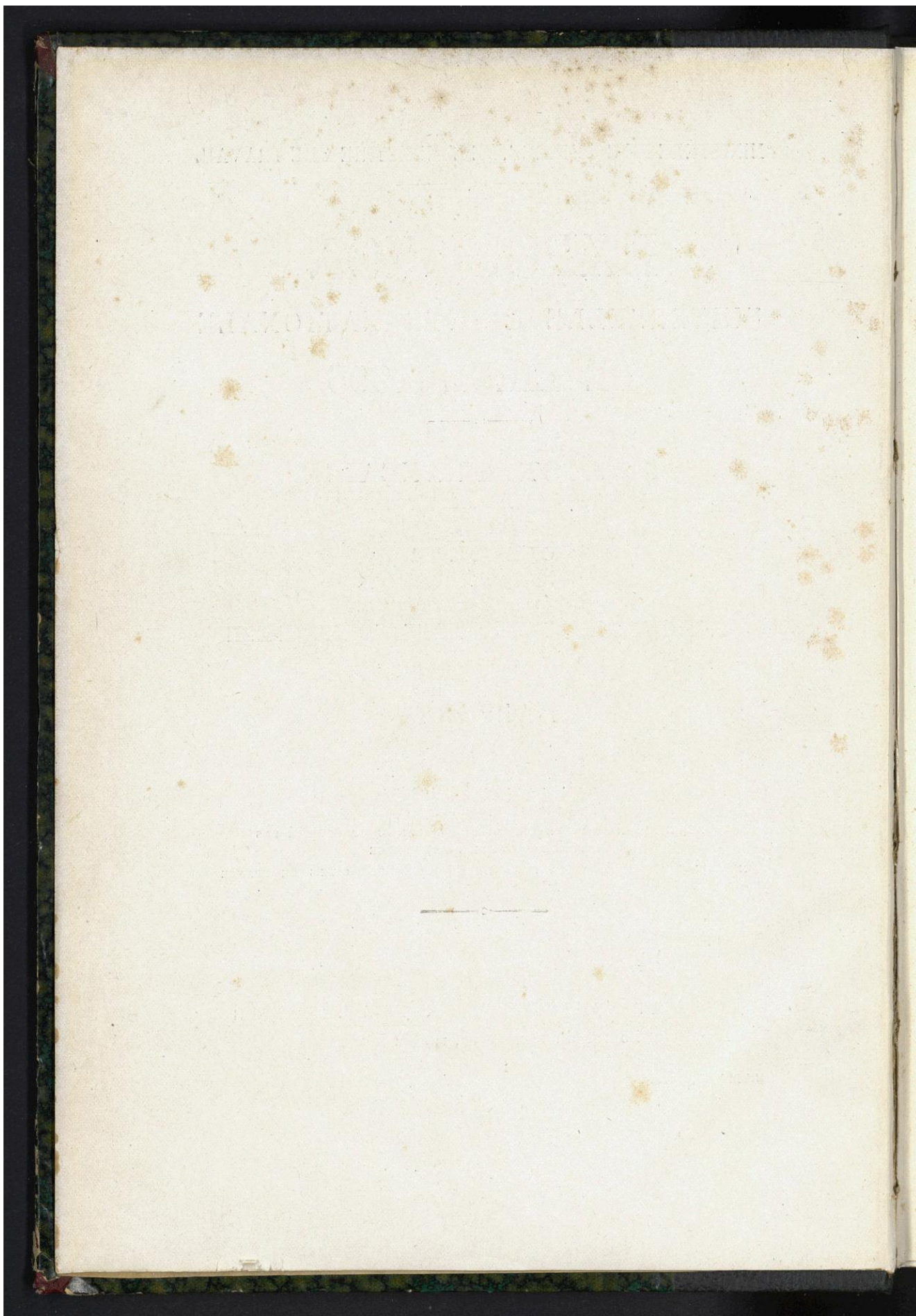
COMITÉ FRANÇAIS DES EXPOSITIONS A L'ÉTRANGER

Bourse du Commerce, rue du Louvre

1908

M. VERMOT, ÉDITEUR





GROUPE XI. - CLASSE 64

GROSSE MÉTALLURGIE

PREMIÈRE PARTIE

Exposé général

CLASSIFICATION

Après que fut décidée l'ouverture, en avril 1905, d'une Exposition Universelle et Internationale à Liège, l'Administration supérieure et le Comité exécutif belges pensèrent avec raison qu'ils ne pouvaient mieux faire, pour assurer la répartition des produits exposés en Groupes et en Classes, que d'adopter la classification si remarquablement établie par le Gouvernement français pour l'Exposition Universelle de 1900 à Paris.

Comme à cette dernière Exposition, le Groupe XI comportait les Mines et la Métallurgie (Classes 63 à 65 inclusivement) et, dans ce Groupe, la Classe 64 qui fait l'objet de ce rapport, concernait le matériel et les produits de la grosse métallurgie.

Voici l'énumération des matériel, procédés et produits qui, aux termes du Règlement général de l'Exposition de Liège, se rattachaient à la Classe 64 :

Matériel, procédés et produits des fabriques de matériaux réfractaires pour la métallurgie (briques, blocs, creusets, cornues, pisés, etc.).

Gazogènes et fours à gaz pour la métallurgie.

Modes d'application des combustibles liquides à la métallurgie.

Traitement des minerais de fer, de manganèse, de chrome. Matériel des usines à fonte : hauts fourneaux, souffleries, appareils de chauffage du vent, etc. Matériel des fonderies de fer : cubilots, souffleries et appareils divers. Fontes de fer brutes et fontes moulées. Ferromanganèses et fontes de manganèse. Alliages à base de fer. Coins et poinçons, tôles, etc.

Matériel, procédés et produits de la fabrication des fers et aciers en lingots, en barres et en feuilles ou plaques finies, ainsi que des moulages d'acier. Fours de puddlage, de réchauffage, de fusion ; marteaux, presses, laminoirs ; dispositions générales et matériel pour le procédé Bessemer acide ou basique, pour la fusion des aciers sur sole ou au creuset. Procédés divers de fabrication directe des fers et aciers avec les minerais, l'affinage des fontes, la carburation des fers.

Matériel, procédés et produits de la fabrication des fers marchands, feuillets et rubans, verges de tréfilerie, fils de fer et d'acier, fers profilés spéciaux, plaques de blindage, tôles de commerce et de construction, tôles ondulées, essieux, bandages, roues, grosses pièces de forge, tubes à canons, projectiles, tubes soudés ou sans soudure.

Armes de guerre autres que marines.

Industries des tôles zinguées, plombées, nickelées, des fers-blancs (fers-blancs brillants, ternes, moirés, décorés, imprimés ; boîtes de conserves et de cirage).

Traitements des minerais de cuivre par voie sèche et par voie humide ; matériel et procédés des usines à cuivre. Cuivre et alliages à base de cuivre en lingots, en barres, en feuilles.

Traitement des minerais de métaux divers : matériel et procédés d'obtention et de raffinage : fours de calcination, de grillage, de fusion, de distillation, de coupellation, etc. ; appareils d'amalgamation et accessoires. Étain en saumons. Zinc en saumons et en feuilles, blanc de zinc. Plomb en saumons, en feuilles, en tubes. Mercure, antimoine et ses oxydes. Nickel en lingots, battu, étiré ou laminé. Arsenic métallique. Aluminium et ses alliages. Métaux précieux ou rares. Extraction des métaux par l'aluminothermie. Alliages divers.

Matériel, procédés et produits de l'électrométallurgie pour l'obtention des métaux bruts.

Matériel et procédés du laveur de cendres d'orfèvre, de l'affineur de métaux précieux, etc.

Nous nous permettrons une seule critique au sujet de la classification : la Classe 64 comportait, comme cela se conçoit, le « matériel,

les procédés et produits de l'Électrométallurgie pour l'obtention des métaux », et il était permis au Comité d'espérer pour sa Classe une importante représentation de cette récente application industrielle de l'Électricité qui constitue la principale nouveauté en Métallurgie. La classification attribuait malheureusement en même temps à la Classe 24 (Électrochimie) la « Production et l'affinage des métaux ». Le résultat fut de réduire beaucoup le nombre de nos exposants pratiquant l'Électrométallurgie, plusieurs de ceux-ci, parmi lesquels quelques-uns nous avaient déjà donné leur adhésion, ayant préféré, pour des raisons que nous n'avons pas à juger, exposer dans la Classe 24 et être examinés par le Jury de l'Électrochimie.





ORGANISATION

Deux décrets du Ministre du Commerce, datés du 1^{er} avril 1904, avaient pour but : le premier de nommer M. Chapsal, maître des requêtes au Conseil d'Etat, directeur du Cabinet du Ministre du Commerce, aux fonctions de Commissaire général du Gouvernement français en Belgique à l'occasion de l'Exposition de Liège; l'autre de charger le Comité français des Expositions à l'étranger de procéder, sous le contrôle du Commissaire général, au recrutement, à l'admission et à l'installation des exposants de la Section française.

Un Comité d'organisation de la Section française fut alors constitué : la présidence en fut confiée à M. Alphonse Pinard, maître de forges, vice-président du Comité français des Expositions à l'étranger, et, pour permettre au Comité d'accomplir sa tâche, le recrutement et l'admission des exposants furent confiés à des Comités de Classe dont les membres ont été nommés par M. le Commissaire général.

Pour la Classe 64, le Comité fut ainsi composé :

MM.

Pierre ARBEL, administrateur-délégué des Forges de Douai et des Établissements Arbel. Conseiller des Chemins de fer de l'État.

Lucien BACLÉ, ingénieur de la maison Marrel frères, à Rive-de-Gier.

Émile BARTHE, administrateur-délégué de la Société métallurgique du Périgord, vice-président du Syndicat général des Fondateurs de France.

Charles BOUTMY, maître de forges, à Messempré (Ardennes).
 Edmond CAPITAIN-GÉNY, maître de forges, à Bussy (Haute-Marne).
 Ch. CHOLAT, administrateur-délégué des Aciéries de Saint-Étienne,
 vice-président de la Chambre de commerce de Saint-Étienne.
 Léon DOUVRELEUR, président des Conseils d'administration des
 Houillères de Saint-Étienne et des Aciéries de Firminy.
 Ad. HUGOT, directeur des Forges et Aciéries de Firminy.
 Louis JOUBERT, ingénieur, administrateur de la Société française
 pour la fabrication des tubes, à Louvroil.
 Louis LAVESSIÈRE, vice-président du Conseil d'administration de
 la Société anonyme d'Escaut-et-Meuse.
 A. LODIN, ingénieur en chef des Mines, professeur de Métallurgie à
 l'École supérieure des Mines.
 Fernand RATY, ingénieur des Arts et Manufactures, ancien admi-
 nistrateur-directeur général de la Société des hauts fourneaux
 de Maubeuge, administrateur de la Compagnie générale des Aciers
 (Belgique).
 Valère MABILLE, maître de forges, président de la Chambre de com-
 merce française de Charleroi.
 Georges VÉSIER, ingénieur des Arts et Manufactures, président
 et administrateur délégué de la Compagnie française des Métaux.

Composition du Bureau.

M. Pinard, président de la Section française, réunit le 11 juillet 1904 les membres du Comité, en vue de la constitution du Bureau de la Classe : cette réunion, présidée par M. Pinard, assisté de M. Gruner, président du Groupe XI, constitua le Bureau de la façon suivante :

<i>Président</i>	MM. Pierre ARBEL.
<i>Vice-présidents</i>	{ Ch. CHOLAT.
	{ G. VÉSIER.
<i>Secrétaire</i>	Fernand RATY.
<i>Trésorier</i>	Émile BARTHE.

Recrutement des exposants.

Aussitôt le Bureau constitué, la circulaire ci-dessous fut rédigée et adressée à tous les industriels français dont les produits se rattachent à la grosse métallurgie :

Monsieur et cher confrère,

Nous avons l'honneur de vous informer que les membres du Comité d'admission de la Classe 64 (Grosse Métallurgie) à l'Exposition Internationale de Liège en 1905, réunis le 11 juillet dernier, sous la présidence de M. Pinard, président du Comité d'organisation de la Section française, et de M. Gruner, président du Groupe XI, ont constitué leur bureau comme suit :

(suivait l'énumération des noms et qualités des Membres du Bureau)

Nous vous adressons ci-joint une demande d'admission en nous permettant d'appeler votre attention sur l'intérêt qu'il y a pour la grosse métallurgie de notre pays à être dignement et puissamment représentée à cette Exposition.

Nous ne devons pas perdre de vue, en effet, que la Belgique, qui possède des établissements métallurgiques et de constructions si remarquables, est en même temps un grand centre d'exportation ; d'autre part, tous les pays industriels s'y sont donné rendez-vous en vue de mettre en évidence les progrès accomplis.

La métallurgie française a donc un intérêt primordial à maintenir le prestige et la qualité de ses produits par une démonstration éclatante qui lui permettra de fortifier et d'augmenter ses échanges au dehors.

Nous espérons donc que vous voudrez bien vous joindre à nous et retourner, après l'avoir remplie et signée, la demande d'admission ci-incluse suivant les indications qui figurent au dos de cette demande.

Nous vous rappelons que votre demande n'est actuellement que conditionnelle, et ne deviendra définitive que lorsque vous aurez accepté les conditions qui vous seront indiquées ultérieurement par le Comité d'installation.

Sur votre demande, nous vous adresserons un exemplaire du règlement applicable aux exposants de la Section française.

Veuillez agréer, Monsieur et cher Confrère, l'assurance de nos sentiments les plus distingués.

Les Vice-présidents :
CHOLAT, VÉSIER.

Le Secrétaire :
Fernand RATY.

Le Président :
Pierre ARBEL.

Le Trésorier :
Emile BARTHE.

Cette circulaire, lancée au début des vacances, n'ayant amené que peu d'adhésions, les membres du Bureau s'efforcèrent, par des démarches personnelles auprès des métallurgistes de leurs relations, de provoquer des participations à l'Exposition en formation. La tâche n'était pas des plus faciles : on était en pleine Exposition de Saint-Louis; en même temps qu'on sollicitait les industriels d'exposer en 1905 à Liège, on annonçait l'Exposition de Milan en 1906 et on commençait à en faire prévoir une prochaine à Londres : entre toutes ces Expositions, on semblait hésiter. De plus, une exhibition de grosse métallurgie nécessite généralement de grands frais et nous devons déclarer que nous nous sommes heurtés, chez beaucoup de métallurgistes, et non des moindres, non seulement au souvenir des grosses dépenses faites en 1900, mais aussi à une certaine déception au sujet des résultats pratiques obtenus qui les incitait peu à participer pour le moment à une nouvelle Exposition.

Les vacances étaient certainement pour beaucoup dans le faible succès de la première circulaire : celles-ci passées, une seconde fut envoyée pour rappeler aux intéressés que le temps pressait pour adhérer à la Classe; elle était ainsi conçue :

MINISTÈRE DU COMMERCE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Exposition Internationale
de Liège (1905)

Paris, le 22 septembre 1904.

SECTION FRANÇAISE

Bourse de Commerce, rue du Louvre.

Comité d'admission

Groupe : XI

Classe : 64

Monsieur et cher Confrère,

Nous avons l'honneur de rappeler à votre attention notre circulaire du 20 août dernier relative à l'Exposition internationale de Liège, pour laquelle nous sollicitons votre participation dans la Classe 64 (grosse Métallurgie).

Nous vous saurions gré de nous faire connaître votre décision, que nous espérons conforme à nos désirs.

Nous recevons avis, en effet, de M. le Président du Comité d'organisation de la Section française, qu'il est nécessaire que nous indiquions pour le 1^{er} octobre, aussi approximativement que possible, la superficie éventuelle que nous estimons devoir être attribuée à notre Classe.

Ce renseignement est indispensable au Comité d'organisation : d'abord, pour poursuivre ses négociations avec l'Administration belge de l'Exposition,

ensuite pour arrêter le budget de la Section française et nous fournir en conséquence, tous éléments utiles.

La Métallurgie semble devoir occuper une place importante à l'Exposition de Liège, tant par la participation des Usines belges, que par celles des grandes sociétés d'un pays voisin qui y trouve l'occasion d'affirmer sa puissance et de se créer de plus amples débouchés commerciaux.

Persuadés que ce n'est pas en vain que nous faisons appel à votre patriotisme pour assurer à notre Métallurgie française la place et la représentation dignes de notre pays et de ses grands moyens de production, nous espérons que vous voudrez bien renvoyer le plus tôt possible, revêtue de votre signature, votre demande d'admission suivant les instructions que vous y trouverez mentionnées au dos.

Veuillez agréer, Monsieur et cher Confrère, l'assurance de nos sentiments les plus distingués.

Les Vice-présidents :
CHOLAT, VÉSIER.

Le Secrétaire :
Fernand RATY.

Le Président :
Pierre ARBEL.

Le Trésorier :
Emile BARTHE.

Le Bureau du Comité d'admission n'eut qu'à se féliciter des efforts faits pour recruter les exposants, car, en fin de compte, 27 adhérents nous promettaient leur participation : ce chiffre fut définitivement ramené à 24 à la suite du passage d'exposants dans d'autres Classes. Il eut cependant le regret de constater l'abstention complète des métallurgistes de Meurthe-et-Moselle, dont il souhaitait vivement la participation à l'Exposition de Liège, tant en raison de la place considérable et unique tenue par cette région dans la grosse métallurgie, que par l'importance des affaires traitées par elle avec la Belgique et plus spécialement avec le pays de Liège. La participation de la grosse métallurgie française à l'Exposition de Liège n'en était pas moins d'une importance assez satisfaisante, et l'on verra par le nombre des exposants des autres pays que la France y occupait, en effet, un rang honorable :

Belgique	46	exposants.
Allemagne	14	—
Suède	6	—
Angleterre	2	—
Russie	2	—
Grand Duché de Luxembourg ..	1	—
États-Unis d'Amérique	1	—



LISTE DES EXPOSANTS FRANÇAIS

Voici la liste par ordre alphabétique des exposants de la Classe 64 dans la Section française :

MM.

BOULAY (A.) et RENAUD (E.), 7, passage Saint-Pierre-Amelot, Paris.
BOUTMY et C^{ie}, à Messempré-Carignan (Ardennes).
CAPLAIN-BERGER (M.) et C^{ie}, 86, quai Jemmapes, Paris.
CHARPENTIER-PAGE, à Valdoie (Territoire de Belfort).
COMPAGNIE DES FONDERIES, FORGES ET ACIÉRIES DE SAINT-ÉTIENNE,
à Saint-Étienne (Loire).
COMPAGNIE FRANÇAISE DES MÉTAUX, 18, rue Volney, Paris.
DELATTRE (Aug.) et C^{ie}, à Ferrière-la-Grande (Nord).
HERRENSCHMIDT (H.), Le Genest (Mayenne).
JAVAL (E.-A.), 26, rue Cadet, Paris.
MARREL FRÈRES, à Rive-de-Gier (Loire).
PARTIN (H.), à Puteaux (Seine).
SARTIAUX (Romain), à Hénin-Liétard (Pas-de-Calais).
SOCIÉTÉ ANONYME DES ACIÉRIES ET FORGES DE FIRMINY, à Fir-
miny (Loire).
SOCIÉTÉ ANONYME D'ESCAUT ET MEUSE, 20, rue de l'Arcade, Paris.
SOCIÉTÉ ANONYME « LE FERRO-NICKEL », 10, rue de Louvois, Paris.
SOCIÉTÉ ANONYME DES FONDERIES ET LAMINOIRS DE BIACHE-
SAINT-VAAST, 28, rue Saint-Paul, Paris.
SOCIÉTÉ ANONYME DES FORGES DE DOUAI, 52, boulevard Hauss-
mann, Paris.

SOCIÉTÉ DU CARBORUNDUM (E. Muller et C^{ie}), 6, rue Nationale,
Ivry-Port.

SOCIÉTÉ ÉLECTRO-MÉTALLURGIQUE FRANÇAISE, à Froges (Isère).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR LA FABRICATION DES TUBES, à Louvroil
(Nord).

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MÉTALLURGIE, 45, boulevard Haussmann,
Paris.

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DU PÉRIGORD, 43, rue de Clichy, Paris.

SOCIÉTÉ « LE NICKEL », 26, rue Laffitte, Paris.

SOURLILLE (Philippe-Bernard), à Saint-Sébastien-les-Nantes
(Loire-Inférieure).





INSTALLATION DES EXPOSANTS

Le Comité d'admission, constitué alors en Comité d'installation, eut à se préoccuper de l'organisation matérielle de la Classe 64 dans les bâtiments de l'Exposition.

La surface totale demandée par nos exposants pour l'établissement des Expositions était de 492 mètres carrés.

L'emplacement assigné à la Métallurgie française se trouvait dans le Hall de l'Industrie qui, malheureusement, ne comportait que 8 mètres de hauteur sous entrain; aussi fut-on dans la nécessité de négocier pour obtenir dans la Galerie des Machines, dans le Groupe 4 (Mécanique française), un emplacement de 237 mètres carrés pour y installer les deux stands les plus importants de la Classe 64, celui de la Compagnie française des Métaux et celui de la Société d'Escaut et Meuse, qui, par leur hauteur de 16 mètres, ne pouvaient trouver place dans le Hall de l'Industrie.

La création de cette annexe fit certainement tort à l'ensemble de la Classe 64 en la privant de ces deux Expositions monumentales et si décoratives.

La surface totale occupée par la Classe 64 fut, en y comprenant les passages et chemins, de 892 m. 50, se divisant en 655 m. 50 dans le Hall de l'Industrie et 237 mètres dans la Galerie des Machines.

Un projet de budget fut alors établi pour savoir quelle était la somme à faire verser par chaque exposant : ce budget devait faire face non seulement aux frais généraux de la Classe, mais encore aux provisions à verser au Comité d'organisation de la Section

française, tant pour couvrir ses frais que pour payer le loyer des emplacements fournis par la Société ayant entrepris l'Exposition de Liège.

Après examen de la question et en se reportant aux Expositions antérieures, le Comité adopta le tarif suivant pour les provisions à demander aux exposants :

Surfaces horizontales : 120 francs le mètre carré.

Surfaces murales : 120 francs par mètre courant de cimaise, quelle que soit la hauteur.

Le Comité d'installation faisait choix, comme architecte de la Classe, d'un des architectes de la Section française, M. Henri Guillaume, et obtenait de l'Administration belge que les planchers de la galerie affectée à la Classe 64 soient établis pour une surcharge de 1.500 kilogrammes au mètre carré, au lieu de 500 kilogrammes comme il était prévu au règlement. Tout travail de consolidation du sol, en vue d'une surcharge supérieure, devait être exécuté aux frais de l'exposant, soit par ses propres moyens, soit par les soins de l'architecte de la Classe.

Le plan général de lotissement de la Section française nous fut livré le 5 février; le 18, celui de la Classe 64 était définitivement établi, les certificats d'admission définitifs envoyés aux intéressés et les versements des exposants encaissés.

Un cahier des charges pour l'installation de la Classe, le transport et la manutention des colis des exposants était établi, et après examen des offres faites par divers soumissionnaires, le soin d'assurer ce service fut confié à MM. Kaleski et Dubruel.

Un bureau fut établi dans la Classe 64 et, dès l'installation même, un agent y était en permanence, surveillant l'arrivage et la mise à pied d'œuvre des envois des exposants; pendant toute la durée de l'Exposition, il fut à la disposition des exposants pour les représenter auprès des visiteurs, et ses fonctions ne cessèrent qu'après la réexpédition de tous les colis et le règlement de toutes les affaires concernant la Classe après la clôture de l'Exposition.

L'exploitation de la Classe 64 s'effectua normalement pendant la durée de l'Exposition, et la Grosse Métallurgie française y obtint le succès qu'elle est habituée de rencontrer dans ces manifestations de l'industrie et du commerce.

BUDGET

Au point de vue financier, les recettes se montèrent au chiffre de 60.234 fr. 45.

Les dépenses, par contre, s'élevèrent à 44.254 fr. 70 ainsi décomposées :

Versement à la Section française pour loyer des terrains	30.067 fr.	50
Règlement des mémoires Kaleski et Dubruel et autres, frais d'installation de la Classe et honoraires de l'architecte.....	8.958	60
Appointements du représentant de la Classe à Liège et ses frais de voyages, bureau, etc.....	3.983	95
Participation dans les frais de gardiennage avec la Classe 65	583	30
Frais de magasinage remboursés à la Section française	252	25
Frais d'encaissement, intérêts, frais de correspondance, etc.....	409	10
	44.254 fr.	70

En considérant la nature des dépenses, on peut en déduire le classement suivant, d'après le coefficient de leur importance :

1 ^o Versement à la Section française.....	68.51 %
2 ^o Frais d'installation, entrepreneurs, architectes	20.25 %
3 ^o Frais de représentant à Liège et gardiennage.....	10.32 %
4 ^o Frais généraux d'encaissements, intérêts, timbres, télégrammes	0.92 %

Ainsi qu'on le constate par les chiffres ci-dessus, le solde disponible s'élevait à 15.979 fr. 75 : le Comité d'installation, réuni dans sa séance du 6 juillet 1906, décida qu'un remboursement de 20 %

serait fait aux exposants au prorata de leurs versements, soit 11.850 fr. 40 : le solde, après la mise en réserve d'une somme destinée à faire face aux frais d'impression du présent rapport et au règlement de quelques dépenses prévues ou imprévues, fut affecté au versement de gratifications au personnel de la Classe.

En cette même séance, qui fut la dernière, le Comité d'installation vota à l'unanimité des remerciements au Bureau pour le dévouement avec lequel il avait assuré la brillante participation de la Grosse Métallurgie française à l'Exposition de Liège.





OPÉRATIONS DU JURY

COMPOSITION DU JURY

Un arrêté du 21 juillet 1905 désignait les membres français du Jury.

La composition du Jury international était la suivante :

Jurés titulaires.

- MM. Dr WÜST, professeur à l'Académie royale technique, à Aix-la-Chapelle. (Allemagne.)
BRÉDA, Louis, ingénieur principal des chemins de fer de l'Etat en disponibilité, professeur de métallurgie à l'Université de Liège, à Koekelberg. (Belgique.)
GILLON, Auguste, professeur émérite à l'Université de Liège, à Liège. (Belgique.)
MAGERY, J., ingénieur, à La Plante (Namur). (Belgique.)
PONTIÈRE, Honoré, professeur à l'Université catholique de Louvain, à Louvain. (Belgique.)
TAHON, Victor, ingénieur civil des arts et manufactures, à Bruxelles. (Belgique.)
JOUBERT, Louis, administrateur de la Société française pour la fabrication des tubes de Louvroil, à Paris. (France).

- MM. VÉSIER, Georges, ingénieur, président de la Compagnie française des métaux. (France).
 BIAN, Em., ingénieur, directeur des hauts fourneaux Legallais-Metz et C^{ie}, à Dommeldange. (G.-D. de Luxembourg).
 DAHLERUS, C.-G., ingénieur des mines, membre du Jury, Paris, 1900. (Suède).

Jurés suppléants

- MM. ANCION, Dieudonné, industriel, à Liège. (Belgique).
 DEMARET-FRESON, Jules, ingénieur principal du corps des mines, professeur à l'école provinciale des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut, à Mons. (Belgique).
 ESCOYEZ, Louis, fabricant de produits réfractaires et céramiques, à Tertre (Hainaut). (Belgique).
 BARTHE, Emile, administrateur-délégué de la Société métallurgique du Périgord, à Paris. (France).
 RATY, Fernand, ancien administrateur-directeur général de la Société des hauts fourneaux de Maubeuge, à Paris. (France).

La répartition des présidences et vice-présidences des Jurys de Classe et de Groupe entre les diverses nations ayant pris part à l'Exposition avait été arrêtée par l'Administration belge, de commun accord avec les commissaires généraux des pays étrangers, en tenant compte, autant que possible, de l'importance des industries représentées à l'Exposition par ces pays.

Cette répartition pour la Classe 64 attribuait le siège de président à la Belgique et les deux vice-présidences à la France et à la Suède. Le secrétaire-rapporteur devait être choisi parmi les jurés belges. Le bureau du Jury fut en conséquence composé comme suit :

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| Président..... | M. Aug. GILLON (Belgique). |
| Vice-présidents | { M. Georges VÉSIER (France). |
| | { M. C. G. DAHLERUS (Suède). |
| Secrétaire-rapporteur .. | M. Louis BRÉDA (Belgique). |

Le Jury de Classe fonctionna régulièrement et sans interruption du 1^{er} août au 7 août.

Le Jury de Groupe se réunit le 14 août pour examiner et arrêter définitivement les listes de classement dressées par les Jurys de Classe : il était composé des présidents, vice-présidents et secrétaires-rapporteurs des Jurys de Classe.

Le Jury supérieur, enfin, tint ses réunions à partir du 24 août 1905, et les récompenses accordées définitivement aux exposants de la Classe 64 se décomposent suivant le tableau ci-contre.

Comme on le voit, le chiffre des exposants français était passé de 24 à 23, deux exposants ayant été renvoyés à l'examen du Jury d'une autre Classe et un autre, par contre, ayant été soumis à l'examen du Jury de la Classe 64, quoique s'étant fait inscrire primitivement dans une autre Classe.

Si nous exceptons les exposants hors concours, la proportionnalité des Grands prix est la suivante :

France	45	»	%
Suède	33.33	—	
Allemagne	21.42	—	
Belgique	16.66	—	

Elle nous montre que la Grosse Métallurgie française a su tenir à l'Exposition de Liège un rang très honorable et y remporter les succès auxquels elle est habituée.

Nous indiquons enfin ci-dessous le nombre de récompenses qui ont été attribuées par le Jury aux Collaborateurs et aux Coopérateurs dans la Classe 64 (Grosse Métallurgie) de la Section française :

Diplômes d'honneur	6
Médailles d'or	22
Médailles d'argent	25
Médailles de bronze	47
Mentions honorables	83
Total	183

Répartition des Récompenses (Classe 64)

CATÉGORIES	Belgique	France	Allemagne	Suède	Angleterre	Russie	Grand-Duché de Luxembourg	États-Unis d'Amérique
Nombre d'exposants	46	23	14	6	2	2	1	1
Hors concours	4	3	»	»	»	1	1	»
Grands prix	7	9	3	2	»	»	»	»
Diplômes d'honneur	11	2	1	2	»	»	»	»
Médailles d'or	10	6	6	1	2	1	»	»
Médailles d'argent	6	2	3	1	»	»	»	1
Médailles de bronze	5	»	1	»	»	»	»	»
Mentions honorables	3	1	»	»	»	»	»	»
Totaux	42	20	14	6	2	1	»	1



Congrès de la Métallurgie

Un Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées a été tenu à Liège, à l'occasion de l'Exposition, du 24 juin au 1^{er} juillet

Le programme des questions proposées dans la Section de Métallurgie était le suivant :

1. — Utilisation des charbons pauvres en matières agglutinantes pour la fabrication du coke.
2. — Étude du haut fourneau.
3. — Influence des corps étrangers sur les fontes et les aciers.
4. — Procédés d'élimination des poussières des gaz des hauts fourneaux en vue de leur utilisation.
5. — Ciments et briques de laitier.
6. — Utilisation des gaz pauvres à la production de la force motrice pour les laminoirs.
7. — Nouveaux procédés de fabrication d'acier sur sole.
8. — Aciers spéciaux.
9. — Forgeage à la presse et au marteau-pilon. — Trempes et recuits.
10. — Electro-métallurgie.
11. — Métallographie.

La première question a été traitée par M. HENNEBUTTE, directeur de la Société des combustibles industriels à Haine-Saint-Paul.

Sur la deuxième question, M. A. LODIN, ingénieur en chef des Mines, professeur de métallurgie à l'École supérieure des Mines, a fait une intéressante communication.

La troisième question a été traitée par M. DELVILLE, ingénieur à la Société des aciéries d'Angleur, au sujet de l'influence du titane et de l'arsenic sur les fontes et aciers.

La quatrième question a fait l'objet d'une communication de M. E. BIAN, directeur des hauts fourneaux de Dommeldange (Grand-Duché de Luxembourg), au sujet de l'épurateur qu'il avait exposé dans la Classe 64 et dont nous parlerons plus loin au cours de ce rapport.

La cinquième question a été traitée d'une part par le Dr Herman WEDDING, professeur à l'Académie des mines à Berlin et, d'autre part, par M. de Schwarz, ingénieur à Liège.

A la sixième question, se rattachent les deux communications suivantes : l'Électricité appliquée aux trains de laminoirs, par M. CREPLET, ingénieur à la Compagnie internationale d'électricité à Liège, et une autre de M. ILGNER, ingénieur à Vienne (Autriche), sur l'économie que présente l'application de l'électricité aux laminoirs par rapport à la machine à vapeur.

La septième question a été traitée par M. ACKER, ingénieur à la Société Cockerill, à Seraing, par un exposé et une critique des nouveaux procédés de fabrication de l'acier sur sole.

La huitième question a été remarquablement traitée par M. L. GUILLET, ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris.

La neuvième question a fait l'objet d'une communication de M. PIERRARD, directeur des constructions maritimes sur la double trempe des grosses pièces des machines en acier forgé.

Enfin les questions suivantes ont été traitées :

— Effet de la température de l'air liquide sur les propriétés mécaniques et autres du fer et de ses alliages, par M. HADFIELD, président de l'Institut du fer et de l'acier.

— La technique de la métallurgie microscopique, par M. LE CHATELIER, professeur au Collège de France.

— Le coupage des métaux par l'oxygène, par M. JOTTRAND, ingénieur à Bruxelles.

— Le four Cermak-Spirek pour le grillage et la calcination des minerais, par M. Vincent SPIREK.

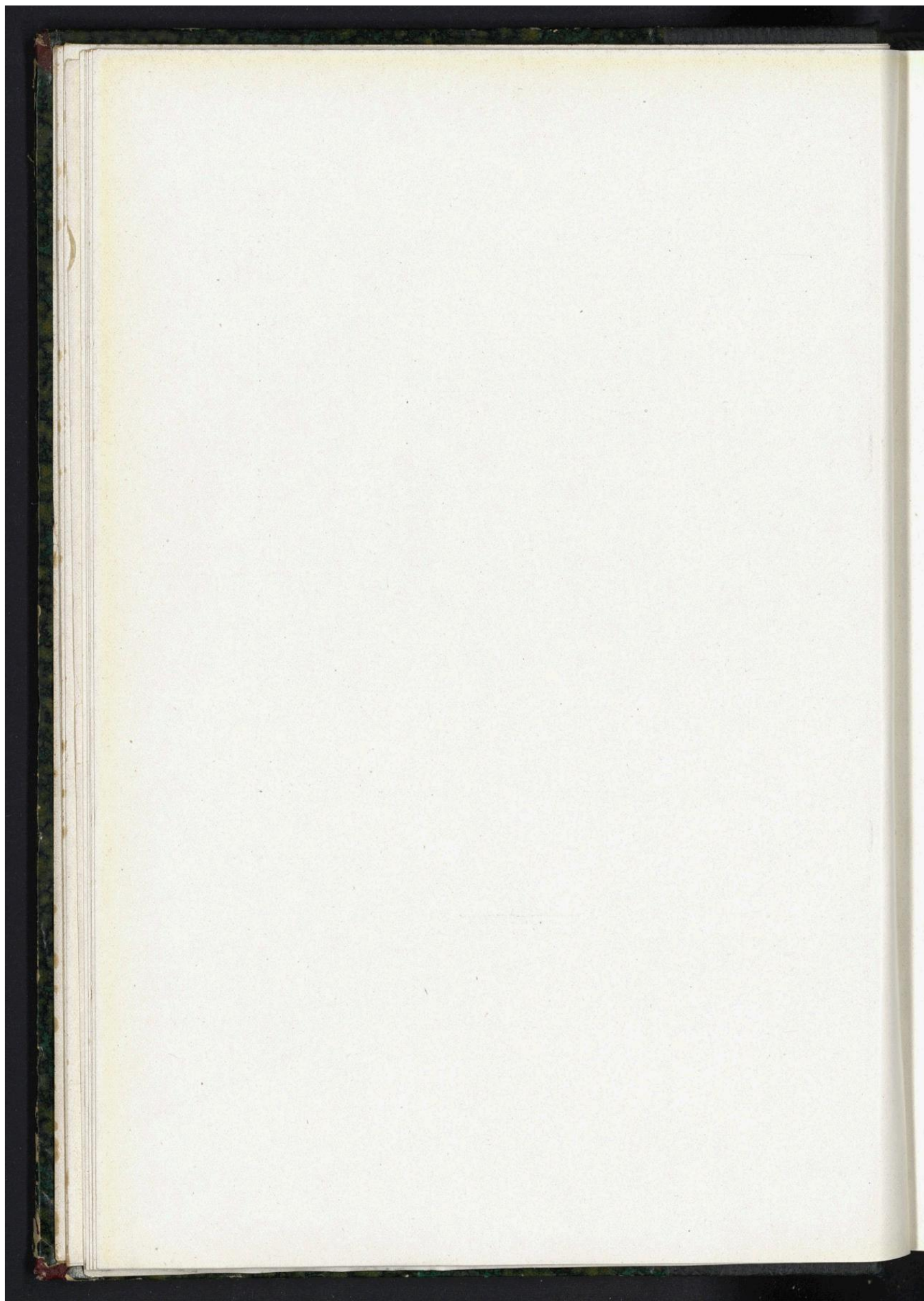
- Le four électrique en métallurgie, par M. PITAVAL, ingénieur.
- La fabrication électrique de l'acier, par M. G. GIN, ingénieur à Paris.

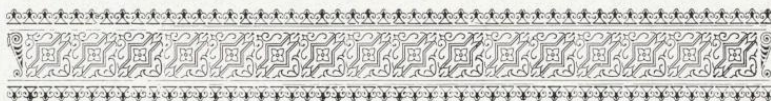
Le congrès se termina par la visite des établissements métallurgiques suivants : la Société Cockerill, à Seraing; la Société métallurgique de Sambre-et-Moselle, à Couillet; les Aciéries de Charleroi; la Société d'Ougrée-Marihaye, à Ougrée; la Société d'Espérance-Longdoz, à Liège.

Après ce rapide aperçu de l'organisation et de l'installation de la Classe 64 de la Section française, ainsi que des opérations du Jury, nous allons consacrer à chacun des exposants français et étrangers une monographie qui, le plus souvent, s'étendra plus longuement sur les moyens de production que sur la description des produits exposés eux-mêmes; il nous a semblé, en effet, qu'il serait souvent difficile de fixer longtemps l'attention du lecteur sur des produits de la Grosse Métallurgie alors qu'il est au contraire intéressant de trouver, à l'occasion de l'Exposition qui nous occupe, des renseignements sur les procédés, l'outillage ou les moyens d'action plus ou moins perfectionnés employés pour les obtenir.

Ces notices concernant les exposants seront plus ou moins longues, non seulement suivant l'importance de l'établissement et de l'intérêt qu'il présente, mais aussi, suivant le plus ou moins de renseignements qu'il nous a été donné de recueillir à leur sujet.







DEUXIÈME PARTIE

Développement de la Sidérurgie

Il nous semble intéressant de jeter tout d'abord un rapide coup d'œil sur le développement de la Métallurgie dans ces dernières années et plus particulièrement de donner des éléments de comparaison entre les résultats actuels et ceux qui ont été mis en lumière à notre grande Exposition de 1900. Bien que certains pays aient été à l'Exposition de Liège représentés d'une façon peu en rapport avec l'importance de leur industrie sidérurgique, nous nous efforcerons cependant d'indiquer par quelques chiffres les progrès de leur fabrication.

L'essor de la sidérurgie n'a cessé de se produire d'une façon continue depuis trente ans, et cela malgré quelques crises qu'une production trop active a quelquefois fait naître : cette production s'est tout particulièrement développée depuis 1880, époque où l'application du procédé de déphosphoration de Thomas et Gilchrist fut réellement mis en pratique dans nos usines modernes : cette grande découverte, qui a complètement révolutionné notre métallurgie du fer, permettant le traitement avantageux des minerais phosphoreux de Lorraine, avait pour résultat immédiat la mise en valeur et l'exploitation des gisements de cette région et la création de nombreux hauts fourneaux bientôt suivie de celle d'aciéries de plus en plus importantes.

Ce fait est mis en évidence non seulement par la production mondiale du minerai de fer, mais surtout par celle des minerais de Meurthe-et-Moselle.

La production mondiale du minerai de fer n'a cessé d'augmenter : une évaluation (très approximative et sans bases précises) fixe au chiffre de 3.300 millions de tonnes la quantité de minerai de fer employé jusqu'à ce jour dans le monde : la plus grande partie a été absorbée pendant le XIX^e siècle, car on estime à 2.000.000 de tonnes la consommation annuelle en 1800. En nous basant sur des statistiques plus réelles que celles qui ont pu permettre l'établissement des deux chiffres ci-dessus, nous constatons qu'à la fin du siècle dernier, c'est-à-dire en 1899, la production mondiale a été d'environ 80 millions de tonnes.

Cette production a continué à progresser et pour les deux dernières années la production du monde en minerai de fer a été :

En 1904, de 99.027.000 tonnes.

En 1905, de 110.069.000 —

Si nous ne considérons que les principaux pays métallurgiques, nous voyons par le tableau ci-dessous la progression constante de l'extraction du minerai de fer :

Production de minerai de fer dans les principaux pays, en milliers de tonnes.

ÉTATS	1902	1903	1904	1905	1906 (1)
États-Unis.....	35.554	35.019	35.580	42.526	47.749
Allemagne et Grand-Duché de Luxembourg.....	17.675	20.890	21.693	23.444	26.734
Grande-Bretagne.....	13.426	13.716	13.774	14.824	15.274
Espagne.....	7.778	8.171	7.837	9.414	10.144
France.....	4.924	6.120	6.910	7.395	8.481
Algérie.....	»	»	469	569	780
Russie.....	3.862	4.151	5.187	3.984	»
Suède.....	2.850	3.619	4.019	4.364	4.501
Autriche-Hongrie.....	3.254	3.101	3.191	3.574	»
Belgique.....	163	181	204	177	233

(1) Au moment de livrer ce rapport à l'impression, nous avons pu avoir les chiffres relatifs à l'année 1906 ; nous les avons joints à ceux des précédentes années : ils montrent que la progression continue.

On voit par ce tableau que la production augmente sensiblement dans tous les pays, sauf dans la Russie où la diminution n'est qu'accidentelle et tient à la crise politique et financière qui immobilise l'industrie de ce pays; quant à la Belgique, elle ne possède que peu de fer dans le Limbourg et la province d'Anvers et est tributaire de l'étranger dont elle fait venir de 3 millions à 3 millions et demi de tonnes par an.

Production de minerai de fer en France, en milliers de tonnes.

ANNÉES	MEURTHE- ET- MOSELLE	AUTRES MINES	TOTAL
1885.....	1.612	706	2.318
1886.....	1.714	572	2.286
1887.....	1.953	826	2.579
1888.....	2.261	581	2.842
1889.....	2.413	657	3.070
1890.....	2.630	842	3.472
1891.....	2.735	844	3.579
1892.....	2.926	781	3.707
1893.....	2.809	708	3.517
1894.....	3.062	710	3.772
1895.....	3.084	596	3.680
1896.....	3.441	621	4.062
1897.....	3.804	778	4.582
1898.....	3.884	847	4.731
1899.....	4.106	880	4.986
1900.....	4.446	1.002	5.448
1901.....	3.842	949	4.791
1902.....	4.129	875	5.004
1903.....	5.282	938	6.220
1904.....	5.954	1.069	7.023
1905.....	6.302	1.093	7.395
1906.....	7.256	1.225	8.481

Les chiffres de production de Meurthe-et-Moselle font apparaître encore mieux la progression et l'importance de l'emploi des minerais phosphoreux : de l'examen du tableau ci-dessus, il ressort que pour la France, l'accroissement de tonnage de minerai extrait depuis l'année 1885, époque où le procédé Thomas commença à être en plein fonctionnement, provient à peu près exclusivement de Meurthe-et-Moselle.

Remarquons en passant que, en ce qui concerne la production de Meurthe-et-Moselle, l'accroissement de l'année 1906 sur 1905 tient surtout au développement de la production du riche bassin de Briey, découvert il y a quelques années seulement et dont la mise en exploitation commence à peine. Cette mise en exploitation, par suite de la profondeur à laquelle se trouvent les couches de minerai et aussi des venues d'eau rencontrées, nécessite des installations considérables et très coûteuses auxquelles la Métallurgie française n'était pas habituée jusqu'ici : fonçages de puits, installations d'exhaure, d'aérage, machines d'extraction, etc...

Huit sociétés métallurgiques extraient déjà du minerai de leur exploitation : la production de ce bassin de Briey est passée de 2.352.849 tonnes en 1905 à 3.084. 586 en 1906, tandis que celle du bassin de Nancy a diminué de 30.462 tonnes et que celle du bassin de Longwy est passée de 1.989.456 à 2.130.346 (il ne faut pas oublier qu'en 1905 une grève très longue a considérablement ralenti l'extraction dans ce bassin).

Les frais considérables qu'exige la mise en valeur du bassin de Briey nécessitent une grande production et rendent par suite l'exportation indispensable. Celle-ci qui était de 1.008.838 tonnes en 1905, est passée à 1.250.000 tonnes en 1906. Ce chiffre s'accroîtra certainement avec l'augmentation de la production qui va se manifester.

Il peut être intéressant, pour se rendre compte du mouvement ascendant continu de la métallurgie du fer, de jeter un coup d'œil sur les chiffres ci-dessous de la production de la fonte dans le monde entier :

Production de la fonte dans le monde entier.

Production moyenne de 1871 à 1875.....	14.171.111 tonnes.
— — — 1881 à 1885.....	20.687.043 —
Production moyenne de 1886 à 1890.....	24.282.375 —
— — — 1891 à 1895.....	26.750.405 —
— — — 1896 à 1900.....	36.689.545 —
Production totale..... 1903.....	46.426.120 —
— — — 1904	46.069.501 —
— — — 1905.....	54.060.783 —
— — — 1906.....	60.858.400 —

Quant à la production mondiale du fer et de l'acier, elle est évaluée pour 1904 à 44.563.632 tonnes et, pour 1905, à 55.350.000 tonnes, sur lesquelles il n'y a plus guère que 3.500.000 tonnes de fer.

Y a-t-il lieu de redouter qu'un jour vienne où la production excèdera la consommation? Cela n'est pas probable, car outre la consommation exigée par la construction des ponts, des charpentes, etc., on peut estimer que le réseau ferré du monde est loin d'être ce qu'il sera dans un quart ou dans un demi-siècle : et c'est là le grand débouché de l'industrie du fer tant pour la fourniture des rails que des accessoires divers, rivets, boulons, éclisses et matériel roulant : l'entretien de cet équipement exige également une grosse consommation de métal.

La construction navale, elle aussi, ne cesse de se développer; de nouvelles industries se créent, des installations minières sont faites qui nécessitent des chaudières, des machines, des installations d'extraction, d'aérage ou d'épuisement, etc.

PROGRÈS APPORTÉS DANS LES INSTALLATIONS ET LA FABRICATION

Quels sont les perfectionnements apportés par les métallurgistes dans leur industrie?

Sous l'effet de la concurrence de plus en plus active et de la montée incessante des salaires, le but cherché par tous les fabricants de métal fut tout d'abord la diminution du prix de revient par l'installation de manutentions plus économiques et par une production plus intensive des hauts fourneaux existants.

L'exemple, d'ailleurs, leur était donné par les États-Unis, l'Angleterre, l'Allemagne et ce fut, tout naturellement, les usines nouvelles qui, procédant à des installations entièrement neuves et sur terrain neuf, furent appelées les premières à emprunter aux pays ci-dessus les perfectionnements qu'ils avaient si heureusement introduits dans leur industrie.

Tout d'abord ce fut l'installation de manutentions mécaniques : d'une façon générale la distribution de la force motrice aux différents engins fut réalisée par l'emploi de l'électricité fournie par une station centrale d'importance plus ou moins considérable. Les anciens outils de levage, grues fixes ou roulantes, furent remplacés autant que possible par le pont roulant électrique; on trouve celui-ci dans toutes les halles de convertisseurs Bessemer ou Thomas, aussi bien que pour desservir les fours Martin : les fonderies de fonte ou d'acier sont également desservies par des ponts roulants électriques; la manutention des produits finis ou des lingots se fait aussi avantageusement à l'aide de cet outil si maniable : la vitesse de translation varie de 80 à 140 mètres à la minute, la vitesse de levage de 20 à 50 mètres.

Indépendamment des ponts roulants, les monte-charges, les pompes, les machines-outils de l'atelier de réparation, les petits trains de laminoirs d'abord, de plus puissants ensuite, ont été actionnés par l'électricité; la traction des transporteurs divers, bennes, wagonnets, etc..., fut réalisée électriquement : l'établissement des voies dans les usines fut soigneusement étudié pour obte-

nir en même temps que le minimum de manutention le travail le plus méthodique.

Ces progrès furent appliqués surtout depuis 1900, année où fut présenté le premier moteur à explosion de forte puissance utilisant directement le gaz de hauts fourneaux. Depuis, des progrès considérables furent réalisés et le cadre de ce rapport ne nous permet pas d'entrer à ce sujet dans de plus amples détails ni d'énumérer les différents moteurs qui se disputent à l'heure actuelle la faveur des maîtres de forges.

Ce fut là le plus important des perfectionnements apportés depuis plusieurs années à la grosse métallurgie, perfectionnement dont l'application n'eut plus aucune raison d'être retardée du jour où le problème de l'épuration des gaz fut lui-même résolu, au point d'obtenir pratiquement moins de 0,10 gramme de poussières par mètre cube de gaz. L'emploi du gaz directement dans le moteur à explosion permettant d'obtenir une puissance trois ou quatre fois plus grande que par son emploi comme combustible sous les chaudières, on vit bientôt les principales usines, telles que les aciéries de Jœuf, celles de Longwy, de Micheville, de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, les aciéries de la Marine, celles du Creusot, la Société M. Raty et C^{ie}, les hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson, tant à Pont-à-Mousson qu'à leurs nouvelles installations d'Auboué, posséder d'importantes stations de moteurs à gaz actionnant soit des machines soufflantes, soit des dynamos de forte puissance constituant la station centrale d'électricité.

L'énumération des sociétés étrangères qui ont fait de semblables installations nous entraînerait trop loin : on peut considérer que toutes les grandes usines métallurgiques d'Allemagne, du Grand-Duché de Luxembourg et des États-Unis possèdent des stations centrales d'électricité dont la force motrice provient des moteurs à gaz de hauts fourneaux.

Fonte. — A côté de l'amélioration de la manutention on a cherché aussi, nous l'avons dit, l'augmentation de production du haut fourneau.

A cet effet on a, depuis 1900 particulièrement, augmenté la capacité des hauts fourneaux, augmenté la pression du vent soufflé, en même temps que la température de celui-ci pouvait être portée à un degré supérieur par l'accroissement des dimensions des appareils Cowper.

Les anciens hauts fourneaux de l'Est de la France, hauts de 16 à 20 mètres, ont vu leur production dépasser notablement le chiffre de 60 tonnes par vingt-quatre heures que l'on considérait autrefois comme si remarquable; mais au fur et à mesure qu'ils sont mis hors feu et reconstruits, on leur donne des hauteurs de 24 à 27 mètres et on les munit de creusets de 3 mètres à 3 mètres 75 de diamètre : tels sont les derniers construits aux aciéries de Longwy, de Michéville, d'Homécourt, de Neuves-Maisons, aux usines de Jarville (Société du Nord et de l'Est) et d'Auboué. Comme en Amérique et en Allemagne, ces hauts fourneaux sont généralement protégés par un fort blindage métallique muni de boîtes à refroidissement d'eau courante.

Les monte-charges ont dû être établis à marche rapide pour l'alimentation de ces hauts fourneaux : ils sont soit verticaux, soit du système automatique Welmann à plan incliné.

Le nombre et la puissance des machines soufflantes ont été augmentés — elles peuvent toutes se porter secours en cas d'accident et d'arrêt d'une machine d'un haut fourneau — leur nombre est toujours supérieur à celui des hauts fourneaux : la pression du vent, de 18 à 20 centimètres, est passée à 22, à 28 centimètres — le vent est chauffé à 800 degrés dans des appareils Cowper qui atteignent maintenant des hauteurs de 30 mètres.

L'emploi de plus en plus grand des minerais du bassin de Briey, récemment découvert, et dont la mise en exploitation, comme nous l'avons dit plus haut, commence seulement, permettra par leur richesse d'augmenter sans doute encore la production, en même temps qu'on obtiendra par la diminution de la consommation du coke par tonne de fonte produite, une diminution du prix de revient.

Cette question du coke, si importante pour la métallurgie de la fonte, a donné naissance chez les métallurgistes du Nord et de l'Est de la France à une initiative remarquable : de nombreux sondages ont été entrepris par eux, au prix de millions, au sud du bassin actuellement reconnu et exploité au Nord et au Pas-de-Calais, ainsi qu'en Meurthe-et-Moselle sur le prolongement présumé du bassin de Sarrebrück. Ces sondages ont démontré l'existence de couches de houille, à une assez grande profondeur, il est vrai. Les demandes en concessions sont déposées et il ne dépend plus que de l'Administration supérieure et du Gouvernement que la mise en exploitation de gisements nouveaux fasse que dans quelques années la métal-

lurgie française ne soit plus tributaire, pour 14 ou 15 millions de tonnes annuellement, des mines étrangères.

Acier. — Là également les améliorations consistent dans les perfectionnements apportés à la manutention et au mouvement des matières et dans la recherche d'une production plus intensive.

L'usage des mélangeurs de fonte dans le but d'obtenir une désulfuration assez importante et d'avoir une composition moyenne du métal liquide s'est généralisé — toutes les aciéries en possèdent généralement deux — leur capacité varie de 100 à 200 tonnes et plus. Les aciéries de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, dans leur usine de Neuves-Maisons, en possèdent un de 220 tonnes qui est chauffé.

On a augmenté aussi la capacité des convertisseurs qui de 8 à 10 tonnes ont atteint des capacités de 16 à 20 tonnes : la production par appareil est plus grande qu'il y a quelques années et on arrive quelquefois au chiffre de 30 à 35 opérations par vingt-quatre heures.

Les fours Martin n'ont pas subi de modifications importantes; les fours de 25 à 40 tonnes sont généralement usités; le nombre des coulées est de 2 à 3 par vingt-quatre heures; les chargeurs mécaniques Wellmann sont très employés.

La compression de l'acier pour obtenir une plus grande homogénéité et moins de soufflures est pratiquée au Creusot par le procédé Whitworth, aux aciéries de Saint-Étienne par le procédé Harmet (nous en rendrons compte au sujet de l'Exposition des Aciéries de Saint-Étienne); la Société française pour la fabrication des tubes à Louvroil (Nord) obtient, comme nous le verrons plus loin, un résultat analogue par la force centrifuge au moment de la coulée du lingot creux destiné à être converti en tube.

On a poursuivi les tentatives faites pour traiter, dans des fours Martin ou dérivés du procédé Martin, la fonte liquide prise directement au haut fourneau et pour fabriquer l'acier dans des conditions de prix de revient qui en permettent l'emploi dans le laminage des produits ordinaires : poutrelles, plats, cornières, aciers marchands, etc... On connaît déjà à ce sujet le procédé Bertrand-Thiel, imaginé et employé aux usines de la Prager Eisen-Industrie Gesellschaft, à Kladno (Bohême), qui produit ainsi 100 tonnes environ de lingots par jour. Ce procédé fut essayé aux Usines du Creusot.

Plus récent est le procédé Talbot mis en œuvre pour la première

fois à la fin de l'année 1899 aux aciéries de Pencoyd (Pensylvanie).

Dès que l'on put avoir connaissance des premiers résultats obtenus, c'est-à-dire dès le début de l'année 1900, la Société des hauts fourneaux de Maubeuge, dont le rapporteur soussigné était alors administrateur-directeur général, envoya un ingénieur en mission aux usines de Pencoyd et, après études et examen, un contrat passé avec M. Benjamin Talbot assurait à la Société des hauts fourneaux de Maubeuge l'emploi de ce procédé; la fusion de cette Société avec celle de Senelle-Maubeuge à Longwy eut pour résultat l'établissement dans cette dernière localité de l'aciérie primitivement étudiée pour Maubeuge. C'est la seule application faite en France du procédé Talbot : elle semble donner toute satisfaction pour la fabrication de l'acier; le four est un four oscillant genre Welmann, de 150 tonnes de capacité.

Des installations Talbot furent faites à peu près à la même époque en Angleterre, à Frodingham, à Cardiff, etc.

Disons succinctement que le procédé consiste à affiner une première charge, puis lorsque le degré de décarburation est atteint, de couler 25 à 35 pour cent de la charge dans la poche de coulée et de remplacer immédiatement le métal coulé par de la fonte liquide provenant directement du haut fourneau : une réaction assez violente se produit dans le four à ce moment. La décarburation est encore accélérée par l'addition de minerais de fer, de battitures et de scories, ce qui a pour résultat de donner un rendement supérieur à la charge de fonte. Ce rendement est de 105 à 107 pour cent : la déphosphoration est obtenue par l'addition de chaux.

— La fabrication de l'acier au four électrique s'est développée depuis 1900, mais ce procédé spécial n'est, on le comprend, employé que pour la production d'aciers de qualité supérieure et destinés à des emplois spéciaux, à la fabrication des outils principalement. Nous aurons au cours de ce rapport à en parler à l'occasion de l'Exposition de la Société Electro-métallurgique française qui emploie dans ses usines de Froges et La Praz le procédé Héroult, et aussi au sujet de la Metallurgiska Patentaktiebolaget, à Stockholm, qui, dans ses usines de Gysinge, produit par le procédé Kjellin de l'acier spécial pour outils.

Indépendamment de ces deux usines, l'acier est produit par le four électrique à Kartfors, en Suède, par le procédé Héroult; à Turin par le four Hassano; à l'usine de Plattenberg (Westphalie)

par le procédé Gin; à l'usine de Livet par le four Keller, ainsi qu'aux aciéries d'Unieux; à Ugine (Savoie), à Courtin (Suisse), à Grub-Isle (Allemagne), par le procédé Girod.

Les usines de Saint-Jacques, à Montluçon, et le Creusot poursuivent aussi des essais.

Moulages en fonte ou en acier. — Les moulages en fonte se font soit en employant la fonte de première fusion, principalement pour les tuyaux, soit la fonte provenant d'une deuxième fusion au cubilot : quelques perfectionnements ont été apportés aux cubilots au point de vue du soufflage, de la production et de la diminution du combustible par rapport au poids de métal fondu produit.

Le moulage mécanique est de plus en plus employé surtout, pour les pièces en séries : les machines sont nombreuses : beaucoup de fonderies créent les leurs.

La fonderie d'acier se développe constamment par suite des progrès réalisés dans cette fabrication qui permet, dans la plupart des cas, de substituer le moulage d'acier aux anciennes pièces forgées.

Le plus grand nombre des usines emploient le four Martin; le petit convertisseur acide de 1.500 kilos à 4.000 kilos est aussi beaucoup employé et tend à l'être de plus en plus.

Les réparations des défauts, comme dans la fonderie de fonte d'ailleurs, se font par la soudure autogène, la soudure oxyacétylénique ou la soudure électrique.

Le moulage d'acier au creuset, pratiqué dans plusieurs usines en Allemagne, n'existe que dans une seule en France; plusieurs usines possèdent des fours à creusets, mais l'acier produit est destiné à la fabrication des outils.

Laminaires. — Les bloomings sont de plus en plus puissants : tous sont des duos avec machines réversibles de forte puissance atteignant 12.000 chevaux. On y pratique le dégrossissage de lingots allant jusqu'au poids de 3.000 kilogrammes : la production moyenne de ces trains peut atteindre 600 tonnes par vingt-quatre heures.

La manutention des lingots, blooms ou billettes, se fait de plus en plus à l'aide d'appareils ou de rouleaux commandés électriquement.

Pour le laminage des fers à planchers, rails et profilés divers, les trains se font toujours plus puissants et sont, pour les rails ou gros profilés, des duos réversibles; la vitesse de rotation est considérable.

ment augmentée et la longueur de la barre laminée atteint souvent 40 et 50 mètres.

Les trans à tôles du type duo actionnés par des machines réversibles développant jusqu'à 12.000 chevaux ont des cylindres qui, comme celui exposé par les Établissements Delattre et C^{ie} et destiné au Creusot, atteignent 4 m. 250 de longueur de table, 1 m. 200 de diamètre et dont le poids dépasse 43.000 kilogrammes.

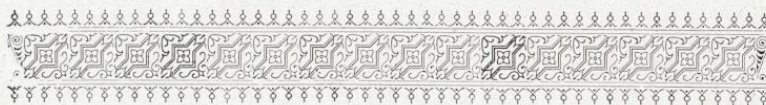
En tôles de 4 mètres de largeur, la longueur de laminage atteint 20 à 25 mètres avec des épaisseurs de 10 à 50 millimètres.

Forgeage. — Des progrès considérables ont été faits dans l'industrie du forgeage; les marteaux-pilons et les presses à forger ont des puissances remarquables et peuvent forger des pièces dont le poids atteint 120 tonnes. Le pilon de 100 tonnes et la presse de 6.000 tonnes se remarquent dans plusieurs grands ateliers de forgeage.

Depuis les perfectionnements apportés dans l'artillerie, de remarquables et coûteuses installations de trempe pour canons et blindages ont été faites.

L'emploi des aciers spéciaux tels que : aciers au nickel, au nickel-chrome, au manganèse, etc., se généralise de plus en plus dans la fabrication des pièces de forge de moyennes et petites dimensions, notamment les tubes et manchons pour canons, les essieux coudés pour locomotives, les arbres pour machines marines, le matériel de guerre, les pièces pour automobiles, etc.





Fontes, Fers et Aciers

FRANCE

STATISTIQUES DE LA PRODUCTION

Fonte. — Si nous jetons un coup d'œil sur les productions de fonte, nous constatons une augmentation à peu près constante : la production était en 1885 de 1.630.000 tonnes avec 132 hauts fourneaux à feu. Nous passons sur les productions des années suivantes jusqu'en 1899, ne voulant examiner que le développement de la métallurgie depuis la dernière Exposition :

La production fut :

En 1899 de	2.578.401 tonnes avec	113 hauts fourneaux en activité.
En 1900 de	2.714.298	— 124 —
En 1901 de	2.388.823	— 110 —
En 1902 de	2.404.974	— 105 —
En 1903 de	2.840.517	— 114 —
En 1904 de	2.974.000	— » —
En 1905 de	3.076.712	— 116 —
En 1906 de	3.319.032	— » —

La consommation totale de minerai de fer a été en 1905 de 8.191.000 tonnes dont 52.000 tonnes provenant d'Algérie, 2.100.000

tonnes importées de l'étranger et 6.039.000 tonnes de minerai indigène : la majeure partie de ce minerai (exactement 87 %) est du minerai hydroxydé oolithique.

La presque totalité de la fonte produite est de la fonte au coke : il n'existe plus en France que 6 hauts fourneaux au bois ou mixtes.

Comme on le voit par le tableau ci-dessus, la production moyenne par haut fourneau a considérablement augmenté : de 4.400 tonnes en 1870, elle est passée à 24.800 tonnes en 1903 et elle est actuellement en moyenne de 32.400 en Meurthe-et-Moselle, de 34.700 dans le Pas-de-Calais, de 31.700 dans le Nord, et enfin de 27.700 pour la moyenne d'ensemble des hauts fourneaux en France.

✚ Pour les autres pays cette production moyenne annuelle est passée :

Allemagne	de	6.400	à	41.000 T.
États-Unis	—	6.344	—	95.000 —
Angleterre	—	9.120	—	26.100 —
Belgique	—	13.380	—	34.745 —

Fer et acier. — Depuis 1899 la production des lingots d'acier au convertisseur et au four Martin a suivi la progression suivante :

ANNÉES	LINGOTS AU CONVERTISSEUR	LINGOTS AU FOUR MARTIN	TOTAL
	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1899.....	879.181	619.845	1.499.026
1900.....	919.283	645.881	1.565.164
1901.....	816.677	608.674	1.425.351
1902.....	959.097	609.206	1.568.303
1903.....	1.161.954	677.674	1.839.628
1904.....	1.355.309	740.300	2.095.609
1905.....	1.483.710	756.574	2.240.284
1906.....	1.536.562	834.815	2.372.377

Le nombre des usines qui produisent des lingots se monte à 69, comprenant 20 convertisseurs Bessemer acide, 34 convertisseurs

Thomas et 103 fours Martin en activité. Les plus importantes de ces usines sont celles de Jœuf (de Wendel et C^{ie}), Micheville, Mont-Saint-Martin (aciéries de Longwy), Homécourt (aciéries de la Marine), Neuves-Maisons (aciéries de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons), Pompey, Frouard, en Meurthe-et-Moselle; de Denain (forges de Denain et Anzin), de Trith-Saint-Léger (aciéries du Nord et de l'Est), de Hautmont (forges de la Providence) dans le Nord; du Creusot (Saône-et-Loire); d'Isbergues (aciéries de France) et d'Outreau dans le Pas-de-Calais; de Saint-Etienne, Firminy, Saint-Chamond (aciéries de la Marine), des Etaings, de Lorette, dans la Loire; de Trignac dans la Loire-Inférieure; du Boucau (aciéries de la Marine) dans les Landes; de Saint-Jacques Montluçon (aciéries de Châtillon-Commentry), dans l'Allier; de Bessèges et Tamaris (forges d'Alais) dans le Gard.

Constatons en passant non seulement l'importance prépondérante de l'acier Thomas qui, en 1906, fournit à lui seul un tonnage de 1.428.525 tonnes d'acier contre 834.815 d'acier Martin et 108.037 d'acier Bessemer, mais aussi ce fait que cette production vient en presque totalité du département de Meurthe-et-Moselle qui a produit 1.178.297 tonnes d'acier Thomas.

FER ET ACIER SOUDÉS. — La statistique, on le sait, rattache à la catégorie fer soudé les produits jadis considérés comme acier à raison de leur nature, mais obtenus par puddlage, affinage ou réchauffage. La production des fer et acier soudés a été depuis 1899 la suivante :

Années	Production en Tonnes
1899	833.856
1900	708.274
1901	567.155
1902	639.610
1903	589.910
1904	661.800
1905	669.841
1906	736.918

Le chiffre de la production en 1899, supérieur de 70.000 tonnes à celui des années précédentes et de plus de 100.000 tonnes aux chiffres des années suivantes, est dû à la demande exceptionnelle

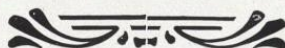
de produits sidérurgiques à cette époque : l'année 1906 aussi a vu une grande demande de métal se produire : il y a lieu de croire qu'en présence de l'emploi toujours plus grand de l'acier, le chiffre de production du fer présentera plutôt une tendance à la diminution.

Il est intéressant de faire remarquer la place occupée par le département du Nord dans la production du fer; en effet, sur les 49 usines utilisant encore des fours à puddler, 20 sont situées dans le Nord, possédant 114 fours à puddler sur 211 existants : sur les 547.000 tonnes de fer produites en 1905, 275.500 c'est-à-dire 41 pour cent proviennent des usines du département du Nord.

ACIER FONDU OUVRÉ. — Dans cette catégorie sont rangés les rails éclisses et traverses; les bandages de roues; les aciers marchands, les tôles et larges plats; les pièces de forges; les moulages d'acier.

La production depuis 1899 a été la suivante :

ANNÉES	ACIER THOMAS OU BESSEMER	ACIER MARTIN	AUTRES ACIERS	TOTAL
	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1899...	732.074	475.780	31.806	1.239.660
1900...	702.304	493.856	30.377	1.226.537
1901...	696.197	456.793	22.464	1.175.454
1902...	772.370	450.500	22.936	1.245.806
1903...	767.727	514.924	23.058	1.305.709
1904...	919.202	476.299	11.650	1.407.151
1905...	914.300	515.400	12.400	1.442.100
1906...	»	»	»	1.454.456





Description des Expositions

Nous allons maintenant donner quelques indications générales sur les usines ayant participé à l'Exposition de Liège, en nous efforçant de faire ressortir l'importance de leurs établissements au point de vue métallurgique, ainsi que faire une description rapide de leur Exposition.

Nous regrettons vivement, nous l'avons dit, de n'avoir pas, par suite de leur abstention de l'Exposition de Liège, à parler des grandes usines de l'Est qui ont dans la production sidérurgique française une importance si prédominante.

COMPAGNIE DES FONDERIES, FORGES ET ACIÉRIES DE SAINT-ÉTIENNE, à Saint-Étienne (Loire).

Cette Société a consacré son Exposition à Liège à la démonstration des résultats que permet d'obtenir son procédé spécial de compression de l'acier par tréfilage en lingotière conique. Avant d'examiner en détail cet ingénieux procédé, il nous paraît intéressant de donner quelques indications sur les établissements de Saint-Étienne, sur leurs moyens de production et leurs fabrications.

La Compagnie des Fonderies, Forges et Acieries de Saint-Étienne a été fondée le 25 septembre 1865. M. Charles Cholat, ancien élève de l'École Polytechnique, en est l'administrateur-délégué depuis 1876. Son capital primitif de quatre millions n'a

jamais été modifié, mais les augmentations de matériel qui se sont constamment poursuivies, grâce à de larges prélèvements sur les bénéfices annuels, ont permis la création d'un outillage qui donne à l'usine du Marais, à Saint-Étienne, une capacité de production de 35.000 tonnes par an et la possibilité d'occuper un personnel de 2.500 ouvriers.

L'usine du Marais se livre aux fabrications suivantes : aciers et fers forgés et laminés marchands, tôles de fer et d'acier, bandages, essieux droits, essieux coudés, roues montées, pièces de forge, arbres de marine droits et coudés, aciers moulés, et enfin matériel de guerre. C'est pour le matériel de guerre que son procédé de compression de l'acier a naturellement apporté le progrès le plus considérable, ce procédé étant tout spécialement précieux quand il s'applique à un métal qui doit satisfaire à des essais difficiles et élevés ; mais bien avant cette invention dont l'application remonte à l'année 1900, la Compagnie des Aciéries de Saint-Étienne avait acquis une renommée incontestée comme fournisseur de matériel de guerre, blindages en acier cimenté et non cimenté, obus de rupture et de semi-rupture, tubes, frettes et manchons pour canons de tous calibres, réservoirs de torpilles, etc., produits qui ont fait l'objet de nombreuses commandes, non seulement du Gouvernement français, mais aussi des Gouvernements espagnol, portugais, italien, russe et japonais.

Comme outillage ces usines possèdent : huit fours Martin, dix fours à puddler, 45 fours à réchauffer, sept fours à recuire, six laminoirs à tôles, deux trains pour aciers marchands, deux laminoirs à bandages, 18 marteaux-pilons depuis 500 kilos de masse frappante jusqu'à 65.000 kilos.

Depuis l'année 1900 les installations suivantes ont été faites :

1^o L'installation des presses à comprimer l'acier après la coulée : huit de ces presses permettant de comprimer des lingots pesant jusqu'à 13.500 kilos ont été installées successivement, et à l'heure actuelle on procède à l'installation d'une presse permettant de comprimer des lingots de 20 à 25.000 kilos.

2^o L'installation d'une grosse presse de 4.000 tonnes achevée en 1904 et destinée à forger et à gabarier.

3^o L'installation d'un atelier pour la cémentation des blindages à l'aide d'appareils de trempe perfectionnés.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la Compagnie des Fonderies, Forges et Aciéries de Saint-Étienne n'avait exposé, en dehors de

quelques spécimens de ses obus et d'un réservoir à air comprimé pour torpilles, que des objets destinés à mettre en évidence les progrès remarquables obtenus dans ses usines par l'invention du

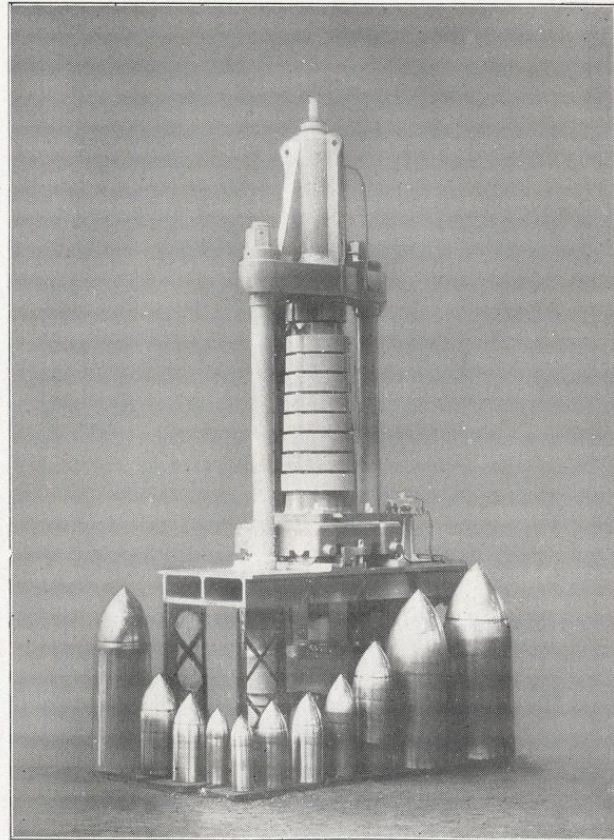


FIG. 1. — Exposition de la Compagnie des Fonderies, Forges et Aciéries de Saint-Etienne.

procédé de compression de l'acier par tréfilage : des lingots d'acier et des lingots de bronze sectionnés par le milieu pour faire voir l'absence de poche de retassement et de toute soufflure, un modèle en bois de ses presses à comprimer l'acier, des photographies de lingots comprimés et notamment celle d'un lingot d'acier de 40 ton-

nes comprimé par son procédé dans les usines de MM. Beardmore et Co, à Glasgow.

On sait que la plupart des lingots d'acier coulé par les procédés ordinaires présentent des cavités intérieures plus ou moins considérables, dues les unes à un dégagement de gaz lors du refroidissement, les autres à la contraction du métal après la solidification de la partie extérieure du lingot : c'est à cette dernière cause qu'est due la poche de retassement qui partant, de la partie supérieure du lingot, peut, suivant son axe, descendre à une plus ou moins grande profondeur.

Bien des recherches ont été faites depuis longtemps pour connaître les causes de la formation de la retassure et des soufflures, ainsi que de la répartition de celles-ci : en même temps que le remède était cherché par quelques-uns dans la composition du métal, d'autres cherchaient la solution du problème dans la compression du lingot pendant sa solidification. Les premiers essais furent tentés par les Établissements Whitworth et ce système est appliqué à South Bethleem (Pensylvanie) et au Creusot.

C'est vers la fin de l'année 1899 que M. Henri Harmet, ingénieur en chef de la C^{ie} des Fonderies, Forges et Aciéries de Saint-Étienne, eut l'idée de reprendre, mais en s'appuyant sur des principes tout différents, les tentatives faites jusqu'alors pour comprimer l'acier pendant son refroidissement dans la lingotière en vue de combattre la formation des cavités intérieures causées par la contraction du métal dans son passage de l'état liquide à l'état solide. La compression en lingotière cylindrique ne permettant pas de compenser jusqu'à l'achèvement de la solidification la contraction subie par le métal, ce qui était le but proposé, M. Harmet chercha à comprimer l'acier dans une lingotière conique, en exerçant la pression par la partie inférieure, de manière à faire avancer constamment le lingot vers la partie supérieure la plus petite. Dans ces conditions, en donnant à chaque moment de l'opération la pression exactement nécessaire, il ne pouvait se former dans le lingot ni soufflure, ni poche de retassement, car ce lingot, dans sa lente ascension, était continuellement resserré par les parois de la lingotière et subissait une réduction de volume calculée, qui, jusqu'à la fin de la solidification, fermait l'espace aux porosités tendant à apparaître.

On devait obtenir un lingot absolument compact.

Les premiers essais faits dans les usines du Marais furent très concluants, et, après quelques perfectionnements du système, la C^{ie}

des Fonderies, Forges et Aciéries de Saint-Étienne établit bientôt des installations puissantes lui permettant d'appliquer le procédé en grand. Ainsi que nous l'avons dit, au début de l'année 1905, il y avait déjà en fonctionnement, dans les usines du Marais, huit presses spéciales pour la compression par tréfilage, la plus forte de ces presses pouvant comprimer des lingots du poids de 14.000 kilos.

Les avantages du procédé de la C^{ie} des Fonderies, Forges et Aciéries de Saint-Étienne sont en effet très importants. Le fait même que le lingot tout entier est devenu compact permet de supprimer les chutes considérables que la retassure centrale obligeait à prélever à la tête des lingots librement refroidis, et cette suppression conduit à une économie sensible. Cet avantage de prix ne doit pas faire perdre de vue cependant l'amélioration de qualité apportée au métal par la compression par tréfilage.

Non seulement la compression du système de la C^{ie} des Fonderies, Forges et Aciéries de Saint-Étienne permet d'obtenir un lingot absolument sain et homogène, ce qui est son principal objet, mais encore elle donne à l'acier une cristallisation meilleure et elle combat très efficacement la liquation. Toutes les causes de lenteur dans la solidification, et notamment l'emploi de masselottes, exagèrent la grosse cristallisation avec plans de clivage et favorisent en même temps, au point de vue chimique, le mouvement qui entraîne les métalloïdes, le carbone surtout, vers les parties de l'acier les plus fluides, c'est-à-dire avec le libre refroidissement vers les régions supérieures du lingot qui restent fluides les dernières. La compression par tréfilage en lingotière conique a pour effet d'activer la solidification de l'acier, notamment à la tête du lingot qui se refroidit très vite par suite de son avancement progressif dans la partie supérieure de la lingotière, qui n'a pas encore subi l'influence du métal chaud. Le grain de l'acier devient donc plus fin et les altérations chimiques subies par le métal pendant la solidification sont réduites au minimum.

L'emploi des lingots d'acier comprimés est tout particulièrement indiqué dans la fabrication des produits spéciaux, tels que blindages, obus, éléments d'artillerie, etc. Plusieurs grandes Sociétés métallurgiques, notamment en Grande-Bretagne, ont acquis une licence des brevets pris pour son procédé de compression par les Aciéries de St-Étienne. Citons en Grande-Bretagne, MM. William Beardmore et C^o; MM. Firth et C^o; MM. Cammell Laird et C^o; MM. Brown et C^o; MM. Kitson et C^o.

En Allemagne : MM. Thyssen et C^{ie}; MM. Ehrhardt et C^{ie}; la Société d'Oberbilk.

En Autriche : la Société Poldihütte.

En Russie : la Société métallurgique de Moscou.

En France : la C^{ie} des Forges de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons.

La compression par tréfilage peut s'appliquer d'ailleurs à d'autres lingots que les lingots d'acier, par exemple à des lingots de bronze ou encore à des lingots en bi-métal acier-cuivre, dans lesquels la couverture en cuivre est soudée à l'acier pendant le tréfilage. L'exposition de la Société de Saint-Étienne contenait quelques échantillons de ces divers lingots.

La C^{ie} des Fonderies, Forges et Aciéries de Saint-Étienne qui déjà à Paris, en 1878, en 1889 et en 1900, ainsi qu'à Lyon en 1894, s'était vu attribuer un Grand prix, a obtenu également à Liège un diplôme de Grand prix.

SOCIÉTÉ DES ACIÉRIES ET FORGES DE FIRMINY (Loire).

Cette importante Société avait un stand très complet et des plus intéressants.

Tout d'abord dans une vitrine à double face étaient présentés des spécimens d'acier fondu de qualité supérieure, d'acier chromé trempé, d'acier corroyé raffiné, une collection de divers aciers au nickel et au nickel chromé, d'acier au tungstène; enfin des cassures d'éprouvettes et des barreaux d'épreuves des aciers si appréciés aux marques *Eclair* et *Diabolique*, employés pour les outils de tour et à tranchant, travaillant sans choc et destinés après trempe à usiner les matières d'une dureté exceptionnelle. L'acier, doué de résistance remarquable, aux marques V.D.L. et G.R.N., plus spécialement destiné à la fabrication des engrenages et pignons d'automobiles, y était aussi bien représenté. Comme produits spéciaux destinés à l'automobile, la Société de Firminy exposait des essieux avant et arrière de divers types, entre autres des essieux en acier au nickel chromé; des ressorts, rouleaux et pincettes, des arbres moteurs et autres, des bielles, des engrenages et pièces diverses.

Le matériel de chemins de fer était représenté par un arbre coulé de locomotive, un essieu de wagon ployé, des bandages, des ressorts

de locomotives, de wagons, des ressorts en spirale ou à boudin, des rondelles Belleville.

Comme spécimens des produits pour l'artillerie et la marine, on voyait sur le devant du stand six projectiles en acier forgé pour canons de 138, 194, 274, 340, 370 et 420 millimètres, une des spécialités de Firminy qui, en outre, fabrique également les tubes pour canons ainsi que les frettes. On remarquait également, en acier

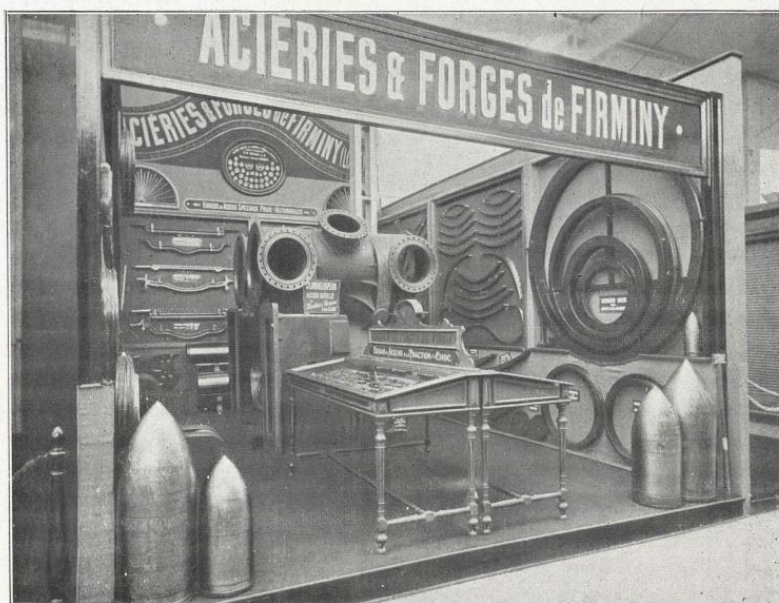


FIG. 2. — Exposition de la Société des Acieries et Forges de Firminy.

moulé et brut de fonderie, un corps d'affût pour canon de 100 millimètres, un bâti de machine de torpilleur et enfin une pièce très remarquable et d'exécution difficile, comme moulage et comme qualité, un cylindre pour machine à vapeur du cuirassé *Jeanne-d'Arc*, pesant 6.200 kilos. A côté de ces pièces étaient exposés deux réservoirs à air comprimé pour torpilles automobiles, l'un de 450 millimètres et l'autre, sectionné en deux parties, de 381 millimètres. Enfin différents outils industriels : marteaux, masses, tranches, burins, ainsi que des enclumes et bigornes en acier fondu complétaient cette Exposition.

74

La Société des Aciéries et Forges de Firminy, tout d'abord Société en commandite sous la raison sociale F. F. Verdié et C^{ie}, a été fondée en 1854, par M. François-Félix Verdié dans le but d'exploiter un brevet pris par lui pour la fabrication du produit mixte, « acier fondu au creuset coulé sur fer ». Par suite de dispositions heureuses prises au moment de la coulée, la Société réussit cette variété de métal et l'usine de Firminy produisit dès le début des aciers pour outils et des fers fins de première qualité qu'elle appliqua à la fabrication des ressorts pour la carrosserie et les chemins de fer. L'invention du procédé Bessemer, qui fit subir si rapidement à l'acier une diminution de prix considérable, enleva bientôt tout intérêt pratique au procédé Verdié. La Société fut alors la première à appliquer le four Siemens à la fonderie d'acier au creuset ainsi qu'à réaliser un notable progrès dans la fabrication de l'acier fondu par l'utilisation du four Martin-Siemens. Ce procédé fut employé dans les usines de Firminy de 1867 à 1889, non seulement pour la production de pièces nécessitant l'emploi d'un métal de qualité supérieure, mais aussi à la fabrication des rails : la production de ces usines atteint alors son point culminant avec le chiffre de 27.000 tonnes produites en 1877-78. Elle ne pouvait que baisser ; la diminution des commandes des Compagnies, l'établissement de nouvelles usines et enfin, bientôt après, l'application du procédé Thomas-Gilchrist avec l'emploi des minerais phosphoreux de l'Est en furent les raisons, et la Société de Firminy, se rendant compte de la nécessité de renoncer à la fabrication des produits à bas prix, reporta toute son activité sur les produits de valeur relativement élevée, tels que les aciers à outils, qui avaient été un peu délaissés à la suite du succès des Aciers Martin, les projectiles et les canons pour la guerre et la marine, les moulages d'acier, d'une application alors bien restreinte, les enclumes en acier fondu, les essieux de carrosserie, les réservoirs pour torpilles automobiles, les fils d'acier à grande résistance, etc. La production des usines est d'environ 17.000 tonnes de produits finis.

La superficie totale des usines est d'environ 38 hectares dont 5 hectares sont couverts.

Les principaux ateliers consistent en :

Un *haut fourneau* de 200 mètres cubes de capacité, dont la fondation remonte à l'année 1873, muni d'un creuset métallique et d'appareils Cowper avec épurateur à gaz : c'est le seul qui soit resté en activité à cette heure dans le bassin de la Loire ; les minerais pro-

viennent des mines de Mokta-el-Hadid (Algérie), ainsi que de la mine de Méboudja (Algérie), propriété de la société. Ce fourneau peut produire 75 à 85 tonnes de fonte par 24 heures.

A côté de ce haut fourneau a été établi un des premiers cubilots Rollet pour l'épuration des fontes : il permet d'obtenir des fontes ne contenant plus que 0,012 à 0,015 % de phosphore et 0,002 à 0,005 de soufre.

Deux fonderies Martin-Siemens, comprenant huit fours Martin gazogènes ainsi que les fours à réchauffer correspondants : une

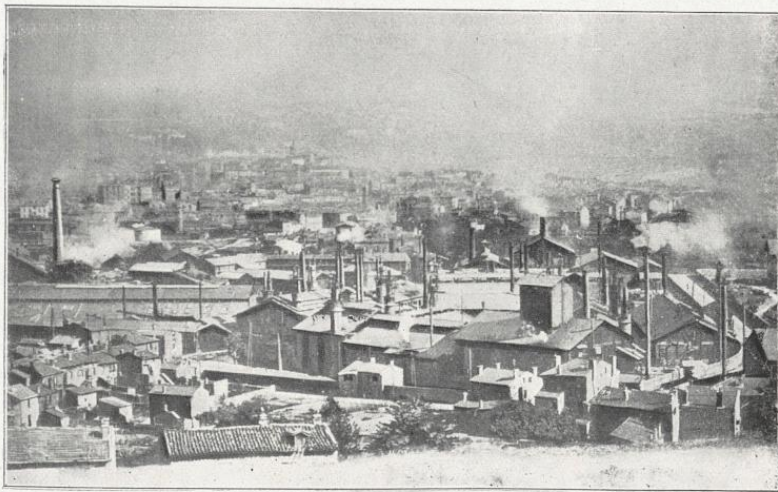


FIG. 3. — Vue des aciéries et forges de Firminy.

grue de 60 tonnes, permettant de couler et de manœuvrer des lingots ou des pièces en acier moulé de 40 à 50 tonnes, dessert cette fonderie. La production annuelle est de 2.500 tonnes environ en pièces depuis quelques kilos jusqu'à 45.000 kilos. Ces aciers présentent une résistance à la rupture de 50 à 60 kilos, une limite d'élasticité de 30 kilos par millimètre carré de section et un allongement moyen de 15 %.

Trois fours Siemens à fondre l'acier au creuset.

Un grand atelier de moulure d'acier.

Un atelier de démoulage.

Un atelier d'ébarbage avec burins pneumatiques et desservi par un pont roulant électrique.

Un atelier de puddlage comprenant dix fours à puddler avec marteaux pilons de cinglage pour aciers naturels et fers fins.

Les halles de laminaires comprenant : un gros mill, deux moyens mills, deux trains cadets, deux petits mills, avec leurs fours à réchauffer.

Quatre martinets d'étirage.

Cinq marteaux pilons à ressuer et corroyer les aciers fins.

Trois fours à cémenter.

Une halle avec laminaires à bandages.

Un train machine et une tréfilerie : elle produit les fils ordinaires et aussi les fils spéciaux de qualité supérieure et de grande résistance, tels que les fils pour câblerie, dont la vente atteint annuellement 1.000.000 de kilogrammes; la résistance va jusqu'à 180 kilos par millimètre carré avec un chiffre minimum garanti de 28 flexions pour le n° 13; les fils pour fretage de canons système Schultz, dont la résistance pour le fil n° 13 va jusqu'à 250 kilos par millimètre carré; les fils pour cordes de pianos que les usines de Firminy sont arrivées, les premières en France, à obtenir d'une façon courante (la société les exposait dans la Classe 17), les fils galvanisés pour télégraphie, remarquables par leur résistance élevée et leur peu d'allongement à la tension (en fils de 3 millimètres, la résistance électrique est de 147 ohms, la résistance par millimètre carré de 66 kilos, avec un allongement de 0.008 par mètre à une tension de 250 kilos); les fils divers tels que fils pour ressorts de meubles, fils pour baleines de parapluies, pour rayons de vélocipèdes, pour toiles métalliques, etc.

Un atelier de grosse forge comprenant douze marteaux-pilons depuis une tonne jusqu'à 40 tonnes avec fours, grues (dont deux à vapeur de 50 et 60 tonnes), forges à bras, etc.

Tout récemment il vient de s'augmenter d'une presse à forger de 2.500 tonnes desservie par des ponts roulants de 70 tonnes et de 35 tonnes.

Un atelier pour la fabrication des ressorts de chemins de fer et de carrosserie, dont la production peut atteindre environ 100 tonnes de ressorts de carrosserie par mois (soit plus de 10.000 ressorts) ou 250 tonnes de ressorts de chemins de fer.

Un atelier pour la fabrication des outils industriels et instruments d'agriculture : outils de forgerons, d'ajusteurs, de tourneurs, de chaudronniers, de carriers, de tailleurs de pierres, de mines; socs et versoirs, cœurs et plaques pour charrues, etc.

Un atelier pour la fabrication des essieux de carrosserie, essieux de charrettes bruts et tournés, essieux à patins brevetés, corroyés au pilon et dont le patin est non pas soudé au corps de l'essieu, mais enlevé dans la masse du fer.

Un atelier pour la fabrication des enclumes en acier fondu ainsi que des bigornes et soufflets de forge.

Un atelier tout récemment installé pour la fabrication des pièces détachées pour automobiles et particulièrement pour l'élaboration des essieux en acier spécial.

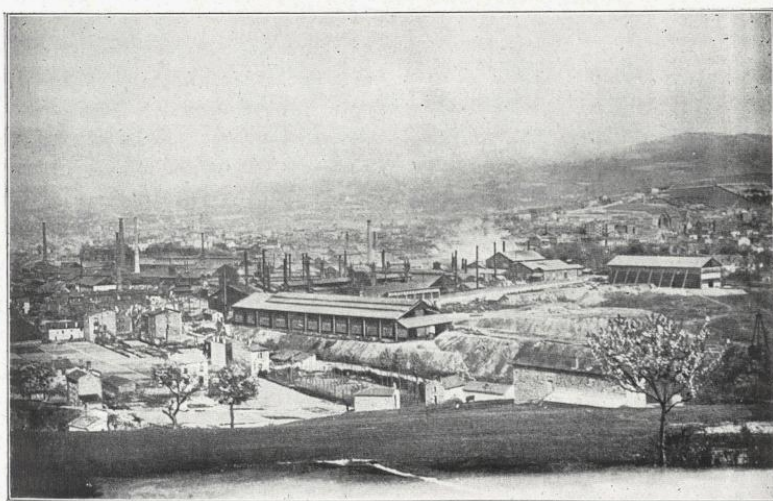


FIG. 4. — Vue des aciéries et forges de Firminy.

Un atelier de montage, de tournage et d'ajustage, muni de gros tours, de raboteuses à force électrique, de mortaiseuses, etc. permettant d'usiner les arbres et autres pièces de dimensions et de poids exceptionnels pour la marine et les constructions navales.

Un atelier d'entretien comprenant forges, tours, moulerie de fonte et de bronze, chaudronnerie, ajustage, charpenterie, modelage avec machines-outils électriques.

Une station centrale d'électricité actionnée par trois machines à vapeur et une turbine Laval fournit une force de 800 chevaux utilisée pour la force motrice et l'éclairage.

La Société de Firminy possède un appareil de trempe avec four vertical et treuil électrique pour tubes de canons et arbres de couche jusqu'à 20.000 kilos et 15 mètres de longueur.

Un laboratoire de chimie très complet avec ateliers pour les essais physiques des métaux, est naturellement adjoint à ces vastes établissements.

L'usine possède 62 chaudières et 60 machines à vapeur pouvant développer plus de 3.000 chevaux. Un réseau de voies ferrées de 10 kilomètres de développement, desservies par 4 locomotives, sillonne les usines qui sont reliées par embranchement à la gare de Firminy.

2.500 ouvriers environ sont occupés dans les ateliers de la Société de Firminy qui, toujours préoccupée du bien-être de son personnel, fonda en 1855 la première Caisse de secours de la Loire, alimentée par les ouvriers et par la société. Il existe également un fonds de prévoyance pour la vieillesse, alimenté exclusivement par la société au moyen d'une dotation calculée à raison de 2 % des salaires et d'un intérêt de 5 % l'an servi à ce fonds, qui permet d'allouer des secours annuels et renouvelables variant de 365 à 730 francs par an, aux anciens ouvriers et contremaîtres reconnus méritants.

La totalité des libéralités de toute nature consentie par la Société atteint environ 100.000 francs par an.

La Société anonyme des Aciéries et Forges de Firminy, dont la direction est actuellement confiée à M. Adolphe Hugot fils, a pris part à toutes les Expositions depuis 1855. Elle n'a cessé depuis 1889 d'obtenir les plus hautes récompenses; le Jury de Liège n'a pas fait exception et un diplôme de Grand prix lui a été attribué par la Classe 64. Elle a obtenu la même récompense dans la Classe 17 pour son Exposition de cordes de pianos.

MM. MARREL FRÈRES, Forges de la Loire et du Midi, à Rivede-Gier (Loire).

MM. Marrel frères avaient à Liège une très importante Exposition limitée par une barrière formée d'anciens obus de 220 reliés par une barre de cuivre. Au centre plusieurs pièces remarquables : tout d'abord deux énormes tubes de canon, l'un de 274,4 et l'autre de 305; ensuite un arbre coudé en trois pièces forgées chacune séparément.

MM. Marrel frères se sont attachés à augmenter la résistance de ces arbres coudés (qu'ils fabriquent surtout pour la marine), dans les coudes qui toujours constituent la partie la plus exposée aux ruptures. A cet effet, dans ces arbres coudés en trois pièces, chacune des deux branches du coude est obtenue en repliant directement les extrémités de deux tronçons de l'arbre déjà forgé. Ces branches sont ensuite assemblées par un tourillon rapporté constituant la troisième pièce.

Cette disposition améliore la qualité du métal obtenu, en main-

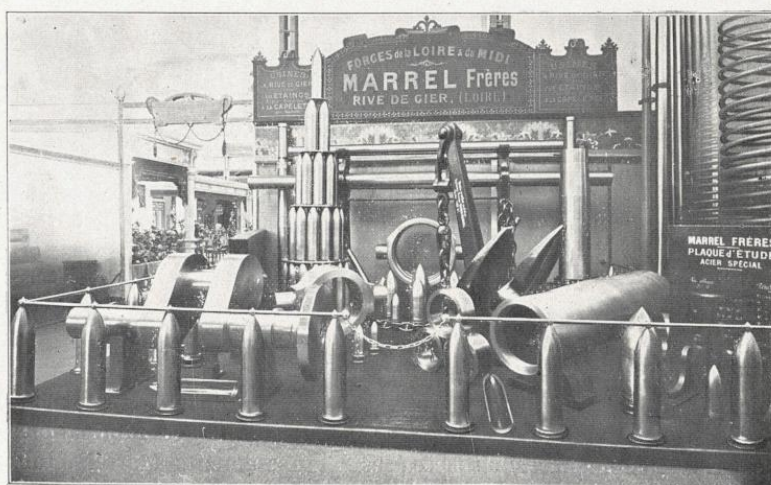


FIG. 5. — Exposition de MM. Marrel frères.

tenant à l'intérieur de la pièce le noyau du lingot coulé qui est la partie la moins saine du métal et qui se trouve replié à la forge en même temps que le coude : ce noyau ne vient donc pas émerger à la surface de la branche du coude en y provoquant ainsi une amorce de rupture comme cela se produit avec les arbres préparés d'une seule pièce.

De plus, d'après une disposition de M. Frémont, afin de prévenir la rupture prématurée dans les coudes, le bras de ces coudes est évidé intérieurement de façon à leur donner la forme d'un solide d'égale résistance : le bras ainsi modifié peut subir une déformation élastique importante qui a l'avantage de ne pas se localiser en un



point déterminé dans lequel autrement la rupture se produit à la longue sous l'influence de la répétition des efforts.

L'attention était aussi appelée sur une ancre articulée, que la maison Marrel a établie avec le concours de M. Risbec, directeur des Ateliers de la Ciotat et qui, employée depuis longtemps par la Compagnie des Messageries maritimes pour ses paquebots, est maintenant adoptée, après des essais minutieux, par notre Marine nationale qui l'a appliquée sur la plupart de nos derniers cuirassés et croiseurs. Elle est caractérisée par une disposition qui consiste à remplacer les pattes fixes des ancres ordinaires, par des pattes mobiles en les articulant sur un tourillon perpendiculaire à la tige de l'ancre. Dans ces conditions, l'ancre jetée à la mer se pose toujours à plat et les deux pattes peuvent entrer simultanément en prise; on n'a même pas besoin d'ajouter un jas sur la tige, comme on est obligé de le faire avec les ancres à pattes fixes: il est reconnu que l'emploi de ces ancres articulées sans jas dispense des grues de manœuvres et évite les manutentions toujours délicates et souvent dangereuses qui accompagnent le mouillage ou la levée des ancres ordinaires.

L'Exposition comportait également des produits commerciaux tels que tôles, cornières et profilés divers en métal à haute résistance et destinés plus spécialement aux constructions navales; des pièces en acier moulé ou en acier forgé avec ou sans addition de nickel.

Enfin la partie Matériel de guerre, qui est une des fabrications les plus justement renommées des Établissements Marrel, était représentée par une série de projectiles en acier forgé dits de rupture employés plus spécialement à la perforation des blindages en acier, par des projectiles de semi-rupture pour l'attaque des cuirassements de faible épaisseur, par des obus à grande capacité, etc., et enfin par des plaques de blindage en acier spécial cimenté dont la surface est douée d'une dureté extraordinaire et pour la fabrication desquelles MM. Marrel, sont si puissamment outillés.

Pour mettre sous les yeux du public l'excellence de la qualité de leurs produits et la résistance des plaques de blindage en métal Marrel démontrée par les essais balistiques officiels, une plaque d'essai de blindage destinée à la ceinture du cuirassé *Patrie*, formant une des unités du programme naval de 1900, avait été envoyée à Liège.

Cette plaque, qui met bien en évidence la dureté exceptionnelle

en même temps que l'absence de fragilité du métal qui la compose, avait les dimensions suivantes :

Longueur.....	4 m. 884
Largeur.....	1 m. 600
Épaisseur.....	237 mm. à 278 mm.
Surface.....	7 m ² 70.
Poids	15.592 kilos.

Cette plaque fut éprouvée le 15 janvier 1904 au polygone de Gâvre par la Commission de réception.

Elle a été attaquée avec trois projectiles de rupture du calibre 240 pesant 144 kilos et chargés respectivement de 27 kil. 150, 34 kil. 600 et 34 kil. 675; la vitesse du projectile était de 626, 671 et 672 mètres correspondant respectivement aux coefficients 1,30 et 1,40 par comparaison avec la perforation de l'acier ordinaire. Cette plaque a arrêté ces projectiles sans présenter aucune fente : sur les trois obus, un est resté intact dans la plaque, le second est resté entier avec son ogive aplatie, le troisième s'est rompu en gros morceaux. La résistance remarquable de cette plaque lui a valu la note la plus élevée, soit le N° 6 « excellente » rarement accordée.

L'artillerie augmente tous les jours la puissance de ses engins, la vitesse de tir de ses canons, la pénétration de ses projectiles; le génie de terre et de mer doit par suite améliorer la défense en augmentant la masse et la résistance des organes de protection qu'il oppose à cette attaque tous les jours plus dangereuse. Aussi, pour satisfaire aux exigences de cette lutte, des établissements, tels que ceux de MM. Marrel frères, qui depuis leur origine, se sont consacrés à la fabrication du matériel de guerre, ont dû modifier continuellement leur outillage et leurs procédés de fabrication.

Fondée en 1851 par les six frères Marrel, fils et petits-fils de forgerons, l'usine de Rive-de-Gier possédait déjà en 1855 un marteau-pilon de 25.000 kilos, le plus puissant de l'époque : on y forgeait des blindages en même temps qu'on commençait à en laminier à l'usine de la Capelette (près Marseille), acquise par MM. Marrel, et où ils avaient installé un train de laminoir pour blindages.

En 1867, se jugeant trop à l'étroit aussi bien à la Capelette qu'à Rive-de-Gier, par suite de la position de ces usines en pleine ville, MM. Marrel créèrent près de Rive-de-Gier l'usine des Étaings, qui est rapidement devenue la principale et dont le développement est aisé entre le lit du Gier et le chemin de fer de Lyon à Saint-

Étienne. Avant de décrire l'outillage de cette usine, nous donnons quelques indications sur les deux premières, l'usine de Rive-de-Gier et celle de la Capelette.

L'usine de Rive-de-Gier, où sont installés les bureaux et le siège administratif, occupe une surface de 2 hectares. Elle comprend une grande halle de 170 mètres de longueur au centre de laquelle sont les piliers de 10 à 25 tonnes, et aux extrémités deux ateliers, l'un pour le forage et le tournage des canons jusqu'à 8 mètres de longueur et l'usinage des frettes et projectiles, l'autre pour l'ébauchage ou l'ajustage des pièces forgées.

Trois autres halles renferment les petits piliers de 1.000 à 7.000 kilos et les forges à mains. Enfin un atelier de trempe verticale des canons jusqu'à 18 mètres.

La production de Rive-de-Gier consiste en pièces de grandes dimensions pour la marine et les compagnies de navigation : arbres droits ou coudés, pièces pour quilles, étraves, étambots, etc..., ébauchées ou finies jusqu'à 35.000 kilos; tubes et corps pour canons jusqu'à 8 mètres; obus de toutes sortes, jusqu'à 320 millimètres; frettes cylindriques et frettes à tourillons pour canons de petits et moyens calibres.

L'usine de la Capelette (près Marseille) occupe une surface de 2 hectares et demi. Elle fabriquait jusqu'en 1868 des blindages, et tôles cornières. Aujourd'hui elle est consacrée exclusivement :

1° A la fabrication des pièces de forges pour constructions navales jusqu'à 10 tonnes.

2° A la fabrication des ancres de marine de toutes formes, dimensions et poids et particulièrement des ancres Marrel-Risbec dont nous avons parlé plus haut.

3° A la fabrication des chaînes de tous genres et de toutes dimensions.

4° A la réunion par soudure des éléments de grandes pièces destinées aux constructions navales et que l'usine de Rive-de-Gier ne peut expédier entières, leurs dimensions excédant le gabarit des voies ferrées.

L'atelier des forges et piliers contient sept marteaux-piliers de 1.000 à 15.000 kilos.

L'atelier de chaînerie renferme une machine à éprouver les chaînes allant jusqu'à 70 millimètres de diamètre et sur une lon-

gueur de 32 mètres. Cette chaîne de 70 millimètres est de fabrication courante à la Capelette qui est outillée pour fabriquer la chaîne soudée jusqu'à 100 millimètres.

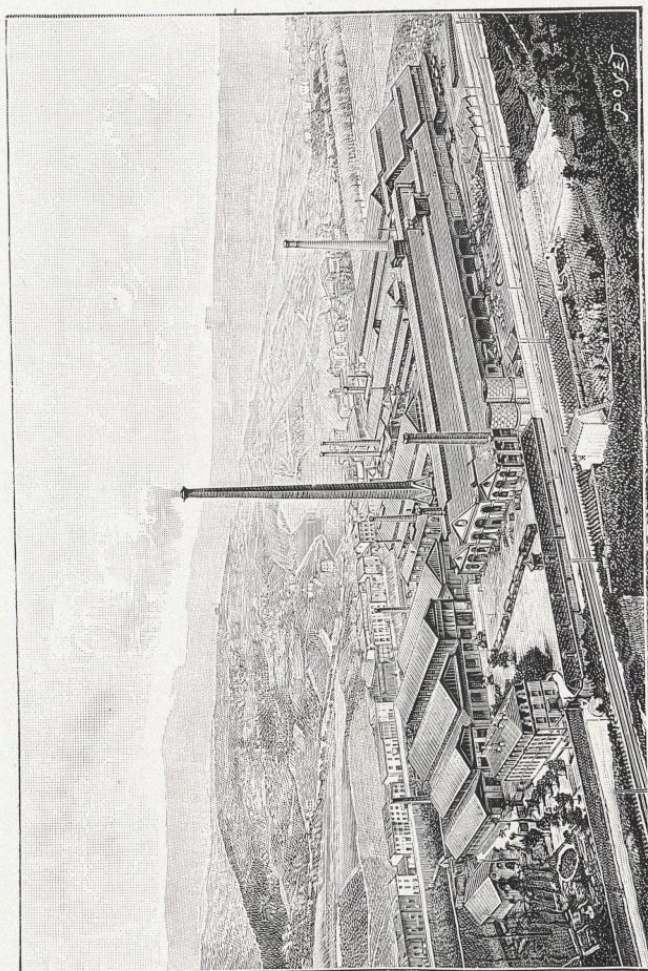


FIG. 6. — Vue des usines de MM. Marrel frères.

L'*usine des Étaings* est de beaucoup le plus important des trois établissements Marrel frères. Créée en 1867, comme nous l'avons dit plus haut, pour effectuer la fabrication des tôles, fers spéciaux

et surtout celle des blindages, elle a été considérablement développée et augmentée d'année en année. Elle couvre une superficie totale de 12 hectares environ, dont 28.000 mètres carrés sont couverts de constructions. Le Gier qui longe l'usine sur 600 mètres fournit l'eau pour tous les besoins de l'usine.

Le bâtiment principal est formé d'un groupe de halles accolées, couvrant une surface de 170 mètres de longueur sur 70 de largeur; la halle centrale de 26 mètres de portée est flanquée de deux autres de 18 mètres de portée et d'une marquise de 8 mètres.

Sous cette halle sont installés :

L'atelier de laminage et gabariage des blindages.

L'atelier de laminage des tôles et fers profilés.

L'atelier de trempe et de recuit des plaques de blindages et des tôles.

L'atelier des gros piliers.

L'atelier de fabrication des corps d'obus en acier, à grande capacité.

L'atelier des tours à cylindres.

Une halle de 80 mètres de longueur sur 30 de largeur renferme l'atelier de finissage des blindages.

Une autre de 90 mètres de longueur contient l'atelier de puddlage, celui de trempe des grandes frettes et des blindages en acier et la fonderie d'acier au creuset.

Une halle de 110 mètres de longueur sur 45 de largeur renferme la grande fonderie d'acier et de fonte et une partie de l'atelier d'usinage des blindages.

Le tournage et le finissage des éléments de canons, frettes et projectiles se fait dans un atelier de 110 mètres de longueur.

Une halle de 70 mètres contient l'atelier de réparations.

Des ateliers de montage des cuirassements des tourelles et de fixation sur les platelages, des ateliers de charpente et de modelage, des abris de gazogènes, etc..., complètent l'usine des Étaings qu'une cheminée monumentale de 108 mètres de hauteur signale de loin à l'attention.

Pour donner une idée de la puissance des engins dont cette usine dispose, nous donnerons plus spécialement quelques indications sur l'outillage de l'atelier de grosse forge, avec ses deux grands piliers de 50 et de 100 tonnes, ainsi que sur le laminoir universel pour la fabrication des blindages.

Ateliers de grosse forge à l'usine des Étaings. — Jusqu'en 1887, la maison Marrel frères a exécuté dans ses usines de Rive-de-Gier toutes les pièces de forge qu'elle livrait à l'industrie. Elle y disposait, comme plus gros marteau-pilon, de celui de 25 tonnes qui, dès 1885, fut reconnu insuffisant pour le travail des pièces en acier dur.

C'est alors que fut décidée et commencée, à l'usine des Étaings, la construction de halles renfermant les plus gros outils de forgeage et particulièrement un marteau-pilon de 50 tonnes dont les dimensions principales sont :

Diamètre du cylindre.....	1 ^m ,480
Hauteur de chute.....	3 ,750
Diamètre du piston distributeur.....	0 ,540
— de la tige du piston.....	0 ,265
— de l'arrivée de vapeur.....	0 ,250
— de l'échappement	0 ,250
Poids de la masse mobile.....	50.000 kilos.
— de la chabotte.....	300.000 —
— des jambages.....	100.000 —
— du cylindre et des accessoires.....	50.000 —
Poids total.....	500.000 kilos.

Devant les besoins toujours croissants de l'artillerie et de la marine, ce pilon fut bientôt reconnu lui-même insuffisant et, en 1889, fut décidée la construction d'un pilon de 100 tonnes, un des plus puissants qui existe en Europe, et qui fut mis en marche au début de 1892.

Ce pilon est à chabotte indépendante : celle-ci, dont le poids total est de 760.000 kilos, est disposée dans une fosse ménagée entre les assises des jambages; elle est placée sur un massif en bois de chêne reposant sur des assises de pierres portées par le rocher solide.

Elle est composée de quatre assises : l'assise inférieure, formée de trois morceaux de 90 tonnes chacun; deux intermédiaires chacune en deux morceaux de 90 tonnes; enfin l'assise supérieure qui reçoit directement le tas et qui est d'une seule pièce de 125 tonnes. Des frettes réunissent les assises et les blocs et le tout atteint le poids de 760 tonnes.

Les jambages sont en deux pièces et portés par des sabots en

fonte solidement ancrés sur les massifs en maçonnerie et entretoisés par de fortes pièces en fonte; leur hauteur est de 10 m. 800 et sont entretoisés à mi-hauteur par de fortes plaques couvre-joints et reliés au sommet par un entablement en fer sur lequel est placée la boîte à vapeur que surmonte le cylindre de 2 mètres de diamètre et dont le piston a une course maximum de 5 m. 750.

La distribution de la vapeur s'opère par un tiroir cylindrique et l'échappement par deux tuyaux de 350 millimètres de diamètre.

Voici, d'ailleurs, les caractéristiques de ce pilon :

Diamètre du cylindre.....	2 ^m ,000
Hauteur de chute.....	5 ^m ,600
Hauteur des jambages.....	10 ^m ,800
— de la chabotte.....	4 ^m ,700
Écartement des glissières.....	2 ^m ,300
Largeur de la frappe.....	2 ^m ,300
Diamètre du tuyau de prise de vapeur et des tuyaux d'échappement.....	0 ^m ,350
Hauteur du dessus du cylindre au-dessus de l'assise de la chabotte.....	23 ^m ,500

POIDS :

Chabotte.....	760 tonnes.
Sabots de jambages.....	110 —
Entretoises des sabots.....	30 —
Jambages.....	225 —
Entretoises des jambages.....	16 —
Entablement.....	25 —
Cylindre.....	33 —
Boîte à vapeur.....	32 —
Masse mobile.....	100 —
Boulons et frettes.....	15 —
Mouvements divers.....	10 —
Poids total.....	1356 tonnes.

Ce marteau de 100 tonnes est installé sous une halle de 26 mètres de portée. Le marteau-pilon de 50 tonnes est desservi par deux grues à col de cygne de 90 tonnes; celui de 100 tonnes l'est, d'un côté, par deux grues de même type de 90 et de 180 tonnes, de l'autre par un pont roulant de 120 tonnes.

Voici les dimensions principales des grues de 90 et de 180 tonnes :

	Grue de 180 tonnes	Grue de 90 tonnes
Puissance	180 tonnes	90 tonnes
Portée maximum.....	10 ^m ,000	8 ^m ,200
— minimum.....	7 ^m ,000	6 ^m ,800
Hauteur au-dessus du sol.....	9 ^m ,700	7 ^m ,600
Profondeur au-dessous du sol.....	8 ^m ,600	»
Diamètre du cylindre vapeur.....	0 ^m ,325	0 ^m ,300
Course du piston	0 ^m ,350	»
Nombre de tours par minute.....	200 tours	»
Vitesse d'ascension par minute.....	0 ^m ,450	0 ^m ,480
— de rotation en 3 minutes.....	1 tour	1 tour
— de translation par minute.....	0 ^m ,400	0 ^m ,500
— de virage en 3 minutes.....	1 tour	1 tour

Le pont roulant de 120 tonnes a une portée de 15 m. 40. La vitesse d'ascension est de 3 m. 600, celle de translation du pont est de 16 mètres, celle du chariot de 11 mètres et la vitesse de virage de 1 tour à la minute. La force lui est fournie par un moteur à vapeur dont les cylindres ont 300 millimètres de diamètre et les pistons également 300 millimètres de course. La surface de chauffe de la chaudière est de 40 mètres carrés. Le poids total de ce pont est de 115 tonnes.

Ce pont roulant dessert en même temps que le pilon de 100 tonnes, des presses hydrauliques à forger de 1.000, 1.500, 3.000 et 4.000 tonnes installées récemment sous la même halle que le pilon.

Le *train à blindages* mis en marche au début de 1900 à l'usine des Étaings possède des cylindres horizontaux de 1 m. 050 de diamètre et 3 m. 300 de table, avec une levée maxima de 1 m. 300. De part et d'autre se trouve une paire de cylindres verticaux de 0 m. 500 de diamètre et 1 m. 130 de table avec un écart maximum de 3 m. 200.

Le poids d'une cage nue est de 43.000 kilogrammes et celui de chaque cylindre horizontal de 30.000 kilos.

Dans ces remarquables usines de MM. Marrel frères, où 80 moteurs à vapeur, produisant une force totale de cinq mille chevaux, actionnent ces puissants outils, douze à quinze cents ouvriers sont occupés : la valeur de la production moyenne annuelle est de dix à douze millions de francs. Indépendamment des fournitures faites d'une façon continue à nos Administrations de la guerre et de la

marine, d'importants travaux ont été exécutés pour la Turquie, l'Autriche, l'Espagne, le Japon, la Russie, l'Italie, la Grèce, par l'intermédiaire de Chantiers de Constructions maritimes.

MM. Marrel frères qui, déjà aux Expositions de Paris, en 1889 et en 1900, s'étaient vu décerner plusieurs Grands prix, ont obtenu de nouveau un diplôme de Grand prix à l'Exposition de Liège.

M. CAPLAIN-BERGER ET C^{ie}, 86, quai Jemmapes, Paris.

Fondée en 1844, par MM. Fauréal-Lefèvre, cette maison est concessionnaire de la vente des produits de la Société des Aciéries d'Imphy (Nièvre). C'est donc de cette société et de ses produits que nous allons parler :

L'usine d'Imphy fabrique :

Des lingots d'aciers de toutes les qualités et de toutes les duretés, jusqu'à un poids de 15.000 kilos pour l'acier Martin-Siemens, et jusqu'à un poids de 750 kilos pour l'acier fabriqué aux creusets;

Des billettes de ces mêmes aciers;

Tous les aciers à outils. Cette fabrication existe à Imphy depuis de longues années; le dosage judicieux des éléments, le choix des matières premières et les précautions prises dans toute la fabrication, justifient la réputation, depuis longtemps acquise, de ces aciers; Imphy a aussi créé, pour les travaux à grande vitesse et sur métaux très durs, des aciers à outils spéciaux qui peuvent rivaliser avec les meilleures marques connues à ce jour;

Les barres en acier Martin-Siemens de toutes duretés, en carrés, ronds, demi-ronds, plats à angles vifs et à champs ronds, triangles, octogones, barres à ressorts, barres pour perforateurs, etc.;

Les tôles en acier, de toutes duretés, de 7/10^e de millimètre à 15 millimètres d'épaisseur, du poids maximum de 180 kilos, livrées noires ou décapées;

Les aciers au *nickel* et au *nickel-chrome*, très employés dans le cas où l'on désire une grande résistance aux chocs et à l'usure.

Certaines qualités présentent l'avantage d'être à peu près inoxydables.

L'usine d'Imphy produit toutes les variétés d'acier au nickel et au nickel-chrome.

C'est à la suite des études faites à Imphy, sur le métal à 20-25 %

de nickel, que l'artillerie employa les tôles de cette qualité pour la réfection de son matériel.

L'usine d'Imphy a été une des premières à entreprendre la fabrication des moulages d'acier : elle a depuis plusieurs années donné à cette fabrication une extension considérable et ses produits sont justement réputés. Ses moyens de production lui permettent de faire des pièces en acier au creuset jusqu'à 500 kilogrammes et en acier Martin-Siemens des pièces allant jusqu'au poids de 12.000 kilos; le



FIG. 7. — Exposition à MM. Caplain-Berger et Co.

métal a une résistance variant suivant les cas de 40 à 90 kilogrammes. Les spécialités fabriquées principalement par l'usine d'Imphy comprennent : le matériel de mines; le matériel de chemins de fer, croisements, boîtes à graisse, centres de roues, etc.; le matériel métallurgique, cylindres, cages, engrenages, pignons, etc.; pièces pour construction de machines marines; pièces pour artillerie et pour dynamos.

L'atelier de forge que possède l'usine d'Imphy lui permet, avec un puissant outillage composé de presses à forger, de pilons de martelage et d'étampage de diverses puissances, d'exécuter des pièces de

forge en acier jusqu'à 15.000 kilos. Depuis plus de dix ans, l'usine a entrepris la fabrication des éléments de canons de tous calibres, pour la guerre et la marine, et celle des obus de rupture et de semi-rupture pour l'artillerie de marine.

Indépendamment de pièces de forge suivant dessins, elle fabrique également les essieux droits pour matériel de chemins de fer et les essieux coudés pour locomotives, machines fixes et machines marines.

Dès le début de l'industrie automobile, l'usine d'Imphy s'est outillée pour produire les pièces de forge employées dans la construction de ces nouveaux véhicules, telles que : arbres vilebrequins, arbres de changement de marche, arbres de différentiel, soupapes, engrenages, etc..., qu'elle livre soit brutes de forge, soit ébauchées aux machines-outils, ou complètement finies.

Depuis longtemps une des spécialités de l'usine d'Imphy a été la fabrication des ressorts en tous genres pour la carrosserie, l'automobile, les chemins de fer, l'artillerie ou la mécanique.

Enfin un atelier spécial permet de produire annuellement jusqu'à 600.000 pelles, bèches et versoirs.

Les aciers fabriqués aux Aciéries d'Imphy et dont de nombreux spécimens étaient exposés à Liège sont répartis en quatre divisions : les aciers à outils, les aciers Martin, les aciers au nickel et les aciers spéciaux.

Les usines d'Imphy disposent d'une force totale de 2.500 chevaux environ; elles possèdent sept moteurs à vapeur, une turbine hydraulique, sept moteurs électriques et de nombreux petits moteurs pour les services accessoires.

L'outillage comprend 150 machines-outils diverses : presses à forger de 1.800 tonnes; marteaux-pilons de 400 à 12.000 kilos; cinq trains de laminoirs, des tours, raboteuses, perceuses, fraiseuses, meules en grès ou en émeri, ventilateurs, grues hydrauliques, à vapeur ou électriques, ponts roulants de 2.000 kilos à 30.000 kilos, etc.

Le nombre d'ouvriers employés dans les établissements d'Imphy est de 710 environ; la valeur de la production moyenne annuelle, dont 500 tonnes environ vont à l'exportation, est de 2.500.000 fr.

Parmi les aciers à outils, les plus remarquables étaient l'acier au tungstène et l'acier dit extra-rapide, d'un très fort rendement, permettant de travailler à très grande vitesse et cela malgré l'échauffement de l'outil.

MM. Caplain-Berger et C^{ie} exposaient différents échantillons des

aciers Martin-Siemens en barres, des aciers à ressorts, de l'acier mangano-siliceux dont la limite élastique est très élevée et dont la charge de rupture peut dépasser 130 kilogrammes après trempe et recuit et dont le principal emploi est la fabrication des engrenages pour automobiles : une addition de wolfram améliore encore les qualités de cet acier.

L'attention était plus spécialement appelée par les aciers au nickel de la fabrication d'Imphy. Citons tout d'abord les aciers au nickel pour cémentation dénommés N.C.M. et N.7C.M. qui se travaillent à chaud et à froid comme les aciers ordinaires, mais qui peuvent se cémenter à une assez basse température (à partir de 850°). La qualité N.C.M. doit être trempée après cémentation, tandis que la qualité N.7C.M. permet de supprimer la trempe après cémentation, évitant de ce fait les risques de déformation qui nécessitent des rectifications souvent difficiles, les causes de fragilité ainsi que la possibilité de tapures ou d'écaillage à la surface. La limite élastique s'élève jusqu'à 40 à 45 kilos par millimètre carré, ce qui permet de réduire les dimensions de certaines pièces et de cémenter des pièces minces qui ne pourraient l'être en acier de cémentation ordinaire, parce que la trempe consécutive, en les modifiant jusqu'au cœur, les rendrait cassantes.

Les usines d'Imphy exposaient différents spécimens et éprouvettes des aciers au nickel de leur fabrication :

1° D'abord les aciers au nickel à basses teneurs, c'est-à-dire renfermant jusqu'à 8 pour cent de nickel : pour ces aciers la trempe à l'eau en améliore considérablement les qualités; cette trempe doit être suivie d'un recuit, sauf pour la qualité dénommée N. Y. sur laquelle l'attention était appelée particulièrement par l'exposant : ce métal se travaille avant la trempe comme l'acier ordinaire demi-dur; la trempe seule suffit, sans aucun recuit ou revenu ultérieurs, pour lui donner une très grande résistance et une très haute limite élastique sans le rendre fragile; sa cassure, après trempe, est toujours nerveuse : les températures de trempe efficace varient entre des limites très étendues : du rouge sombre (650° à 700°) au rouge cerise avancé (1000°). Ce métal est très employé dans l'industrie automobile, pour la fabrication des arbres vilebrequins principalement. On en trouvera les caractéristiques dans le tableau que nous donnons plus bas.

2° Aciers au nickel à hautes teneurs.

Ces aciers à 25 pour cent de nickel environ ne prennent pas la

trempe : le type présenté N.C.4 et dont nous donnons les caractéristiques plus loin est très résistant aux chocs et aux vibrations répétées, a une texture nerveuse et n'est pas magnétique : son application trouve de larges emplois dans l'artillerie, les chemins de fer et l'automobilisme. Comme application nouvelle des aciers au nickel, les usines d'Imphy présentaient le métal N.A.S. spécial pour soupapes de moteurs à explosions : celles-ci travaillent dans des conditions particulières, supportant des chocs continuels et étant constamment en contact avec les gaz de la combustion qui agissent sur elles, non seulement par leur température, mais encore par leur composition chimique.

Il en résulte que les aciers au nickel ordinaires subissent, de ce fait, un changement de texture et de composition qui, parfois, leur fait perdre une partie de leur malléabilité.

Le métal N. A. S., analogue, comme propriétés physiques générales, aux aciers à hautes teneurs en nickel, conserve toute sa valeur, malgré le contact prolongé avec les gaz chauds et malgré une immersion prolongée dans la vapeur d'eau surchauffée.

Cette dernière qualité le rend très propre à la construction des turbines à vapeur pour la confection des ailettes.

L'usine d'Imphy présentait enfin des aciers au nickel ayant tous les coefficients de dilatation compris entre 16 microns (coefficient de dilatation du laiton) et 0, tels que le métal D.8, ayant le coefficient du verre, soit 8 microns; le métal dit Platinite ayant le coefficient de dilatation du cristal employé dans la fabrication des lampes à incandescence, et enfin le métal dit INVAR dont le coefficient de dilatation est à peu près nul.

On remarquait aussi au stand de MM. Caplain-Berger et C^{ie} des tôles de 4 millimètres essayées au tir du fusil Lebel : les conditions imposées étaient que la balle devait être arrêtée seulement à 340 mètres, l'espacement des balles étant de 10 centimètres; les balles ont été arrêtées à 200 et 300 mètres sans aucune crique, bien qu'il y ait eu jusqu'à 3 balles dans un espace de 10 centimètres.

Pour terminer nous donnons ci-dessous en un tableau les caractéristiques des aciers au nickel d'Imphy :

DÉSIGNATIONS	MARQUES	ESSAIS PHYSIQUES			OBSERVATIONS
		E	R	A %	
ACIERS POUR LA CÉMENT- TATION	N. C. M.	26 à 30	40 à 45	34 à 30	Sur métal recuit au rouge cerise, 900°.
	N. 7 C. M.	40 à 45	50 à 60	30 à 25	Sur métal recuit au rouge cerise, 900°.
ACIERS A BASSES TENEURS DE NICKEL	N. A.	34 à 43	53 à 65	26 à 20	Sur métal recuit au rouge cerise, 900°.
		55 à 80	75 à 100	14 à 11	d° trempé et recuit.
	N. B.	37 à 48	55 à 67	25 à 20	Sur métal recuit au rouge cerise, 900°.
		60 à 100	80 à 110	14 à 10	d° trempé et recuit.
	N. D.	42 à 49	57 à 67	24 à 20	Sur métal recuit au rouge cerise, 900°.
		80 à 105	90 à 125	15 à 10	d° trempé et recuit.
	N. C. 3 H.	40 à 47	57 à 67	24 à 20	Sur métal recuit au rouge cerise, 900°.
		75 à 100	90 à 115	15 à 10	d° trempé et recuit.
ACIERS A HAUTES TENEURS DE NICKEL	N. Y.	40 à 45	55 à 65	25 à 20	Sur métal recuit au rouge cerise, 900°.
		95 à 120	110 à 140	10 à 8	Sur métal trempé, vers 850°, rouge cerise naissant et non recuit.
	N. C.-4	50 à 65	75 à 92	50 à 35	Sur métal naturel (c'est-à-dire brut de forge).
		30 à 45	67 à 75	70 à 50	Sur métal trempé ou recuit au rouge cerise clair, 950°. Cet acier n'est pas magnétique.
	N. A. S.	50 à 60	65 à 80	40 à 30	Sur métal naturel.
		35 à 45	60 à 70	50 à 40	Sur métal trempé ou recuit au rouge cerise clair, 950°.
	N. A. S. chromé	60 à 75	75 à 95	35 à 25	Sur métal naturel.
		40 à 50	70 à 90	40 à 30	Sur métal trempé ou recuit au rouge cerise clair, 950°.
	N. 36	50 à 60	65 à 80	40 à 30	Sur métal naturel.
		35 à 45	60 à 70	50 à 40	Sur métal trempé ou recuit au rouge cerise clair, 950°.
	INVAR	45 à 55	70 à 85	36 à 25	Sur métal naturel (c'est-à-dire brut de forge).
		30 à 40	60 à 70	45 à 35	Sur métal trempé et recuit au rouge cerise clair, 950°.
	PLATI-NITE				

La maison Caplain-Berger et C^{ie} a obtenu un diplôme de médaille d'or.

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DU PÉRIGORD, 43, rue de Clichy, Paris.

Cette Société, qui depuis longtemps s'est spécialisée dans la fabrication des tuyaux en fonte pour canalisation d'eau et de gaz, dans la fourniture du matériel pour usines à gaz et du matériel fixe de chemins de fer, exposait, au milieu de photographies qui donnaient une idée de l'importance de l'usine, différents plans et graphiques qui mettaient en évidence la progression de la production depuis 1874 jusqu'à nos jours.

Les usines qui comprennent actuellement des hauts fourneaux, une importante fonderie et des ateliers de construction, sont situées à Fumel (Lot-et-Garonne). Construites en 1847 par la Société Benoist d'Azy, Drouillard, Valès et C^{ie}, elles passèrent successivement aux mains de la C^{ie} des Chemins de fer d'Orléans en 1854, de la Société de la Vienne en 1864, et enfin, de la Société Métallurgique du Périgord, fondée en 1874 par M. A. Barthe, ingénieur civil des Mines.

Situées entre le Lot canalisé et le chemin de fer, auquel un embranchement les relie, leur position est remarquablement choisie tant au point de vue de la facilité des approvisionnements en combustibles et en minerais que de l'écoulement des produits.

Le Lot canalisé permet l'arrivée, par eau, des minerais des concessions situées dans la partie supérieure de la vallée et l'écoulement des produits d'exportation vers le port de Bordeaux. Grâce à cette situation et aussi à la qualité remarquable de la fonte (1) produite par les minerais de la région, fonte qui, très résistante, très douce à l'outil et jouissant d'une grande fluidité, peut être employée en première fusion pour les moulages, la Société du Périgord occupa toujours un des premiers rangs comme usine de moulage, malgré l'évolution, en France, de l'industrie de la fonte par suite de son déplacement et de sa concentration en Meurthe-et-Moselle.

Les usines de Fumel, établies sur un terrain de plus de 10 hectares

(1) Ces fontes ne contiennent que 0,05 à 0,08 p. 100 de soufre et 0,10 à 0,15 p. 100 de phosphore.

et qui comportent environ 15.000 mètres carrés de surface couverte, comprennent :

1^o Deux hauts fourneaux pouvant produire chacun journellement 70 tonnes de fonte brute munis de leurs accessoires : appareils Cowper, deux machines soufflantes, chaudières, etc.

2^o La fonderie qui en dehors de l'usage de la fonte de première fusion, reçoit celle de seconde fusion de quatre cubilots : la plus

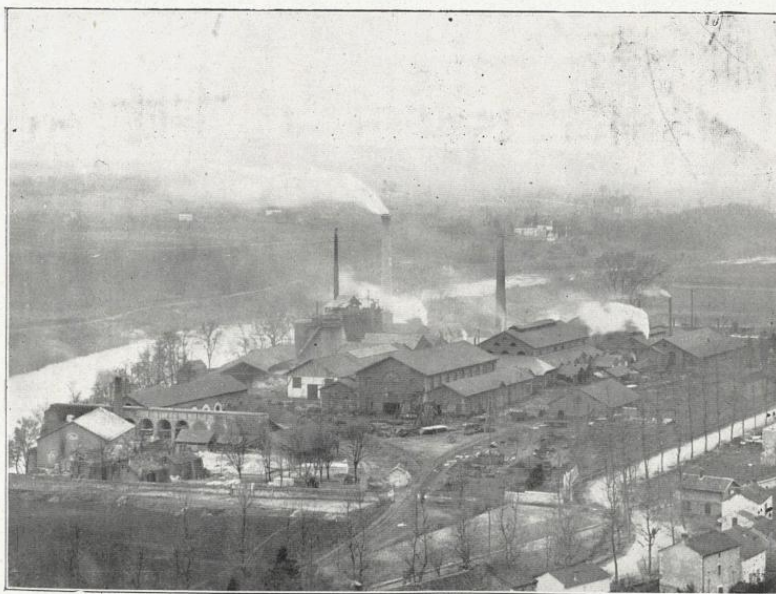


FIG. 8. — Hauts fourneaux et fonderies de la Société Métallurgique du Périgord.

forte partie de cette fonte va à la tuyauterie qui se compose de neuf fosses pour couler verticalement les tuyaux pour conduites d'eau et de gaz de 40 millimètres à 1 m. 300 de diamètre intérieur et dont la production annuelle varie entre 12.000 et 18.000 tonnes; l'autre partie est consacrée aux moulages de toutes sortes, plus particulièrement aux coussinets de chemins de fer (dont la production moyenne annuelle depuis 1874 a été de 10.340 tonnes), aux sabots de freins, plaques tournantes, grues hydrauliques et de chargement, etc.

3^o Un atelier de construction pour les plaques tournantes de

chemins de fer, les grues de chargement, les cylindres sécheurs pour papeterie, etc...

4^o Enfin une briqueterie où se fabriquent d'une part des briques et produits réfractaires et de l'autre des briques et blocs ou pierres de toutes formes et dimensions en laitier de haut fourneau : ces derniers sont moulés à la main dans des moules en bois ou en fonte : quant aux briques, deux broyeurs mélangeurs à meules verticales pulvérisent et mélangent le laitier à la chaux hydraulique et la forme est donnée par la compression du mélange à la presse à agglomérer.

Les différents ateliers de la Société Métallurgique du Périgord sont desservis par 11 grues à vapeur et à transmission, 7 ponts roulants électriques et à câbles : l'atelier de construction comporte de nombreuses machines-outils tels que tours, raboteuses, etc.

La force motrice employée est de 1.022 chevaux-vapeur et de 75 chevaux de force hydraulique fournie par le Lot. Dix moteurs à vapeur sont employés dans l'usine; quatre génératrices d'électricité envoient le courant à 14 moteurs électriques.

La Société du Périgord, qui n'a cessé d'apporter des améliorations à son outillage industriel, en a apporté surtout au matériel de moulage des pièces en série, pour lesquelles elle a fait breveter une machine à mouler universelle pour les moulages de toutes formes et toutes dimensions. Elle a également réalisé pour la fabrication des tuyaux un outil spécial à trousser les tuyaux pour joints au caoutchouc de divers systèmes.

La Société du Périgord emploie dans ses différents ateliers un nombre total de 1.260 ouvriers. A l'aide de ces puissants moyens de production, elle a pu entreprendre de grands travaux de canalisation et les fournitures les plus importantes de matériel fixe de chemins de fer : comme travaux de canalisations, outre plus de 750 mille mètres de tuyaux de divers diamètres fournis aux différentes villes de France, elle a su se créer à l'étranger d'importantes relations commerciales qui lui ont permis d'exporter environ 75.000 tonnes de produits divers dont :

Angleterre.	222.000 mètres de tuyaux divers.
Espagne...	280.000 mètres de tuyaux divers.
Japon....	160.000 mètres de tuyaux de 76 $\frac{m}{m}$.
Sénégal....	90.000 mètres de tuyaux de 68 $\frac{m}{m}$ à 400 $\frac{m}{m}$.
Égypte....	30.000 mètres de tuyaux divers.
Brésil.....	6.000 mètres de tuyaux de 500 à 800 $\frac{m}{m}$.

A l'heure actuelle elle termine la livraison de plus de 300.000 mètres de tuyaux de différents diamètres dont 75.000 mètres en 500 millimètres de diamètre pour la canalisation et la distribution des eaux d'Oueljet-bou-Hafna dans la plaine du Sahel tunisien.

Spécialement outillée pour la fabrication des coussinets de chemins de fer, des sabots de freins, des boisseaux de tampons, des changements et croisements de voie, des grues, des plaques tournantes, elle compte parmi sa clientèle nos principales Compagnies de chemins de fer et plus particulièrement la C^{ie} des chemins de fer d'Orléans à laquelle elle a fourni à ce jour plus de :

246.000	tonnes de coussinets.
6.500	tonnes de sabots de freins.
5.500	tonnes de tuyaux.
750	plaques tournantes.
110	grues de chargement.
80	grues hydrauliques.

La Société Métallurgique du Périgord a participé à la plupart des Expositions, où elle a obtenu de nombreuses récompenses. Citons parmi les dernières :

Paris 1900 : Hors concours, membre du Jury.

Hanoï 1902 : Grand prix.

Saint-Louis 1904 : Grand prix.

Enfin à l'Exposition de Liège la Société Métallurgique du Périgord était classée Hors concours, son administrateur délégué actuel, M. Emile Barthe, étant membre du Jury de la Classe 64.

FORGES DE DOUAI (Nord).

Cette Société, dans la Classe 64, faisait valoir par une série de photographies l'importance de ses Établissements de Douai, la variété et la puissance de son outillage, en même temps qu'elle montrait l'aspect des principaux produits de sa fabrication courante. Son Exposition de produits était très importante; mais, consistant en wagons de grande capacité pour les Compagnies du Nord, du Midi, les usines de Differdange, etc., ou en voitures à voyageurs pour l'Etat Belge, montés sur châssis en tôle emboutie de grande lon-

gueur, elle dépendait de la Classe 32 et était située dans le Hall des Chemins de fer.

La Société des Forges de Douai a été fondée en 1894, au capital de trois millions de francs, par MM. Pierre et Antoine Arbel, en vue de la fabrication des pièces de forge et du travail d'emboutissage. L'usine, installée sur des terrains provenant du démantèlement de la place de Douai, fut mise en marche au début de 1896 : sa superficie est de 70.000 mètres carrés : un embranchement particulier la relie au Chemin de fer du Nord.

Une deuxième usine d'une superficie de 15.000 mètres carrés, reliée également au chemin de fer, est en ce moment en construction : elle comprendra une station centrale de 250 chevaux, composée d'un moteur Weyher et Richemond, d'une chaudière Belleville et d'un compresseur d'air alimentant une série d'outils pneumatiques destinés à un atelier qui doit construire spécialement les wagons du type créé par la maison.

L'usine actuelle comprend :

- Une station centrale électrique de 1.500 chevaux;
- Une aciérie avec deux fours Martin;
- Un atelier de forge;
- Un atelier d'ajustage;
- Un atelier d'emboutissage;
- Un atelier de wagonnage et montage des wagons.

Elle occupe au total 1.200 ouvriers environ.

1^o *Station centrale.* — La station centrale occupe une surface de 1.000 mètres carrés. Elle fournit à l'usine du courant continu à 110 et 220 volts pour l'éclairage et la force motrice.

Trois moteurs Dujardin de 850, 350 et 300 HP, alimentés par 8 générateurs Babcock et Wilcox de 200 mètres carrés de surface de chauffe chacun, mettent en mouvement 4 dynamos génératrices Postel-Vinay et Thomson-Houston de 150, 150, 180 et 625 kilowatts.

La station est pourvue d'un système perfectionné de pompes, économiseurs, réchauffeurs, surchauffeurs.

2^o *Aciérie.* — La surface couverte par l'aciérie est de 1.200 mètres carrés. Cet atelier comprend deux fours Martin de 7 et 15 tonnes permettant de faire des lingots jusqu'à 20 tonnes.

Il est muni d'un outillage puissant et perfectionné : ponts roulants, grues, chariots de coulée à main et électrique, monte-charges, etc.

Un pilon situé à proximité des fours, un laboratoire d'essais physiques et un laboratoire d'analyses permettent de suivre et de contrôler à chaque instant la fabrication.

La production d'acier est de 15.000 tonnes par an, et 100 ouvriers y sont occupés.

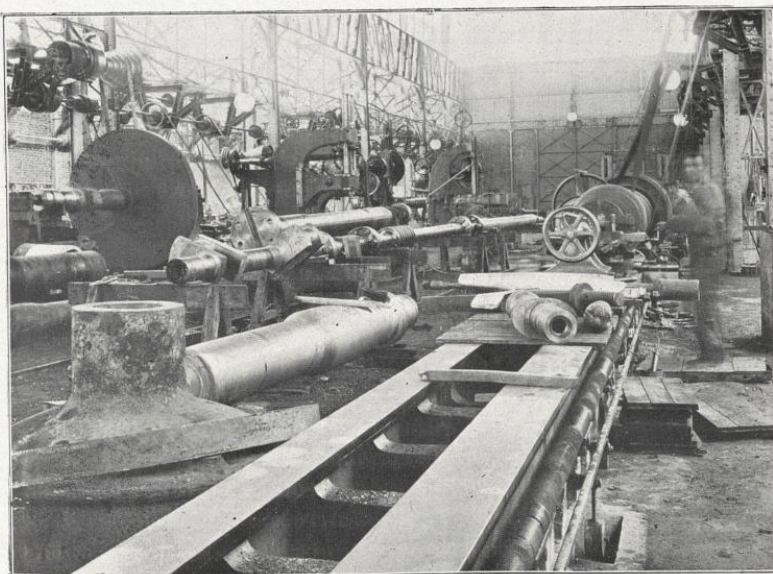


FIG. 9. — Vue d'un des ateliers des Forges de Douai.

3^o Forge. — La grande et la petite forge occupent ensemble une superficie de 3.500 mètres carrés. Elles possèdent un outillage puissant et étendu, notamment :

Une presse à forger Breuer et Schumacher de 3.000 tonnes desservie par deux fours, une chaudière Field et un pont roulant de 60 tonnes.

Une presse à forger Haniel et Lueg de 1.000 tonnes, avec un four continu puissant permettant de réchauffer 40 tonnes de lingots par journée de 10 heures. Cette presse est alimentée par une chaudière Babcock et Wilcox et dispose de plusieurs potences hydrauliques.

Un pilon de 35 tonnes de masse tombante, destiné spécialement au forgeage des roues de wagons, est desservi par un four roulant pour les lingots à centres, et un four discontinu pour les autres lingots. Une chaudière Field lui fournit la vapeur et un pont roulant de 15 tonnes lui amène les pièces de forge.

Un pilon de 12 tonnes pour pièces de forge, avec son four discontinu, sa chaudière et un pont de 15 tonnes.

Un laminoir à roues et bandages Haniel et Lueg, mu par la vapeur pour le mouvement de rotation des cylindres et hydrauliquement pour le rapprochement et le laminage. Ce laminoir est desservi par une potence hydraulique, un four roulant à ébauches et sa chaudière.

La petite forge est constituée par :

Un pilon de 6 T. pour essieux et 2 fours;

Un pilon de 4. T. à bigorner les bandages et 2 fours;

Une série de pilons de 3. T., 2 T. 1 T., et leurs fours;

Une batterie de moutons Dieudonné de 500, 1.000, 1.500 k.;

Un pilon de 500 et 20 forges à main.

Des fours à recuire, dont un de 25 mètres de long, et une fosse à tremper permettant les recuits spéciaux et les divers degrés de trempe imposés par les cahiers des charges et par la pratique.

L'atelier de forge permet la fabrication de toutes les pièces de grosse et de petite forge : arbres pour la marine, arbres moteurs, pièces de mécanique, éléments de canons, rotors de turbines, essieux et roues de locomotives et de wagons, étraves et gouvernails, ferrures de wagons, etc., etc.

La production annuelle de cet atelier est de 12.000 tonnes.

Il occupe environ 200 ouvriers.

4^e *Ajustage*. — L'atelier d'ajustage permet le finissage de toutes les pièces forgées ou embouties à l'usine.

Il couvre une surface de 4.000 mètres carrés environ.

Il est desservi par 2 ponts roulants électriques de 6 et 35 tonnes, une grue électrique monorail de 10 tonnes, et 2 ponts roulants à main de 8 tonnes chacun.

Il comprend plusieurs séries très complètes de machines-outils de diverses puissances :

Tours à arbres droits de 400, 700 et 900 millimètres de hauteur

de pointes pouvant admettre des arbres de 20 mètres de longueur et 20 tonnes de poids;

Tours à arbres coudés et essieux coudés jusqu'à 1 m. 500 de hauteur de pointes et 20 mètres de longueur;

Une machine à tourillonner pouvant admettre des scies de 500 millimètres de diamètre;

Des machines à forer dont une de 50 mètres de long et deux autres admettant des arbres droits ou coudés de 20 mètres de longueur;

Des tours à roues, à essieux, à trains montés, à bandages;

Des raboteuses puissantes, à retour rapide, ayant jusqu'à 7 mètres de longueur de table, des fraiseuses verticales et universelles, des mortaiseuses, des scies à ruban et à lame, des perceuses radiales et universelles, des tours parallèles, des limeuses, etc., etc.

L'atelier possède en outre une machine à caler les trains et une machine à sertir les agrafes de bandages.

Un mouton à essieux lui permet de faire sur ces pièces tous les essais au choc désirables.

L'atelier d'ajustage emploie 150 ouvriers.

5° *Emboutissage*. — Surface occupée : 3.200 mètres carrés.

Cet atelier comprend 6 presses desservies par 3 fours; quatre sont verticales à colonnes, et une à col de cygne; elles sont hydrauliques, le sixième est une presse mécanique du système Bliss.

Ces divers appareils sont desservis par un pont roulant de 15 tonnes.

L'eau, sous la pression de 100 kilos par centimètre carré, leur est fournie par deux batteries de pompes Champigneul qui la refoulent dans un accumulateur.

L'outillage est complété par : une dresseuse à cylindres pour tôles, des cisailles poinçonneuses électriques, des cisailles hydrauliques et dresseuses hydrauliques, des forges à main, des tours, perceuses, meules pour la rectification et l'affranchissement des emboutis.

Cet atelier fait toutes les pièces embouties pour automobiles et pour chaudières et en général toutes les pièces embouties suivant dessin.

La production annuelle de cet atelier dépasse 3.000 tonnes : le nombre d'ouvriers occupés est de 350.

6° *Wagonnage et montage des wagons*. — Les ateliers de wagonnage et montage occupent une étendue de 8.250 mètres carrés. Ils

sont desservis par 6 ponts roulants électriques à grande vitesse, permettant l'évacuation rapide des pièces de wagon encombrantes.

Les 4 presses à emboutir du wagnage sont alimentées par 2 batteries de pompes Ehrardt électriques, et un accumulateur de 200 litres.

Deux des presses sont accouplées et forment ensemble un engin de 1.200 tonnes de puissance, de 20 mètres de longueur, permettant d'emboutir les plus grands longerons de chemins de fer. Les presses sont desservies par 3 fours.

L'atelier est en outre pourvu d'une série de cisailles hydrauliques et électriques et de dresseuses, scies, meules, etc., etc.

Il peut faire l'emboutissage de toutes les pièces de wagons et gros éléments de carrosserie automobile.

L'atelier de montage, mettant en œuvre les emboutis du wagnage et les ferrures de la forge, permet de livrer les wagons de chemins de fer prêts à être mis en service : des fournitures importantes, principalement en wagons plates-formes et à trémies de 40 tonnes de poids utile, ont été faites aux Compagnies du Nord, du Midi, de l'Ouest, de Madrid-Saragosse, de l'Etat Italien, ainsi qu'à des Sociétés minières et métallurgiques.

Cet atelier est pourvu d'un outillage très complet de riveuses pneumatiques et hydrauliques, de pistolets, alésoirs et perceuses pneumatiques, etc., en même temps que de machines-outils précises et à travail rapide.

Le wagnage et le montage occupent 300 ouvriers environ

La Société des Forges de Douai a obtenu dans la Classe 64 un diplôme de Grand prix.

SOCIÉTÉ ANONYME D'ESCAUT-ET-MEUSE, 20, rue de l'Arcade, à Paris.

La Société d'Escaut-et-Meuse n'avait pu trouver place dans la Section de la Métallurgie, par suite de la grande hauteur nécessitée par son Exposition monumentale : son stand se trouvait donc, ainsi que celui de la Compagnie française des Métaux, dans l'annexe de la Classe 64, créée à cet effet dans la Galerie des Machines. Il se composait d'un socle supportant une pyramide quadrangulaire de tubes en acier, de 12 mètres environ de hauteur, surmontée d'un

serpentin sphérique formé d'une série de tubes de 70 millimètres soudés bout à bout, ayant 1 m. 800 de diamètre et 80 mètres environ de développement total.

Tous les objets en acier exposés par la Société étaient en métal provenant des fours Martin de l'usine d'Anzin. Une pièce attirait l'attention sur le côté du stand : c'était un large plat de 46 mètres de longueur, de 500 millimètres de largeur et de 5 millimètres d'épaisseur, enroulé sur lui-même.

Les principales pièces exposées étaient :

Division des tubes soudés à rapprochement :

Deux colonnes composées de ces tubes, taraudés aux deux bouts et manchonnés, ainsi que des pièces de raccords bruts et ordinaires ou de précision.

Division des tubes soudés à recouvrement :

Série de tubes de diverses dimensions parmi lesquels à signaler :

Les tubes noirs formant un panneau du fût de la colonne centrale;

Des tubes rectangulaires pour collecteurs de chaudières multitubulaires;

Des tubes à ailerons intérieurs, système *J. Serve*;

Un poteau en 4 tronçons emmanchés, hauteur 9 m. 500, diamètre à la base 325 millimètres;

Un tube de 180 millimètres, avec pointe en fonte hélicoïdale, pour pieu de pilotis;

Un tube de 130 millimètres, pour circuit de congélation de puits de mines, avec assemblage par manchon taraudé;

Un tube de 350 millimètres de diamètre, cintré en U;

Divers joints par brides pour différentes pressions : brasées, filetées ou en cornières rivées, ainsi que des joints par filetages;

Un piston d'ascenseur de 9 mètres de long et 245 millimètres de diamètre, avec fond fixé par filetage et joint par manchon fileté intérieur.

Division des pièces embouties à la presse :

Une ébauche de 1 m. 500 de longueur, 300 millimètres de diamètre et 35 millimètres d'épaisseur;

Une ébauche de 2 m. 050 de longueur, 250 millimètres de diamètre et 35 millimètres d'épaisseur;

Une ébauche de 2 m. 600 de longueur, 190 millimètres de diamètre et 30 millimètres d'épaisseur;

Une ébauche rectangulaire de 850 millimètres de longueur, 245×165 millimètres et 35 millimètres d'épaisseur;

Une ébauche rectangulaire de 1 m. 600 de longueur, 255×175 millimètres et 15 millimètres d'épaisseur.

Division des tubes sans soudure

a) LAMINOIRS.

Deux tubes de 18 mètres de longueur, 100 millimètres de diamètre et 3 millimètres d'épaisseur, cintrés en U, provenant de ronds pleins percés et laminés en une seule chaude aux dimensions précitées.

b) ÉTIRAGE A FROID.

Un poteau de 9 m. 500 de longueur, 150 millimètres de diamètre à la base, formé d'un seul tube sans soudure à retreints gradués;

Deux autres de même longueur, l'un de 230 millimètres de diamètre, l'autre de 280 millimètres à la base;

Tubes de divers diamètres, blancs ou colorés par recuit, formant 3 panneaux du fût de la colonne centrale;

Tubes de différentes formes : carrés, rectangulaires, octogones, ovales, à rainures, etc.

Division des tubes soudés au chalumeau :

Un tube de 2 mètres de longueur, 420 millimètres de diamètre, avec enveloppe asphaltée pour conduite placée dans le sol;

Une bifurcation de 5 mètres de longueur, 800 millimètres de diamètre, avec brides rivées ou libres;

Une chaudière à double paroi, pour chauffage à basse pression, de 1 mètre de hauteur, 860 millimètres de diamètre, 10 millimètres d'épaisseur;

Un accumulateur pour air comprimé à 150 kilos de 3 m. 500 de longueur, 550 millimètres de diamètre, 25 millimètres d'épaisseur, à fond plat d'un bout, fond concave de l'autre;

Un réservoir pour air comprimé à 100 kilos (de $3 \text{ m. } 300 \times 500 \times 23$ millimètres), avec 2 fonds ronds et 1 bossage soudé;

Une bouée biconique de 2 mètres de hauteur, 1 m. 130 de diamètre, 10 millimètres d'épaisseur;

Un coude à 62° sur tube de 630 millimètres de diamètre, 2 joints par collets renforcés, soudés et brides mobiles;

Une série de tubes de communication droits et cintrés, pour chaudière Galloway;

Un piston d'ascenseur de 7 m. 150 de longueur, 420 millimètres de diamètre, type de la tour Eiffel.

Division des travaux accessoires :

Un serpentin à 8 enroulements concentriques, 700 mètres de développement total, en tubes de 34 millimètres de diamètre, 6 millimètres d'épaisseur. Encombrement : 1 m. 560 de diamètre sur 1 m. 300 de hauteur;

Un serpentin rectangulaire de 80 mètres de développement total, en tubes de 30 millimètres de diamètre, soudés bout à bout;

Un serpentin sphérique en tubes de 70 millimètres soudés bout à bout, ayant 1 m. 800 de diamètre, posé au sommet de la colonne centrale;

Un collecteur pour surchauffeur;

Une série de récipients pour gaz comprimés;

Une série d'étauçons d'abatage et de réparation, système Sommer breveté pour galeries de mines. — Ces étauçons, d'invention nouvelle, d'un emploi très facile, sont appelés à rendre de grands services à l'industrie minière, aux entrepreneurs de travaux publics, etc.

Des tiges de sondage refoulées aux deux extrémités;

Des entretoises avec trou central, pour foyers de locomotives.

La Société anonyme d'Escaut-et-Meuse, successeur de MM. Ch. et H. Chaudoir, à Liège, dont l'industrie existait depuis 1870, a été constituée en 1882 au capital de 5.000.000 de francs.

Son siège social est à Paris, 20, rue de l'Arcade.

La Société s'occupe de la fabrication des produits suivants :

Tubes rapprochés;

Tubes soudés à rapprochement;

Tubes soudés à recouvrement;

Tubes sans soudure;

Pièces embouties à la presse hydraulique;

Articles en tôle soudés au chalumeau.

Elle produit également les principales matières premières nécessaires à ces diverses fabrications, savoir :

Acier Martin-Siemens;
Tôles et larges-plats;
Ronds martelés;
Pièces en fonte.

Enfin elle possède de vastes ateliers de parachèvement dans lesquels elle exécute les travaux accessoires se rapportant aux diverses applications de ses produits.

La Société dispose de deux usines :

L'une située à Sclessin, près Liège (Belgique), l'autre à Anzin, département du Nord (France).

Celle de Sclessin, située entre le chemin de fer de Liège à Namur et la Meuse, a été créée en 1870, par MM. Ch. et H. Chaudoir.

L'usine d'Anzin, située entre le chemin de fer de Valenciennes à Lille et l'Escaut canalisé, a été construite progressivement depuis 1882.

Les deux usines, reliées au chemin de fer et à la voie d'eau, se trouvent dans les conditions les plus favorables, tant pour la réception de leurs matières premières, que pour l'expédition des produits de leurs fabrications.

Placées également toutes deux dans un bassin houiller et dans un centre important d'industrie sidérurgique, elles jouissent d'une situation particulièrement avantageuse pour l'approvisionnement de leur combustible et de leurs matières premières, ainsi que pour le recrutement de leur personnel.

La Société est, en France et en Belgique, le plus grand producteur de tubes soudés et sans soudure.

Elle y applique, outre les procédés anciens de fabrication de tubes soudés à rapprochement et à recouvrement, les procédés nouveaux les plus perfectionnés pour la production des tubes *sans soudure*, notamment les procédés *Robertson* et *Manesmann*.

Ces dernières fabrications, encore dans la période des tâtonnements lorsque la Société en a acquis les brevets, ont été grandement perfectionnées dans ses usines.

Voici la description détaillée de ces deux usines avec, pour chaque service, la liste des machines ou autres outils qui y sont employés.

L'usine d'Anzin (Nord) de beaucoup la plus importante, est d'une

contenance de près de 20 hectares dont une surface de 34.700 mètres carrés sont couverts.

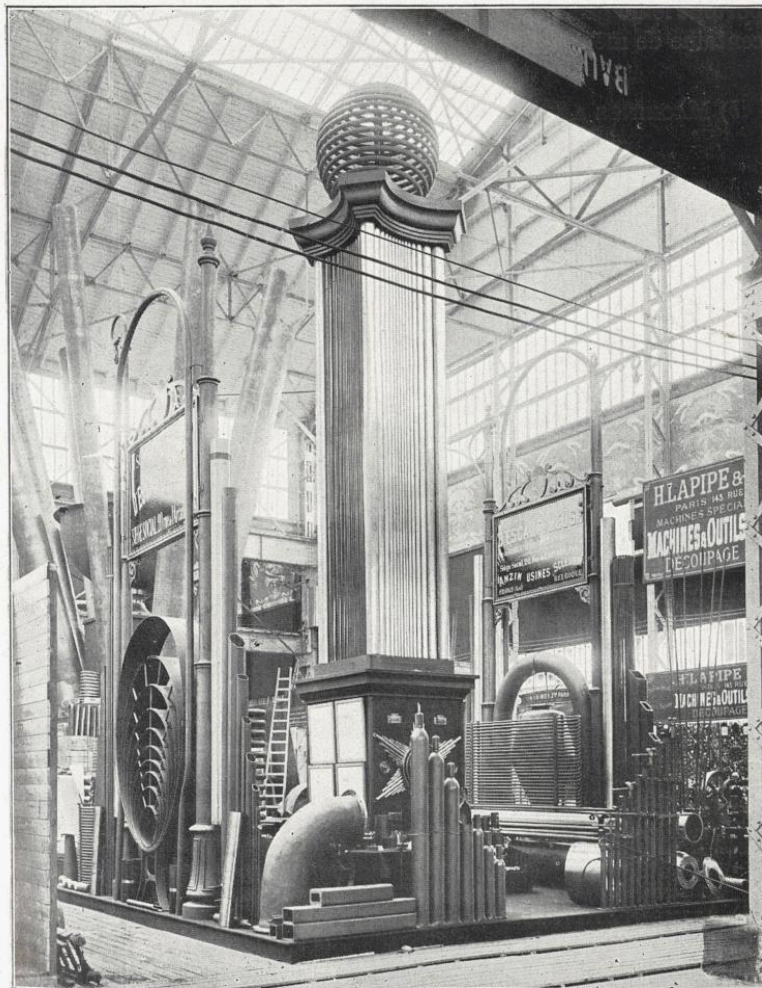


FIG. 10. — Exposition de la Société anonyme d'Escaut-et-Meuse.

Vapeur. — a) CHAUDIÈRES. — La vapeur nécessaire à l'alimentation des divers moteurs de l'usine est produite par 27 générateurs

représentant ensemble environ 4.300 mètres carrés de surface de chauffe totale.

En outre, 7 appareils locomoteurs, locomotives ou grues roulantes, portent leurs générateurs de vapeur qui représentent ensemble une centaine de mètres carrés de surface de chauffe.

b) MACHINES A VAPEUR. — Il existe dans l'usine :

1	machine réversible	de 1.200 chevaux	
1	—	Compound de 850	—
1	—	— de 800	—
1	—	de 600	—
2	—	de 200 et 400	—
5	—	de 100 à 200	—
13	—	de 50 à 100	—
25	—	de moins de 50	—

Total 48 moteurs développant une force de 5.700 chevaux.

En outre 22 pompes à vapeur sont employées à l'alimentation des chaudières ou à l'arrosage.

La vapeur consommée par la machine réversible de 1.200 chevaux et par celle de 600 chevaux est surchauffée dans des appareils Uhler munis de tubes à ailerons, système Serve.

Eaux. — a) ARROSAGE ET INCENDIE. — Un château d'eau de 25 mètres de hauteur, portant des réservoirs d'une capacité de 350 mètres cubes, distribue l'eau par une canalisation souterraine dans tous les ateliers et dans toutes les cours de l'usine, ainsi qu'aux habitations du directeur et des ingénieurs.

Deux fortes pompes à vapeur, débitant ensemble 800 mètres cubes d'eau par heure, alimentent ces réservoirs.

b) ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES. — L'eau destinée à l'alimentation des chaudières est épurée dans une station centrale et distribuée aux générateurs par une canalisation souterraine. L'alimentation même des chaudières se fait par des pompes et des injecteurs.

L'épuration des eaux est obtenue par 2 épurateurs Desru-maux et Gaillet, débitant 100 mètres cubes par heure, et par 6 décan-teurs.

L'alimentation des générateurs se fait par :

17 pompes à vapeur et
27 injecteurs servant d'appareils de secours.

c) EAU SOUS PRESSION. — L'eau sous pression, destinée au fonctionnement des appareils hydrauliques répartis dans les divers ateliers de l'usine, est fournie filtrée par :

2 litres débitant ensemble 200 mètres cubes par heure;
3 pompes jumelles à vapeur } débitant ensemble
3 pompes simples mues par courroie (87 m. c. d'eau par heure.

Ces pompes alimentent :

2	accumulateurs à 30 kilos de pression;
2	— 60 —
1	— 100 —

Des appareils spéciaux, multiplicateurs de pression, disposés notamment aux bancs d'épreuves, permettent d'augmenter ces pressions suivant les besoins du service

Air comprimé. — L'air employé au fonctionnement de divers palans, burins, machines à forer et autres outils pneumatiques, est comprimé à la pression de 5 kilos par centimètre carré au moyen de :

1 compresseur François.
2 compresseurs Westinghouse.

Le débit de ces appareils atteint 1500 mètres cubes par heure.

Électricité. — Employée au transport de force et à l'éclairage, l'électricité est produite à la tension de 220 volts pour le premier usage et à celle de 110 volts pour le second.

1 machine Compound Dujardin	de 350 chevaux indiqués.
1 machine à soupape système Hoyoïs	de 200 —
1 machine à tiroir, constr ^r Mailliet	de 30 —
3 machines Willans de chacune	90 —
1 machine Compound Weyer et Rich- mond	de 150 —

produisent au moyen de :

11 dynamos génératrices, un courant électrique de 710 kilowats.

49 dynamos réceptrices utilisent une partie de ce courant pour actionner, soit directement, soit par l'intermédiaire de transmissions : des ventilateurs, des broyeurs à dolomie et à mortier et un grand nombre de machines-outils diverses.

Le surplus du courant est absorbé par :

115 lampes à arc,

1.100 lampes à incandescence.

L'usine est sillonnée par des voies à écartement normal, dont la longueur totale s'élève à plus de 5 kilomètres.

En outre, 4 kilomètres et demi de voies à petite section relient entre eux les différents ateliers, magasins et parcs de l'usine.

2 locomotives de 13 et 18 tonnes,

3 grues locomotives de 4, 6 et 12 tonnes,

1 grue roulante à bras, de 3 tonnes,

1 grue hydraulique de 1.500 kilogrammes,

120 wagons, trucs et wagonnets,

3 ponts à bascule,

constituent le matériel utilisé aux diverses manutentions des marchandises, matières premières, pièces mécaniques et produits des différentes fabrications de l'usine.

Un important laboratoire de chimie et une salle d'essais mécaniques complètent les services généraux de l'usine dont voici le détail de l'outillage des différentes divisions.

I. — Division des fours à acier. — Après avoir débuté en 1889 par la construction d'un four à sole rotative, système Pernot, dont l'acier, d'excellente qualité d'ailleurs, revenait malheureusement à un prix très élevé, la Société d'Escaut-et-Meuse s'est décidée ultérieurement à remplacer ce système de four par le Martin-Siemens ordinaire.

Elle a successivement construit en 1891 et en 1896 deux fours, l'un de 12 tonnes et l'autre de 15 tonnes, qui sont encore aujourd'hui en fonctionnement.

Ils ont produit annuellement 32.000 tonnes de lingots, au moment où la bonne marche des affaires permettait de les maintenir constamment à feu.

Ci-après l'énumération du matériel qui compose l'aciérie Martin :

2 fours Martin-Siemens de 12 et 15 tonnes de capacité;

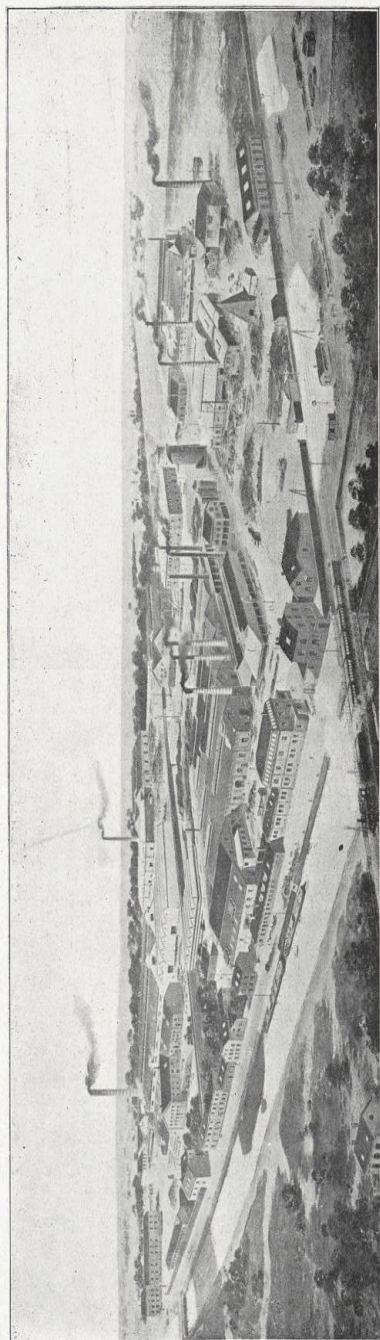


Fig. 11. — Vue des usines de la Société anonyme d'Escout-et-Meuse.

14 gazogènes distillateurs à vent soufflé;

4 ventilateurs, dont 2 pour souffler sous la grille des gazogènes et 2 pour l'insufflation d'air par la voûte des fours; chacun de ces ventilateurs est mû par une dynamo distincte :

1 pompe hydraulique jumelle comprime, dans un accumulateur chargé à 60 kilos, l'eau nécessaire au fonctionnement des appareils hydrauliques;

2 grues locomotives et 1 grue hydraulique fixe desservent les fosses de coulée et les parcs à lingots;

Comme accessoires : 2 casse-rails hydrauliques, 1 casse-fonte à poire, 1 monte-charge, 1 broyeur-malaxeur, 1 petit pilon pour essais.

II. — Laminoirs à tôles et larges-plats. — Ces laminoirs produisent comme spécialité principale des larges-plats pour tubes, c'est-à-dire des plats sensiblement plus minces que ceux du commerce courant.

Nous citons à titre d'exemple les largeurs et épaisseurs suivantes :

$200 \times 3 \frac{m}{m}$ — $300 \times 3 \frac{3}{4} \frac{m}{m}$ — $400 \times 4 \frac{1}{4} \frac{m}{m}$ — $600 \times 5 \frac{m}{m}$

L'installation des laminoirs à tôles et larges-plats comprend :

1 machine à vapeur de 600 chevaux :

1 train universel de 550 millimètres de diamètre et de 640 millimètres de largeur de table, qui se transforme en laminoir à tôles lorsque les besoins de l'usine l'exigent;

1 train universel de 450 millimètres de diamètre et de 350 millimètres de largeur de table;

2 releveurs mécaniques pour ces trains;

2 grues pour les montages et démontages;

2 fours à réchauffer système Bicheroux à vent soufflé;

2 chaudières placées à la suite de ces fours et chauffées par les flammes allant à la cheminée;

2 cisailles et 1 scie circulaire à vapeur pour découper les brames ou largets.

La production de ces laminoirs est de 14.000 tonnes par an.

III. — Tubes soudés à rapprochement. — Les tubes soudés à rapprochement, employés pour conduites de gaz et d'eau à pression relativement faible, sont produits au moyen de plats en fer que la

Société produit à ses laminoirs à larges-plats, ou achète aux forges des environs.

L'outillage pour cette fabrication se compose de :

- 1 four à souder;
- 1 chaudière à la suite de ce four chauffée par les flammes perdues;
- 3 bancs à étirer à chaîne Galle;
- 1 foyer pour souder les tiges;
- 1 banc d'épreuves hydrauliques avec pompe et accumulateur;
- 15 machines-outils pour couper et tarauder ces tubes, fabriquer des raccords ou confectionner l'outillage nécessaire à ces travaux.

IV. — *Tubes soudés à recouvrement.* — La fabrication des tubes soudés à recouvrement a été, pendant assez longtemps, l'objectif presque exclusif de la Société.

L'apparition de procédés perfectionnés pour la production du tube sans soudure l'a cependant décidée, depuis quelques années, à porter également ses efforts de ce côté. Aujourd'hui, les productions des tubes soudés et des tubes sans soudure sont à peu près d'importance égale.

Les tubes soudés à recouvrement sont laminés couramment :

- aux diamètres de 20 à 375 millimètres;
- aux épaisseurs de 2 à 15 millimètres;
- et en longueurs allant jusque 7 m. 500.

L'outillage de cette division comprend les appareils suivants :

- 2 machines à vapeur de 120 et 150 chevaux;
- 3 bancs à chaîne Galle pour le chanfreinage des tôles;
- 2 fours à chauffer les tôles pour leur ployage;
- 2 bancs à chaîne Galle pour ce même ployage;
- 1 marteau-pilon de 750 kilos à double effet;
- 2 fours à souder à foyer soufflé système Bicheroux;
- 2 fours à souder chauffés par gazogènes et récupérateurs, système spécial de la Société;
- 2 laminoirs à souder de 850 millimètres, diamètre des cylindres;
- 2 — — — — — de 650 — — — — —
- 4 bancs à chaîne Galle pour l'étirage des tubes;
- 3 chaudières sur flamme des fours;
- 32 machines-outils diverses pour dresser, éprouver et couper les tubes.

Pour étendre l'emploi des tubes en fer et en acier, la Société d'Escaut-et-Meuse s'est appliquée, de plus en plus, à présenter ses produits sous la forme définitive de leur emploi.

A cet effet, elle doit munir ses tubes de brides, de bagues, de bouts de cuivre, etc.; elle doit les tourner, les aléser, les fileter, etc.; elle doit en fermer les extrémités pour en former les tubes Field, des récipients à acide carbonique ou autres gaz comprimés; elle doit les cintrer en serpentins, les disposer en canalisations prêtes à poser suivant plans, etc., etc.

La division qui s'occupe de ces différents travaux a pris peu à peu une importance assez considérable, puisqu'elle occupe aujourd'hui à elle seule un chiffre de 160 à 180 ouvriers.

Quant au matériel affecté à ces divers travaux, il ne comprend pas moins de :

- 33 tours;
- 3 machines à forer;
- 12 machines à raboter et limer;
- 15 machines à tarauder;
- 35 machines diverses, à couper, forger, meuler, etc.
- 2 riveuses hydrauliques de 30 tonnes;
- 3 presses à refouler et à emboutir et 1 pilon de 800 kilos.
- Total : 103 machines-outils
- Et 32 foyers ou feux de forge.

V. — *Pièces embouties à la presse.* — Cette division produit principalement des ébauches tubulaires destinées à la fabrication des tubes sans soudure, des collecteurs ronds ou rectangulaires, des récipients, etc.

Elle produit également les ronds ou brâmes nécessaires à ces fabrications.

Son outillage se compose de :

- 1 machine à vapeur réversible de 1.200 chevaux;
- 2 surchauffeurs à vapeur, système Uhler, munis de tubes à ailerons système Serve;
- 2 grands fours à réchauffer de 10 mètres de longueur;
- 1 chaudière de 75 mètres carrés de surface de chauffe, disposée pour utiliser les flammes perdues de ces fours;
- 2 fours secondaires et 2 feux de forge;

- 1 presse hydraulique système Robertson de 600 tonnes de puissance;
- 2 grues hydrauliques de 1.500 kilos de puissance, desservant cette presse;
- 1 presse hydraulique de 50 tonnes;
- 1 pompe à vapeur jumelle fournissant l'eau sous 60 kilos de pression;
- 3 pilons à vapeur, à double effet, de 1.000 à 1.500 kilos;
- 1 pont roulant électrique de 8 tonnes;
- 1 scie circulaire à vapeur;
- 8 tours spéciaux pour écrouter les ébauches et tourner certains emboutis;
- 1 locomobile de 25 chevaux.

VI. — *Tubes sans soudure.* — La fabrication des tubes sans soudure comprend 3 phases distinctes : celle de la production d'une ébauche creuse à paroi épaisse, celle de l'allongement à chaud de cette ébauche en un tube aussi mince que possible, enfin, celle du lissage de ce tube par étirage à froid.

Cette troisième opération n'est cependant pas exigée pour tous les emplois.

Les deux premières phases s'exécutent au moyen de procédés très divers, parmi lesquels la Société d'Escaut-et-Meuse a choisi : ceux de Robertson et de Mannesmann pour la production des ébauches et celui de Mannesmann pour l'étirage à chaud de ces ébauches.

Ces procédés brevetés, acquis par la Société avant qu'ils ne fussent sortis de la période des tâtonnements, ont été considérablement perfectionnés dans ses usines.

La production des ébauches s'exécute, pour certaines dimensions, au moyen de l'outillage destiné à la fabrication des pièces embouties à la presse, ainsi que nous l'avons dit plus haut; pour d'autres au moyen du laminoir hélicoïdal Mannesmann.

Le laminage est obtenu par le passage dans les laminoirs dits à pas de pèlerin de M. Mannesmann; ces laminoirs, actionnés par des appareils mécaniques assez compliqués, impriment à l'ébauche, présentée sur mandrin en acier dur, un mouvement de va-et-vient pendant lequel elle est écrasée par petites portions successives.

L'étirage à froid, quand il doit être exécuté, se fait par le procédé habituel des bancs à étirer à chaîne Galle. Certaines administrations exigent le zingage électrolytique de la surface extérieure des tubes,

dans le but de révéler plus sûrement les défauts qu'ils peuvent présenter.

Le matériel pour la fabrication de ces tubes sans soudure à la Société d'Escaut-et-Meuse comprend :

- 1 machine à vapeur Compound, à soupape de 850 chevaux;
- 1 machine à vapeur Compound, type marine, de 800 chevaux;
- 2 grands fours à réchauffer de 12 et 14 mètres de longueur;
- 1 chaudière utilisant les flammes perdues d'un de ces fours;
- 5 chaudières de 300 mètres carrés de surface de chauffe chacune;
- 3 fours secondaires;
- 2 laminoirs dégrossisseurs système *Mannesmann*;
- 3 laminoirs finisseurs système *Mannesmann*, avec leurs appareils hydrauliques à manœuvrer les chariots et les cylindres et à démandriner les tubes.

Ces laminoirs produisent des tubes de 40 à 250 millimètres de diamètre, en longueur courante de 10 à 12 mètres.

- 1 machine à vapeur réversible de 150 chevaux et 1 machine verticale Compound de 150 chevaux;
- 2 bancs à chaîne Galle pour étirer à chaud;
- 3 pilons à vapeur à double effet, de 1.000 kilos;
- 16 machines-outils diverses pour couper, dresser et éprouver les tubes;
- 1 pont roulant électrique de 8 tonnes de force;
- 14 appareils de levage mécanique à air comprimé.

L'atelier d'étirage à froid comprend de son côté :

- 1 machine à vapeur de 200 chevaux;
- 2 fours à recuire et 2 foyers accessoires;
- 4 bancs à étirer;
- 8 bacs à décaper;
- 1 pilon à vapeur à double effet de 750 kilos;
- 1 machine à forger;
- 1 dynamo pour le zingage par électrolyse;
- 6 cuves de zingage, dont 2 de 8 mètres de longueur et 4 de 3 m. 500;
- 27 machines-outils diverses appliquées au parachèvement des tubes.

La Société d'Escaut-et-Meuse fabrique aussi les tubes soudés au chalumeau jusqu'à 3 mètres de diamètre et 20 mètres de longueur.

Cet atelier comprend l'outillage spécial suivant, auquel vient se joindre celui destiné au parachèvement des tubes de diverses sortes :

- 1 machine à vapeur, (développant ensemble
- 1 dynamo réceptrice, (80 chevaux de force;
- 1 grand four à chauffer les tôles et à recuire les pièces finies;
- 3 machines à cintrer;
- 1 machine à chanfreiner;
- 1 tour pour tourner des pièces de 1 m. 90 de diamètre et de 9 mètres de longueur;
- 2 machines à forer radiales;
- 1 pont roulant;
- 1 pompe avec accumulateur à 60 kilos de pression;
- 2 ventilateurs;
- 14 foyers chalumeau, dont un certain nombre pourvus d'appareils hydrauliques :
- 1 installation de soudage par chalumeaux oxyacétyléniques.

Une fonderie, qui sert exclusivement à la production des mandrins, filières et pièces de rechange consommés dans l'usine occupe de 50 à 60 ouvriers et produit 1.800 tonnes de pièces en fonte. Elle possède 2 cubilots, un moulin et blutoir à sable, 1 ventilateur, 2 grues mécaniques, 2 appareils à mouler hydrauliquement.

Un atelier mécanique de 1.600 mètres carrés de surface et une halle de forges et de chaudronnerie d'environ 1.000 mètres carrés sont affectés à l'exécution des pièces nécessaires à l'entretien des machines et outils de l'usine.

L'outillage de l'atelier mécanique comprend :

- 37 tours divers;
- 6 machines à raboter, à mortaiser et limeuses;
- 7 machines à forer et à cintrer;
- 14 machines à fraiser universelles et ordinaires;
- 18 machines à affûter les scies, fraises et mèches;
- 2 scies à ruban;
- 2 presses hydrauliques;
- 1 pont roulant de 5.000 kilos de force, mû par câble, dessert cet atelier;
- 1 ascenseur relie le rez-de-chaussée avec l'étage;

4 dynamos, représentant une force de 100 chevaux, distribuent la force aux outils;

30 étaux d'ajusteurs complètent cette installation.

Les halles des forges et chaudronnerie possèdent :

10 feux de forge;

1 poinçonneuse-cisailleuse;

1 ventilateur actionné par 1 dynamo;

1 machine à forer;

1 grue hydraulique.

5 étaux.

Le nombre des ouvriers occupés dans cette section est d'environ 180.

L'usine du Val-Benoît, à Sclessin (Belgique), produit exclusivement les tubes soudés à recouvrement. Elle ne produit pas elle-même ses matières premières. Sa superficie est de 1 hectare et demi avec une surface couverte de 6.000 mètres carrés.

Trois chaudières semi et multitubulaires, présentant une surface de chauffe de 300 mètres carrés fournissent la vapeur à 6 moteurs dont l'un de 120 chevaux : la force totale est de 325 chevaux.

L'usine possède 2 laminoirs à tubes soudés desservis par 4 fours à souder et à réchauffer, 22 feux de forge sont répartis dans 3 ateliers, trois bancs à chaîne Galle servent à l'étirage des tubes.

L'outillage est complété par 13 tours, machines à raboter, etc., 4 presses hydrauliques, 1 marteau-pilon, 10 scies ou cisailles, 2 grues.

Cette usine, beaucoup moins importante que celle d'Anzin, occupe 220 ouvriers; sa production annuelle est de 3.500 tonnes de tubes et 400 tonnes de pièces de fonte pour une valeur totale de 2.000.000 de francs par an. L'usine d'Anzin occupe un personnel de 1.420 ouvriers. Sa production annuelle est de 22.500 tonnes d'acier Martin, 12.000 tonnes de tôles et larges-plats, 1.400 tonnes de pièces de fonte et 13.500 tonnes de tubes et articles soudés au chalumeau. L'importance du montant annuel des ventes est de 8.400.000 francs.

La Société d'Escaut-et-Meuse a institué une caisse de secours sans aucune retenue sur les salaires, une caisse de retraite pour le personnel employé, alimentée par des versements mensuels égaux de la part de la Société et de l'employé, et une caisse de retraite pour le personnel ouvrier qui fonctionne de la façon suivante :

Sans faire aucune retenue sur les salaires, la Société assure une

rente de 265 francs environ à tout ouvrier qui a été à son service depuis l'âge de 25 ans jusqu'à celui de 60 ans.

En outre, pour tous ouvriers voulant augmenter ce chiffre de pension en faisant des versements personnels, la Société fait à leur profit un supplément de versement qui porte à 450 francs environ par an la pension résultant uniquement des versements de la Société.

Ces rentes sont constituées par un livret de la Caisse Nationale des retraites qui demeure sa propriété, même s'il quitte le service de la Société.

Une disposition spéciale assure aux ouvriers déjà anciens lors de la création de cette Caisse une rente égale à celle qu'ils auraient obtenue si la Caisse avait existé au moment de leur engagement.

Une infirmerie avec salle d'opérations et de pansements a été installée d'après les données scientifiques les plus récentes.

La belle Exposition de la Société d'Escaut-et-Meuse lui a valu la plus haute récompense : le Grand prix.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR LA FABRICATION DES TUBES, à Louvroil (Nord).

Cette Société qui a pris depuis quelques années un développement si considérable, avait, par une Exposition très intéressante, montré l'importance acquise par ses établissements, particulièrement depuis l'Exposition de 1900. A cette époque, en effet, la Société des Tubes de Louvroil produisait uniquement les tubes soudés par recouvrement ou par rapprochement et elle était tributaire des usines étrangères pour l'approvisionnement des matières premières. Ce n'est que depuis qu'elle décida et exécuta l'installation d'une aciérie Martin-Siemens et la création d'une usine nouvelle pour la fabrication des lingots creux et leur transformation en tubes sans soudures par des laminoirs spécialement appropriés à cette nouvelle fabrication. Nous donnerons plus loin quelques détails sur cette installation.

Indépendamment d'une série de lingots creux bruts de coulée et d'ébauches tubulaires dégrossies, exécutés avec le métal de son aciérie Martin, la Société des Tubes de Louvroil exposait dans la catégorie des tubes soudés par rapprochement une série de tubes divers taraudés manchonnés, des tringles pour transmission Saxby, des tubes carrés ainsi que des supports en tubes carrés, d'un type

breveté et adoptés par l'Administration des Postes et Télégraphes pour les lignes électriques.

A côté se trouvaient une série de tubes soudés par recouvrement, de gros diamètres et étirés à chaud, des tubes à ailerons système Serve, des tubes à cloison intérieure, système Bère, des tubes carrés ou coniques, des tubes à ailettes extérieures en fer pour le chauffage.

Enfin les tubes sans soudure étaient représentés par une série de tubes étirés à froid de diamètres variant de $20 \frac{m}{m}$ à $120 \frac{m}{m}$, noirs, polis ou zingués; des tubes étirés de profils divers et différents essais mécaniques.

Comme la Société d'Escaut-et-Meuse, dont nous avons décrit plus haut les établissements, la Société française des Tubes a dû créer d'importants ateliers de parachèvement pour exécuter les différents travaux dont les tubes sont susceptibles. Citons parmi les remarquables travaux de ce genre exposés à Liège :

Quatre poteaux coniques soudés d'une seule pièce de $260 \frac{m}{m}$ à la base et 9 m. 800 de hauteur pour traction.

Deux poteaux coniques de $200 \frac{m}{m}$ diamètre et 9 m 00 hauteur, avec consoles pour éclairage (hauteur limitée par celle des halles).

Un serpentín cylindrique en tubes sans soudure de $100 \frac{m}{m}$. Longueur développée: 75 mètres sans joints. — Diamètre 1 m. 100 intérieur seulement.

Un serpentín conique de 1 m. 500 à la base, $400 \frac{m}{m}$ au sommet en tubes à recouvrement. Longueur développée, 100 mètres sans joints.

Un serpentín en berceau, longueur développée 32 m. en tubes à recouvrement.

Un jeu de serpentíns cylindriques en 5 tronçons emboîtés les uns dans les autres sans joints intermédiaires. — Diamètre des tubes $38 \frac{m}{m}$. Longueur développée 560 mètres.

Un serpentín plat avec branches croisées. — Diamètre des tubes $38 \frac{m}{m}$. Longueur développée 120 mètres.

Série de joints variés par brides, brasées, filetées, avec ou sans emboîtement.

Type de joints de la Compagnie des Omnibus pour canalisations d'air comprimé, pression normale 80 kil. Ces canalisations d'air ont été exécutées en tubes de 19 m. 50. Elles comportaient plus de 50 kilomètres de développement pour un tonnage de 985.000 kil.

Série de rabouages divers en cuivre rouge.

Taraudages. — Façonnages de toutes sortes.
Cintrages sur rayons courts.

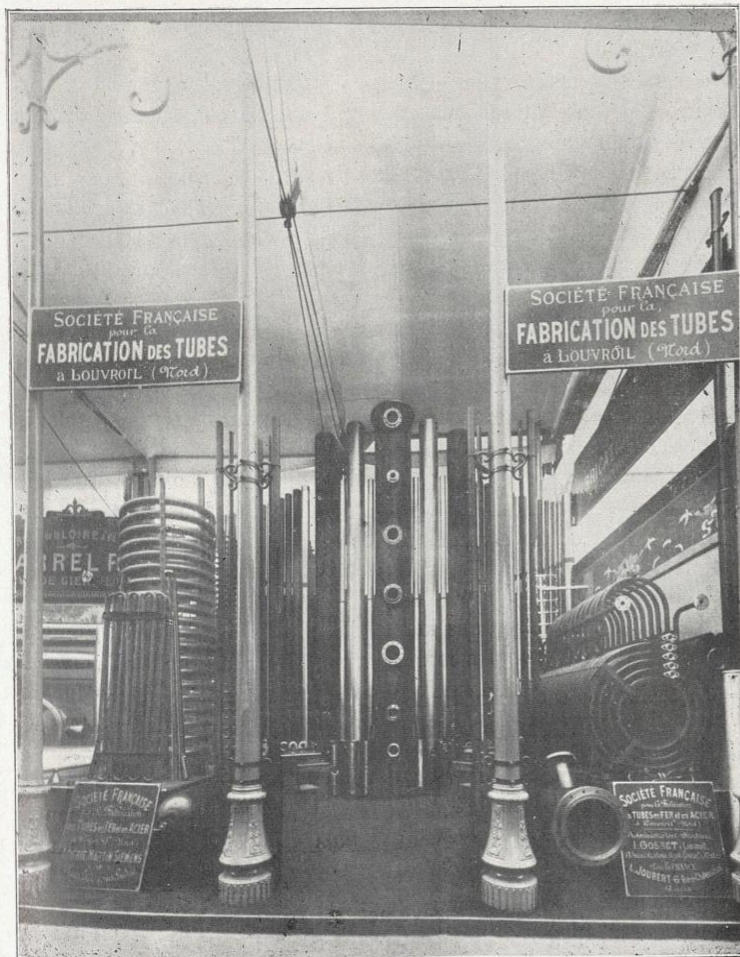


FIG. 12. — Exposition de la Société française pour la fabrication des tubes, à Louvroil (Nord).

Raccords de pistons d'ascenseurs.
Récipients et bouteilles pour gaz comprimés.
Poteau Nou breveté S. G. D. G., démontable, type colonial adopté

par le Ministère des Colonies et utilisé pour les lignes télégraphiques sahariennes de pénétration.

Enfin, les Établissements de Louvroil pratiquent couramment la soudure au chalumeau et exposaient comme tubes et articles en tôle soudée par ce procédé les objets suivants :

Un collecteur de vapeur de $800 \frac{m}{m}$ diamètre, longueur 8 mètres (limitée par la hauteur des halles), muni de tubulures et collets soudés brides mobiles.

Deux tubes de $500 \frac{m}{m}$ diamètre. Longueur 7 m. 80.

Deux pistons d'ascenseurs tournés polis. — Diamètre $425 \frac{m}{m}$. Longueur 7 m. 80.

Un réservoir pour air comprimé à 100 kil. — Diamètre $500 \frac{m}{m}$. Longueur 3 m. 500.

Une tubulure tronconique de réduction. — Diamètre 525×300 . Longueur 3 m. 500, munie de tubulures obliques et collets soudés.

Série de chaufferettes pour wagons.

Réduction d'un séparateur d'eau et de vapeurs système Musnicki, breveté s. g. d. g.

C'est par l'emploi du chalumeau oxyacétylénique Fouché, présenté à l'Exposition de Liège par M. Javal, et dont nous rendons compte dans une autre partie de ce rapport, que ces produits sont obtenus.

La Société française pour la Fabrication des Tubes a été fondée en février 1890. Son siège social et ses usines sont établis à Louvroil (Nord). Le capital social initial de 600.000 fr., augmenté au fur et à mesure des agrandissements successifs des établissements, est actuellement de 4.200.000 fr. (actions et obligations).

A l'origine, la Société française s'occupait uniquement de la fabrication des tubes soudés par rapprochement et par recouvrement, et, lors de l'Exposition d'Anvers en 1894, son personnel comprenait 250 ouvriers seulement.

Elle installa ensuite successivement :

En 1894 ses ateliers spéciaux pour travaux sur tubes

En 1896 la fabrication des poteaux coniques pour traction ou éclairage électrique.

Jusqu'en 1900 la Société française devait se procurer au dehors les matières premières nécessaires à ses fabrications, mais à la fin de

cette année la création d'une aciérie Martin-Siemens fut décidée. Elle entra en exploitation au début de 1902.

Vers la même époque elle commençait ses recherches en collaboration avec la Société d'Ougrée-Marihay, pour réaliser la production des lingots creux coulés en lingotières horizontales rotatives, soumettant le métal à l'action de la force centrifuge.

Après des essais satisfaisants la Société française créa une usine nouvelle pour la fabrication des lingots creux en grandes quantités,



FIG. 13. — Halle de coulage des lingots creux (usine de Louvroil).

et leur transformation en tubes sans soudure par des laminaires et bancs d'étirage à chaud et à froid spécialement appropriés à cette nouvelle fabrication.

Vers le milieu de l'année 1902 les produits nouveaux étaient livrés au commerce.

Enfin, pendant le courant de l'année 1904, elle entreprit la fabrication des articles en tôle soudée au chalumeau, et gros tubes de grandes longueurs, dont les produits exposés témoignent suffisamment la parfaite mise au point.

Les usines de Louvroil, situées entre la ligne du Nord Paris-Liège et la Sambre, occupent une superficie de terrain de 6 hectares, et la surface couverte des bâtiments est de 25.000 mètres carrés.

La force motrice est transmise aux divers services par 6 machines à vapeur d'une puissance totale de 1.500 chevaux utilisant la vapeur produite par 11 générateurs.

Une station centrale de 600 chevaux produit l'électricité à la tension de 220 volts pour l'éclairage des établissements, par transport de force, plus de 100 dynamos réceptrices actionnent les appareils divers : lingotières, ponts roulants, scies à chaud, à froid, pompes, pilons, ventilateurs, machines-outils de toutes sortes, etc.

Les usines ont été dirigées depuis leur fondation par M. J. Gosset, tout récemment décédé. Elles occupent actuellement 800 ouvriers et ont triplé d'importance depuis l'année 1900.

Elles comprennent six divisions principales :

1. — *Division des fours à acier Martin-Siemens*, produisant : les lingots creux destinés à la fabrication des tubes sans soudure, les lingots pleins pour tôles et plats et les gros lingots jusque 10 tonnes pour forges.

2. — *Division des tubes soudés à rapprochement*, produisant des tubes en fer pour gaz, eau, vapeur.

3. — *Division des tubes soudés par recouvrement*, produisant les tubes en fer et en acier pour locomotives, chaudières, tuyauteries.

4. — *Division des tubes sans soudure.*

a) Laminoirs produisant les tubes bruts.

b) Étirage à chaud et à froid.

Cette division produit les tubes chaudières, marine, locomotives, bicyclettes, automobiles, etc.

5. — *Division des ateliers de parachèvement et travaux spéciaux sur tubes*, produisant les serpentins, cintrages, canalisations et tous les travaux de finissage et forge que peuvent avoir à subir les tubes soudés ou sans soudure.

6. — *Division des tubes soudés au chalumeau et poteaux coniques*, produisant les collecteurs de vapeur, tuyaux de gros diamètre, etc., les poteaux de traction et d'éclairage.

La capacité de production annuelle est de :

12.000 tonnes lingots creux.

15.000 tonnes lingots pleins.

15.000 tonnes tubes, poteaux et articles en tôle soudée.

La Société française des Tubes de Louvroil réalise dans ses ateliers nouveaux une des plus intéressantes opérations métallurgiques, tant par sa nouveauté que par son originalité. On sait combien le tube sans soudure tend à se substituer au tube soudé par rapprochement ou par recouvrement. Si son emploi a été limité pendant quelque temps par son prix élevé, la différence de prix avec le tube en fer est devenue maintenant insignifiante, et des procédés d'obtention et de laminage de lingots creux, tels que celui qui est en usage à Louvroil, ont eu pour résultat de permettre de livrer au commerce les tubes sans soudure au même prix que les tubes soudés.

Nous ne décrirons pas les quelques procédés proposés et employés avec plus ou moins de succès pour obtenir le tube sans soudure :

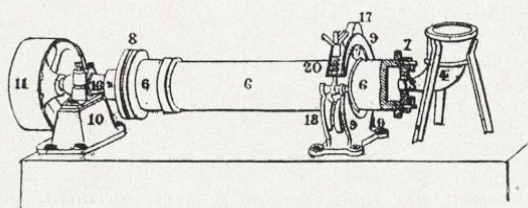


FIG. 14. — Lingotière rotative système Louvroil.

bornons-nous à rappeler que tous procèdent par étapes successives, dont la première phase est l'obtention d'un corps creux relativement épais et de faible longueur que l'on nomme ébauche, et dont la deuxième phase a pour but l'allongement de ce corps creux et sa réduction à l'épaisseur définitive par laminage, forgeage ou étirage, ou même par plusieurs modes combinés.

Passons sur les procédés de production de l'ébauche : par emboutissage, par perçage au pilon ou au tour, par perçage à chaud à la presse hydraulique (procédé Robertson, procédé Deville, procédé Ehrhardt), par les procédés Mannesmann ou Stieffel, pour arriver au procédé de production du lingot creux qu'il ne reste plus qu'à corroyer.

Divers essais ont été tentés depuis longtemps : la première, la « Duisburger Eisen und Stahlwerke Gesellschaft » avait imaginé de couler l'acier dans des lingotières munies de noyaux. Ensuite vint le procédé Stridsberg où l'acier liquide était coulé dans une lingotière verticale, munie d'un mouvement de rotation rapide autour de son axe : la lingotière est inclinée progressivement jusqu'à

l'amener dans une position horizontale, ce qui a pour résultat de ramener à la forme à peu près cylindrique le vide tout d'abord parabolique du lingot.

Les inconvénients du procédé Stridsberg sont la complication relative de l'appareillage mécanique et des mouvements pendant la coulée; il en résulte une difficulté de production sérieuse.

La Société de Louvroil a cherché dans une autre voie, en réalisant la coulée de l'acier dans des lingotières tenues invariablement dans la position horizontale.

Elles ne subissent d'autre mouvement qu'une rotation rapide, chaque lingotière étant actionnée par une dynamo indépendante, qui commande la rotation pour chacune au moment précis où on amène la poche de coulée au-dessus de la lingotière.

L'appareil se compose :

1^o D'une poche intermédiaire A, mobile sur deux axes permettant son renversement autour de deux supports;

2^o D'un entonnoir spécial 4, en forme de pipe, pouvant être introduit et retiré à volonté dans l'orifice de la lingotière rotative;

3^o D'une lingotière rotative 6, fermée à chaque extrémité par des couvercles spéciaux 7, 8;

4^o D'un palier spécial 9, côté de l'entrée du métal fondu.

5^o D'un palier spécial 10, côté de la poulie de commande 11 de l'appareil.

Le réservoir intermédiaire ou poche a pour but de mesurer la quantité exacte de métal pour obtenir un lingot d'un poids donné, le diamètre et la longueur étant déterminés d'autre part par la lingotière.

Il permet également d'établir une pression dans l'entonnoir ou pipe 4, pour l'introduction du métal entrant dans la lingotière avec le débit voulu sous une charge calculée.

La pipe, chauffée, s'introduit à volonté ou se retire de la lingotière par le trou du plateau 7 de fermeture à l'avant.

L'orifice du bec 13, le jeu à laisser entre ce bec et l'orifice du plateau 7, peuvent aussi varier selon le diamètre, l'épaisseur et la longueur du lingot à obtenir, puisqu'on peut varier à volonté le débit et la hauteur de la charge. La lingotière rotative 6 est en métal convenable permettant la dilatation; elle est fermée à l'avant et à l'arrière par les plateaux ou couvercles 7, 8, à emboîtements spé-

ciaux, afin d'éviter l'introduction du métal fluide dans la section du joint.

Le plateau d'avant 7 est fermé par des clavettes, dont le serrage est d'autant plus énergique que la rotation est plus rapide.

Ce serrage permet, lors du démoulage, un enlèvement rapide du plateau 7 pour le démoulage du lingot creux.

Le plateau d'arrière 8 est continué par un arbre creux dont le trou central permet l'expulsion d'une partie du gaz au dehors, l'autre partie étant expulsée par le jeu existant entre le plateau et la buselure du côté de l'introduction du métal.

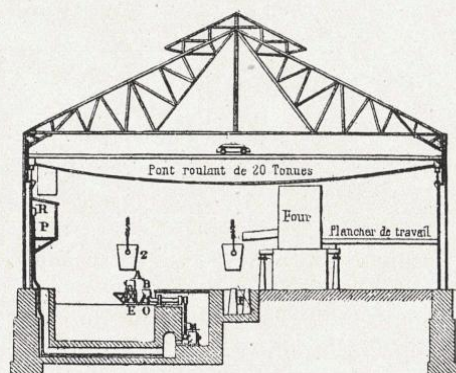


FIG. 15. — Aciéries pour lingots creux (usine de Louvroil).

Le palier 9 permet un roulement de la lingotière sur trois galets à billes, réunis par un ressort; la dilatation est donc assurée.

Le palier 10 est établi à rotule près de la commande 11. Il supporte l'arbre creux, est à l'abri de la chaleur et peut se lubrifier facilement, tout en permettant une dilatation et un réglage faciles de la lingotière, et tout en évitant les trépidations lors de la rotation, lesquelles seraient une cause d'insuccès dans l'opération.

Ces dispositions de paliers éviteront également de refroidir la lingotière qui fonctionnera, bien qu'elle soit portée au rouge.

Enfin, la poulie 11 reçoit sa commande d'une dynamo, ce qui permet de régler facilement les vitesses à donner au fur et à mesure de l'avancement de l'opération ou selon les diamètres à obtenir, tout autre moyen judicieusement appliqué pouvant d'ailleurs convenir pour obtenir cette variation de vitesse.

Il est dès lors facile de comprendre la manœuvre.

L'acier à la sortie du four Martin tombe dans la poche de coulée.

Une fois remplie d'acier, elle est amenée au-dessus de la première des lingotières rotatives qui sont toutes à la suite les unes des autres dans le sens de la longueur de la halle de coulée. Au moyen du rhéostat (n° 1), on a mis en marche le moteur M (n° 1) actionnant la lingotière L (n° 1).

La manœuvre est faite par l'ouvrier situé sur la passerelle P, à distance de tout accident possible.

La poche étant dans la position voulue, le couleur emplit la poche intermédiaire A qui jauge la quantité d'acier. Puis le pont se met en marche et la grosse poche se met en face de la lingotière (n° 2).

La première poche intermédiaire A est alors dédagée; un ouvrier, qui se tient sur la petite passerelle K, culbute le contenu de la poche A qui tourne autour du tourillon. L'acier tombe dans la pipe B et entre dans la lingotière en rotation; immédiatement il est projeté aux parois en vertu de la force centrifuge.

Pendant ce temps, le couleur a empli la poche intermédiaire correspondant à la lingotière (n° 2), le culbuteur la verse dans la pipe (n° 2), et l'opération continue ainsi pour toutes les lingotières amenées préalablement en rotation. Dès que l'acier est introduit, on tire la pipe pour faciliter la sortie des gaz par le trou central. La rapidité de la manœuvre est très grande, et en moins de 12 minutes la coulée entière de 7 à 8.000 kilos peut être effectuée en lingots pesant en moyenne 150 à 180 kilos.

Lorsque le métal commence à se refroidir dans l'intérieur de la lingotière, on arrête la rotation, soit au bout de 10 minutes environ.

Pour le démoulage, on enlève avec le pont les poches intermédiaires, le tréteau, et on sort le lingot horizontalement de la lingotière, avec facilité, au moyen de tenailles appropriées du côté O.

Les lingots creux à obtenir varient comme diamètre et longueur selon les tubes à obtenir.

Ils ont habituellement de 140 à 260 millimètres de diamètre, avec une épaisseur moyenne de 35 à 45 millimètres et une longueur de 1.200 mètres à 2 mètres.

Les lingots sont découpés en deux ou trois tronçons de poids convenable, selon les tubes à obtenir.

Ces tronçons sont alors corroyés énergiquement sur mandrin

intérieur à un train dégrossisseur au soudant en une ou deux chaudes, et dans six à huit cannelures selon le cas. Ils sont ainsi amenés à une longueur de 1 mètre à 1,500 mètres environ, en même temps qu'ils sont réduits d'épaisseur, amenés au diamètre intérieur dépassant de 4 à 5 millimètres seulement celui du tube final à obtenir.

Ce dégrossisseur est celui qui est figuré ci-dessous.

Ce procédé a le plus grand avantage de permettre de couler rapidement tout le contenu d'un four Martin de 5 à 10 tonnes et se prête bien à une production intensive et économique.

On ménage cependant la possibilité de produire quelques lingots pleins pour achever la coulée.

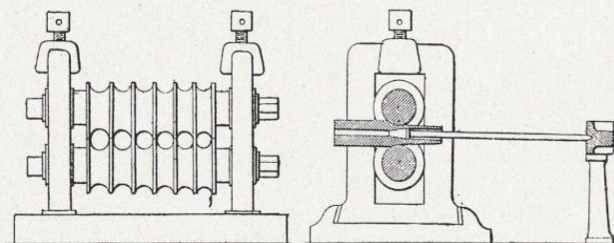


FIG. 16. — Laminaires dégrossisseurs à cannelures multiples.

Les tronçons de lingots sont réchauffés, puis laminés. A Louvroil, en partant d'un lingot creux de 40 à 50 millimètres d'épaisseur, on peut faire le dégrossi à 15 ou 20 millimètres et l'allonger ensuite de la même chaude au point de l'amener aux épaisseurs normales des tubes-chaudières.

Les renseignements détaillés qui précèdent sur le procédé d'obtention des lingots creux à Louvroil nous ont été communiqués par M. Joubert, administrateur de la Société : nous avons pensé qu'il était intéressant de les noter ici en raison de la nouveauté de ce procédé industriel.

La Société française pour la Fabrication des Tubes, qui avait obtenu en 1900 une médaille d'or, avant qu'elle n'ait exécuté le développement de son usine et la création de l'importante usine de production et de laminage des corps creux, que nous venons de décrire, était Hors concours à Liège, son administrateur, M. Joubert, étant membre du Jury.

SOCIÉTÉ ÉLECTRO-MÉTALLURGIQUE FRANÇAISE, à
Frogès (Isère).

Cette Société qui la première a fabriqué *industriellement* « l'acier électrique », terme par lequel on désigne communément l'acier produit par le procédé électro-sidérurgique, présentait une Exposition remarquable de divers échantillons des métaux produits par le procédé Héroult : aciers à outils au carbone, au chrome et au tungstène d'une part, aciers extra-doux et fers fondus à teneur de carbone très voisine de zéro d'autre part. A ces spécimens de sa fabrication d'acier, elle avait joint des échantillons des autres métaux : aluminium, ferro-chrome, ferro-silicium, ainsi que des spécimens de fontes, mattes de cuivre, lingots de ferro-nickel obtenus par ses procédés.

Tout en consacrant une attention soutenue au perfectionnement de la fabrication de l'aluminium par le procédé Héroult, la Société n'a cessé dans ces dernières années d'explorer les parties qui apparaissaient comme les plus intéressantes du domaine de l'Électro-Métallurgie.

Si certaines de ces recherches attendent encore la sanction industrielle, il faut mettre au premier rang de celles qui ont abouti la création non seulement d'une méthode métallurgique absolument originale et nouvelle pour la fabrication électro-métallurgique de l'acier, mais aussi d'un ensemble d'appareils et de moyens spéciaux qui ont assuré l'application pratique et industrielle de cette méthode.

Le chemin parcouru depuis les premiers essais de M. Héroult, qui remontent à 1900, et depuis l'installation en décembre 1901 de la petite aciérie de la Praz est considérable, car à l'heure actuelle, ces procédés permettent une épuration suffisante pour que l'on puisse obtenir en partant de matières communes des aciers équivalents aux meilleures marques d'acier au creuset. Il est possible d'obtenir, par cette méthode, non seulement des aciers fins carburés, comme les aciers à outils, mais aussi des aciers extra-doux fins et même du fer fondu fin où la décarburation a été poussée plus loin qu'il n'est possible de l'obtenir dans la composition du fer.

Il est donc possible de prévoir que ce procédé, qui jouit d'une élasticité si considérable, permettra à l'industrie d'employer dans un avenir prochain des aciers fins là où elle emploie des aciers Martin.

La Société Électro-Métallurgique française a été fondée en 1888 pour la fabrication de l'aluminium, du silicium, etc., par les procédés de M. P. Héroult.

Sa première installation fut faite à Froges, dans l'Isère, où, peu après, fut transporté le siège social. La Société en a gardé le nom de Société de Froges, sous lequel on la désigne souvent.

Le capital de la société est actuellement de 8 millions de francs.

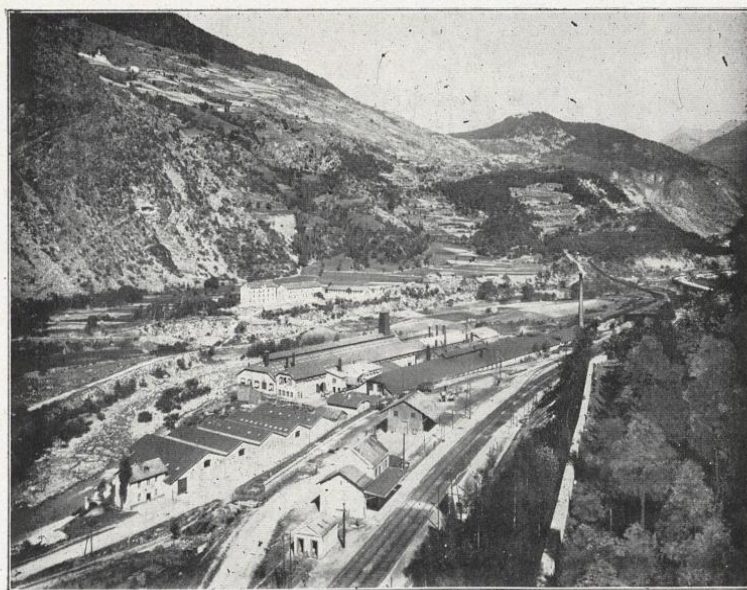


FIG. 17. — Vue des usines de La Praz de la Société Électro-Métallurgique française.

Son usine de Froges a été la première usine électro-métallurgique installée en France. La puissance hydraulique très modeste (quelques centaines de chevaux) dont elle dispose devint bientôt insuffisante, et il fallut aller chercher dans les hautes vallées des Alpes l'énergie nécessaire. C'est à La Praz, près de Modane (département de la Savoie), tout à côté du Mont Cenis, que la société installa sur le torrent de l'Arc sa principale usine hydro-électrique. A peu près en même temps, elle se rendait propriétaire de l'usine d'alumine pure de Gardanne (Bouches-du-Rhône), qui prépare la matière première utilisée pour la fabrication de l'aluminium.

En 1903, la société a décidé d'adjoindre à La Praz, où la force est d'environ 13.000 chevaux pendant la plus grande partie de l'année, une deuxième usine actuellement en marche à Saint-Michel-de-Maurienne, qui pourra mettre en action 17.000 chevaux environ; la puissance complètement équipée pour le moment est de 5.000 à 6.000 chevaux. Le reste de la chute sera progressivement utilisé au fur et à mesure des montages.

La société disposera donc ainsi, pendant la majeure partie de l'année, d'une force d'environ 30.000 chevaux.

Elle occupe à l'heure actuelle environ 800 ouvriers.

Les principales fabrications industrielles de la Société électro-métallurgique française sont actuellement les suivantes :

Alumine pure;

Électrodes en charbon;

Aluminium en lingots, tôles, barres, fils, câbles, tubes, etc.;

Acier électrique;

Ferrochrome;

Ferrosilicium.

Elle a étudié ou a en étude d'autres fabrications, telles que celles de la fonte de fer, du ferro-nickel, du cuivre, du ferro-tungstène, etc., auxquelles les moyens limités de La Praz n'ont pas permis de donner jusqu'ici un développement industriel.

Des spécimens des divers produits obtenus à La Praz figuraient à l'Exposition.

Acier électrique. — L'acier électrique y était à dessein particulièrement représenté. Cette industrie née d'hier n'est pas seulement l'une des plus importantes de la société, elle est aussi de celles qui s'imposent le plus à l'attention du public par sa nouveauté, l'importance et la portée des résultats déjà obtenus.

Les premières études de la société et de M. Héroult, son conseil technique et l'un de ses administrateurs, datent d'environ cinq ans, et, à l'heure actuelle, cette fabrication est entrée nettement dans la phase industrielle; la société est en possession d'un ensemble de moyens puissants (procédés et méthodes métallurgiques, appareils, produits, accessoires, etc.) entièrement originaux qui lui permettent de traiter à son four électrique des matières de qualités médiocres pour en faire des aciers fins jugés dès le début comparables, sinon supérieurs, aux premières marques d'acier au creuset.

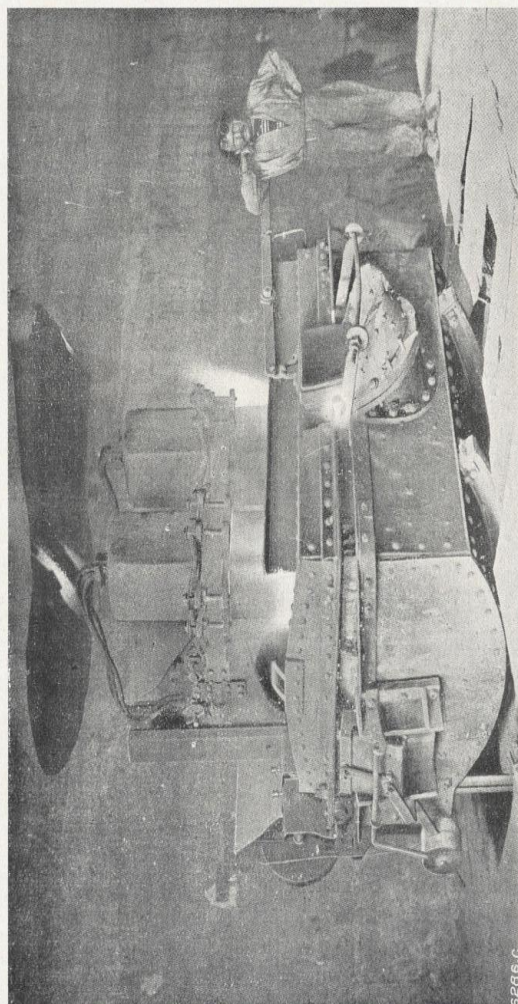


Fig. 18. — Société Électro-Métallurgique de Froges. — Four électrique rotatif de La Praz (1^{re} vue).

Les procédés Froges-Hérault sont d'une souplesse admirable; on s'en rendait compte en examinant les échantillons extrêmes qui figuraient à l'Exposition :

Acier extra-doux contenant des traces de carbone;

Acier à très haute teneur en carbone (fonte fabriquée par cémentation liquide dans le four à acier) : carbone, 4,06 %.

Ces échantillons si différents, de même que tous les échantillons d'acier exposés, avaient été obtenus au four électrique oscillant Hérault, dont un modèle de dimensions réduites figurait à l'Exposition.

Des photographies micrographiques extraites d'un travail sur les aciers électriques, fait par M. Léon Guillet, le collaborateur de la *Revue Métallurgique*, bien connu par ses travaux sur les alliages et les aciers, étaient exposées dans une des vitrines.

On obtient d'une façon courante au four électrique, en partant de matières communes, des aciers tenant :

Ph.	0,005 à 0,015
S.	0,005 à 0,020

ce que l'on veut de C depuis 0,015 jusqu'à 4 %;

ce que l'on veut de Si et Mn;

ce que l'on veut de chrome, tungstène, etc.

Les spécimens moulés exposés n'étaient pas donnés comme des pièces irréprochables et parfaites de fonderie, mais certains d'entre eux étaient intéressants en ce qu'ils permettaient de se rendre compte qu'on peut mouler sans soufflure de l'acier extra-doux, du fer pur en quelque sorte, avec une grande facilité et à des épaisseurs très faibles, ainsi qu'on le voyait par les sections des marmites, trois millimètres environ, et de leurs couvercles moulés sur une marmite en fonte commune.

La Société exposait une tôle moulée de 6 millimètres d'épaisseur, également en acier extra-doux, et une cloche, spécimen de moulage en acier fin à 1 % environ de carbone.

Il est aisé de produire avec le four électrique Hérault des aciers fins au chrome, tungstène, molybdène, vanadium, etc.

Les aciers électriques au carbone produits par les procédés Froges-Hérault se travaillent aisément à froid et à chaud; ils prennent très bien la trempe, et l'on a observé qu'ils peuvent être recuits et trempés plusieurs fois de suite sans altération.

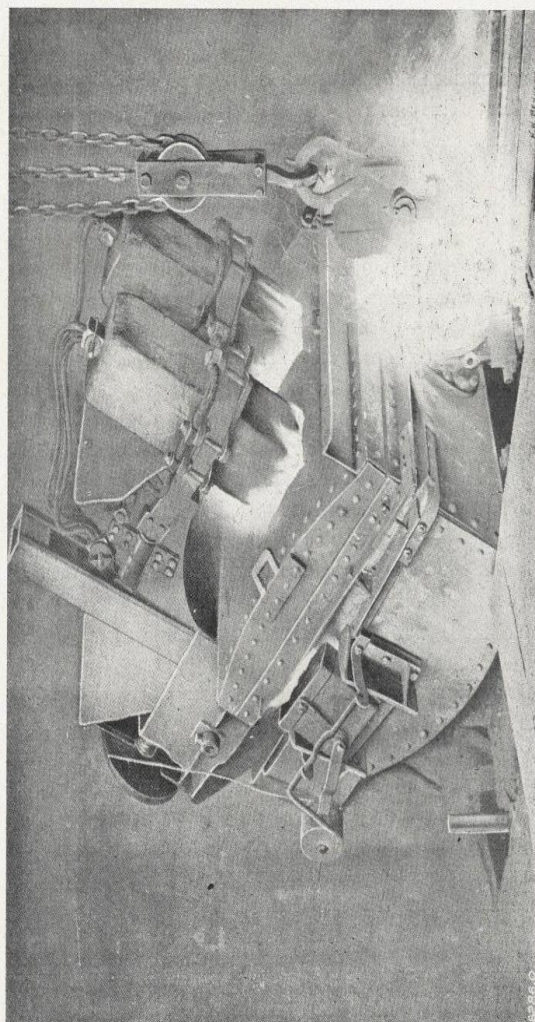


FIG. 19. — Société Electro-Métallurgique de Froges. — Four électrique rotatif de La Praz (2^e vue).

Suivant la composition, on peut obtenir des aciers soudables, même avec des teneurs élevées en carbone.

Four électrique oscillant Héroult. — Ce four, dont un modèle de dimensions réduites figurait à l'Exposition, est à deux électrodes. Le courant électrique, alternatif ou continu, entre par une des électrodes, passe dans le bain métallique à travers la couche de laitier pour gagner l'autre électrode. Les charbons ne sont jamais ainsi au contact du bain métallique, et l'on peut obtenir avec ce four des métaux doux, non carburés.

On introduit dans le four les matières que l'on veut traiter, telles que minerai, fonte, riblons, soit froids, soit préalablement chauffés dans un four séparé; on peut aussi opérer sur l'acier liquide. On ajoute les éléments (chaux, sable, etc.) pour faire un laitier convenable et pour réaliser l'épuration. On peut conduire l'opération plus ou moins vite; le four électrique donne toutes les facilités pour régler la marche des opérations et pour obtenir la température désirée. A un moment, on augmente, si c'est nécessaire, la teneur en carbone (par des moyens propres au procédé permettant de doser le carbone). En somme, on conduit l'opération comme on veut sans difficulté du fait de la chaleur, des risques d'oxydation, etc., etc.

Le procédé se prête admirablement à toutes les additions que l'on juge utiles. Il permet de faire du fer entièrement décarburé ou de la fonte pure aussi riche en carbone qu'il est possible de la réaliser.

Une fois l'acier au point, le four est basculé par un dispositif hydraulique. Il verse le métal dans une poche ou, par un dispositif approprié, directement dans les lingotières.

Le four actuellement en marche à La Praz fait des coulées d'environ 2.500 kilogrammes; celui de Kortfors fait des coulées de 3.500 kilogrammes.

Echantillons exposés. — De nombreux spécimens de lingots de diverses teneurs en carbone obtenus par les procédés Froges-Héroult figuraient dans l'Exposition; certains avaient été cassés pour montrer l'homogénéité du métal et l'absence de soufflures.

Ces lingots avaient été choisis de façon à représenter la variété des nuances d'acier obtenues, depuis le fer fondu tenant 0,02 de carbone jusqu'à l'échantillon d'acier extra-carburé ou de fonte à plus de 4% de carbone.

Les teneurs en carbone de ces lingots étaient indiquées par des étiquettes.

La Société de Froges exposait également des échantillons, groupés en deux pylônes, de barres de divers types d'aciers au carbone pour outils, des barres d'acier chromé, d'acier à coupe rapide, etc., tels qu'ils sont actuellement vendus par la Société.

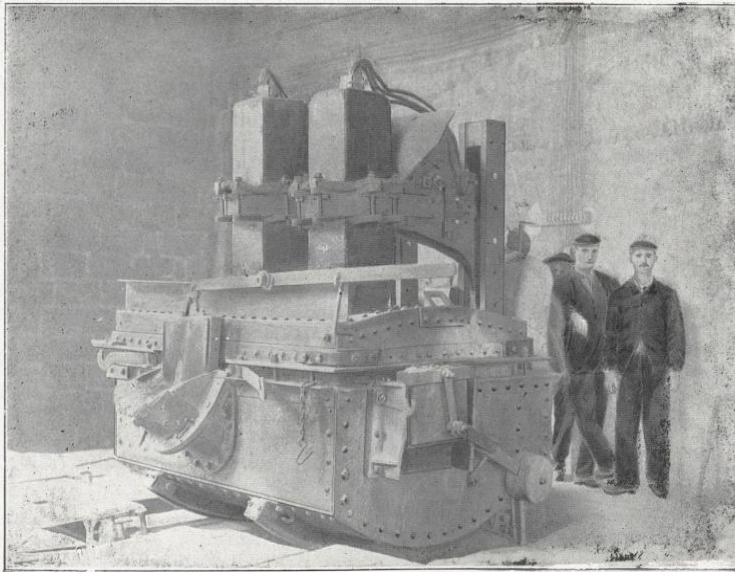


FIG. 20. — Four électrique oscillant Héroult.

Ces échantillons au carbone correspondent aux teneurs en carbone de 0,60 à 1,60 %.

Un certain nombre d'échantillons de cassures, ployages, éprouvettes de traction, etc., figuraient dans les vitrines.

Les procédés Froges-Héroult semblent appelés, sous la protection des brevets de la Société Électro-Métallurgique française, à prendre un développement important. La combinaison des moyens connus de la métallurgie et des nouveaux moyens que le système Froges-Héroult met à la disposition de la métallurgie permet d'envisager cette extension : un four de 7 tonnes, du modèle de celui qui était exposé, peut produire en marche industrielle, avec une dynamo

convenable, un tonnage d'acier fin de 150 tonnes environ par vingt-quatre heures en partant de matières premières communes.

On voit que la dépense d'énergie électrique n'est plus absolument un élément de première importance dans le prix de revient, comme on serait disposé à le penser.

Jusqu'ici l'acier fin produit au four électrique a été surtout utilisé pour acier à outils. On peut dire que nous touchons au moment où cet acier fin sera mis, à leur très grand avantage, à la portée des industries qui jusqu'ici avaient dû se contenter d'acier beaucoup plus ordinaire, faute de pouvoir aborder les prix très élevés des aciers fins.

Il est inutile d'insister sur la portée de ce fait considérable.

Ferrochrome. — La fabrication du ferrochrome est aussi une des industries importantes de l'industrie de la Société Électro-Métallurgique française.

Les échantillons exposés représentaient à peu près la gamme complète des produits vendus par cette Société, depuis le métal tenant entre 1 et 2 % de carbone jusqu'au métal tenant 8 à 10 % de carbone. Ces métaux tiennent 50 à 70 % de chrome. Ils sont très appréciés et très employés en France et en Angleterre, etc.

Ferrosilicium. — La société exposait divers échantillons de ferrosilicium à 20, 25, 40 et 50 % de silicium.

La fabrication est actuellement limitée à ces dosages, qui correspondent pratiquement aux besoins actuels de la métallurgie; mais on peut descendre à la teneur que l'on veut, et on a fait à La Praz du métal plus riche en Si (75 %).

Fonte de fer. — Comme échantillon de sa fabrication, la société exposait diverses gueuses obtenues par les procédés Froges-Hérault au four électrique, ainsi que trois échantillons de fonte blanche et trois échantillons de fonte grise obtenus en traitant de la sidérose; diverses gueuses de fonte grise étaient exposées également.

Ferronickel. — Les lingots exposés comme échantillons avaient été obtenus à la Praz par les procédés Froges-Hérault en traitant au four électrique des minerais de nickel. Le ferronickel contenait environ 40 % de nickel, 2 % de carbone et moins de 2 1/2 % de silicium.

Matte cuivreuse. — Les échantillons exposés, fabriqués à La Praz au four électrique, avaient été obtenus en partant d'un minerai à gangue siliceuse tenant environ 6 % de cuivre.

Les mattes tenaient environ 40 % de cuivre.

Ferrotungstène. — L'échantillon exposé dans la grande vitrine verticale avait été fabriqué au four électrique à La Praz.

Il contenait environ 80 % de tungstène.

Aluminium. — L'aluminium était représenté par un certain nombre des échantillons de la fabrication de La Praz : lingots cannelés, demi-plaques, plaques laminables, et quelques spécimens de petites dimensions des applications de l'aluminium pur, tels que cannettes, bobines de filatures, médailles, bouts de câbles pour conducteurs électriques, etc., et enfin des alliages, tels que spécimens de bronze d'aluminium, des clefs en alliage résistant, etc.

Nous pensons qu'il peut être intéressant de donner ici les résultats de quelques essais de traction sur des éprouvettes d'aciers doux et d'aciers durs produits par les procédés Frogès-Hérault, en même temps que l'analyse de ces échantillons :

Essais de traction faits sur quelques aciers électriques (Froges) sur éprouvettes de 13 millim. 8 de diamètre et 200 millim. de long; forgées, recuites et tournées.

ACIERS DOUX

COULÉES	R	A	Str.	S 0/0	Ph 0/0	Mn 0/0	C 0/0	Si 0/0
N° 543	53	26	0,48	0,009	0,02	0,32	0,29 _s	0,05
549	43	30	0,55	0,006	0,012	0,32	0,14	0,14
553	49	28	0,49	0,006	0,015	0,29	0,23	0,22
559	42	31	0,55	0,007	0,016	0,29	0,13 _s	0,07
598	36	31	0,746	0,016	0,006	0,076	0,08 _s	0,003
599	38	33,5	0,726	0,018	0,010	0,105	0,10 _s	0,04
621	39	30	0,706	0,005	0,007	z = 0,0011 z = 0,0012	0,044	0,075

ACIERS DURS

COULÉES	R	A	Str.	S 0/0	Ph	Mn	C	Si
N° 288	68,5	48	0,40	0,015	0,007	0,125	0,70	0,035
369	82,9	41	0,23	0,014	0,005	0,19	1,38	0,09
421	73,3	45	0,29	0,007	0,009	0,187	1,49	0,148
505	86	43	0,29	0,006	0,009	0,08	0,88	0,148
506	76,2	48,5	0,23	0,017	0,006	0,16	1,30	0,129
526	69,5	17	0,36	0,003	0,004	0,11	1,19	0,065
532	49	30	0,55	0,010	0,011	0,51	0,70	0,06
534	48	28	0,59	0,009	0,026	0,38	0,207	0,06
538	57	28	0,50	0,021	0,010	0,48	0,285	0,465

La quantité d'acier à outils fabriquée actuellement par la Société Électro-Métallurgique française dépasse 3.000 tonnes.

La Société de Froges exposait aussi dans la Classe 24 (Electro-Chimie), des échantillons de ferro-wolfram, de ferro-chrome, de silico-chrome, de ferro-molybdène, de ferro-silicium, de silico-spiégel, de ferro-titane et de ferro-vanadium.

L'Exposition de la Société Électro-Métallurgique de Froges dans la Classe 64, qui mettait en lumière d'une façon si remarquable la grande nouveauté métallurgique, lui a valu un diplôme de Grand prix.

SOCIÉTÉ BOUTMY ET C^{ie}, à Messempré-Carignan (Ardennes).

Cette Société, connue autrefois sous le nom de « Forges de Bazeilles » et dont le fondateur fut M. Eugène Schneider, ancien président du Corps législatif et créateur du Creusot, n'a pris son nouveau titre de Société des forges, fonderies et hauts fourneaux de Messempré-Carignan, Margut et dépendances, que lorsque le siège social fut transféré à Messempré.

Lorsque M. Schneider devint propriétaire du Creusot, la gérance devint Boutmy père, fils et C^{ie}. Elle fut confiée aux mains de M. Antoine Boutmy, puis de M. André Boutmy, et enfin, depuis 1890, de M. Charles Boutmy, le gérant actuel.

La Société Boutmy et C^{ie} exploite trois usines situées dans les Ardennes, sur de petits cours d'eau, affluents de la Chiens, qui leur fournissent de la force motrice. Eloignées des voies d'eau et placées aussi à une distance assez grande des voies ferrées du réseau de l'Est, elles ne peuvent prétendre à la production de tonnages importants et fabriquent plutôt des produits d'une valeur relativement élevée : les gérants se sont toujours appliqués à créer des produits de qualité indiscutable et se sont tout spécialement établi une juste réputation pour les tôles minces glacées pour la poêlerie de luxe, les tôles à panneaux pour voitures de chemins de fer et les tôles destinées aux générateurs électriques.

Les tôleries de la Société Boutmy et C^{ie} fournissent annuellement près de 5.000 tonnes de ces tôles, les plus épaisses n'excédant pas 5 millimètres.

Les usines se divisent en deux groupes bien distincts :

1^o *L'usine de Margut*, qui occupe plus de 400 ouvriers et qui pro-

duit annuellement 6.000 tonnes de moulages divers. Elle possède 3 cubilots, trois batteries de fours à creusets pour la fonte du métal acièreux et une batterie de creusets pour le bronze. Elle possède de plus, depuis 1902, un four Martin-Siemens de 4 tonnes qui lui permet d'obtenir des moulages d'acier remarquables répondant parfaitement aux conditions exigées par les services de l'artillerie et de la marine. La principale fabrication de l'usine est celle des boîtes à graisse pour véhicules de chemins de fer et de tramways : le métal employé est ou de l'acier pur ou un mélange de fonte pure et d'acier, fondu au creuset; les pièces sont ensuite recuites en vase clos : le métal ainsi obtenu présente une résistance de 35 kilogrammes à la rupture par traction en même temps qu'une grande capacité de déformation.

MM. Boutmy et Cie présentaient dans leur Exposition une série très variée de boîtes à graisse, commandées par les diverses Compagnies de chemins de fer ou par les Compagnies de tramways.

Le corps de ces boîtes est quelquefois en fonte, mais le plus souvent en acier, le dessous des boîtes étant toujours formé de ce dernier métal : pour mettre en évidence combien la maison Boutmy est passée maître dans la fabrication très délicate de ces pièces (dessous des boîtes à graisse en acier), il nous suffira de dire que la moyenne des rebuts n'atteint pas 10 % des pièces coulées et que en 1904 la société a fait recevoir et a facturé 57 % du métal fondu, ce qui, si l'on tient compte de l'importance relative des masselottes et des jets de coulée, nécessaires à la fabrication de pièces d'acier de 10 à 30 kilos, est un résultat des plus remarquables.

L'usine de Margut s'est de tout temps consacrée également à la fabrication des projectiles d'artillerie, et l'Exposition de cette société comportait différents obus dont les dimensions variaient de 50 $\frac{m}{m}$ à 270 $\frac{m}{m}$.

2° Les usines qui produisent les tôles et qui sont :

a) *La tôlerie de Messempré* dont l'outillage comprend deux fours à souder;

Un train à tôles à deux cages;

Quatre fours dormants et un atelier de cisailage et de dressage des tôles.

Sa production annuelle est de 4.000 tonnes de tôles ayant au maximum une épaisseur de 5 $\frac{m}{m}$.

b) *L'usine d'Osnes* qui comprend :

Un four Martin-Siemens de 8 tonnes, permettant d'obtenir des aciers de qualités spéciales pour les industries électriques et d'emboutissage;

Cinq fours à puddler;

Un train à tôles comprenant une cage pour largets, une autre pour finissage;

Un four à souder et quatre fours dormants; quinze fours à recuire et un atelier de réparations.

Sa production annuelle est de 2.000 tonnes de fers fendus et fers plats et de plus de 3.000 tonnes de tôles d'une épaisseur de $1 \frac{m}{m}$ à $2 \frac{m}{m}$ 5.

c) Enfin deux tôleries actionnées par la force hydraulique et qui sont spécialement affectées à la fabrication des tôles glacées :

Lonchamps, produisant un tonnage de 2.000 tonnes avec deux cages de laminoirs, et

La Fenderie, qui, avec une petite cage, produit environ 500 tonnes de tôles minces et où se trouve également un atelier de décapage.

En résumé, ces cinq usines, qui occupent au total 1.100 ouvriers, livrent annuellement plus de 17.000 tonnes de produits très justement réputés.

La Société Boutmy et C^{ie} a obtenu à l'Exposition de Liège une médaille d'or.

BELGIQUE

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

La Belgique possède une industrie sidérurgique importante et ses deux grands centres métallurgiques étant Liège et Charleroi, à peu de distance l'un de l'autre, il était naturel de les voir largement représentés à l'Exposition locale.

Mineral. — La Belgique ne produit qu'un très faible tonnage de mineral oligiste et limonites provenant de la province d'Anvers ou

du Limbourg : cette production a atteint en 1906 le chiffre relativement élevé de 233.000 tonnes. Le minerai de fer consommé est donc importé, principalement, du Grand-Duché de Luxembourg et de la France. Ce chiffre d'importation a été en 1906 de 3.548.180 t., contre 3.382.841 t. en 1905, 3.359.430 t. en 1904, et 3.054.808 t. en 1903.

Ces importations se répartissent comme suit :

Grand-Duché de Luxembourg	52 %
France	21 %
Espagne	13 %
Allemagne	6 %
Suède	2 %
Autres pays	6 %

Fonte. — La moitié de la fonte produite en Belgique est de la fonte Thomas; pour le surplus, à part 90.000 à 100.000 tonnes au maximum de fonte de moulage, elle se partage également entre la fonte d'affinage et la fonte Bessemer.

Nous donnons ci-dessous les productions de fonte en Belgique depuis 1899, ainsi que le nombre de hauts fourneaux à feu correspondant :

Années	Tonnes	Fourneaux à feu
1899	1.024.576	36
1900	1.018.561	38
1901	764.180	30
1902	1.069.050	33
1903	1.216.080	35
1904	1.287.597	35
1905	1.310.290	33
1906	1.375.775	38

L'année 1906 a vu une production particulièrement intense, puisque 38 hauts fourneaux sur les 42 que possède la Belgique ont été à feu; sur le chiffre de production de cette même année, la proportion de fonte Thomas a aussi augmenté: 870.860 tonnes de cette fonte ont été produites; par contre la production des fontes de moulage a diminué.

La métallurgie belge consomme plus de fonte qu'elle n'en produit : pour les dernières années, par exemple, les importations de

fontes étrangères se sont montées à 343.810 tonnes en 1904, 502.440 tonnes en 1905, et 502.940 tonnes en 1906.

Acier. — La production d'acier brut, dont nous indiquons ici les chiffres, comprend non seulement les lingots et blooms, mais aussi les pièces d'acier moulées directement.

Cette production, depuis 1899, a été la suivante :

Années	Tonnes
1899	731.249
1900	655.199
1901	529.840
1902	786.980
1903	988.160
1904	1.090.770
1905	1.227.110
1906	1.440.860

On voit que de 1905 à 1906 la production d'acier a augmenté de 18 % : par contre les chiffres que nous verrons plus loin nous feront apparaître pour la même période une diminution de 5 % dans la production des fers finis.

Le nombre des aciéries en activité en 1906, en y comprenant les fonderies d'acier au petit convertisseur a été de 25 contre 20 en 1905 : la fabrication des pièces moulées de première fusion s'est considérablement développée : on constate de 1905 à 1906 un accroissement de 71 %. Le nombre d'ouvriers employés dans les aciéries était de 16.239 en 1906.

Indépendamment de sa production d'acier brut, la Belgique importe un certain tonnage d'acier de provenance étrangère. Cet acier étranger va principalement alimenter les laminiers qui ne produisent que du fer : ce chiffre d'importation a été pour l'année 1906 de 92.825 tonnes.

Produits finis. — Le tableau ci-dessous donne le total des produits finis en fer et en acier, tels que : rails, traverses, tôles, larges plats, poutrelles, produits marchands et spéciaux, bandages et essieux, fabriqués en Belgique depuis 1899.

ANNÉES	PRODUITS FINIS EN TONNES		TOTAL en TONNES
	FER	ACIER	
1899.....	475.198	633.950	1.109.148
1900.....	358.163	568.539	926.702
1901.....	380.560	489.640	870.200
1902.....	381.630	725.320	1.106.950
1903.....	392.380	914.240	1.306.620
1904.....	355.190	1.023.560	1.378.750
1905.....	380.360	1.192.530	1.572.890
1906.....	358.250	1.164.745	1.522.995

Comme nous le disions plus haut, la production du fer a diminué : la production d'ébauchés a diminué de 24.430 tonnes.

Le nombre d'ouvriers employés au finissage dans les usines a été de 12.311 : le nombre total des ouvriers occupés tant dans les aciéries que dans les usines à fer a été de 28.550.

En ce qui concerne plus spécialement la *province de Liège*, voici quelques indications au sujet de sa production métallurgique. Les minerais consommés ont été :

En 1901	1.004.575 tonnes.
1902	1.232.303 —
1903	1.452.966 —

Dans ces chiffres sont compris environ 200.000 tonnes de scories de puddlage. La proportion de minerai étranger est de 97 %. Ces minerais proviennent pour près de la moitié du Grand-Duché de Luxembourg et pour un quart de l'Espagne. Les hauts fourneaux liégeois produisent surtout de la fonte d'affinage, de la fonte Bessemer et de la fonte Thomas: ce n'est qu'exceptionnellement qu'on fabrique de la fonte de moulage.

La production de fers finis a été :

En 1901	71.472 tonnes
1902	73.242 —
1903	76.203 —

La production d'aciers finis a été :

En 1901	341.088 tonnes.
1902	451.387 —
1903	536.356 —

réparties dans les proportions suivantes :

Acier Bessemer	29.3 %
Acier Thomas	58.1 —
Acier Martin	12.6 —

100

La province de Liège a produit en moyenne, pendant les années 1901, 1902 et 1903 :

Fonte, 53 % de la production totale de la Belgique.

Acier brut, 68 % de la production totale de la Belgique.

DESCRIPTION DES EXPOSITIONS

SOCIÉTÉ ANONYME JOHN COCKERILL, à Seraing (près Liège).

Cette puissante société qui est, chez nos voisins du Nord, ce que le Creusot est en France et Krupp en Allemagne, ne pouvait manquer de faire à Liège, aux portes de ses remarquables établissements de Seraing, une imposante manifestation destinée à mettre en évidence sa vitalité et les remarquables moyens de production dont elle dispose. Aussi son Exposition était-elle la plus considérable de toutes celles qui se trouvaient à Liège, tant comme superficie occupée que comme produits exposés.

Son stand principal était situé dans la Galerie centrale de 25 mètres dans le hall des machines.

On y remarquait :

Une machine de laminoir réversible, à vapeur, triple tandem, d'une puissance de 10.000 chevaux, destinée aux Aciéries Cockerill;

Les cages à pignons en acier coulé du grand train de laminoirs à rails et poutrelles, actionné par cette réversible;

Un moteur à gaz horizontal, système Cockerill, tandem à double effet, fonctionnant au gaz de hauts fourneaux, d'une puissance de 1.200 chevaux effectifs et destiné à actionner, par attaque directe, un train de laminoirs à l'usine de Seraing.

Le moteur à gaz horizontal, à simple effet, ayant servi à l'étude de l'emploi des gaz de hauts fourneaux en 1895-96 à l'usine Cockerill, était exposé, à titre rétrospectif, afin de permettre de juger du chemin parcouru depuis moins de dix ans.

On pouvait voir en fonctionnement, au moyen du gaz de ville, deux moteurs à gaz, système Cockerill, l'un horizontal, jumelé à double effet, d'une puissance de 500 chevaux effectifs avec ses dynamos, destiné aux services électriques de l'usine Cockerill et devant être alimenté par les gaz des fours à coke; l'autre vertical, jumelé à double effet, d'une puissance de 150 chevaux et devant fonctionner aux gaz de hauts fourneaux.

La Société Cockerill et ses concessionnaires ont, depuis 1897, construit 160 moteurs à gaz de hauts fourneaux pour une puissance globale de 93.000 chevaux, à raison de 100 à 2000 chevaux par unité.

À côté de ces puissants moteurs à gaz, la Société Cockerill exposait :

Une machine à vapeur horizontale Compound à condensation, à doubles pistons à vapeur, distribution par tiroirs-pistons à déclic d'une puissance de 300 chevaux : elle fonctionnait et tournait à 140 tours par minute.

Un compresseur vertical jumelé, système François, de 150 chevaux, pour attaque par dynamo, et en fonctionnement :

Un tour à évider les essieux coudés, actionné électriquement et d'une très grande puissance.

Un pont roulant électrique de 30 tonnes desservant la galerie de 25 mètres.

Dans la galerie latérale de 15 mètres, desservie par un pont roulant de 10 tonnes Cockerill, cette société exposait trois locomotives, dont deux types express de l'État Belge, Compound à 4 cylindres, et une du type usine Cockerill; une grue roulante à vapeur de 12 tonnes et un boggie de locomotive express de l'État Belge. Dans

le Pavillon des Transports, on remarquait également une locomotive express Compound type Nord, à 6 roues accouplées.

La Société Cockerill avait une très importante Exposition de matériel de guerre : le Jury de la Classe 64 n'était pas appelé à la juger. Citons une coupole cuirassée complète pour obusier de 12 centimètres, un obusier de campagne de 12 centimètres, un obusier

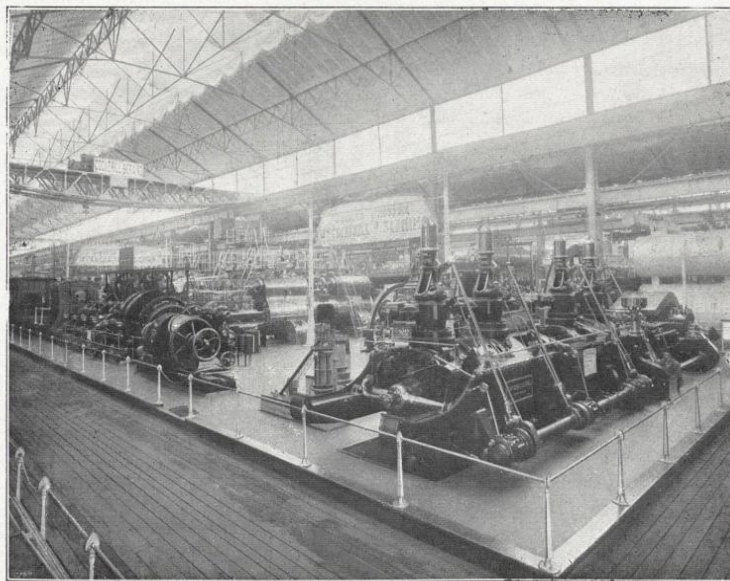


FIG. 21. — Exposition de la Société anonyme John Cockerill.

de coupole de 120 millimètres avec son affût, des canons à tir rapide, un canon de campagne à long recul, de 75 millimètres : enfin des plaques de blindage exposées après épreuve au polygone de Houthaen, des boucliers de sape et des munitions de guerre.

Comme métallurgie proprement dite, la Société Cockerill exposait : Section des hauts fourneaux : des fontes et laitiers, les modèles des hauts fourneaux des époques de 1824, 1878 et 1905, avec les plans de ces installations complètes. — Section des aciéries : des échantillons des produits laminés, des lingots et blooms sectionnés, des bandages, des ressorts ; des essais de résistance sur les aciers

spéciaux, etc.—Section des chaudronneries : pièces en tôle emboutie pour chaudières, flasques d'affût, etc.

Section de martelage et des forges : des essieux coudés à corps oblique pour locomotive : un arbre creux ; une bielle motrice pour moteur à gaz de 1.500 chevaux, des cylindres de laminoirs, des roues en acier coulé, etc., enfin une pièce très remarquable et dont la proximité seule des établissements Cockerill avait permis l'exhibition : un arbre en acier forgé de 51 mètres 700 de longueur, d'un diamètre de 353 millimètres et d'un poids brut de forge de 40.000 kilogrammes.

L'Exposition se complétait par différents modèles, vues (plans, photographies, etc., entre autres 16 modèles de différents types de navires construits par la Société Cockerill.

Les établissements de la Société John Cockerill à Seraing occupent dans le monde industriel une place à part, car ils intéressent le public non seulement par leur importance matérielle et par la diversité de leurs travaux, mais aussi parce que leur origine coïncide pour ainsi dire avec celle de la grande industrie belge. C'est en 1817 que John Cockerill, fils d'un émigrant anglais, reçut du roi de Hollande le château de Seraing avec ses dépendances, avec mission d'y installer des ateliers de construction. En 1824, un haut fourneau au coke y fut installé : en 1863, les premiers convertisseurs Bessemer y furent mis en activité.

C'est en 1842, deux ans après la mort de Cockerill, que fut fondée la Société anonyme actuelle : le capital est de 12.500.000 francs : les sommes dépensées en améliorations ou agrandissements depuis la fondation de la société s'élevaient, le 30 juin 1904, à près de 82 millions.

La superficie des établissements de Seraing est de 108 hectares dont 15 hectares sont couverts ; le nombre d'ouvriers qui y sont occupés, et qui était de 3.000 environ à la fondation, varie de 9 à 10.000 actuellement. La production annuelle varie de 40 à 45 millions de francs. Ils ont livré à la date de 1905, plus de 4.925 machines à vapeur, 445 navires, 2.527 locomotives, 230 grues, etc.

Il serait trop long de décrire en détail ces établissements. Bornons-nous à citer les principales divisions, en signalant seulement les détails les plus importants et particulièrement ce qui concerne la métallurgie.

I. Charbonnages, Mines, Minières, Carrières.

II. *Hauts Fourneaux*. — Six dont quatre produisant 80 à 100 tonnes chacun et deux, des plus modernes, avec ascenseurs Brown, de 24 mètres de hauteur : production 200 tonnes par 24 heures ; machines soufflantes à gaz de 1.250 chevaux. Au total, 9 machines soufflantes dont 3 au gaz de haut fourneau. On sait que la première, la Société Cockerill a étudié la construction des machines de grande puissance à gaz de hauts fourneaux : à Paris en 1900, elle expo-

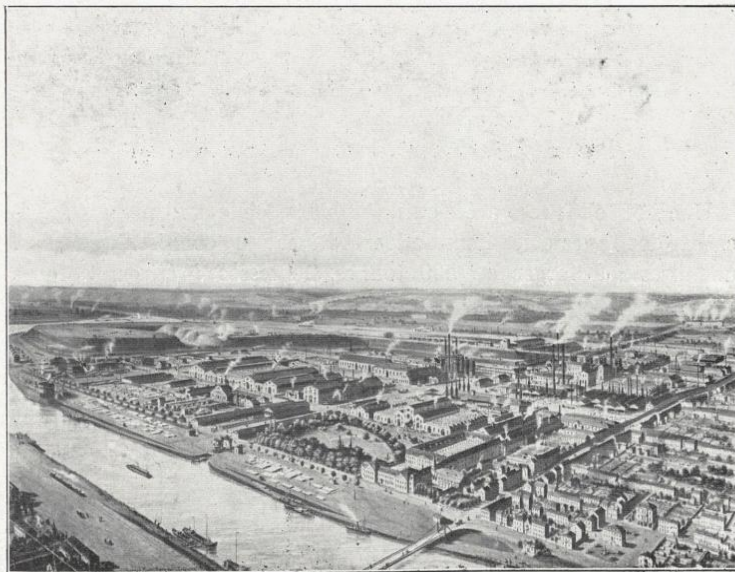


FIG. 22. — Vue générale des usines de la Société anonyme John Cockerill.

sait déjà une machine soufflante de 600 chevaux, système Delamare-Deboutville. La construction d'un septième haut fourneau est décidée.

III. *Aciéries et Laminoirs*. — Cinq convertisseurs pouvant produire 800 tonnes de lingots Bessemer ; deux mélangeurs de 100 tonnes ; deux souffleries de 600 chevaux chacune ; dix fosses Gjers ; blooming avec machine réversible de 1.800 chevaux ; laminoirs à rails : 14 laminoirs divers dont deux à bandages ; 5 fours Martin-Siemens dont trois de 15 tonnes et 2 de 20 tonnes.

Dix fours à puddler système Bicheroux ; fours à réchauffer.

Parmi les laminoirs, citons un train à larges plats et un train à grosses tôles, passant des lingots de 5.000 kilos avec machine réversible de 1.000 chevaux.

IV. *Fonderies.* — Deux halles sont destinées au moulage des pièces mécaniques en fonte, bronze ou acier. Elles sont desservies par des ponts roulants électriques dont de deux 25 tonnes.

V. *Grosses forges.* — Comprend une halle de 100 mètres sur 20 de large, desservie par quatre ponts roulants électriques dont deux de 25 tonnes, un de 40 tonnes et un de 70 tonnes. Seize fours à réchauffer; 10 pilons dont un de 30 tonnes, un accumulateur hydraulique à 300 atmosphères, une presse à forger de 2.000 tonnes, un puits à trempe à l'huile de 30.000 litres.

Une nouvelle forge a été outillée plus spécialement pour la fabrication des roues et essieux de locomotives: elle comprend 5 pilons, une presse à forger de 500 tonnes, 2 presses à étirer, 2 fours Martin, etc.

VI. *Chaudronneries.* — Elles sont installées avec un outillage très complet et très puissant: le rivetage est soit hydraulique, soit à air comprimé; la halle de montage des ponts a une superficie de 16.000 mètres; l'atelier de construction des chaudières est desservi par 33 ponts roulants de 2 à 45 tonnes.

VII. *Ateliers de construction.* — Très importants, dans le détail desquels nous n'entrerons pas.

75 kilomètres de voies ferrées, desservies par 35 locomotives, servent à réaliser les transports intérieurs des établissements.

Le transport de force et l'éclairage électrique sont assurés par une puissance de 5.600 chevaux fournie par des moteurs à gaz de hauts fourneaux ou de fours à coke, variant de 200 à 1.500 chevaux.

La Société Cockerill possède à Hoboken, près d'Anvers, un chantier naval d'une étendue de 6 hectares, d'où sortent de nombreux navires de tous les types.

Voici résumées en un tableau les indications statistiques concernant cette importante société :

Indications statistiques.

DIVISIONS	EMPLOYES ET OUVRIERS	MOTEURS		INDICATIONS	PRODUCTIONS
		NOMBRE	FORCE EN CHEVAUX		
1. Houillère Colard dont 2. Exploitation de la houille (Houille Colard et Marie) et coke	1.982	50	2.230	7 puits d'adage, d'exhaure et d'extraction, 280 fours à coke Appold et Solvay, broyeur, laveries, etc.	Charbon Tonnes 260.000 Coke id. 124.000
2. Miniers	148	9	260	Sièges en Belgique, provinces de Liège, Namur, Grand-Duché de Luxembourg; en Lorraine: en Alsace, en France, en Belgique, en Suisse.	Minerais id. 300.000
3. Hauts fournaux	651	41	4.500	4 hauts fournaux, 2 convertisseurs, 2 mixers, 5 fours Martin-Siemens, 2 convertisseurs, 2 mixers, 5 fours Martin-Siemens.	Fonte de moulage, d'affinage et à acier id. 220.000
4. Acieries	1.986	139	8.400	5 convertisseurs, 2 mixers, 5 fours Martin-Siemens, 2 convertisseurs, 2 mixers, 5 fours Martin-Siemens.	Bois, bandages, acier divers, canons id. 160.000
5. Fonderies	421	18	175	Fonderies de fontes, d'acier et de cuivre,	Poutrelles, lances, tôles, rails de mines, id. 8.000
6. Forges et martelages	158	25	1.150	12 fours à forge, 2 convertisseurs, 2 mixers, 5 fours Martin-Siemens, 2 convertisseurs, 2 mixers, 5 fours Martin-Siemens.	Pièces mécaniques diverses id. 2.000
7. Atelier de construction	1.518	24	600	660 tours, aléatoires, perceuses, mortaiseuses,	Machines marines, fixes, moteurs à gaz, id. 9.000
8. Chaudronneries	8.77	20	250	roulants à vapeur et électrique,	Chaudières, ponts et charpentes, id. 8 à 9.400
9. Nouvelles forges	205	9	340	15 tours, 5 pilons, 4 presses à forger, 2 presses à	Routes en acier de tous types, essieux, id. 4.000
10. Chantier naval à Hoboken (Anvers).	483	10	100	roue, 2 fours Martin-Siemens	Navires de mer de tout tonnage, bateaux id. 12.000
Transports, Armements et ser- vices divers	746	40	7.015	Cale sèche, coulisse, charpenterie et menuiserie à	de rivière, dragueurs, remorqueurs, etc.
Administration, génie, bureaux, services divers	254			7 steamers de 300 à 4.000 tonnes, 1 remorqueur	Mouvement intérieur 5.000.000 t. k.
	9.369	381	23.000	100 HP, 3 barges à vapeur, 9 barges à mains, 35 lo- comotives, 75 kilomètres voies, 536 wagons, etc.	

La Société anonyme John Cockerill a remporté à Liège 19 récompenses dont 13 diplômes de Grand prix, parmi lesquels celui qui lui a été attribué par le Jury de la Classe 64.

SOCIÉTÉ ANONYME D'OUGRÉE-MARIHAYE, à Ougrée.

Cette Société occupait en dessous du dôme un emplacement considérable. C'était un quadrilatère de 20 mètres sur 22 m. 20, dans lequel on pénétrait en passant sous deux portiques formés de tous les types de profilés produits par les laminoirs : les colonnes de ces portiques étaient reliées par deux arcs métalliques dont l'un était formé d'un bandage de 5 mètres de diamètre fabriqué en une seule chaude de martelage et une chaude de laminage : d'autres bandages de tous diamètres étaient également dans ce portique. Une charpente de pont roulant formait voûte : elle était sur chevalets de 24 mètres de long : la portée était de 17 mètres et la force de 6 tonnes : ce pont, destiné au service des magasins à petits profilés d'Ougrée, était d'une construction tout à fait nouvelle et exécutée de façon à éviter tout effort anormal de flexion et de torsion dans les longerons principaux.

Le centre de l'Exposition renfermait un plan en relief au $\frac{1}{400}$ des usines qui sont situées sur cinq communes voisines.

On remarquait des rails Vignole depuis 3 kilos au mètre jusqu'à 52 kilos au mètre, avec leurs éclisses, plaques, traverses, etc. La proximité des usines leur avait permis d'amener et de mettre sous les yeux du public : un rail de mines de 3 k. $\frac{1}{2}$ au mètre, d'une longueur de 76 mètres; un autre rail Vignole de 34 kilos au mètre, d'une longueur de 101 mètres, ainsi qu'un rail à gorge de 34 kilos au mètre, de 101 mètres de longueur, laminé en une chaude d'un lingot de 5.000 kilos.

La Société exposait également : des poutrelles profils normaux depuis 76 millimètres jusqu'à 500 millimètres; des larges ailes de 76 millimètres à 300 millimètres; des poutrelles à très larges ailes, de 10 pouces sur 10 pouces et 12 pouces sur 12 pouces; des fers en U de 40 millimètres à 300 millimètres. Bien d'autres profilés tels que cornières diverses, fers à châssis, tés, ressorts unis et à rainures, demi-ronds, ronds, carrés, etc., étaient disposés en colonnes ou en barrière : on remarquait également un large plat de 1 mètre de large, produit du laminoir universel, des tôles depuis 3 millimètres jusqu'à

30 millimètres d'épaisseur sur une largeur de 2 m. 300; une crémail-
lère pour chemin de fer de montagne et une série de traverses de
chemins de fer types depuis 3 kilos jusqu'à 25 kilos au mètre. Diffé-
rentes photographies, soit des usines, soit des travaux exécutés
étaient disposées ça et là.

La Société d'Ougrée fut fondée en 1892 : elle succédait à la
Société anonyme des charbonnages et hauts fourneaux d'Ougrée
fondée en 1835. Après absorption des charbonnages de Marihaye, en



FIG. 23. — Exposition de la Société anonyme d'Ougrée-Marihaye.

1900, elle prit le titre de Société anonyme d'Ougrée-Marihaye. Le
capital fut plusieurs fois augmenté par suite de l'absorption de
différentes usines : il dépasse actuellement 24 millions. La superficie
des terrains industriels de la Société est d'un peu plus de 270 hectares.

La production annuelle des charbonnages de Marihaye est d'envi-
ron 500.000 tonnes de charbon pour foyers domestiques, laminoirs,
fours, etc., 40.000 tonnes de charbon lavé, 110.000 tonnes de coke,
10.000 tonnes de briquettes. La concession a 1.654 hectares. Le
nombre des fours à coke est de 139 à Marihaye.

L'usine d'Ougrée comprend deux divisions : celle des hauts
fourneaux et celle des aciéries et laminoirs.

Division des hauts fourneaux. — La surface de cette division, y compris le parc à minerais, est d'environ 22 hectares, non compris 33 hectares immobilisés, soit comme terrains vagues, soit occupés par les habitations des employés ou les cités ouvrières et 54 hectares comme bois.

La production annuelle de fonte Thomas est de 136.000 tonnes.

Cette division comprend :

1^o Quatre hauts fourneaux, les n^{os} 1, 2 et 3 sont à faible production.

Le n^o 4, de construction récente, est à forte production. Il est muni de quatre grands appareils Cowper et alimenté par un monte-charge incliné avec déversement automatique de la charge dans le gueulard.

Un cinquième haut fourneau, n^o 5, de production moyenne, a été mis à feu en mars 1905.

Les quatre hauts fourneaux n^{os} 1, 2, 3 et 5 sont situés en ligne droite et seront alimentés par un grand pont électrique qui, par l'intermédiaire d'une grande benne, déposera aux différents gueulards le coke et le minerai.

Ces hauts fourneaux sont soufflés par deux machines à vapeur Compound du type Cockerill et par deux machines soufflantes à gaz du même système.

2^o Un charbonnage dont la concession est de 208 h. 21 a. 57 c., utilisé pour la fabrication du coke. Production annuelle : 119.000 tonnes.

3^o Fours à coke comprenant.

10 massifs verticaux (Appolt) à 16 cornues chacun.

3 massifs de fours horizontaux (système Bernard) de 40 fours chacun. Production annuelle de coke : 154.000 tonnes.

4^o Un atelier de préparation et de lavage des charbons annexé aux fours à coke.

5^o Une fonderie de fer affectée aux exigences des deux divisions et particulièrement au coulage des lingotières nécessaires à l'aciérie.

6^o Une station centrale d'électricité.

Elle comprend de puissantes machines et deux autres moteurs à gaz de 1.200 chevaux seront installés prochainement.

Le courant est continu et à la tension de 550 volts. Trois transformateurs abaissent le voltage à 250 et 125 volts pour l'éclairage.

Le courant destiné à la force motrice est transporté à la division des aciéries.

Division des aciéries. — La superficie des terrains servant à l'exploitation de cette division est d'environ 37 hectares dont 17 affectés au parc des rails, poutrelles, cylindres de laminaires, etc.

Comme spécialités de production, nous signalerons :

Les rails à gorge pour tramways, les rails à crémaillères pour chemin de fer de montagne, obtenus par un procédé breveté, les lingots creux destinés à la fabrication des tubes dont le procédé de coulage est également la propriété de la Société.

La production annuelle est de 266.000 tonnes d'acier Bessemer, Thomas ou Martin-Siemens, transformées en : poutrelles, rails, traverses, cornières et autres profilés.

Le matériel de cette division comprend :

1^o Un mélangeur de 100 tonnes et 3 cubilots de refonte.

Quatre convertisseurs Thomas de 12 tonnes.

Une machine soufflante de 1.500 chevaux, à 6 atmosphères et à condensation.

Une machine soufflante de réserve.

2^o Deux fours Martin de 15 tonnes.

3^o Un gros laminoir blooming réversible de 850 millimètres de centre, suivi de deux finisseurs à rails Vignole, rails à gorge U et poutrelles jusque 500 millimètres de hauteur, ronds, etc. Machine de 10.000 chevaux à 10 atmosphères et à condensation.

4^o Un laminoir de 650 millimètres de centre pour profilés, rails, traverses, largets, etc. — Machine de 1.200 chevaux, 6 atmosphères, à condensation.

5^o Un train à tôles de 2.500 mètres de table et un train à larges plats jusque 0 m. 900 de largeur, attaqués par une machine de 1.000 chevaux, 6 atmosphères et à condensation.

6^o Deux trains marchands pour profilés divers, l'un de 500 millimètres de centre, attaqué par une machine de 800 chevaux, 6 atmosphères, à condensation; l'autre de 450 millimètres de centre, attaqué par une machine de 500 chevaux, à 6 atmosphères, à condensation.

7^o Petits trains composés d'un train d'aisance de 500 millimètres de centre et deux finisseurs de 250 millimètres et de 300 millimètres de centre. Ces petits trains sont actionnés électriquement au moyen de deux moteurs, l'un situé dans l'axe du train d'aisance, l'autre dans l'axe des finisseurs. Les volants des deux moteurs, l'un de 500 chevaux et l'autre de 220, sont réunis au moyen de câbles en chanvre.

8° Une usine à essieux et à bandages, se composant de trois gros pilons : l'un de 15 tonnes et deux de 12 tonnes et d'une machine à vapeur de 500 chevaux à 6 atmosphères, et à condensation.

9° Un atelier de parachèvement de rails, poutrelles, traverses, etc., etc.

10° Forges.

11° Un atelier de montage de ponts métalliques et charpentes.

12° Un atelier de broyage des scories basiques, composé de six broyeurs de 30 chevaux et de quatre de 75 chevaux, commandés en partie électriquement.

13° Une station réceptrice d'électricité subdivisée en trois sections desservant trois parties distinctes de l'usine, l'éclairage prend 300 chevaux environ, le reste, soit 2.200 chevaux, est utilisé comme force motrice. Le courant vient de la station génératrice située à la division des hauts fourneaux.

14° Enfin, cette division possède les 5/8 du charbonnage des « Six-Bonniers », soit 175 h. 62 a. Production annuelle : 69.000 tonnes.

La Société d'Ougrée-Marihayé produit avec ses scories de hauts fourneaux 6.000 tonnés de ciment. L'atelier de broyage des scories basiques produit de son côté annuellement 60.000 tonnes de scories broyées pour l'agriculture.

Les établissements d'Ougrée-Marihayé possèdent 92 moteurs à vapeur développant une puissance totale d'environ 25.000 chevaux; 450 moteurs électriques développant 7.000 chevaux environ : prochainement cette puissance doit être augmentée encore.

Le nombre d'ouvriers employés dans ces établissements est de 7.250. Les salaires se montent environ à 8.000.000 de francs.

La belle Exposition de la Société d'Ougrée-Marihayé lui a valu un Diplôme de Grand prix.

COLLECTIVITÉ DES MAÎTRES DE FORGES DE CHARLEROI.

Un stand très important et situé sous le dôme réunissait la Collectivité des Maîtres de forges de Charleroi, au nombre de 13 établissements dont plusieurs constituent des firmes puissantes et très connues.

Nous allons les passer successivement et rapidement en revue,

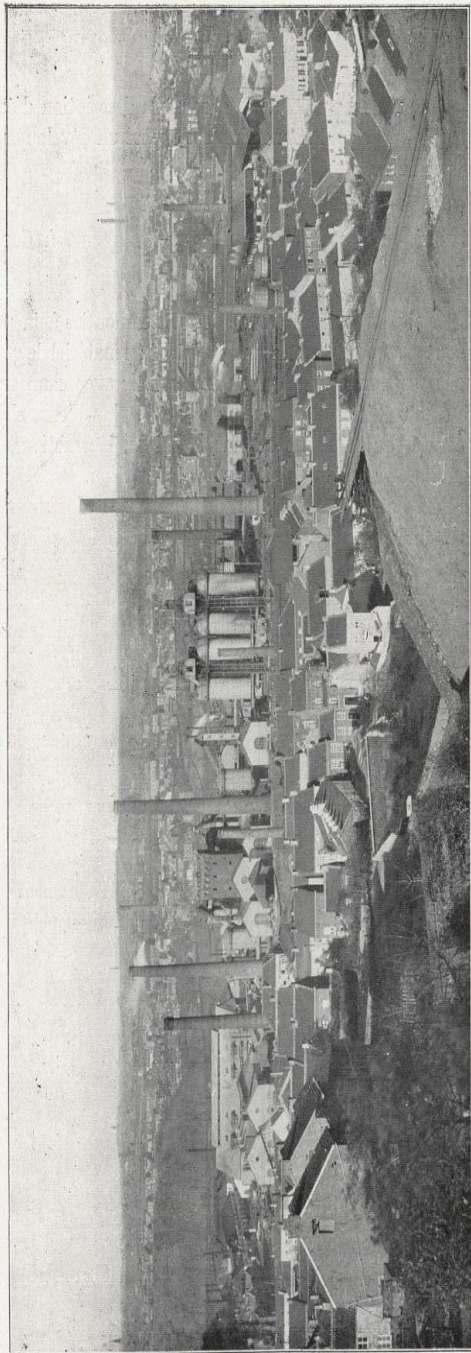


FIG. 24. — Vue générale des usines de la Société anonyme de Marcinelle et Couillet.

regrettant de ne pouvoir donner à chacune la description détaillée qu'elle mériterait, ce qui donnerait à cet exposé un développement trop considérable.

SOCIÉTÉ ANONYME DE MARCINELLE ET COUILLET, à Couillet, près Charleroi.

Cette Société exposait un groupe de tôles embouties à la presse hydraulique; des pièces diverses se rapportant au matériel de guerre; des plaques de blindage; une cage de laminoir avec chapeau, un cylindre et un pignon de laminoir : enfin un plan d'ensemble de l'usine et des photographies de machines fixes, locomotives, etc., provenant de ses importants ateliers de construction.

La Société de Marcinelle-Couillet est l'une des plus puissantes Sociétés métallurgiques et charbonnières de Belgique. Fondée en 1835 pour l'exploitation de hauts fourneaux, fours à puddler et laminaires déjà existants, ainsi que du charbonnage de Marcinelle, elle ne cessa de s'agrandir par l'acquisition des usines de Châtelineau et par de nombreuses et fréquentes installations nouvelles, faites à Couillet : c'est ainsi que successivement furent installés : en 1886 de nouveaux hauts fourneaux; en 1889 une aciérie Siemens-Martin en vue de la fabrication des tourelles blindées destinées aux forts de la Meuse, en même temps que des ateliers de finissage et de montage pour les coupes et les blindages; en 1892, fut installée l'aciérie Thomas, comprenant 4 convertisseurs avec toutes leurs dépendances : à la même époque furent construits un nouveau haut fourneau et de grands laminaires. En 1899-1900, l'aciérie Martin fut déplacée pour faire place à deux hauts fourneaux de grande production : un nouveau gros train de laminaires et un atelier de parachèvement des rails et gros profilés furent créés à cette même époque.

Ces établissements occupent une superficie totale de 72 hectares.

Passons rapidement en revue les principales divisions :

1^o Fours à coke à récupération de sous-produits, — comprennent 3 batteries de 25 fours du système Solvay : charge 3.400 kilos; durée de la cuisson, 22 à 23 heures; rendement : 78 %.

2^o Hauts fourneaux. — Un premier groupe de deux hauts fourneaux pouvant produire 100 tonnes de fonte Thomas par 24 heures et un deuxième groupe de hauts fourneaux de grandes dimensions capables de produire chacun 175 à 180 tonnes par 24 heures.

3^e Aciérie Thomas — comprend 4 convertisseurs de 12 tonnes, 2 bassins de coulée, des cubilots à fonte et à spiegel : production mensuelle : 10.000 à 12.000 tonnes.

4^e Aciérie Martin-Siemens et ses annexes — comprend 2 fours de 15 tonnes avec gazogènes Wilson, une fosse à lingots et une halle pour le moulage de pièces d'acier.

5^e Laminoirs. — Ils possèdent deux gros trains de 750 millimètres de diamètre et de 2 m.200 de table actionnés par une même machine horizontale réversible, à trois cylindres, de 8.000 chevaux, marchant à 150 tours par minute, produisant des blooms, billettes, largets, poutrelles et rails;

— Un train marchand de 600 millimètres de diamètre et de 1 m. 800 de table, actionné par une machine verticale de 2.000 chevaux : on y lamine, outre les gros fers marchands et cornières, les petites poutrelles et rails jusqu'à 18 kilos au mètre.

— Un train de 305 millimètres actionné par une machine verticale de 600 chevaux.

— Un train de 250 millimètres, actionné par une machine verticale de 450 chevaux, pour le laminage des petits fers et feuillards.

6^e De très importants ateliers de construction d'où sortent des locomotives de tous types, des machines fixes pour charbonnages, aciéries, hauts fourneaux, laminoirs; des appareils de levage de tous genres; des pièces de chaudronnerie; des emboutis; du matériel de guerre, etc.

La Société possède un hôpital, des écoles, des écoles ménagères, d'apprentissage, de dessin, une boulangerie économique, des maisons ouvrières, etc.

La Société anonyme de Marcinelle et Couillet a obtenu un Diplôme de Grand prix.

SOCIÉTÉ DES FORGES DE LA PROVIDENCE, à Marchienne-au-Pont.

Cette Société exposait des fontes de toutes qualités, fontes d'affinage, de moulage; fonte pour fer à écrous renfermant 0,56 de silicium, 0,35 de manganèse, 2,53 de phosphore, 0,35 de soufre, 3,50 de carbone; des profilés en fer et en acier, des rails, gros ronds, fers et aciers marchands, des tôles unies ou striées; différents échantillons d'acier Martin, des cassures ou des essais de pliage très intéressants, etc.

Fondée en 1838, la Société des Forges et Fonderies de la Providence a son siège social à Marchienne-au-Pont (Belgique), où elle a établi la plus forte de ses usines.

Elle possède également en France deux autres usines : l'une à Hautmont (Nord), l'autre à Rehon (Meurthe-et-Moselle).

L'usine de Marchienne-au-Pont comprend trois hauts fourneaux modernes de grandes dimensions, munis d'appareils à air chaud système Cowper, une grande batterie de fours à coke, une aciérie Thomas comprenant quatre convertisseurs de quinze tonnes, huit trains de laminoirs, une fonderie de fonte et d'acier avec cubilots, broyeurs, diviseurs, châssis et modèles; une installation complète pour la pulvérisation des scories de déphosphoration provenant de l'aciérie Thomas (engrais basiques), etc.

L'usine de Hautmont (Nord) comprend deux hauts fourneaux, une fonderie de fer et une fonderie de cuivre, laminoirs, ateliers, et une aciérie Martin-Siemens à quatre grands fours.

L'usine de Rehon, près de Longwy (Meurthe-et-Moselle), possède trois hauts fourneaux et une grande fonderie.

Le capital de la Société est de 12.000.000 francs. Différentes améliorations sont en cours d'exécution : mélangeurs de fonte à l'aciérie Thomas, construction d'un haut fourneau, récupération des gaz de hauts fourneaux et leur emploi pour la production du courant électrique.

La fabrication de la Société est des plus variées : fontes diverses, fers et aciers marchands, gros ronds jusqu'à 200 millimètres de diamètre, tôles unies, striées ou bombées, traverses de chemins de fer, ponts métalliques, et tout spécialement les grands profilés qui sont une de ses spécialités. Rappelons, d'ailleurs, que c'est la Société de la Providence qui a créé en 1849 la fabrication des poutrelles laminées. La matière première servant à l'alimentation des hauts fourneaux provient de différentes concessions minières de Meurthe-et-Moselle et ayant une superficie totale de 3.000 hectares environ.

Les trois usines de la Société peuvent fournir une production annuelle de 350.000 tonnes de fonte et 280.000 tonnes de produits finis et demi-produits. L'atelier de constructions métalliques, qui travaille beaucoup pour l'exportation, a une puissance de production de 45.000 tonnes par an.

La Société des Forges de la Providence a obtenu un Diplôme d'honneur à l'Exposition de Liège.

SOCIÉTÉ ANONYME DES FORGES DE CLABECQ.

Cette Société dont l'origine est si ancienne (leurs archives possèdent un octroi délivré sous le règne de l'impératrice Marie-Thérèse, vers le milieu du XVIII^e siècle, autorisant le maintien en activité de forges actionnées par un moteur hydraulique) exposait différents fers et aciers profilés, ainsi que des tôles fortes et fines; des barrettes d'essais, des cassures, des pliages; enfin, des fontes moulées.

La Société anonyme actuelle fut fondée en 1888.

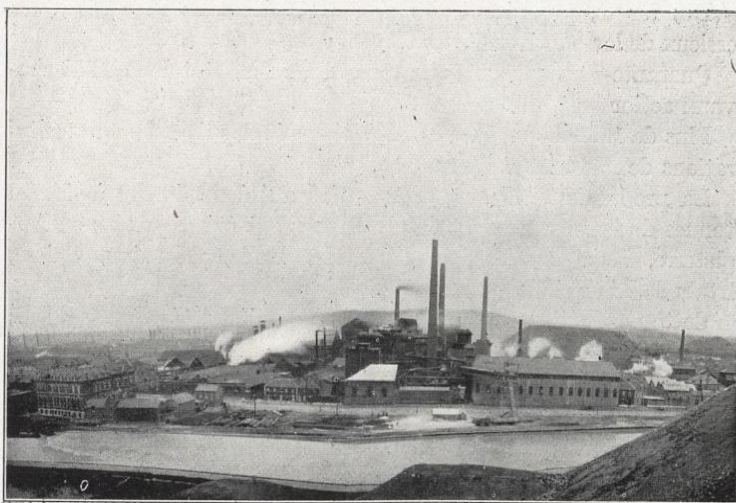


FIG. 25. — Vue des usines de la Société des forges de la Providence.

La superficie des usines est d'environ 7 hectares. Le personnel ouvrier qui, en 1850, comptait moins de 300 ouvriers, s'élève aujourd'hui à plus de 950 hommes.

Les forges sont reliées au chemin de fer de l'État à la station de Clabecq.

Deux locomotives remorquent les wagons dans toutes les parties des usines.

Les établissements comprennent :

Deux trains ébaucheurs;

Deux trains finisseurs pour gros fers;

Deux trains finisseurs pour petits fers;

Ces divers trains sont actionnés chacun par une machine spéciale

et sont desservis par des fours à réchauffer Siemens.

Quatre marteaux-pilons;

Un train à fines tôles composé de trois cages, pour la fabrication de tôles de 0 m. 0005 et plus.

Un laminoir à grosses tôles, composé de deux trains chacun de trois cages, actionnés par deux machines de 800 chevaux.

Une grande fonderie produisant les pièces de fonte de tous genres (sur plans ou modèles), des tuyaux, des cuves, des colonnes et des ustensiles de poterie;

Des forges, produisant des arbres et pièces de machines, des essieux de locomotives et des wagons;

Quarante-deux machines à vapeur d'une force totale de 2700 chevaux actionnent les machines des usines.

Plus de 1.500.000 francs ont été dépensés depuis 1900 en améliorations de matériel et d'outillage.

La production des dernières années a été de 40.000 à 45.000 tonnes de fers divers dont 15.000 tonnes ont été exportées en Angleterre, Espagne, France, Hollande, Italie, Norvège, Suisse, États de l'Amérique du Sud, etc.

Cette production se compose de fers cornières, tés et fers en U; fers spéciaux les plus variés tant par le nombre des profils que par les diverses épaisseurs suivant lesquelles on les lamine; fers marchands, tôles pour longerons de locomotives, tôles chaudières jusqu'à 2 mètres 400 de largeur, tôles pour navires, essieux, arbres forgés, etc.

La Société anonyme des forges de Clabecq, qui avait obtenu un Grand prix en 1900, s'est vu décerner la même récompense à Liège.

HAUTS FOURNEAUX DU SUD DE CHATELINEAU.

Cette Société exposait des minerais de fer provenant de ses exploitations minières et des spécimens de ses fontes brutes de moulage et d'affinage, ainsi que des échantillons de fontes spéciales.

Cette Société fut fondée le 7 décembre 1889. Elle fabrique spécialement la fonte d'affinage pour fours à puddler, la fonte O. M. pour aciéries et une fonte spéciale qu'elle dénomme le « ferrophosphore ». Ce dernier est utilisé pour la fabrication de l'acier au phosphore ainsi que pour le débloquage des convertisseurs d'aciéries, pour l'enlèvement des matières adhérentes ou imparfaitement liquéfiées qui restent au fond de ces appareils.

La Société des hauts fourneaux du Sud de Châtelineau est la seule en Belgique à fabriquer ce produit : il est surtout destiné à l'exportation.

La fonte O. M., contenant fort peu de soufre, s'obtient sans minerais manganésifères.

La production journalière, en allure d'affinage, est dans cette usine de 80 à 90 tonnes, soit 2.500 à 2.600 tonnes par mois.

La Société possède des fours à coke qui lui fournissent le coke métallurgique nécessaire à sa consommation. Elle tire d'une minière qu'elle possède à Rumelange (Grand-Duché de Luxembourg) des minerais de fer calcaireux qui forment un gros appoint de sa consommation.

Le Jury a décerné une médaille d'or à l'Exposition de la Société des hauts fourneaux du Sud de Châtelineau.

SOCIÉTÉ ANONYME DES ACIÉRIES DE CHARLEROI.

Cette Société, une des premières qui ait pratiqué industriellement et en grand la fabrication des pièces moulées en acier, exposait en une pyramide de nombreux spécimens de sa fabrication : des roues et des trains de roues ; des boîtes à huile et à graisse pour wagons de chemins de fer ; des engrenages faits à la machine.

Cette Société, dont les usines sont à Marcinelle, près Charleroi, produit l'acier au petit convertisseur : la charge est de 2.600 à 2.800 kilogrammes. Elle produit, outre les pièces dénommées ci-dessus, des pièces coulées et forgées en tous genres jusqu'au poids de 30 tonnes ; des cylindres et pignons de laminoirs ; des bâtis de dynamos ; des pièces de ponts, des pièces mécaniques ; des croisements de voies de chemins de fer.

Sa production mensuelle est de 500 tonnes environ.

Elle a obtenu un diplôme d'honneur.

SOCIÉTÉ ANONYME DES FORGES ET LAMINOIRS DE SAINT-VICTOR.

Cette ancienne firme exposait des fendus en acier Martin-Siemens, marque Saint-Victor, et des fers fendus, marque Goffin, pour lesquelles elle est réputée.

Son usine de Marchienne-au-Pont a pour but la fabrication du fer et de l'acier : aussi à côté de fers à écrous, de fers ronds, carrés

ou plats, elle présentait les mêmes profilés en acier, ainsi que des aciers spéciaux pour ressorts, burins, matrices, outils, etc.

Elle produit également, grâce à ses fours Martin, des lingots pour grosses forges et laminoirs à tôles.

Cette Société a obtenu une Médaille d'argent.

SOCIÉTÉ ANONYME DES HAUTS FOURNEAUX, FORGES ET ACIÉRIES
DE THYLLE-LE-CHATEAU ET MARCINELLE.

Son Exposition comprenait des échantillons de fonte Thomas, des lingots d'acier, des blooms, billettes, et différents spécimens des profilés obtenus dans les laminoirs de Marcinelle.

Cette Société fut fondée en 1891, succédant à MM. Caramin et C^{ie}. L'usine principale, était alors à Thy-le-Château, mais depuis 1897, la Société se défit de l'usine de Thy, n'en conservant que le nom dans sa firme commerciale et transforma et agrandit considérablement l'usine de Marcinelle, près Charleroi, qui reste le seul établissement métallurgique de la Société.

Cette usine a une superficie de 20 hectares environ : elle est reliée au chemin de fer et possède un quai sur la Sambre canalisée.

Elle comprend deux hauts fourneaux modernes produisant chacun environ 120 tonnes par 24 heures : ils possèdent une batterie de 8 appareils Cowper, des laveurs à gaz, trois machines soufflantes.

Le coke est fourni par deux batteries de 30 fours à coke Coppée chacune, produisant 240 tonnes de coke par 24 heures, avec atelier de broyage, de lavage de charbon et une usine de récupération des sous-produits. Les aciéries et laminoirs se composent :

D'une aciérie Thomas à quatre convertisseurs, un mélangeur de 90 tonnes, deux machines soufflantes, dont une de 1200 chevaux, deux fosses à couler les lingots, des cubilots, un atelier à préparation de la dolomie, un atelier de broyage des scories de déphosphoration;

Un four Siemens-Martin de 40 tonnes.

Des fours Pitz;

Quatre fours à réchauffer;

Quatre trains trios, dont un blooming de 650 et trois trains à profilés de 450 et 300 millimètres, actionnés par des machines de 1.500 et de 650 chevaux.

Un atelier de parachèvement et un atelier de construction avec une fonderie de fonte et d'acier complètent ces installations.

Les gaz de hauts fourneaux ainsi que les gaz des fours à coke sont

utilisés pour le chauffage des chaudières qui fournissent la vapeur aux machines dont la force globale est de 4.500 chevaux. Des moteurs à gaz de hauts fourneaux actionnent la station électrique de 350 kw. Plus de 1.000 ouvriers sont employés dans ces établissements dont la production annuelle est de :

Fonte d'acier Thomas.	84.000 tonnes.
Lingots d'aciers	72.000 —
Laminoirs divers.	60.000 —
Son Exposition lui a valu une médaille d'or.	

SOCIÉTÉ ANONYME MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE DE MONCEAU-SAINT-FIACRE.

Cette Société dont le siège est à Monceau-sur-Sambre, près de Marchienne-au-Pont, possède des mines de fer, des hauts fourneaux alimentés en combustible par les fours à coke de la Société. Une aciérie Martin-Siemens alimente les laminoirs produisant des fers et aciers laminés, ronds, carrés, plats, demi-ronds, des rails de mines, des fendus; des éclisses et plaques pour rails, en fer et en acier, dont plusieurs spécimens étaient exposés par la Société de Monceau. Une fonderie est annexée à ces établissements qui possèdent également un atelier de parachèvement et une fabrique de produits réfractaires.

Un diplôme d'honneur a été décerné à cette société.

SOCIÉTÉ ANONYME DES LAMINOIRS DU RUAU.

Cette Société dont le siège est à Monceau-sur-Sambre a la spécialité des petits fers marchands et spéciaux, ainsi que des petits profilés. Elle en exposait de nombreux spécimens en même temps que des cornières et T, des petits rails, des U, des fers en Z, des fers à châssis, des éclisses, des chevilles, etc. Depuis plus de vingt ans cette Société a pris part à de nombreuses Expositions.

Elle a obtenu une médaille d'or à l'Exposition de Liège.

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE SAMBRE-ET-MOSELLE.

Cette Société, fondée tout récemment exposait des échantillons de coke provenant de ses fours de la Saar; divers échantillons de minerais siliceux et calcareux extraits des minières de Marange; des

échantillons de fontes blanches, fontes de moulage, fontes O. M. et fontes manganésées provenant des usines de Maizières (Lorraine), et, enfin, des spécimens des divers profilés fabriqués à l'usine de Montignies-sur-Sambre, près Charleroy, siège de la société.

Cette Société, dont le capital est de 16 millions de francs, possède :

1^o Des concessions minières à Marange (Lorraine) d'une superficie de 1.135 hectares donnant du minerai de fer calcaireux et siliceux en roches;

2^o Une usine de carbonisation composée de 185 fours à coke à Dechen (Saar), alimentée par les mines de l'Etat Prussien;

3^o Ces deux divisions assurent l'alimentation en matières premières de l'usine de Maizières, près de Metz, qui comprend 3 hauts fourneaux modernes;

4^o Enfin la fonte Thomas produite à Maizières est expédiée à l'usine de Montignies-sur-Sambre qui comprend une aciérie Thomas avec trains blooming et trains finisseurs et dont la capacité de production mensuelle est de 20 à 25.000 tonnes. Cette aciérie marche, nous l'avons dit, en seconde fusion. A cet effet, elle possède trois cubilots pouvant fournir chacun 40 tonnes de fonte liquide par heure : un ascenseur électrique les dessert.

Trois convertisseurs sont desservis par un pont mobile mû hydrauliquement et qui s'ouvre pour chaque opération de charge ou de coulée. Deux cubilots à spiegel, ainsi qu'un four à réchauffer le ferromanganèse, se trouvent sur le pont des convertisseurs.

Cet ensemble de l'aciérie se trouve installé dans une vaste halle de 100 mètres de long sur 22 mètres de large et 17 mètres 50 de haut.

Deux ponts roulants électriques à quatre moteurs représentant chacun une puissance de 100 chevaux, transportent l'un la fonte liquide du cubilot au convertisseur, l'autre l'acier liquide du convertisseur à la fosse de coulée des lingots située à l'extrémité de la halle.

Ces lingotières sont placées sur de petits chariots munis à leur partie inférieure d'une crémaillère qui, engrenant une dent mue hydrauliquement, les fait avancer de la distance nécessaire pour que chaque lingotière successivement vienne se placer exactement en dessous du trou de coulée de la poche.

La suspension des poches est assurée par un double système indépendant de câble en acier; chaque série, en cas de bris de l'autre, est en mesure d'effectuer le transport de la poche.

Les cheminées par où s'échappent les vapeurs des convertisseurs sont très larges et combinées de façon à empêcher la formation des lours, dont la chute pourrait provoquer des accidents.

Les lingotières sont amenées par une locomotive à portée d'un démouleur automatique. Ce démouleur constitue une réelle nouveauté.

Un pont électrique de 10 tonnes de puissance et de 20 mètres de portée, muni d'une tige terminée par une pince, transporte les lingots laissés par le démouleur et les place dans les puits, d'où le même engin les enlève et les dépose sur un basculeur hydraulique, lequel en se renversant les met sur des rouleaux entraîneurs qui les conduisent au blooming.

Celui-ci n'est desservi que par deux hommes, le laminage des lingots en blooms et leur découpage s'effectuant automatiquement.

La halle de laminage mesure 225 mètres de long : on la prolonge actuellement de 75 mètres pour y installer un atelier de parachèvement des rails, poutrelles et autres profilés.

24 chaudières fournissent la vapeur nécessaire aux services de l'usine; elle possède une installation de condensation centrale et une station centrale d'électricité.

L'atelier de préparation de dolomie est entièrement mû par la force électrique.

La Société de Sambre-et-Moselle vient de décider l'érection de nouveaux hauts fourneaux; les usines de Montignies-sur-Sambre comprendront alors : les hauts fourneaux en projet, l'aciérie proprement dite, le train finisseur laminant des poutrelles jusqu'à 500 millimètres de hauteur; l'ancien laminoir qui fabrique depuis le feuillard et les ronds et carrés de 10 millimètres jusqu'aux plats de 160 millimètres de largeur sur 60 millimètres d'épaisseur et les ronds et carrés de 150 millimètres, les cornières, T simples depuis 17 millimètres jusque 150 millimètres et profils divers.

La Société métallurgique de Sambre-et-Moselle a obtenu une médaille d'or.

SOCIÉTÉ ANONYME DES LAMINOIRS, TRÉFILIERIES ET POINTERIES
DE DAMPREMY

Cette Société dont la spécialité consiste dans la fabrication des ronds et carrés de 4 millimètres à 12 millimètres, des plats de 6 millimètres à 20 millimètres de largeur sur 2 millimètres et plus

d'épaisseur; de la verge bobinée pour pointeries; de la fabrication des tissus métalliques et des ronces artificielles, etc., exposait différents spécimens de ses produits.

Il lui a été attribué une médaille de bronze.

FERNAND THIÉBAUT, à Marchienne-au-Pont.

M. Thiébaud présentait différents échantillons des produits provenant de ses forges, laminoirs et tréfileries de Marchienne : fers puddlés et ébauchés; ronds et carrés depuis 4 millimètres de côté; plats de 5 millimètres à 18 millimètres de largeur sur 3 à 8 millimètres d'épaisseur; verge bobinée pour tréfilerie, fil machine et fils de toutes dimensions pour pointes, quincaillerie, etc., pointes, chaînes, clôtures, etc.

Le Jury lui a attribué une médaille d'or.

USINES ET LAMINOIRS DE L'ALLIANCE, à Charleroi.

Ont pour spécialité la fabrication des fers et aciers marchands et plus spécialement des fers pour boulonneries.

Il leur a été décerné une médaille d'argent.

COMPAGNIE GÉNÉRALE DES CONDUITES D'EAU.

Société anonyme, à Liège.

Cette Société avait édifié un pavillon monumental qui réunissait les éléments de toutes formes et de toutes dimensions, montrant la diversité des produits que peuvent fabriquer ses usines : tuyaux droits, coudés, tés, croix, à brides et à emboîtements, applicables aux conduites d'eau, de gaz et de vapeur, tuyaux à ailettes pour chauffage, tuyaux de descente, dalles en fonte, etc., etc.

Tous ces produits étaient en fonte de fer moulée de deuxième fusion. Le poids total des différents matériaux assemblés pour composer ce pavillon atteignait 120.000 kilogrammes. Aussi les montants principaux avaient-ils dû être montés sur des puits en béton.

Afin de mettre en évidence le rôle de la Compagnie générale des conduites d'eau, ce pavillon était aménagé de façon à donner deux effets d'eau : l'eau tombait dans deux grandes vasques en béton, puis de là s'écoulait à l'égout. Aussi ce pavillon, situé aux Vennes, dans les jardins en amont au bord de l'Ourthe, jouait-il un rôle décoratif important.

La Compagnie générale des conduites d'eau s'est spécialisée dans

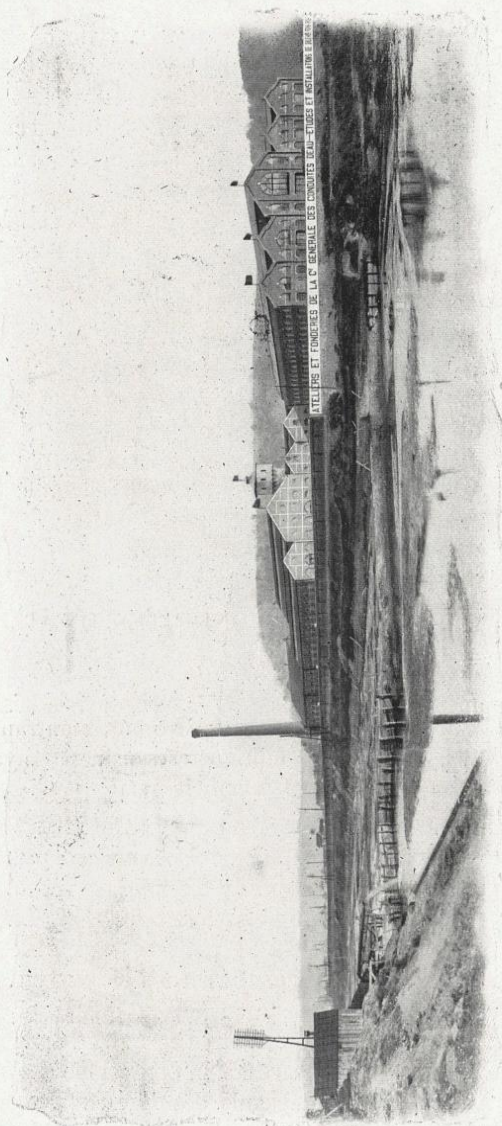


FIG. 26. — Vue des usines de la Compagnie générale des Conduites d'eau.

la fabrication des tuyaux en fonte pour canalisations d'eau et de

gaz et plus spécialement coulés verticalement. Afin de n'enfouir dans le sol que les quantités de fonte strictement nécessaires pour résister aux pressions, elle s'est efforcée de créer un type de tuyau extra-léger. Ne possédant pas de hauts fourneaux pour la production de ses fontes, elle constitue ses approvisionnements de fontes brutes de diverses provenances, ce qui lui permet d'obtenir au cubilot des mélanges constituant un métal qui, avec la moindre épaisseur possible, offre une grande résistance aux pressions.

La Société anonyme actuelle fut fondée en 1865 : elle succédait à la Société en commandite des Vennes (L. de la Vallée-Poussin et

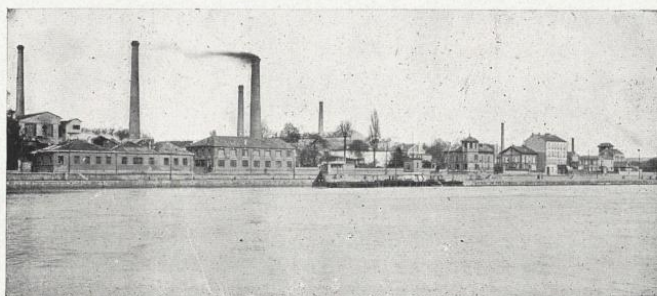


FIG. 27. — Usines de la Compagnie des Eaux de la Banlieue de Paris.

C^{ie}). Indépendamment des fonderies des Vennes, qui produisaient environ 3.000 tonnes par an, elle comprenait les usines d'Aubrives (près Givet), France. Abandonnant à peu près complètement la fabrication des poteries, elle se consacra à la fabrication des tuyaux et pièces accessoires en fonte nécessaires aux canalisations d'eau et de gaz, et n'hésita pas, dans le but de placer ses produits, à se charger elle-même des entreprises pouvant les employer. C'est ainsi qu'elle posséda pendant plusieurs années les usines à gaz de La Louvière, Jemmappes, Anderlecht et Givet. Plus tard elle préféra constituer des Sociétés distinctes dans lesquelles elle restait plus ou moins intéressée, pour exploiter les concessions d'eau qu'elle obtenait dans différents pays : c'est ainsi qu'elle forma en 1867 la Compagnie des Eaux de la banlieue de Paris; en 1869 la Compagnie des Eaux de Barcelone; en 1881-83 la Compagnie des Eaux d'Utrecht et d'Arnhem; en 1894 la Compagnie d'Entreprises de Conduites d'Eau plus spécialement destinée à la création de Compagnies d'adduction

et de distribution d'eau dans la Péninsule italienne : cette dernière effectua l'importante distribution d'eau des communes vésuviennes et vient de terminer l'étude du projet de l'alimentation en eau de la ville de Turin et de ses environs. Elle créa également en 1894 la Société des Eaux de l'arrondissement de Charleroi, la Société des Eaux d'Alicante en 1897, et enfin, récemment, la Société pour l'exploitation de distributions d'eau dont l'objet social est d'exploiter des distributions d'eau en Belgique et à l'Étranger, ou de participer à leur exploitation.

Indépendamment de ces Sociétés, la Compagnie générale des Con-



FIG. 28. — Bassins filtrants de la Banlieue de Paris.

duites d'Eau a exécuté d'importants travaux parmi lesquels nous citerons : l'entreprise de l'Acqua Pia, à Rome (1870-1878-1885), l'adduction des eaux à Santander (1884), à Tiflis (Caucase), Pitesci (Roumanie), Delft (Hollande), Loanda (Afrique Portugaise) de 1885 à 1887.

Puis de 1890 à 1895 d'importantes fournitures telles que celles faites au Chili qui se montent à 243 kilomètres de tuyaux de 50 millimètres à 350 millimètres; la distribution d'eau de Caracas (Vénézuëla), les entreprises de Philippopoli (Bulgarie), Middelbourg (Hollande), Naples (banlieue), Lugano (Suisse), les faubourgs de Vienne (Autriche), Locarno, etc.

Elle exécuta aussi de 1895 à 1900 d'importants travaux au Japon qui nécessitèrent plus de 500 kilomètres de tuyaux ayant jusqu'à 1 m. 100 de diamètre et représentant un poids de plus de 40.000 tonnes.

Les installations de la Compagnie générale des Conduites d'Eau occupent toute la presqu'île formée entre les anciens bras de l'Our-

the, à l'extrémité du quartier des Vennes. Par ses nombreuses voies raccordées à la grande ligne du chemin de fer de Bruxelles à Cologne, et par la partie canalisée de l'Ourthe, dite Fourchu-Fossé, menant à la Meuse, les usines se trouvent dans une situation privilégiée leur permettant, non seulement de s'approvisionner à tous les principaux centres de production pour la matière première, mais encore d'envoyer, avec facilité, rapidité et sans frais excessifs, leurs produits vers les différents points du globe.

Les terrains que la Compagnie occupait, lors de sa fondation, mesu-

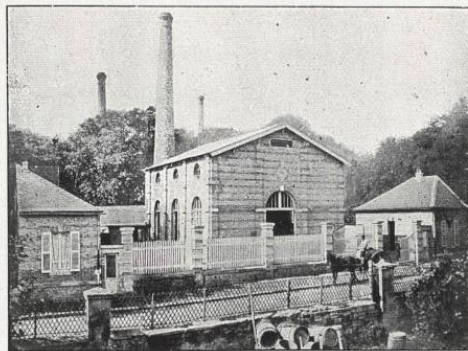


FIG. 29. — Usine de Suresnes.

raient une surface de 10.200 mètres carrés. Aujourd'hui, la superficie totale de ceux-ci est de 150.000 mètres carrés, dont 17.000 sont clos et couverts. Ces chiffres sont suffisamment éloquentes pour juger de l'extension qu'ont prise les usines de la Compagnie depuis 1865. Avant de passer en revue les différentes divisions des fonderies et ateliers, quelques données montrant le formidable accroissement de production de la Compagnie trouveront ici leur place.

En 1868, les usines fabriquaient 1.517.764 kilos de tuyaux et pièces, et si les tristes événements de 1870-71 menacèrent, ou du moins ralentirent l'essor que les usines avaient pris, celles-ci ne tardèrent pas cependant à se relever de la crise passagère, et en 1872 nous les voyons déjà produire 4.505 tonnes, chiffre le plus élevé auquel elles étaient parvenues jusque là.

En 1874, la Compagnie créait un nouveau matériel pour la fabrication verticale de tuyaux de 0,150 à 0,300 de diamètre. En 1877, elle construit une nouvelle halle à couler les tuyaux debout, perfec-

tionne son outillage et atteint une production annuelle dépassant 6 millions de kilogrammes.

En 1881 la fabrication permet d'obtenir 9.800 tonnes et ce chiffre s'accroît chaque année pour arriver à près de 25.000 tonnes en 1890.

A ce moment pour faire face à la demande toujours croissante, la Compagnie agrandit ses ateliers de façon à produire 40 à 50 tonnes de tuyaux de plus par jour. Elle occupe alors près de 600 ouvriers et sa production atteint en 1904 avec 750 ouvriers occupés le chiffre



FIG. 30. — Bassins filtrants de la banlieue de Paris.

de 30.500 tonnes environ, représentant une valeur de six millions de francs.

60 à 80 pour cent de cette production est exporté dans les diverses parties du monde : outre l'Europe, le Japon, Cuba, l'Amérique du Sud et l'Amérique Centrale, le Mexique, les Antilles, le Canada, l'Australie reçoivent ces produits.

Les usines situées à la porte de l'Exposition même comprennent : la fonderie verticale de tuyaux et ses annexes; la fonderie de pièces mécaniques avec son atelier de modelage; les ateliers de construction et de parachèvement.

De nombreuses locomotives et grues roulantes à vapeur font la manutention sur un réseau de plus de 8.000 mètres de voies ferrées.

La force motrice part d'une station centrale comprenant :
Deux chaudières de 160 mètres carrés de surface de chauffe, chacune avec réchauffeur et surchauffeurs.

Deux machines horizontales Compound-tandem de chacune 325 chevaux, à distribution par soupapes (constructeur : Carels, à Gand).

La 1^{re} machine est accouplée directement à un générateur électrique (Oerlikon, de Zurich) de la puissance de 250 kilowatts, sous la tension de 500 volts en courant continu.



FIG. 31. — Réservoir du mont Valérien.

La 2^e machine est accouplée à un moteur de même force fourni par la Compagnie internationale d'Électricité de Liège.

La force électro-motrice est transportée et absorbée par environ 100 moteurs électriques répartis dans les différents ateliers. Leur puissance totale en pleine charge peut atteindre 1.000 chevaux; mais ces moteurs, dont la plupart actionnent des appareils de levage, ne fonctionnent pas tous simultanément.

La puissance motrice de réserve et de secours est assurée par une batterie d'accumulateurs de 270 éléments et d'une capacité de 500 ampères-heures.

Les ateliers et fonderies renferment trente ponts roulants et appareils de levage, mécaniques et électriques, d'une puissance totale de 210.000 kilogrammes.

L'éclairage général dans les cours, usines, bureaux et habitations est assuré au moyen de 130 lampes à arc de 12 ampères et 500 lampes à incandescence absorbant ensemble une force de 150 chevaux.

Quatre grues pouvant chacune lever trois tonnes à une portée de six mètres font le service des chargements.

Les bâtiments de la fonderie se composent de nombreuses halles et annexes. Deux des halles sont réservées à la fabrication des tuyaux de petit diamètre — de 0 m. 040 à 0 m. 150. — Environ 80 à 100 ouvriers y sont employés. Dans la halle suivante, 60 à 80 hommes travaillent à la fabrication des tuyaux moyens — de 150 à 500 millimètres, — et dans une troisième halle une soixantaine d'ouvriers s'occupent des tuyaux de gros diamètres — de 500 millimètres à 1 m. 250.

Chacune de ces halles comprend un certain nombre d'étuves chauffées au gaz et au coke, affectées au séchage des noyaux.

Au centre de l'ensemble de ces bâtiments sont six cubilots pouvant, à haute production, permettre de couler jusqu'à 120 tonnes par jour.

La fonderie de pièces mécaniques de la Compagnie générale des Conduites d'Eau, qui était à l'étroit dans la partie terminus gauche de la rue des Vennes, est actuellement logée dans une vaste construction aménagée pour lui donner tous les développements que comporte son rôle. Cinq halles de 70 mètres de longueur, accolées l'une à l'autre couvrent une superficie de 5.000 mètres carrés. De puissants engins de levage, se mouvant sur toute la longueur ou tournant autour des robustes colonnes, desservent tous les chantiers de moulage. L'électricité actionne ces engins qui réunissent tous les progrès modernes.

Comme annexe se trouve une fonderie de cuivre et de bronze.

La Compagnie générale des Conduites d'Eau qui, depuis dix ans, a remporté de nombreuses récompenses dans les Expositions, a obtenu un Grand prix à Liège.

SOCIÉTÉ ANONYME DE TRAVAUX DYLE ET BACALAN,
Usine des Corps-Creux, à Louvain.

Cette Société bien connue et dont le siège social est à Paris, possède d'importants ateliers, les uns à Louvain, les ateliers de la Dyle, les

autres à Bordeaux, les ateliers de Bacalan. La principale spécialité des ateliers de cette Société consiste dans la construction du matériel roulant de chemins de fer : elle exposait dans le Groupe des Chemins de fer deux spécimens de sa construction, une voiture mixte de 1^{re} et de 2^e classe et un wagon à charbon, destinés aux chemins de fer de l'État Belge. Nous n'avons pas à nous en occuper ici autrement que pour signaler l'emploi qui a été fait dans une large mesure, pour l'exécution de ces voitures, des emboutis, pour la production desquels la Société de Dyle et Bacalan a créé un important établissement, possédant une installation hydraulique remarquable et dénommée l'Usine des Corps-Creux à Louvain. C'est à ce titre que figurait dans la Classe 64 (Section Belge) la Société de Dylé et Bacalan.

L'emploi des châssis en tôles embouties a permis de réaliser un nouveau modèle de construction légère, très simple et de grande résistance. Ce châssis consiste essentiellement en deux longerons principaux en tôle d'acier emboutie en forme d'égale résistance, de 16 mètres environ de longueur et de 700 millimètres de hauteur, placés dans la partie centrale de la voiture et sur lesquels les différentes parties de la caisse viennent prendre appui au moyen de consoles ou de traverses, également en tôle d'acier embouti.

Pour les wagons à charbon, les parois de la caisse et les portes sont également composées de tôle d'acier embouti.

L'Exposition de la Société de Dyle et Bacalan dans la Classe 64 comportait des emboutis de toutes formes et destinés à de multiples usages : construction de matériel roulant de chemins de fer, fonds de chaudières, foyers; tubes divers en acier sans soudure pour chaudières, conduites de vapeur, d'air comprimé ou d'eau sous pression; tubes divers et châssis emboutis pour construction d'automobiles; arbres de transmissions creux; bouteilles à acide carbonique et à gaz comprimés; serpentins, poteaux tubulaires et obus.

L'usine des Corps-Creux, installée tout récemment à peu de distance de la gare de Louvain, à laquelle elle est reliée par un raccordement particulier, possède un outillage comportant les derniers perfectionnements.

Une de ses principales fabrications est celle du tube d'acier sans soudure, en partant de blocs d'acier plein, à section carrée de 8 à 10 centimètres de côté, portés au rouge cerise clair et laminés ensuite en tubes de diamètres variant de 6 à 60 millimètres : l'opération se faisant en trois phases : le perçage produit par la force vive d'un volant actionnant un poinçon, l'étirage et le laminage.

Les matières premières employées sont des aciers Martin-Siemens provenant des aciéries belges.

La force motrice distribuée dans les divers ateliers est fournie par une station centrale d'électricité comprenant un groupe électrogène de 1,500 kilowatts, composé de trois machines à vapeur Garnier et de dynamos à courant continu de 550 volts, construites par la Compagnie internationale d'Électricité, à Liège.

La vapeur est fournie par une batterie de six chaudières semi-tubulaires dont l'alimentation en eau est assurée par un réservoir d'une capacité de 50 mètres cubes fixé, selon la mode allemande, à l'une des grandes cheminées.

Ce groupe électrogène est la source où l'on vient puiser la puissance nécessaire à la transformation des blocs d'acier en tubes et corps creux divers.

Le transport de force dans les différents ateliers est réalisé, soit par des moteurs électriques commandant directement les outils de travail, soit par une distribution d'eau à la pression de 200 atmosphères.

L'installation hydraulique de l'usine des Corps-Creux est une des plus puissantes de Belgique. Elle comprend cinq pompes de 100 chevaux commandées directement par dynamos munies de démarreurs électriques automatiques; puis un accumulateur à trois cylindres de 1,500 litres de capacité qui régularise et distribue la pression dans les différentes conduites alimentant les presses de travail.

Parmi celles-ci on remarque : une presse verticale, capable de réaliser une pression qui atteint jusqu'à 500 tonnes, puis trois autres du même type, c'est-à-dire verticales également, donnant une pression de 250 tonnes; une presse horizontale de 400 tonnes, avec 3 m. 500 de course; une seconde, horizontale, de 250 tonnes (course, 4 m. 500); trois presses de 50 à 150 tonnes avec course de 8 mètres, et enfin une presse à refouler les tubes pour chaudières marines.

Tous ces engins sont réservés pour la fabrication des tubes de 60 millimètres jusque 220 millimètres de diamètre et du poids de 50 à 250 kilogrammes, des corps creux de toutes espèces et de toutes formes.

Certains d'entre eux sont destinés à la fabrication des obus, boîtes de shrapnels, etc., ainsi qu'au façonnage de diverses pièces du matériel roulant de chemin de fer.

Un atelier spécial est affecté à la fabrication des tubes employés dans la construction des vélos, motocyclettes, automobiles et, en

général, de tous les accessoires pour l'industrie du cycle et de l'automobile.

Parmi les produits spéciaux d'un autre genre, on rencontre :

Les tubes d'acier à 25 et 30 % de nickel, tenus en grande faveur par les marines d'Etat, qui les emploient surtout pour les chaudières de torpilleurs, étant donné leur inoxydabilité.

Enfin, un atelier monté avec les derniers perfectionnements permet de procéder au nickelage, zingage, cuivrage, etc. des tubes par le procédé électrolytique.

Atelier d'emboutissage de pièces pour matériel roulant.

Les usines des Corps-Creux, prévoyant la généralisation de l'emploi de ces pièces, viennent de terminer un vaste atelier d'emboutissage, où l'on remarque une presse de 1.000 tonnes à trois pistons pouvant emboutir des pièces jusqu'à 25 mètres de longueur.

Cette presse formidable permet également d'emboutir des fonds de chaudières de 3 mètres de diamètre ainsi que des foyers, dômes, etc.

Les outils les plus modernes ont été réunis dans cet atelier pour le finissage de toutes les pièces embouties.

La Société anonyme de travaux Dyle et Bacalan a obtenu dans la Classe 64 une Médaille d'or.

SOCIÉTÉ ANONYME MÉTALLURGIQUE D'ESPÉRANCE-LONGDOZ, à Liège.

Cette Société possède près de Liège des hauts fourneaux ainsi que des laminoirs à tôles et à fers. Son exposition comprenait des échantillons de minerais de fer, des fontes, des tôles de fer et d'acier ainsi que divers échantillons de fers et aciers en barres. Les usines d'Espérance-Longdoz fabriquent des tôles de toutes dimensions ainsi que les fers et aciers profilés usuels.

La Société d'Espérance-Longdoz possède à Seraing deux hauts fourneaux, munis d'appareils Cowper de 6 m. 90 de diamètre et de 25 mètres de haut, pouvant chauffer le vent à la température de 800 degrés : leur production annuelle est de 70.000 tonnes, soit de fonte d'affinage, soit de fonte Thomas. Le minerai consommé est pour 80 pour cent du minerai de Luxembourg et pour le surplus du minerai de Gellivare (Suède).

L'usine de dénaturation et de laminage, sise à Liège-Longdoz, comprend d'une part un atelier de puddlage avec pilons de cinglage

et train ébaucheur et d'autre part un important laminoir comprenant les trains suivants :

1^o Un train à trois cages actionné par une machine de 700 chevaux à condensation : la première cage est à deux cylindres de 2 m. 500 de table ; la seconde est un trio de 1 m. 700 de table ; la troisième un trio universel, système Thomas, destiné à produire des larges-plats jusqu'à 700 millimètres de largeur. Ce train a une capacité de production de 2.000 tonnes par mois ;

2^o Un train à tôles moyennes composé d'une cage de 2 cylindres à cannelures, d'un dégrossisseur et de deux finisseurs. Il produit des tôles ayant jusqu'à 1 m. 300 de largeur avec des épaisseurs comprises entre 15 dixièmes de millimètre et quatre millimètres ; la production mensuelle peut atteindre 700 tonnes ;

3^o Deux trains à tôles fines, d'épaisseurs comprises entre 3 dixièmes et 15 dixièmes de millimètre. Le réchauffage se fait par des fours Himmel à trois tôles superposées, consommant environ 800 kilogrammes de houille par tonne de tôle produite. Ces trains produisent 400 tonnes par mois ;

4^o Le laminoir à fers marchands et profilés : il est d'un diamètre de 300 millimètres et comporte six cages. Il est desservi par des fours à réchauffer à gaz du système Siemens-Bidermann. Sa production mensuelle est de 1.000 tonnes. Néanmoins, l'installation des laminoirs, déjà ancienne, n'est plus en rapport avec le progrès métallurgique moderne : aussi les études sont-elles terminées en vue de faire une installation entièrement nouvelle : une station centrale d'électricité fournira par le moyen de turbines à vapeur un courant triphasé à 500 volts, qui permettra d'actionner électriquement les nouveaux laminoirs.

Les usines de l'Espérance-Longdoz produisent annuellement environ 46 à 48.000 tonnes de produits finis : le nombre des ouvriers qui y sont occupés est actuellement de 800.

Par suite de la présence dans le Jury d'un de ses administrateurs, la Société anonyme métallurgique d'Espérance-Longdoz était placée Hors concours.

SOCIÉTÉ DES HAUTS FOURNEAUX ET MINES DE HALANZY.

Cette Société possède deux hauts fourneaux à Halanzy (Luxembourg belge), à quelques pas de la frontière française, près de

Longwy. Elle fabrique uniquement de la fonte de moulage : sa production journalière est de 80 tonnes par fourneau.

Outre quelques photographies de l'usine, son Exposition comprenait des échantillons de minerais de fer, de calcaires ferrugineux et de castine; des échantillons de fontes diverses, de laitier, ainsi que quelques petites pièces coulées avec la fonte de Halanzy.

Il lui a été attribué un Diplôme de médaille d'or.

LAMINOIRS, FORGES ET FONDERIES DE JEMMAPES, près Mons.

Cette Société en commandite par actions fut fondée à Jemmappes, près Mons, en 1869, par M. V. Demerbe, qui en est encore le gérant. Ces laminoirs n'ont cessé depuis lors de prendre une grande extension, car, de 7.000 tonnes, chiffre de production annuelle dans les premières années, ils sont parvenus au chiffre de 35.000 tonnes de produits finis. C'est là un chiffre remarquable étant donné que cette production est composée presque exclusivement en fers et aciers marchands et en fers spéciaux profilés de petites dimensions, cornières, tés, U, fers à châssis, fers à rayons, bandages pour roues caoutchoutées, etc. La collection de fers spéciaux comporte plus de 600 modèles différents.

Les usines de Jemmappes comprennent 32 fours à puddler, un train de puddlage, deux trains de laminoirs marchands de 490 millimètres et deux petits trains de 260 millimètres.

Les fours à réchauffer sont du système Siemens, avec récupérateurs de gaz.

L'Exposition des laminoirs de Jemmappes comprenait plusieurs tableaux renfermant une partie des profils très variés fabriqués par l'usine, des échantillons de fers divers de fabrication courante, des cassures montrant la qualité exceptionnelle de ces fers.

MM. V. Demerbe et C^{ie} ont obtenu un Diplôme d'honneur.

SOCIÉTÉ BELGE BRIFFIN (Société anonyme), à Merxem-lez-Anvers.

Cette Société s'est fondée en 1900 pour l'exploitation en Belgique, Hollande, etc., des procédés bien connus de P. H. Griffin (de Buffalo) pour la trempe des fontes. On sait que ce procédé s'applique surtout à la fabrication des roues de wagons et qu'il s'est surtout

développé en Amérique, au Canada, en Allemagne, en Autriche, en Italie, où les règlements n'écartent pas comme dans d'autres pays, en France notamment, la roue en fonte de la composition des trains de voyageurs.

Le procédé, rappelons-le, est basé tout d'abord sur l'emploi de fontes au bois ou de mélanges appropriés de fontes pour obtenir le maximum de ténacité : la coulée se fait ensuite en coquille : la solidification du métal en fusion s'opérant d'abord au contact de la coquille, alors qu'il reste encore au centre assez de métal liquide pour retenir le carbone en dissolution, le métal moulé au contact de la coquille ne contient que du carbone combiné et constitue, sur une épaisseur que l'on peut faire varier, un métal à texture radiale possédant des qualités exceptionnelles de résistance à l'usure. Au contraire, dans le corps de la roue, le carbone dissout se dépose pendant le refroidissement à l'état de graphite et donne un métal moins dur, mais ayant toutes les qualités de ténacité voulues.

Chaque partie de la roue possède donc les qualités nécessaires pour résister au travail auquel elle est soumise.

La troisième phase du procédé consiste à soustraire les roues à l'influence qu'aurait sur l'équilibre des molécules un brusque refroidissement. Pour cela, aussitôt sorties des moules, encore au rouge vif, elles sont portées dans les fosses à refroidir où elles séjournent six à huit jours, de façon que leur température ne s'abaisse qu'avec une grande lenteur et d'une manière régulière.

Enfin, la roue étant refroidie, la surface de roulement est polie à l'aide de machines à meuler spéciales.

La Société belge Griffin exposait dans son stand de la galerie des Machines divers types de roues isolées, en même temps que des trains montés pour chemin de fer à grande ou petite section ou pour voiture motrice électrique : on remarquait aussi une roue de voiture motrice de tramway électrique ayant parcouru 98.353 kilomètres et encore dans un état satisfaisant.

Indépendamment des roues, la Société Griffin exposait diverses pièces importantes en fonte trempée, telles que : des plaques triturantes pour moulin à boulets; deux meules pour broyeur; un cylindre creux pour le broyage des minerais; une frette pour le broyage des matières réfractaires; ainsi que des mâchoires pour concasseurs; un trio de cylindres de laminoirs à tôles destiné aux aciéries d'Ougrée; plusieurs autres cylindres de laminoirs ou de meunerie; des croisements de voie, etc.

Cette belle Exposition a été récompensée par l'attribution d'un Diplôme d'honneur.

FONDERIES VERVIÉTOISES (Société anonyme), à Verviers.

Cette maison, dont la fondation remonte à l'année 1865, s'est fait une spécialité de la fabrication des cylindres sécheurs et rouleaux pour papeteries : elle en fait la coulée verticalement et leurs dimensions vont jusqu'à 3 mètres de diamètre et quatre mètres de longueur.

Elle produit également de nombreuses pièces pour l'industrie textile de la région verviétoise, ainsi que des pièces pour dynamos et pour machines à vapeur.

Sa fabrication comporte également des moulages en terre et en sable sans modèles et elle est outillée pour produire des pièces jusque 40.000 kilos.

Il lui a été attribué une mention honorable.

MM. A. T. SPINETTE ET FILS, maîtres de carrières et de fonderies de fer, à Andenne.

Une médaille de bronze a été attribuée à ces messieurs pour leur Exposition de fonte.

M. VICTOR BOUHY, à Liège.

Cette maison, fondée en 1871, fabrique la pièce coulée brute de fonderie en alliages divers : cuivre, bronzes divers, laiton, argent, métal blanc, aluminium et bronze tungstène : elle exposait des coussinets et pièces diverses, machines pour grosse et petite mécanique, des pièces pour automobiles, etc... Ces pièces brutes de fonderie sont moulées et coulées avec beaucoup de soin, ramenant le parachèvement à son minimum.

La fonderie possède un moteur à gaz, actionnant diverses machines, coupe-jet, machines à désabler, meules, machines à mouler, etc., etc.

Le Jury lui a attribué une médaille d'argent.

M. PAUL BORGNET, à Liège.

Montrait l'application des tôles ondulées et galvanisées pour la couverture des hangars et des fosses à fumier. A cet effet, il avait installé la toiture de la grange et celle de la fosse à fumier de la « Ferme démonstrative ».

M. Borgnet, dont la spécialité est la galvanisation et l'entreprise de la construction de ce genre de toiture, avait su en montrer les avantages au public : peu de bois de charpente nécessaire, pose rapide, étanchéité, protection contre l'incendie provoqué par les flammèches du voisinage, etc.

M. Borgnet a obtenu une médaille de bronze.

SOCIÉTÉ ANONYME DES ATELIERS DE CONSTRUCTION ET DE CHAUDRONNERIE D'AWANS.

L'industrie de cette Société consiste dans les constructions métalliques en tous genres, telles que : charpentes, ponts, planchers, escaliers de fer, poutres rivées, ponts roulants, grues, réservoirs, cheminées métalliques, pylônes pour transporteurs aériens — pour l'industrie générale; — les châssis à molettes, soutes à charbon, ventilateurs, cages, wagonnets, etc., pour l'industrie minière; la partie métallique des hauts fourneaux, les appareils Cowper, les poches de coulées, poches à laitier, etc., pour l'industrie métallurgique, etc. Cette Société montrait, par l'exposition d'une douzaine de photographies, quelques-uns des appareils construits par elle dans ces derniers temps.

Le Jury lui a attribué une médaille de bronze.

NOUVELLE SOCIÉTÉ ANONYME DES FORGES ET LAMINOIRS A TOLES DE RÉGISSA (près Huy).

Cette usine dont la fondation remonte à 1845 et qui, pendant longtemps, n'a utilisé que la force hydraulique, a, à l'heure actuelle, une force motrice de 500 chevaux-vapeur. Elle occupe environ 300 ouvriers et sa production annuelle est de 8000 tonnes de tôles fines, en fer, en acier et en fer homogène, polies et non polies : sa principale spécialité est la fabrication de la tôle polie pour poêlerie de luxe et pour enveloppes de cylindres de machines à vapeur, les tôles

pour volets mécaniques, pour ondulation, galvanisation et plombage, ainsi que les tôles pour dynamos.

L'usine comporte dix laminoirs finisseurs, quatre fours à vases clos et trois fours dormants, des machines à planer et de nombreuses cisailles.

Les produits de la Société de Régissa étaient présentés dans un stand entièrement construit de tôles fabriquées dans ses usines. Afin de montrer jusqu'où le laminage peut être poussé, elle avait exposé une tôle de 1 mètre sur 2 mètres et de 15 centièmes de millimètre d'épaisseur ainsi que deux tôles de 1 m. 80 × 0 m. 60 et de 45 millièmes de millimètre d'épaisseur.

Le Jury a attribué à la Société des Forges et laminoirs de Régissa un diplôme d'honneur.

« LA BRUGEOISE » SOCIÉTÉ ANONYME. Usines métallurgiques à Bruges.

Cette Société, fondée en 1902, a repris la suite de la Société des Forges et Aciéries de Bruges, dont la fondation remonte à 1890, pour la fabrication des pièces en acier moulé. Elle fit édifier en 1904 de nouveaux et importants agrandissements sur un terrain de 12 hectares situé entre le canal et la gare de Bruges, ce qui, au point de vue des transports, place la Société dans des conditions excellentes.

La surface couverte est d'environ 30.000 mètres carrés et comprend :

Une aciérie composée de deux fours Siemens-Martin acides de 8 tonnes et deux convertisseurs de 1.500 kilos : elle peut produire environ 700 tonnes de métal par mois.

Une fonderie de fer pouvant produire 300 tonnes par mois : un atelier de modelage; des forges comprenant des marteaux-pilons et presses hydrauliques.

Un atelier de machines-outils.

Une halle et des chantiers de chaudronnerie pour ponts, charpentes et wagons pouvant fournir 1.400 véhicules par an et spécialement outillé pour la construction des tenders de locomotives.

Des ateliers pour la construction des voitures à voyageurs (chemins de fer et tramways), comprenant un bassin de flottage

pour bois en grume; des installations de séchage du bois; des ateliers mécaniques de menuiserie, d'ébénisterie et de polissage; des ateliers de montage, de peinture et de glaçage.

Ces usines, qui font un chiffre d'affaires de 3.500.000 francs environ par an, utilisent une force motrice de 1.000 chevaux provenant d'une station centrale électrique : elles occupent environ 1.000 ouvriers.

Le Jury leur a attribué un diplôme d'honneur.

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES ET ACIÉRIES LÉONARD GIOT, à Marchienne-au-Pont.

Un diplôme d'honneur a été également accordé à cette Société, une des plus anciennes pour la fabrication des moulages d'acier et qui n'a cessé d'augmenter ses installations de Marchienne (près Charleroi); elle produit annuellement environ 12.000 tonnes de moulages dont le poids peut atteindre 30.000 kilos.

Ses spécialités, dont elle exposait de nombreux spécimens remarquables, sont les boîtes à huile pour wagons, les boisseaux de butoirs, les centres de roues, ainsi que les trains montés pour voitures et wagons, les cœurs de croisements, les engrenages, les bâtis, les hélices, les pignons et cylindres de laminoirs, les pièces mécaniques diverses, etc.

ÉMILE HENRICOT, FONDERIES DE FER ET D'ACIER, à Court-Saint-Étienne.

Ces usines fabriquent les pièces en acier coulé et en fonte. Ses spécialités sont les pièces pour matériel de chemin de fer telles que : boîtes à huile pour wagons et locomotives, les butoirs, les centres de roues et ferrures de wagons et de locomotives, etc., dont elles alimentent les principales Compagnies de chemins de fer.

L'acier produit varie comme qualité de l'extra-doux donnant 38 à 42 kilos de résistance par millimètre carré, avec un allongement de 30 à 25 pour cent, à l'acier extra-dur à une résistance de 60 à 80 kilos par millimètre carré, avec un allongement de 10 à 4 pour cent.

M. Henricot exposait différents spécimens de la fabrication de ses usines, tous très bien réussis, ainsi qu'un système d'attelage automatique breveté en acier coulé et un aspect pour le relèvement des voies de chemin de fer.

M. Henricot faisant partie d'un Jury dans une autre Classe, son Exposition était classée Hors concours.

SOCIÉTÉ ANONYME DES ACIÉRIES ET FONDERIES
D'ART, à Haine-Saint-Pierre.

Une Médaille d'or a été attribuée à cette Société qui, elle aussi, avait exposé différentes pièces, en moulages d'acier particulièrement, de sa fabrication

SOCIÉTÉ ANONYME DU NORD DE LIÈGE.

Cette Société qui possède à Liège d'importants ateliers, avait exposé la partie métallique d'un pont roulant de 24 mètres de portée et d'une charge de 30.000 kilogrammes, mû par la force électrique. Par suite de la présence dans le Jury d'un de ses administrateurs, cette Société était classée Hors concours.

ALLEMAGNE

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

On connaît l'importance considérable de l'industrie sidérurgique allemande : sa production, qui pendant longtemps fut sensiblement la même que celle de la Grande-Bretagne, la dépasse actuellement. L'Allemagne est maintenant le plus grand producteur de fonte et d'acier de l'Europe et si, au point de vue mondial, on examine le rapport existant entre la production d'acier et celle de la fonte, on arrive aux chiffres suivants :

Allemagne	91.6 %
États-Unis	87.1 %
Grande-Bretagne	60.9 %
Monde entier	81.2 %

L'Exposition de Liège ne permettait pas de se faire la moindre idée de la puissance de l'Allemagne au point de vue métallurgique. Malgré la proximité de ce grand centre de production qui, est la Westphalie, aucune de ses nombreuses usines à fonte, forges ou aciéries, n'étaient représentées. Les quatorze exposants qui figuraient dans la Section allemande de la Classe 64 se rattachaient presque tous ou à des usines productrices d'un autre métal que le fer, ou à des spécialités que nous signalerons au cours de ce rapport.

Fonte. — Les productions de fonte ont été en Allemagne depuis 1899 les suivantes :

1899	7.160.203
1900	7.549.655
1901	6.963.683
1902	7.449.594
1903	8.800.071
1904	8.860.272
1905	9.506.810
1906	10.833.720

Ces chiffres sont ceux de la production dans l'Empire allemand : ceux du Luxembourg qui, souvent, entrent dans le total établi par la statistique allemande, parce que ce pays fait partie du territoire douanier allemand (Zollverein), n'y sont pas compris ici.

Cette production, celle de 1906 par exemple, est répartie de la façon suivante entre les différents districts de l'Allemagne : cela peut donner une idée de l'importance relative de chacun d'eux :

Prusse.	{ District de Breslau	902.135
	{ — de Dortmund	4.114.475
	{ — de Bonn	2.695.289
	{ Districts non dénommés	443.987
Total pour la Prusse		8.155.886
Bavière		97.812
Hesse		28.376
Brunswick		39.067
Alsace-Lorraine		2.422.540
Autres États allemands		90.039
Total		10.833.720

La plus grande partie de la production est en fonte Thomas, ainsi qu'on le voit par les chiffres ci-dessous, pour l'année 1906.

Fonte Thomas	6.803.126 tonnes.
Fonte de moulage	1.903.509 —
Fonte Bessemer	491.086 —
Fontes spéciales (spiegel, etc.)	755.678 —
Fonte d'affinage	806.072 —
Moulages en première fusion	60.027 —
Bocages	14.221 —

L'Allemagne produit encore un faible tonnage de fonte au bois : cette production a été en 1905 de 8.658 tonnes, en 1906 de 8.618. Le nombre de hauts fourneaux à feu en 1905 a été de 277 contre 254 en 1904 : nous ne possédons pas le chiffre exact relatif à l'année 1906, mais il est encore supérieur à celui de l'année précédente : la production moyenne par haut fourneau qui, en 1896 était, de 30.553 tonnes par an, est allée constamment en augmentant jusqu'en 1904, où elle s'est élevée à 43.842 tonnes.

L'Allemagne, pour l'alimentation de ses hauts fourneaux, importe un tonnage important de minerais de fer : les importations ont atteint le chiffre de 7.624.428 tonnes en 1906 contre 6.085.196 tonnes en 1905. La part prise par les pays producteurs dans les importations en l'Allemagne de minerais de fer est la suivante :

	1905	1906
Espagne.	52 %	48 %
Suède.	27 %	31 %
France.	5 %	6 %
Autriche.	6 %	5 %
Russie.	2 %	3 %
Divers.	8 %	7 %

Acier. — La production totale d'acier en Allemagne a été depuis 1900 :

Années	Tonnes
1900	6.645.869
1901	6.394.222
1902	7.780.682

Années	Tonnes
1903	8.801.515
1904	8.930.291
1905	10.066.553
1906	11.135.085

Cette production comporte comme produits finis :

Années	Tonnes
1900	4.756.780
1901	4.485.813
1902	5.100.745
1903	5.802.003
1904	6.147.811
1905	6.665.513

L'Allemagne est un grand pays exportateur de produits sidérurgiques. Son chiffre d'exportation de lingots, demi-produits et produits finis (rails, traverses, essieux, roues, bandages, produits marchands et spéciaux, tôles) est passé de 62.356 tonnes en 1870 à 777.181 tonnes en 1899 et à 3.915.000 tonnes en 1906.

DESCRIPTION DES EXPOSITIONS

HANIEL EL LUEG, à Dusseldorf, Allemagne.

Les établissements Haniel et Lueg ont été fondés en 1873.

Les ateliers, situés à Düsseldorf-Grafenberg, occupent un personnel ouvrier qui atteint parfois le chiffre de 2.000; les établissements comportent des ateliers de construction, une fonderie de fer, une fonderie de tuyaux, une aciérie et une forge munie de marteaux-pilons et d'une presse à forger.

Une station centrale électrique fournit le courant nécessaire pour la transmission de force et la lumière aux ateliers : elle comporte quatre machines génératrices verticales dont 2 de 300 chevaux et deux de 800 chevaux chacune, soit 2.200 chevaux au total pouvant fournir en courant continu 10.500 ampères à 110 volts. Ces machines à vapeur ont été construites dans les ateliers Haniel et Lueg.

Les vastes ateliers de construction possèdent un outillage considérable : ils comportent des machines-outils et ponts roulants de grande puissance, capables de travailler et manutentionner toutes pièces de machines jusqu'au poids de 60.000 kilogrammes; les installations nécessaires au finissage des anneaux de cuvelage, tubage, pièces de forge et en fonte pesant jusqu'à 40.000 kilos; un tour horizontal pouvant usiner des pièces de 50.000 kilos, etc.

De vastes halles de montage, munies de puissants appareils de levage, permettent l'assemblage des grandes machines d'épuisement, des presses à forger hydrauliques, des trains de laminoirs qui, depuis la fondation de ces établissements, en sont une des spécialités, etc., etc.

Les spécialités de MM. Haniel et Lueg sont en outre les installations hydrauliques complètes, pour rivetage, cintrage des tôles, forgeage à la presse, ascenseurs, ponts tournants ou ponts-levis, etc.; les machines et installations complètes pour mines, les pompes d'épuisement au jour ou dans le puits, etc.; les grues hydrauliques ou à vapeur, les portes d'écluses hydrauliques, les ascenseurs pour bateaux (ascenseur d'Henrichenburg du canal de Dortmund à l'Ems pour bateaux pouvant aller jusqu'à 800 tonnes et pour une différence de 16 mètres, le plus grand exécuté jusqu'à ce jour).

La fonderie fabrique les anneaux de cuvelage en une seule pièce, dont MM. Haniel et Lueg se sont fait une spécialité et dont ils avaient déjà livré en 1902, 16.500 tonnes environ : ils les font en ce genre jusqu'à 4 mètres 400 de diamètre intérieur, ce qui, malgré un matériel spécial, nécessite pour le transport par chemin de fer l'abaissement des rails sous les ponts, le gabarit des chemins de fer allemands étant de 4 m. 100 : la fabrication des cuvelages en segments est également une de leurs spécialités : ils en ont livré à ce jour un tonnage de 102.685 tonnes.

La fonderie fabrique également les pièces lourdes et les tuyaux.

L'aciérie Martin basique permet d'obtenir des lingots pesant jusqu'à 60.000 kilogrammes.

Elle produit aussi des pièces diverses en acier coulé jusqu'au poids de 50.000 kilos, principalement pour les constructions navales : étambots, gouvernails, etc.

La forge possède 3 puissants marteaux-pilons et 5 marteaux-pilons moyens : cet atelier permet d'obtenir, en acier ou en fer, des pièces forgées atteignant le poids de 20 tonnes : une presse à forger hydraulique avec multiplicateur à vapeur, système Haniel

et Lueg, permet d'obtenir une pression de 2.500 tonnes : elle est destinée à forger des gros lingots pouvant atteindre 50.000 kilos.

La maison Haniel et Lueg avait exposé un grand nombre de plans et de photographies de leurs constructions les plus remarquables et notamment :

Grandes presses à forger hydrauliques à vapeur, exécutées pour des pressions jusqu'à 6.000 tonnes et au delà ; elles fonctionnent sans qu'il soit nécessaire de faire une installation de pompe à haute pression, ce qui rend l'installation simple et peu coûteuse. Une presse semblable de 3.500 tonnes vient d'être montée aux usines de la marine à Guérigny.

Pompes centrifuges pour épuisement de bassins de radoub de 72.000 mètres cubes de capacité : elles ont des ailes de 3 mètres de diamètre et élèvent 6 mètres cubes d'eau à la seconde.

Pompes centrifuges à haute pression pour des hauteurs de refoulement de 500 mètres et au delà.

Laminoirs, presses à forger, moteurs à gaz, etc.

Les Établissements Haniel et Lueg ont obtenu un Grand prix.

AKTIEN - GESELLSCHAFT SCHALKER GRUBEN UND HUTTEN-VEREIN, à Gelsenkirchen (Westphalie).

Cette importante Société possède un puissant charbonnage qui livre actuellement au syndicat des charbonnages rhénans-westphaliens un tonnage de 1.000.000 de tonnes de charbon et 222.150 tonnes de briquettes. Ce charbonnage lui permet également de livrer aux propres établissements métallurgiques de la Société le combustible qui leur est nécessaire. Ces établissements métallurgiques sont situés à Gelsenkirchen (Westphalie) et à Duisbourg-Hochfeld. Ceux de Gelsenkirchen se composent de quatre hauts fourneaux produisant 600 tonnes de fontes par 24 heures.

La Société Schalker possède à Duisbourg-Hochfeld trois hauts fourneaux qui produisent par 24 heures un tonnage de 300 tonnes.

Cette Société avait exposé les fontes de sa fabrication : le Jury de la Classe 64 lui a attribué une médaille d'or.

MASCHINEN UND WERKZEUGFABRIK KABEL, VOGEL ET SCHEMMANN, à Kabel, en Westphalie.

Une Médaille d'or a été également attribuée à cette Société.

F. E. CLOTTEN, à Francfort-sur-le-Mein.

M. F. E. Clotten, qui exposait des minerais, a reçu une médaille d'argent.

C'est aussi la récompense qui a été attribuée à C. EITLE, à Stuttgart.

SCHWARTZ ET C^{ie}, à Dortmund,

Se sont vu attribuer la même récompense.

SUÈDE

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

La Métallurgie suédoise fournit des produits de qualité généralement tout à fait supérieure : c'est la seule qui, à l'heure actuelle dans le monde, produise la fonte, le fer et l'acier à peu près exclusivement au combustible végétal : c'est là aussi la raison d'un développement assez limité de sa production métallurgique.

Presque toutes les usines possèdent d'importantes exploitations forestières, et ce sont les déchets de scieries, quand ce n'est pas de la tourbe, qui servent au chauffage des fours à réchauffer. Depuis longtemps aussi l'utilisation des chutes d'eau a permis de produire sans combustible la plus grande partie de la force motrice nécessaire à la marche des usines.

Mineral. — On connaît de réputation les riches gisements de fer de la Suède: déjà à la fin du XIII^e siècle il y en avait en exploitation.

L'extraction suit une marche progressive depuis plusieurs années, ainsi que nous le verrons par le tableau ci-dessous :

Moyenne des années 1871-1875	795.263 tonnes.
— 1876-1880	726.712 —
— 1881-1885	877.408 —
— 1886-1890	932.470 —
— 1891-1895	1.519.325 —
— 1896-1900	2.294.760 —
Année 1903	3.677.841 —
— 1904	4.084.647 —
— 1905	4.365.967 —
— 1906	4.647.513 —

La production, on le voit, a considérablement augmenté depuis dix ans, par suite de la mise en exploitation des gisements de Grängesberg, de Gellivare, et depuis 1903, de Kirunavara-Luossavara en Laponie. De tout le minerai de fer extrait en Suède actuellement, 53 à 54 pour cent proviennent du gouvernement de Norrbotten. Les minerais suédois se composent, en majeure partie, de magnétites : les hématites ne s'y rencontrent qu'en quantités relativement faibles. Il existe 22 établissements de triage magnétique et 9 ateliers de concentration du minerai. Le nombre des ouvriers employés dans les usines de fer s'élève à 10.200 environ.

Fonte. — La production de fonte en Suède était, pendant la période 1866-70, en moyenne de 267.854 tonnes : cette moyenne a atteint pour la période 1896-1900 le chiffre de 517.796. Pour les dernières années la production a été :

1901	528.375 tonnes.
1902	538.113 —
1903	506.825 tonnes
1905	539.437 —
1906	604.789 —

Cette production pour 1906 se décompose comme suit :

Fonte d'affinage	245.169 tonnes.
Fonte Bessemer et Martin . .	331.209 —
Fonte de moulage	18.817 —
Fontes diverses	9.594 —

Fer et acier. — La production du fer et de l'acier a été pour les dernières années la suivante :

ANNÉES	MASSIAUX et FER BRUT en barres	MÉTAL BESSEMER	MÉTAL MARTIN	LINGOTS au creuset	ACIER cémenté	FER en barres
	TONNES	TONNES	TONNES	TONNES	TONNES	TONNES
Moyenne de :						
1896 à 1900 . . .	192.147	101.403	171.123	931	920	320.670
1901	164.850	77.231	190.877	1.088	701	271.393
1902	186.076	84.014	201.311	1.091	869	313.489
1903	192.342	84.229	232.878	1.105	685	331.415
1905	182.640	78.204	288.675	1.319	770	362.652
1906	178.298	84.633	311.435	1.457	522	383.535

En 1906, 97 usines ont produit du fer et de l'acier soudés : ces usines comprenaient 255 fours Lancashire, 8 fours Franche-Comté, 20 fours Wallons et 12 fours à souder.

Pour la production du fer et de l'acier fondus, il y a eu en activité dans cette même année : 21 convertisseurs Bessemer, 59 fours Martin, 8 fours à creusets et 1 four électrique (à Gysinge).

DESCRIPTION DES EXPOSITIONS

SANDVIKENS JERNVERKS AKTIE BOLAG (Société anonyme des Usines et Aciéries de Sandviken), à Sandviken, Suède.

Cette Société avait, dans la Section suédoise, une Exposition très remarquable au point de vue métallurgique.

Tout d'abord, en avant, se trouvaient deux colonnes formées de tubes sans soudure, en acier de Sandvik, dont on connaît universellement la qualité. Ensuite deux pièces exceptionnelles, l'une un ruban d'acier laminé à froid, mesurant 1531 mètres de long sur une largeur de 60 millimètres et une épaisseur de 3 centièmes de millimètre : son poids n'est que de 21 kilogrammes 500; l'autre pièce est égale-

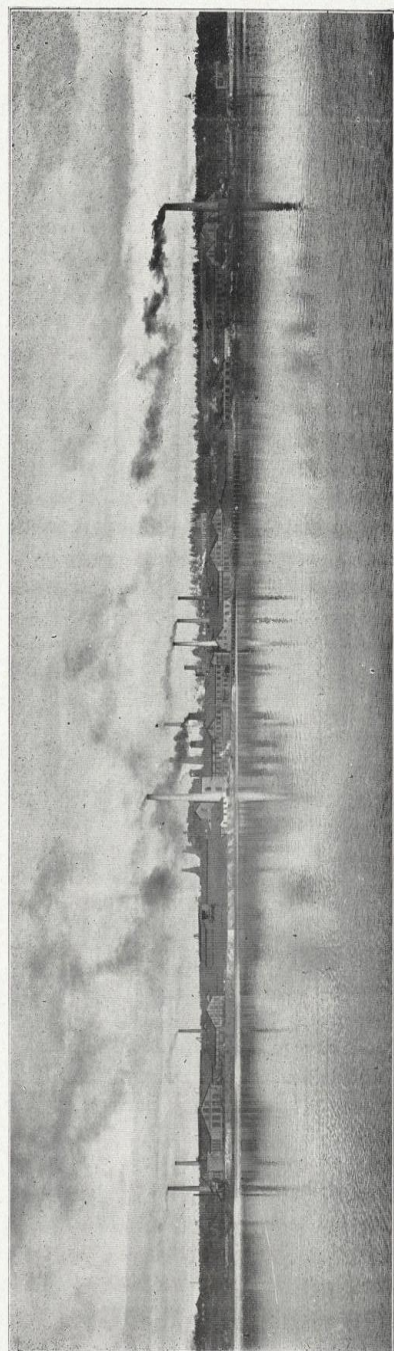


FIG. 32. — Vue des usines de la Société anonyme des usines et aciéries de Sundviken (Suède).

ment un ruban d'acier laminé à froid, mesurant 678 mètres de longueur avec une largeur de 200 millimètres, une épaisseur de 45 centièmes de millimètre : son poids est de 502 kilos; un autre ruban, laminé à chaud celui-là, du poids de 563 kilos, mesurait 88 mètres 50 de long sur 203 millimètres de largeur et 4 millimètres 10 d'épaisseur.

Ces bandes d'acier sont probablement les plus remarquables qui aient été laminées jusqu'ici en ces dimensions.

Les usines de Sandviken avaient déjà en 1897, à l'Exposition de Stockholm, exposé une scie à ruban qui avait spécialement attiré l'attention des visiteurs : elle avait 60 mètres de long sur 304 millimètres de large et 2 millimètres d'épaisseur : son poids était de 307 kil. C'était la plus longue scie existante à l'époque. Cette fois, à Liège, Sandviken a voulu exposer la plus large scie à ruban que l'on connaisse : elle a en effet 23 mètres 90 de long sur 432 millimètres de large et 2 millimètres 03 d'épaisseur.

Enfin pour terminer la nomenclature des produits exposés par les usines de Sandviken, notons des tringles en acier comprimé, une pyramide de rubans d'acier laminé à froid, trempé et poli, des fils d'acier, etc., ainsi que des baleines creuses de parapluies, dites paragons.

Les grandes spécialités des usines de Sandviken sont les suivantes:

Les ébauchés creux pour la fabrication de tubes sans soudure, dont elles exportent les 2/3 de la production suédoise, dans toutes les parties du monde.

Les tubes de chaudières, laminés à chaud, sans soudure.

Les pièces de forge et les bandages de roues de chemin de fer.

Les aciers martelés, ou laminés à chaud pour limes, coutellerie, barres de mines et outils divers.

Les aciers pour shrapnels et obus.

Les fils creux dits paragons pour la monture des parapluies.

Les aciers comprimés, aciers étirés en fil, en tringle, etc.

Les aciers laminés à froid pour usage divers, notamment pour la confection des scies, des armes, des plumes à écrire, des bicyclettes, etc.

Les ressorts de traction, notamment pour les télégraphes, l'horlogerie et les instruments de musique, etc.

Sur l'emplacement où s'élève actuellement la manufacture d'acier de Sandviken, on ne voyait, au commencement de 1862, qu'une

colline recouverte d'immenses forêts encadrant cette partie du lac Storsjön en Gestrikland, désignée sous le nom de Sandviken, ou « anse de sable ». A cette époque, les seules habitations consistaient en une petite maison de garde et une hutte de paysan. On y voyait aussi quelques traces de piles à charbon, témoignant que jadis les forêts de cette région avaient été exploitées industriellement.

C'est en 1858 que M. G. F. Göransson, chef de la maison Daniel Elfstrand et C^{ie}, et consul du Brésil, à Gêfle, réussit, après bien des recherches et des efforts, à résoudre le problème renfermé dans le brevet pris par Henri Bessemer, en 1855, et consistant dans la production directe de l'acier avec de la fonte brute. Les expériences de M. Göransson furent faites dans ses hauts fourneaux de Edsken et dans ses forges de Högbo, et c'est là qu'il réussit, le premier, à faire de l'acier Bessemer, vendable à une époque où M. Bessemer lui-même commençait à désespérer de la mise en pratique de sa méthode.

L'acier produit par M. Göransson fut demandé partout, et les usines ne suffirent bientôt plus aux commandes. Notons en passant que les usines étaient situées à plusieurs kilomètres du chemin de fer de Dala, la voie de communication la plus rapprochée et la plus économique pour l'exportation.

La création de nouveaux établissements fut donc décidée, et une usine, près du chemin de fer, fut construite par M. Göransson en mars 1862, à Sandviken, sur les propriétés mêmes des forges à Högbo.

Dans ces nouvelles usines, on s'appliquait spécialement à la fabrication des fers et des aciers des plus hautes qualités. Comme spécialité, on produisait des aciers pour outils et des bandages de roues de chemin de fer sans soudure, ce que l'on ne produisait en ce temps-là que dans les usines Krupp à Essen et dans une seule fabrique d'Angleterre.

Les premières installations de ces usines consistaient en un haut fourneau avec accessoires, deux convertisseurs Bessemer, un laminoir à bandage et un marteau-pilon de 15 tonnes, le plus grand de la Suède à cette époque. Une puissante force hydraulique fut fournie par le creusement d'un canal de 3 kilomètres de long.

Bientôt il fallut agrandir les usines, l'on bâtit de vastes forges et laminiers, et les usines se sont développées continuellement jusqu'à l'heure actuelle et gardent toujours leur place à la tête de la métallurgie suédoise d'aciers de hautes qualités, ainsi que le témoigne leur contribution à l'Exposition de Liège.

Si l'entreprise de Sandviken a pris son importance actuelle, elle en est surtout redevable à la science de ses ingénieurs, à l'excellence de son matériel, à la fidélité de ses ouvriers et à la bonne entente de son personnel.

Le capital de la Compagnie est de 3 millions de couronnes suédoises (environ 4.110.000 francs). Elle possède 3 hauts fourneaux et usine Bessemer, 4 fours Siemens-Martin, 16 marteaux-pilons, 11 trains de laminoirs à chaud, une vaste installation pour le laminage à froid, trempage et polissage, tréfilerie, des fabriques de scies, de ressorts à traction et de ressorts de busc, et en outre des fonderies et des grands ateliers mécaniques pour les réparations et les constructions.

La force motrice pour cet ensemble est fournie par 28 chaudières et 24 machines à vapeur d'une force totale de 3.800 chevaux, 8 turbines hydrauliques de 700 chevaux et 122 moteurs électriques de 4.800 chevaux, prenant leur énergie électrique d'une chute d'eau située à 56 kilomètres de distance des usines.

La valeur des propriétés s'élève à 6 millions de francs. Les hauts fourneaux, qui marchent exclusivement au charbon de bois, absorbent à eux seuls annuellement 25.000 tonnes de ce combustible. Les usines emploient en outre annuellement, 25.000 tonnes de charbon de terre et coke pour leurs chaudières et autres fours.

Notre description serait incomplète si nous ne signalions les institutions bienfaisantes créées par la maison, pour assurer à ses ouvriers le bien-être physique et moral.

Sandviken compte aujourd'hui une population de 6.600 personnes et emploie 2.500 ouvriers dont la plupart avec leurs familles (ensemble 4.500 personnes) sont logés gratuitement dans 160 maisons de la Compagnie. Celle-ci y a construit une église; elle subvient aux frais du culte, possède un médecin et deux hôpitaux où les ouvriers et leur famille reçoivent des soins gratuits. La Compagnie a également bâti 5 écoles avec un personnel enseignant de 19 personnes et où 1.000 écoliers sont instruits gratuitement. Des fontaines établies dans chaque rue assurent la propreté et le bon état sanitaire de cette vaste cité industrielle. De même, il a été construit un établissement de bains où 150 personnes à la fois peuvent prendre des bains turcs ou d'autres bains. Enfin, il existe une Société de secours mutuels pour des cas de maladie ou de subventions après décès, Société qui compte 1819 membres et un fonds social de 30.000 francs. La caisse de pension pour les vieillards, les veuves et les orphelins, dispose actuellement de 800.000 francs.

La Société des usines et aciéries de Sandviken a obtenu dans la Classe 64 un Diplôme de Grand prix.

UDDEHOLMS AKTIEBOLAG, à Uddeholm (Suède).

La Société anonyme des usines de Uddeholm est au capital social de 7.350.000 francs. Comme la plupart des Sociétés métallurgiques de la Suède, le combustible qu'elle emploie pour la fabrication de la fonte, du fer et de l'acier, est le combustible végétal. Elle tire ce combustible de l'exploitation de 175.000 hectares de forêts qu'elle possède.

Afin de tirer de cette exploitation le plus grand rendement économique, elle utilise sa production forestière dans deux usines à pâte de bois, produisant 5.000 tonnes de pâte par an, et dans deux scieries livrant annuellement 45.000 stères de bois débité; enfin les déchets de ces fabrications sont employés à la métallurgie du fer.

La Société d'Uddeholm exploite des minerais de fer à Persberg (Fer 53 à 55,73 %, Phosphore 0,003 à 0,010); à Finnrose (Fer 55 à 57,60 %, Phosphore 0,006 à 0,010); à Nordmark (Fer 55,76, Phosphore 0,007 %); à Taberg, à Långban (Fer 62, Phosphore 0,012 %), etc., etc...

Elle possède deux usines, Hagfors et Munkfors, renfermant 4 hauts fourneaux, 2 convertisseurs Bessemer, 4 fours Martin-Siemens, 11 forges Lancashire, 2 fours de cémentation, 9 trains de laminage et 3 trains universels. La valeur de son actif mobilier et immobilier est évaluée à 25 millions de francs. 4.000 ouvriers environ sont occupés dans ces usines à la fabrication des fers et aciers en barres, fils de fer et d'acier, des pointes, des tubes sans soudure, des ressorts de toute nature, des fers à cheval, des outils de mines, ou pour la construction mécanique.

La production annuelle est de 18.000 tonnes de fonte au bois, de 5.000 tonnes de fer Lancashire, de 5.000 tonnes d'acier Bessemer, de 10.000 tonnes d'acier Martin-Siemens et de 1.000 tonnes d'acier cimenté.

Son Exposition présentait, outre des barres d'acier laminé à froid, de l'acier forgé, des clous à ferrer, des vis à bois, des tubes sans soudure, des ressorts pour wagons ou pour voitures, etc.

Le Jury de la Classe 64 a attribué à la Société d'Uddeholm un Diplôme de Grand prix.

AKTIEBOLAGET OSTERBY BRUK, à Dannemora (Suède).

Cette Société, ainsi que la Société de Larsbo-Norn, fabrique exclusivement l'acier au creuset. Leurs usines, situées à proximité de Dannemora, sont d'origine fort ancienne : la fondation, en effet, en remonte à l'année 1565. Ce n'est qu'en 1871 que la fabrication de l'acier fondu y a été installée. Elle possède des parts considérables dans les exploitations de minerai de fer de Dannemora (49 à 54 % de fer). Les minerais qu'elle en tire sont traités au bois dans un haut fourneau de 15 mètres cubes de haut et d'une capacité de 55 mètres cubes ne marchant que quelques mois par an.

Deux foyers Wallons sont employés à l'affinage de cette fonte : le fer obtenu est cémenté et on lui fait subir la fusion au creuset. Les creusets sont fabriqués à l'usine avec des terres réfractaires anglaises, additionnées de quelques centièmes de coke. Ils font trois charges : la charge est de 20 kilogrammes. La période de fusion est de 4 heures : elle s'opère dans des fours à régénérateurs. La consommation de combustible est de 1.500 kilogrammes de houille par tonne d'acier.

L'usine possède deux foyers pour réchauffage et quatre marteaux.

La production annuelle est d'environ 500 tonnes d'acier fondu : les barres, les éprouvettes et les cassures exposées par la Société d'Osterby à Liège, mettaient vivement en évidence la haute qualité bien connue de ces produits : de nombreux documents faisaient également connaître la durée exceptionnelle des pièces d'outillage fabriquées avec l'acier de cette Société : cet acier est pour la plus grande partie de l'acier au carbone, classé en six catégories, numérotées de 0 à 5, suivant l'ordre de dureté décroissante ; la teneur du carbone varie de 1,60 à 0,60.

La Société d'Osterby produit également des aciers au tungstène, numérotés de 1 à 5, suivant l'ordre de dureté croissante : la qualité n° 5 sert exclusivement à la fabrication des aimants. Elle produit également, en quantité moindre, d'autres aciers spéciaux.

Le Jury de la Classe 64 a attribué à la Société d'Osterby un Diplôme d'honneur.

METALLURGISKA PATENTAKTIEBOLAGET, à Stockholm (Suède).

Cette Société, propriétaire des brevets de séparateur magnétique

de l'Ingénieur suédois G. Gröndal, exposait tout d'abord, dans le but de mettre en évidence les résultats obtenus par son emploi, des minerais à magnétite enrichis ainsi que des briquettes faites de ce minerai enrichi, et démontrait par les analyses ci-dessous la possibilité d'éliminer par ces procédés la plus grande partie du phosphore et du soufre.

Le séparateur magnétique Gröndal existe en quatre types différents qui fonctionnent actuellement dans 8 établissements d'enrichissement en diverses régions de la Suède : ces établissements comprennent les appareils suivants : un concasseur (ordinairement celui de Gates), un trieur magnétique, un broyeur (à boulets généralement) et un ou plusieurs séparateurs magnétiques.

Les frais d'enrichissement magnétique s'élèvent en moyenne de 2 couronnes à 2,25 couronnes par tonne de minerai brut traité (la couronne vaut 1 fr. 33).

Les minerais traités sont en général à la teneur de 30 à 40 % de fer et en renferment après enrichissement de 60 à 68 %. Les teneurs en phosphore et en soufre sont, en même temps, notablement réduites par ce procédé, ainsi qu'on peut en juger par le tableau ci-dessous, donnant les résultats obtenus dans différents établissements et dont les échantillons étaient exposés à Liège :

N° d'ordre	MINE	ÉCHANTILLONS EXPOSÉS	ANALYSE			Cuivre %
			Fer %	Soufre %	Phos- phore %	
1	Herräng (Suède)	Minerai brut	40,0	1,2	0,003	
2	Herräng (Suède)	Minerai N° 1 enrichi . .	65,20	0,17	0,0025	
3	Herräng (Suède)	Minerai N° 1 enrichi . .	68,80	0,14	0,0025	
4	Herräng (Suède)	Déchet de d°	9,6	2,4	0,0036	
5	Gellivara (Suède)	Minerai brut	58,96	0,036	1,290	
6	Gellivara (Suède)	Minerai n° 5 enrichi . .	72,16	0,012	0,011	
7	Gellivara (Suède)	Minerai n° 5 enrichi . .	72,38	0,003	0,005	
8	Gellivara (Suède)	Déchets de l'opération .	8,22	0,076	6,340	
9	Gellivara (Suède)	Minerai brut	46,5	0,111	1,180	
10	Gellivara (Suède)	Minerai n° 9 enrichi . .	71,1	0,035	0,006	
11	Gellivara (Suède)	Déchets de l'opération .	8,97	0,295	3,176	
12	Gellivara (Suède)	Briquelette de n° 6 . . .	68,60	0,007	0,010	
13	Gellivara (Suède)	Briquelette de n° 7 . . .	69,49	0,002	0,006	
14	Romme (Suède)	Minerai brut	25,0	0,025	0,014	
15	Romme (Suède)	Minerai n° 14 enrichi . .	60,50	0,025	0,009	
16	Romme (Suède)	Déchets de l'opération .	10,60	—	—	
17	Blötberget (Suède)	Minerai brut	31,5	—	0,5	
18	Blötberget (Suède)	Minerai n° 17 enrichi . .	66,4	—	0,069	
19	Blötberget (Suède)	Déchets de d°	7,4	—	—	
20	Klacka-Lerberg (Suède)	Minerai brut	36,46	0,016	0,024	
21	Klacka-Lerberg (Suède)	Minerai n° 20 enrichi . .	57,40	0,016	0,011	
22	Klacka-Lerberg (Suède)	Minerai n° 20 enrichi . .	61,41	0,016	0,010	
23	Klacka-Lerberg (Suède)	Déchets de l'opération .	12,13	—	—	
24	Strässa (Suède)	Minerai brut	50,74	0,029	0,007	
25	Strässa (Suède)	Minerai n° 24 enrichi . .	63,82	0,026	0,004	
26	Strässa (Suède)	Déchets de d°	15,46	—	—	
27	Uttersberg (Suède)	Minerai brut	59,06	0,932	0,004	
28	Uttersberg (Suède)	Minerai n° 27 enrichi . .	67,19	0,151	0,003	
29	Uttersberg (Suède)	Déchets de d°	11,30	—	—	
30	Salangen (Norvège)	Minerai brut	36,43	0,021	0,318	
31	Salangen (Norvège)	Minerai de 30 enrichi . .	71,76	0,015	0,008	
32	Salangen (Norvège)	Déchets de l'opération .	13,36	—	—	
33	États-Unis	Minerai brut	50,65	1,603	0,012	0,51
34	États-Unis	Minerai n° 33 enrichi . .	69,95	0,036	0,003	0,010
35	États-Unis	Déchets	19,20	—	—	4,4

La seconde partie de l'Exposition de la Société Metallurgiska consistait dans des aciers de qualité supérieure produits par le procédé Kjellin au four électrique par induction et sans électrodes. Ce procédé a été inventé par le Suédois F. A. Kjellin en 1899 et le premier petit four fut installé aux usines de la Metallurgiska, à

Gysinge, en 1900. Les essais ayant donné de bons résultats, un four plus grand fut construit en 1902.

Le four Kjellin n'ayant pas encore paru, jusque maintenant, dans une Exposition, nous en donnons ici une description sommaire :

La chambre du four est formée par un anneau circulaire dont les côtés et la sole sont en briques réfractaires ou en pisé de magnésie. Au-dessus de la chambre se trouvent les plaques de fermeture. Au centre de l'anneau se trouve un noyau fait de tôles minces d'acier doux, isolées les unes des autres; ce noyau est entouré par une bobine en fil de cuivre isolé. Le noyau se prolonge de l'autre côté de l'anneau de manière à former un rectangle. Les pôles de la bobine sont reliés aux pôles d'une dynamo au courant alternatif.

Au passage du courant alternatif dans la bobine, il se forme un courant induit dans l'anneau formé par le métal contenu dans le four. Comme l'anneau fait un seul circuit autour du noyau, le courant induit dans l'anneau est à peu près égal au courant inducteur, multiplié par le nombre de tours de fil de la bobine. La tension diminue à peu près dans la même proportion que l'intensité augmente.

On peut, de cette façon, se servir d'une dynamo à haute tension et à faible intensité, et avoir pourtant des courants très puissants avec faible tension dans le four, sans qu'il soit nécessaire d'employer de gros câbles de cuivre ni des électrodes coûteuses, qui absorbent beaucoup d'énergie.

L'installation à Gysinge, qui fonctionne depuis mai 1902, marche de la façon la plus satisfaisante. Elle comprend un four qui peut contenir jusqu'à 1.800 kilogrammes d'acier. Chargé avec 1.450 kilogrammes, on enlève à chaque opération, qui dure 3 h. 1/2 à 3 h. 3/4, environ 850 kilogrammes. Le four produit ainsi avec 175 kilowatts, 5.000 à 5.500 kilogrammes d'acier en lingots par 24 heures. Le générateur fournit de l'alternatif monophasé à 3.000 volts et 90 ampères. Ce courant est transformé, au moyen de la bobine primaire et du noyau de fer du four, en un courant voisin de 27.000 ampères dans l'acier qui forme le circuit secondaire.

Après chaque opération on laisse dans le four environ 600 kilogrammes de métal, dans lequel le courant continue à passer, et on y ajoute la quantité convenable de fonte et de riblons, dans des proportions déterminées par l'expérience, pour obtenir le pourcentage de carbone désiré dans l'acier coulé. Lorsque la masse est fondue et portée à un degré convenable, le déchargement se fait comme dans un four Martin ordinaire en faisant un trou dans la paroi. La partie

supérieure du four est au niveau d'une plate-forme de travail et le chargement se fait en ôtant simplement les couvercles et en mettant dans le four les matières premières.

L'acier produit par ce procédé est d'excellente qualité, remarquablement homogène, dense et souple, facile à travailler, moins susceptible de pailles et de courbures à la trempe que les autres qualités d'acier.

On sait que même de minimes quantités de gaz, principalement d'hydrogène, nuisent à la qualité de l'acier; aussi, la principale raison de la haute qualité de l'acier au creuset est-elle, que cet acier n'est pas en contact avec les gaz du combustible, quoiqu'il puisse en absorber un peu au travers des parois du creuset.

Dans le four électrique, le métal en fusion n'a aucune raison d'absorber aucun gaz et sa qualité de ce fait peut être supérieure à celle d'un acier ou creuset de même composition. Ce four se prête très bien à la fabrication de l'acier au nickel, au tungstène ou au chrome : les alliages sont eux-mêmes parfaitement homogènes, l'usage de ce four pouvant être fait pour la fusion de tous les métaux ou alliages dont le point de fusion est inférieur à celui du pisé.

Des expériences ont été faites également en vue d'affiner des charges de fonte à l'aide, exclusivement, de briquettes de minerai : ces expériences ont donné de bons résultats : toutefois, du fait de la construction du four, l'évacuation des grandes quantités de laitier qui se forment lors de l'opération est incommode. Le rendement d'affinage au minerai par journée de 24 heures s'élevait à 65 pour cent de la production obtenue en employant des charges de fonte et de riblons.

Les frais d'entretien du four se sont élevés en moyenne à 2 couronnes 30 par tonne de lingots.

La Metallurgiska Patentaktiebolaget a obtenu à la Classe 64 un Diplôme d'honneur.

LARSBO-NORN AKTIEBOLAG, à Wikmanshyttan (Suède).

Cette Société possède l'usine de Wikmanshyttan où fut introduit et appliqué depuis l'année 1860 le procédé de fabrication d'acier fondu au creuset dû au major autrichien Uchatins : ce procédé, qui donne des aciers de qualité supérieure, consiste à grenailier dans l'eau

la fonte au charbon de bois obtenue avec le minerai de Bipsberg dont la composition est la suivante :

Fe^2O^3	2.30
Fe^3O^4	95.41
MnO	0.35
MgO.	0.79
CaO.	1.40
Al^2O^3	0.11
SiO^2	0.40
P^2O^5	0.010
S.	0.006
Cu	traces.

Ce minerai, dont nous avons cru intéressant de donner l'analyse complète parce qu'il est le plus riche en métal de tous les minerais de fer suédois, renferme 70,7 % de fer et 0,0045 % de phosphore.

La fonte grenillée est introduite dans des creusets avec 20 % de minerai de fer et un peu de fraïsil. Après une petite chauffe préalable, les creusets remplis de ce mélange sont placés dans des fours à vent ordinaires où s'opère la fusion.

La Société anonyme de Larsbo-Norn fabrique exclusivement l'acier fondu au creuset pour lequel elle jouit, comme la Société d'Osterby, d'une réputation mondiale.

Sa classification comporte sept catégories du n° 2 au n° 8, suivant la teneur en carbone et suivant l'ordre de dureté croissante : voici pour ces catégories les coefficients mécaniques et les teneurs en carbone :

	N° 2 — QUART- DOUX	N° 3 — QUART- DUR	N° 4 — DEMI- DUR	N° 5 — DUR	N° 6 — TRÈS- DUR	N° 7 — EXTRA- DUR	N° 8 — SUPRA- DUR
Teneur en carbone pour cent	0,60 à 0,75	0,76 à 0,90	0,91 à 1,10	1,11 à 1,25	1,26 à 1,45	1,46 à 1,60	1,61 à 2,00
Résistance à la rupture (par millimètre carré).	70 kg.	85 kg.	88 kg.	98 kg.	95 kg.	92 kg.	non indiqué
Allongement à la rupture pour cent	18	14	10	9	6	5	»

Indépendamment de ces aciers, la Société de Larsbo-Norn fabrique des aciers spéciaux tenant jusqu'à 4 % de chrome et 10 % de tungstène. Son Exposition se composait de lingots, de barres, de cassures de lingots et d'aciers martelés, d'acier de creuset martelé, laminé et étiré, de marteaux et de pièces coulées, d'outils pour la fabrication des fusils ou pour travailler les métaux et le bois, en acier à grande vitesse, marque dite EXCELSIOR.

Elle avait présenté à son Exposition de nombreux outils ayant déjà servi à usiner de nombreuses pièces dans plusieurs fabriques, entre autres à la fabrique d'armes du Gouvernement suédois à Carl Gustafsstad, près Eskilstuna et à la Société anonyme de manufacture de fer Tunafors à Eskilstuna. Elle produisait en même temps, à l'appui, des certificats des directeurs de ces établissements, indiquant la longue durée de service de ces outils en acier de Wilkmanshyttan.

C'est ainsi que de la fabrique d'armes de l'État suédois provenaient des matrices ayant estampé 16.779 pièces, après avoir été regravées et retrempées deux fois; des vrilles usées de 60 millimètres après avoir foré 4.500 pièces de fusils; des fraises ayant usiné 500 pièces alors que d'autres, en acier de provenance anglaise, faisant le même travail étaient usées après 300 : d'autres usinant 225 à 250 pièces, alors que 75 seulement étaient usinées par l'outil anglais, etc. Enfin, les fabriques de Tunafors produisaient : une paire de matrices en acier n° 5 ayant estampé environ 250.000 pièces à froid; une autre en acier n° 7 dans laquelle avaient été estampés à froid 300.000 objets en fer; une troisième en acier n° 5 ayant permis d'estamper 500.000 têtes de boulons en fer, etc.

La Société de Larsbo-Norn a obtenu une médaille d'or.

HERRANGS GRUFAKTIEBOLAG, à Stockholm (Suède).

Les mines de fer magnétique exploitées par cette Société sont placées dans une situation géographique avantageuse : Herrang est un port sur la Baltique à 90 kilomètres environ de Stockholm, à 50 kilomètres des mines bien connues de Dannemora. Les gisements sont d'autre part à une dizaine de kilomètres seulement du point terminus de la voie ferrée de Halfversosund à Stockholm. Ces mines, fort anciennes, étaient déjà exploitées par les paysans au xvi^e siècle : le minerai recueilli était vendu par eux aux propriétaires des

fourneaux à vent voisins : l'exploitation en fut abandonnée quand en profondeur la quantité d'impuretés fut trop considérable en même temps que des infiltrations d'eau rendaient le travail difficile et dangereux.

Ce ne fut qu'en 1889 qu'une Société acheta les droits de propriété de cette mine et l'apporta à la Herrängs Grufaktiebolag, qui commença à en tirer partie en 1896.

Les procédés appliqués furent ceux de M. Gustaf Grondal qui, ensuite, est devenu le directeur de ces établissements. Le minerai de fer transporté par chemin de fer aérien, des mines aux broyeurs, s'écoule ensuite mélangé à une certaine quantité d'eau vers les séparateurs magnétiques, qui séparent la magnétite de la masse.

Cette magnétite est envoyée, par câble aérien, à la fabrique de briquettes, d'où, après avoir été moulée sous forme de briquettes, elle est portée, dans des fours appropriés, à une haute température : le soufre s'élimine en grande partie et, en même temps que les briquettes acquièrent de la dureté, elles deviennent poreuses : elles sont alors aptes à être traitées au haut fourneau au charbon de bois.

Les gaz de hauts fourneaux sont utilisés pour chauffer les fours à briquettes et aussi pour alimenter des moteurs à gaz actionnant les machines soufflantes et les dynamos d'une station centrale d'électricité, d'où, la force est transmise dans les ateliers de concentration et dans les mines pour la mise en mouvement des pompes, la traction des bennes, etc., etc.

La Herrängs Grufaktiebolag procède ainsi à l'enrichissement et au briquetage de 50.000 tonnes environ de minerai magnétique par an.

Elle possède deux hauts fourneaux produisant chacun environ 10.000 tonnes d'une qualité exceptionnelle.

Le minerai brut a la composition suivante :

Fer.	40 à 42 %
Soufre.	1,2 à 1,5 %
Phosphore.	0.003

On en obtient un minerai enrichi renfermant :

Fer.	65.20 %
Soufre.	0.17 %
Phosphore.	0.0025 %

La briquette, après son passage au four, a la composition suivante :

Fer.	63.00 %
Soufre.	0.003 %
Phosphore. . . .	0.0025 %

Enfin, la composition de la fonte obtenue par l'emploi au haut fourneau de ces briquettes est la suivante :

	Fonte grise	Fonte demi-blanche
Soufre.	0.007	0.012
Phosphore. . . .	0.011	0.009

L'Exposition de la Herrängs Grufaktiebolag comprenait des minerais bruts, des minerais enrichis, des briquettes et de la fonte en même temps que des plans et photographies de ses installations.

Le Jury de la Classe 64 lui a décerné un Diplôme de Médaille d'argent.

ÉTATS-UNIS

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

Rien à l'Exposition de Liège ne permettait de se faire une idée de la puissance de l'industrie sidérurgique des États-Unis, qui n'étaient représentés que par un seul exposant d'un appareil accessoire métallurgique dont nous parlerons plus loin.

La production métallurgique des États-Unis est d'une puissance considérable et on sait quelle influence elle a sur le marché des produits métallurgiques dans le monde.

Mineral. — Les États-Unis sont les plus gros producteurs de minerai de fer. Nous donnons ci-dessous, en même temps que la production des dernières années, les chiffres de consommation corres-

pondants : ces chiffres s'entendent en *tonnes anglaises de 1.016 kilogrammes* :

Années	Production	Consommation
1900	27.553.161	26.722.583
1901	28.887.479	29.357.171
1902	35.554.135	35.886.921
1903	35.019.308	34.232.399
1904	27.644.330	30.224.910
1905	42.526.133	43.113.594
1906	47.749.728	49.355.343

On voit que la production a presque doublé de 1900 à 1906.

Malgré leur production considérable de minerai de fer, les États-Unis, pour satisfaire aux besoins de leur consommation, sont obligés d'en importer chaque année un tonnage assez important : ces importations se sont montées à 845.651 tonnes en 1905 et à 1.060.390 tonnes en 1906 : les minerais étrangers proviennent pour la plus grande part de l'île de Cuba, ensuite du Canada et de l'Espagne.

Fonte. — La production de fonte depuis 1899 a été :

Années	Tonnes de 1.000 kilogr.	Nombre de hauts fourneaux
1899	13.833.853	289
1900	14.005.030	232
1901	16.126.834	266
1902	18.100.193	307
1903	18.291.079	282
1904	16.760.985	»
1905	23.360.252	323
1906	25.712.103	340

L'année 1906 a produit le plus fort tonnage : c'est celle également où le plus grand nombre de hauts fourneaux existants ont été à feu : 340 sur 429 existants. Quarante-quatre pour cent de cette production provient de la Pensylvanie.

Acier. — La production d'acier, en lingots ou moulages depuis 1899 est :

En tonnes de 1000 kilogrammes

ANNÉES	ACIERS			TOTAL
	BESSEMER	MARTIN	DIVERS	
1899...	7.705.073	2.993.439	107.848	10.806.360
1900...	6.789.380	3.451.312	107.074	10.347.766
1901...	8.849.656	4.729.176	105.611	13.684.443
1902...	9.281.369	5.776.736	123.054	15.181.159
1903...	8.727.298	5.921.143	113.995	14.762.436
1904...	7.984.884	6.741.116		14.726.000
1905...	11.116.431	9.055.343	—	20.231.343
1906...	12.471.653	11.146.534	—	23.618.187

Produits finis. — La production totale de fers et aciers laminés depuis 1899 a été :

Années	Tonnes
1899	10.455.516
1900	9.635.913
1901	12.542.581
1902	14.162.327
1903	13.414.384
1904	14.726.000

ANGLETERRE

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

Comme les États-Unis et l'Allemagne, la Grande-Bretagne, faiblement représentée à l'Exposition belge, n'avait rien présenté qui pût donner une idée de son industrie sidérurgique : les deux seuls

exposants étaient des fabricants de produits réfractaires dont nous dirons quelques mots dans un autre chapitre : aucune des grandes usines métallurgiques anglaises ne figurait à l'Exposition.

Minerai. — La Grande-Bretagne est un gros producteur de minerai de fer, consommé par les nombreux hauts fourneaux répartis sur son territoire. Les principaux districts producteurs sont le Cleveland (nord du Yorkshire), produisant annuellement plus de 6 millions de tonnes, le Lincolnshire, le Northamptonshire et le Leicestershire produisant ensemble plus de 5 millions un quart de tonnes, et le Cumberland et le nord du Lancashire qui produisent environ 1.600.000 tonnes.

Le minerai du Cleveland se présente en couche de 3 mètres environ d'épaisseur : il est exploité souterrainement : sa teneur en fer est d'environ 30 %. Par contre, l'hématite brune exploitée dans le Lincolnshire, le Northamptonshire et le Leicestershire, l'est généralement à ciel ouvert : sa teneur en fer dépasse 30 %.

Le minerai le plus riche du royaume est l'hématite rouge du Cumberland et du Lancashire : il contient plus de 50 % de fer.

La production totale a été pour les dernières années :

1902	13.426.000
1903	13.716.000
1904	13.774.282
1905	14.591.168
1906	15.034.295

en tonnes anglaises de 1.016 kilogrammes.

Indépendamment de sa production pourtant si considérable, la Grande-Bretagne importe chaque année une quantité importante de minerai étranger : cette importation a atteint en 1906 le chiffre de 7.823.084 contre 7.344.786 en 1905 et 6.100.756 en 1904. La France dans ces importations intervient pour 200.000 tonnes environ, provenance du Calvados principalement.

Fonte. — La Grande-Bretagne est surtout un producteur de fonte : elle possédait, en 1906, 525 hauts fourneaux contre 544 en 1905 et 543 en 1904.

Voici la production totale de fonte depuis 1899 :

Années	Tonnes
—	—
1899	9.568.871
1900	9.099.901
1901	8.052.722
1902	8.815.361
1903	9.074.888
1904	8.699.650
1905	9.761.814
1906	10.271.197

en tonnes métriques de 1.000 kilogrammes. Les principaux districts producteurs sont par ordre d'importance le Cleveland, l'Ecosse et le Durham.

Voici, pour donner une idée de la production de fonte par catégorie, celle de 1906,

Fonte d'affinage et fonte de moulage.	4.587.606	tonnes angl.
Fonte hématite	3.990.820	—
Fonte basique.	1.263.317	—
Spiegeleisen, etc	307.645	—

Depuis quelques années la production de fonte basique augmente plus rapidement que celle de la fonte hématite, comme le montrent les chiffres ci-dessous :

	PRODUCTION DE FONTE	
	basique	hématite
—	—	—
1892	300.000	3.120.200 tonnes anglaises
1898.	780.028	3.273.232 —
1906	1.263.317	3.990.820 —

Le nombre de hauts fourneaux à feu pendant l'année 1906 a été de 368 contre 346 en 1905 et 327 en 1904. La production moyenne de fonte par haut fourneau a légèrement diminué : elle est passée de 27.724 en 1905 à 27.598 en 1906. Elle était en 1839 de 3.300 tonnes, en 1860 de 8.979 tonnes, et enfin elle dépassait 19.000 tonnes en 1879.

Fer. — La production de fer brut, toujours importante dans le Royaume-Uni, est la suivante :

Années	Tonnes
—	—
1899	1.220.470
1900	1.180.961
1901	989.633
1902	1.003.744
1903	965.266
1904	951.207
1905	953.574
1906	1.026.510

en tonnes de 1.000 kilogrammes.

Cette production décroît normalement : elle était en 1882 de 2.886.001 tonnes : il existe encore en Grande-Bretagne 1.535 fours à puddler.

Acier. — La production totale d'acier a été de 1899 à 1903 :

1899	5.032.871
1900	5.079.315
1901	5.078.245
1902	5.100.000
1903	5.214.445

Il s'agit d'acier brut en tonnes de 1.000 kilogrammes et sans y comprendre les moulages d'acier.

La production en 1906 a augmenté considérablement et a atteint environ 6.250.000 tonnes : elle se répartit dans la proportion de 2 d'acier Martin pour 1 d'acier Bessemer. Il y a à l'heure actuelle en Grande-Bretagne 392 fours Martin en activité et 57 convertisseurs Bessemer se répartissant entre 18 usines.

GRAND DUCHÉ DE LUXEMBOURG

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

Le Grand-Duché de Luxembourg a, relativement à sa petite superficie (2.597 kilomètres carrés) et à sa population (218.000 habitants), une importance métallurgique considérable. Pendant longtemps uniquement producteur de minerai de fer et de fonte, il est devenu depuis quelques années, par la création d'aciéries importantes, un fort producteur d'acier.

Minerai. — Voici les résultats de l'exploitation de ses riches gisements de fer dans les dernières années :

	1904	1905	1906
Nombre de mines en exploitation. .	76	75	78
Production totale Tonnes	6.347.781	6.595.860	7.229.385
Valeur de la production Francs	16.458.904	16.514.630	17.979.103
Prix moyen à la tonne Francs	2.59	2.50	2.49
Nombre d'ouvriers du fond	4.082	4.189	4.479
Nombre d'ouvriers du jour	2.180	2.089	2.396
Nombre total d'ouvriers	6.262	6.278	6.875

La production moyenne par ouvrier a été en 1906 de 1.051 tonnes. La répartition entre les trois districts producteurs a été pour cette même année :

Districts	Nombre de mines	Production	Nombre d'ouvriers
Esch	14	2.102.621	1867
Dudelange-Rumelange	29	2.834.704	2848
Differdange-Pétange	35	2.292.060	2160
	78	7.229.385	6875

Fonte. — Les usines luxembourgeoises ont formé, pour la vente des fontes qu'elles ne consomment pas elles-mêmes, un syndicat fondé en 1879, sous le nom de syndicat Lorrain-Luxembourgeois et

qui est chargé de l'écoulement de ces fontes pour le compte de tous. Comme on le voit par son titre même, quelques usines de la Lorraine allemande font partie de ce syndicat. La production de la fonte dans le Grand-Duché de Luxembourg a été depuis 1899 :

Années	Tonnes
1899	982.930
1900	970.885
1901	916.404
1902	1.080.306
1903	1.217.830
1904	1.198.001
1905	1.368.251
1906	1.460.105

La valeur moyenne à la tonne était en 1906 de 62 francs 56, contre 60,17 en 1905 et 55,39 en 1904. En 1906, il y a eu 32 hauts fourneaux en activité sur 33 existants : leur durée totale de marche a été de 1.640 semaines; le nombre des ouvriers qui y ont été occupés a été de 4.192.

Acier. — La production d'acier par catégories a été, depuis 1900, la suivante :

Années	Lingots pour la vente	Demi-produits pour la vente	Produits finis	Total
1900	»	115.907	68.807	184.714
1901	13.060	167.429	76.468	256.957
1902	17.788	205.712	99.430	314.130
1903	15.474	220.806	135.699	371.979
1904	17.070	149.505	199.727	366.302
1905	40.490	142.841	214.611	397.942
1906	11.135	163.673	260.476	435.284

Comme l'Allemagne, le Grand-Duché de Luxembourg ne nous avait pas mis à même de juger ses produits métallurgiques, malgré que sa proximité de Liège et les affaires nombreuses qu'il traite dans cette région eût pu le déterminer à prendre une part plus importante à l'Exposition du pays voisin.

Un seul exposant en effet représentait le Luxembourg, en produisant un appareil accessoire de la métallurgie de la fonte, dont nous parlerons plus loin.

RUSSIE

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

Le développement de l'industrie sidérurgique de la Russie a été, depuis une quinzaine d'années, prodigieusement rapide, trop rapide même, car on peut dire que par suite des nombreuses créations d'usines effectuées pendant une dizaine d'années, la puissance de production de ce pays, au point de vue sidérurgique, dépasse notablement la consommation normale du pays. Cette situation, bientôt aggravée par les conséquences de la guerre russo-japonaise et par la perturbation économique qui a été occasionnée par les troubles politiques qui en ont été la suite, a provoqué, dans l'industrie du fer et de la fonte, une crise très grave dont on ne peut encore actuellement prévoir la fin.

Fonte. — La production de la fonte, qui était en 1889 de 612.000 tonnes seulement, s'est élevée en 1896 à 2.704.000 tonnes et en 1900 à 2.896.000 tonnes. Cette production n'a pas beaucoup varié depuis. En 1904 elle a été de 2.951.831. Elle n'a fait que décroître depuis : elle était de 2.715.063 en 1905, de 2.641.723 en 1906.

Voici, pour l'année 1906 par exemple, la répartition de cette production entre les différentes régions productrices.

	Tonnes
Midi de la Russie	1.645.264
Oural	610.375
Régions { de Moscou	84.344
{ de la Volga	» »
{ du Nord et de la Baltique	4.119
Pologne	297.621
Total	2.641.723

Les minerais, pour la plupart, des hématites brunes, proviennent des exploitations russes. La production a été pour ces dernières années :

Années	Tonnes
1902	3.862.000
1903	4.151.000
1904	5.187.000
1905	3.984.000

Demi-produits.. — La production en demi-produits acier a été :

Années	Tonnes
1904	3.020.348
1905	2.737.655
1906	2.643.354

Produits finis. — Enfin la production pendant les mêmes années a été en produits finis :

Années	Tonnes
1904	2.486.806
1905	2.346.669
1906	2.307.830

La répartition de ces produits finis entre les différents districts pour l'année 1906 est la suivante :

	Tonnes
Midi de la Russie	1.018.109
Oural	489.559
Régions { de Moscou	193.564
{ de la Volga	137.490
{ du Nord et de la Baltique	156.040
Pologne	313.068
Total	2.307.830

DESCRIPTION DES EXPOSITIONS

Deux exposants seulement représentaient la Russie à l'Exposition de Liège, dont un se rapportant à la Métallurgie du Cuivre. En raison de la crise que subissait la Russie au moment de l'organisation de l'Exposition de Liège, on ne pouvait compter sur un concours bien important de ce pays.

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DU SUD-OURAL

Fondée en Société anonyme sous le régime de la loi belge, le 15 juillet 1898, cette Société a été autorisée à fonctionner en Russie par ukase en date du 10 décembre 1898.

Son siège social est à Liège et elle possède à Saint-Petersbourg une représentation générale.

Les usines sont situées à Oust-Kataw, gouvernement d'Oufa (Russie orientale). Ces usines sont outillées spécialement pour la construction des wagons à châssis tubulaires du type Goodfellow et Cushman; mais elles fabriquent également tous les types de wagons en usage sur les lignes du réseau russe.

La Société possède des laminoirs qui produisent tous les profils de fer entrant dans la construction des véhicules qu'elle fabrique. Sa capacité de production a atteint 300 wagons par mois.

Elle exposait un plan général de ses usines et des vues photographiques de celles-ci; en outre des plans détaillés et des vues des wagons et véhicules divers construits par elle.

La Société métallurgique du Sud-Oural était Hors concours, son administrateur-délégué étant M. Digneffe, président du Comité exécutif de l'Exposition de Liège.

AUTRICHE (1)**STATISTIQUE DE LA PRODUCTION**

Mineral. — D'après l'Annuaire des Statistiques publié par le ministère I. R. de l'Agriculture en Autriche la production de minerai de fer a été :

Années	Tonnes
—	—
1904	1.719.218
1905	1.913.781
1906	2.253.663

Ces minerais proviennent pour la plus grande partie de la Styrie qui renferme des gisements de minerai spathique avec très peu de phosphore, et de la Bohême.

Acier. — La production d'acier dans l'Autriche-Hongrie a été :

En 1904	1.195.000 tonnes.
— 1905	1.188.000 —

La Hongrie intervient pour le tiers environ dans cette production.

Fonte. — La production de fonte a été :

Années	Tonnes
—	—
1904	988.363
1905	1.119.613
1906	1.222.229

(1) N. B. — Afin de ne pas donner à cet exposé un développement trop considérable, nous ne dirons au sujet des autres pays qui n'ont pas pris part à l'Exposition de Liège, dans la Grosse Métallurgie, que les quelques mots nécessaires pour permettre d'établir une comparaison avec les productions des pays dont nous nous sommes occupés jusqu'ici.

On peut se faire une idée de la répartition de l'industrie sidérurgique en Autriche par le tableau ci-dessous pour l'année 1906 :

Production de fonte en tonnes, en 1906.

PAYS	Nombre d'ouvriers	HAUTS FOURNEAUX		PRODUCTION
		Existants	A feu	
Bohême.....	2.025	13	10	298.537
Salzburg	123	1	1	3.068
Moravie.....	1.909	11	8	344.363
Silésie.....	900	4	3	88.201
Bukovine.....	»	1	»	»
Styrie.....	850	21	11	436.431
Tyrol	184	2	1	818
Carniole.....	»	1	»	»
Trieste.....	350	1	1	43.297
Carinthie.....	73	4	2	7.514
Totaux.....	6.424	59	37	1.222.229

ESPAGNE

L'industrie sidérurgique de l'Espagne est surtout localisée sur le littoral du golfe de Gascogne : ses deux centres principaux sont Bilbao et la province d'Oviedo.

Mineral. — La production de minerai de l'Espagne a été :

Années	Tonnes
1902	7.778.000
1903	8.171.000
1904	7.837.000
1905	9.414.937
1906	19.144.502

La moitié de cette production provient de la province de Biscaye.

L'Espagne ne consomme que 750.000 à 800.000 tonnes du minerai qu'elle extrait. Les exportations se sont montées au chiffre de 8.590.483 tonnes en 1905 et à 9.311.325 tonnes en 1906. La Grande-Bretagne intervient comme importateur dans son propre pays pour 6.080.273 en 1906 et la France pour 317.381 tonnes.

Fonte. — La production de fonte a été :

Années	Tonnes
—	—
1904	386.000
1905	393.622
1906	379.241

La province de Biscaye entre dans ce chiffre pour 244.494 tonnes.

Acier. — La production d'acier a été en Espagne :

Années	Tonnes
—	—
1904	193.759
1905	226.027
1906	232.133

Dans ce tonnage entre 45.000 à 50.000 tonnes de fer.

CANADA

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

Minerai. — Le Canada possède de nombreux gisements de minerai de fer : l'exploitation en est encore peu développée. D'après la statistique de l'Industrie minière la production aurait été :

Années	Tonnes
—	—
1904	153.000
1905	106.000

Fonte. — La production de fonte a été :

Années	Tonnes
—	—
1904	274.477
1905	475.491
1906	541.957

Cette production se décompose de la façon suivante :

	Tonnes
—	—
Fonte au coke .	525.716
Fonte au bois .	16.021
Fonte par procédé électrique .	220

Quoique cette production soit encore faible, son développement progressif est assez intéressant, car en 1898 la production totale du Canada n'excédait pas 77.000 tonnes avec 9 hauts fourneaux dont 7 en activité. Il y avait au 31 décembre 1906, au Canada, 15 hauts fourneaux existants, quatre en construction et 8 en activité.

Acier. — La production d'acier a été (lingots et moulages d'acier):

Années	Tonnes
—	—
1899	22.000
1900	23.577
1901	26.084
1902	182.037
1903	181.514
1904	148.784
1905	403.449

L'acier Martin basique forme environ les 59 centièmes de la production totale.

La production de produits finis a suivi la même progression : de 180.038 tonnes en 1904 elle est passée à 385.826 en 1905.

HONGRIE

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

Mineral. — La Hongrie possède de nombreux gisements de minerai de fer, principalement dans la région montagneuse du Nord, ainsi qu'en Transylvanie : il n'existe malheureusement pas dans ces régions de combustible minéral en permettant une facile utilisation sur place.

L'extraction de minerai de fer a été de 1.186.659 tonnes en moyenne pendant la période de 1891 à 1895, de 1.683.148 tonnes en moyenne pendant la période 1896 à 1900. Enfin, ce chiffre était :

Années	Tonnes
—	—
1903	1.715.984
1904	1.524.036
1905	1.661.358

De ces tonnages, il a été exporté, en 1905, 779.193 tonnes contre 649.550 en 1904. La surface concédée est de 16.757 hectares sur lesquels 10.000 ouvriers environ sont occupés à l'extraction.

Fonte. — L'industrie sidérurgique s'est développée avec une grande rapidité depuis une quinzaine d'années. La production de fonte, qui était en moyenne de 152.996 tonnes dans la période 1871 à 1875, était de 233.889 tonnes dans celle de 1886 à 1890, de 322.622 tonnes dans la période 1891 à 1895, de 443.507 tonnes dans la période de 1896 à 1900.

Cette production a été pour les trois dernières années :

Années	Tonnes
—	—
1903	415.549
1904	387.500
1905	423.282

C'est le district de Szepes-Iglo, qui est le plus gros producteur : sa production en 1905 a été de 227.209 tonnes.

Le nombre de hauts fourneaux en activité a été de 52 en 1905 contre 56 en 1904.

Acier. — La production d'acier en Autriche-Hongrie a été en 1905 de 1.188.000 tonnes contre 1.195.000 tonnes en 1904 : la Hongrie fournit environ le tiers de ce tonnage commun.

ITALIE

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

L'Italie n'a pas une grande importance métallurgique : l'absence de combustible minéral autre que la lignite sur son territoire a pour résultat de limiter beaucoup la production de fonte qui est bien inférieure à la production de fer et d'acier provenant de l'utilisation des ferrailles et de l'emploi de la fonte importée.

Minerai. — L'extraction de minerai de fer est peu considérable : le seul gisement important d'ailleurs et qui fournit à lui seul la majeure partie du minerai produit en Italie est celui de l'île d'Elbe.

La production de minerai de fer en Italie a été en moyenne de :

1891 à 1895.	198.675 tonnes.
1896 à 1900.	215.722 —
1903	374.790 —
1904	409.460 —
1905	366.616 —
1906	384.217 —

En outre l'Italie a produit en 1906, 20.500 tonnes de minerai de fer manganésifère et 3.060 tonnes de minerai de manganèse.

Fonte. — La majeure partie de la fonte produite en Italie provient des deux hauts fourneaux de Portoferraio et de celui de Piombino.

La production a été :

Années	Tonnes
1904	89.340
1905	143.079
1906	135.296

Fer et acier. — La production de fer est sensiblement égale à celle de l'acier.

La production totale de fer et d'acier a été pour les dernières années :

1904	358.421 tonnes.
1905	450.708 —
1906	569.870 —

La comparaison des deux chiffres relatifs à la fonte d'une part et au fer et à l'acier d'autre part, pour 1906, met en évidence la disproportion que nous signalions au début entre ces deux fabrications.

GRÈCE

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

La Grèce n'a pas d'industrie métallurgique proprement dite : elle n'est intéressante qu'au point de vue de sa production de minerai et c'est pour cette raison que nous en parlons.

Sa production a été :

	1905	1906
Minerai de fer	465.622	680.620
— de manganèse.	8.171	10.040
— de fer manga- nésifère . .	89.687	96.382
— de chrome . .	8.900	11.530

JAPON

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION

Le Japon poursuit de plus en plus la création de l'industrie sidérurgique sur son territoire.

Les documents statistiques sont rares : mais les quelques chiffres suivants extraits de l'Annuaire financier et économique du Japon permettent de se faire une idée de l'accroissement de l'industrie dans ce pays.

La production des minéraux en 1905 a été :

Houille	11.593.292 tonnes.
Minerai de fer	53.212 —
Minerai de manganèse . .	14.017 —
Minerai de cuivre . . .	35.495 —

Le nombre d'usines et d'ouvriers était en 1905 :

	Usines	Ouvriers
Industrie houillère . . .	95	8.882
— sidérurgique . .	266	71.436
Construction mécanique, construction navale et fonderie	615	49.863
		130.181

Les établissements de l'État qui, en 1904, occupaient 17.911 ouvriers, en emploient, en 1905, 43.467, répartis de la façon suivante :

Nombre d'ouvriers occupés dans les établissements métallurgiques de l'État en 1905.

Chantier de constructions navales et atelier de constructions mécaniques de Yokosuka 12.805

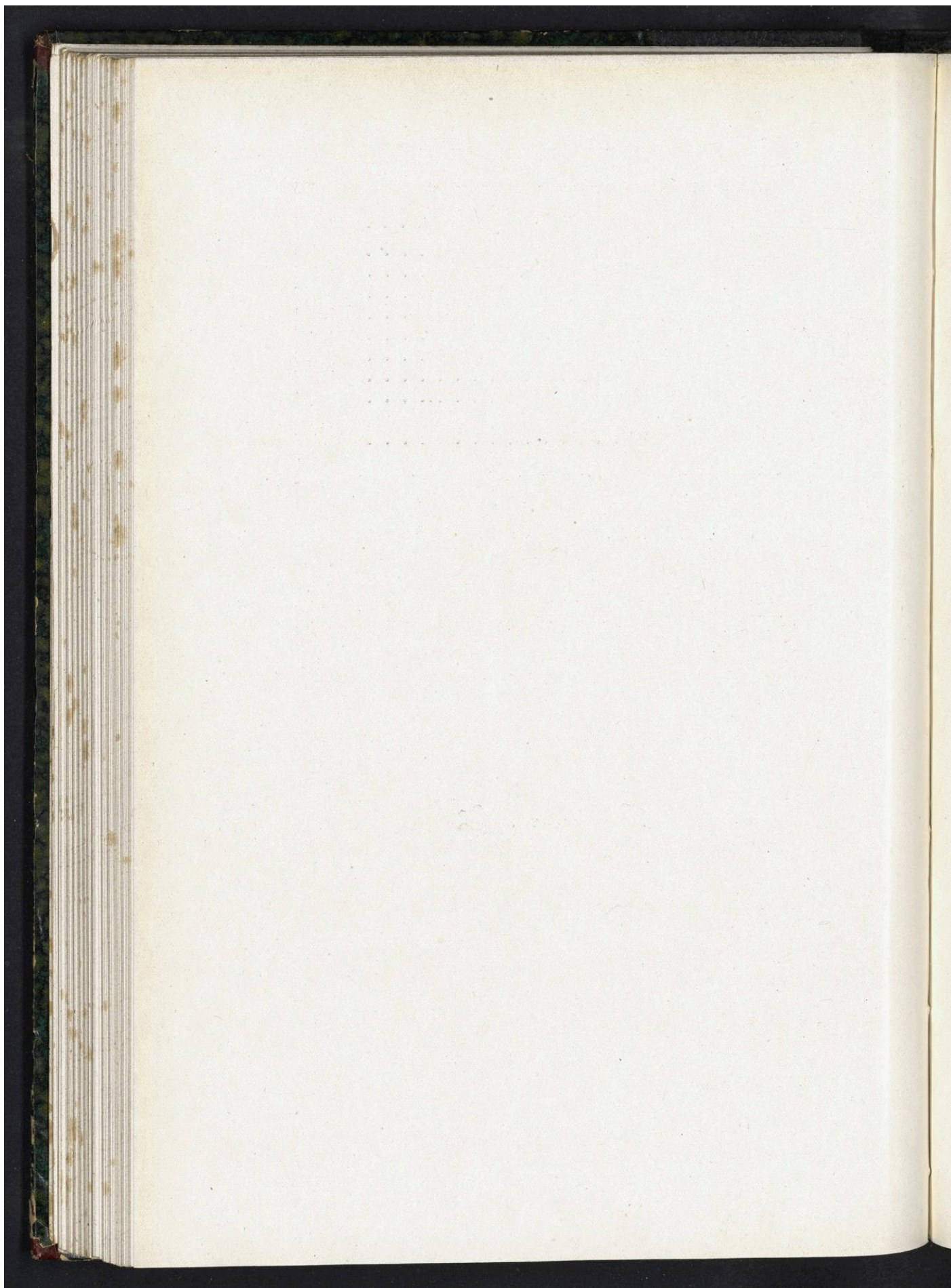
A reporter. 12.805

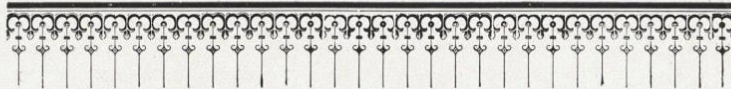
	<i>Report.</i> . . .	12.805
Chantiers de constructions navales.	{ Kure	7.443
	{ Sasebo	2.737
	{ Maizuru	947
Ateliers de constructions mécaniques.	{ Kure	4.574
	{ Sasebo	2.657
	{ Maizuru	933
Fonderie d'acier de Kure		4.707
— (localité non indiquée).		6.664
Total		43.467

En 1905, ces établissements avaient ensemble 171 machines motrices (131 en 1904) d'une puissance totale de 59.128 HP (34.998 en 1904).

Le Japon avait participé à l'Exposition de Liège d'une façon particulièrement brillante. La Métallurgie y était représentée par l'Exposition des minerais de cuivre et des produits de quatre mines et établissements importants : nous ne ferons que les signaler au chapitre Cuivre, car ces sociétés ne concouraient pas pour les récompenses.







Métaux autres que le fer

CUIVRE

La production du cuivre a pris, au cours du XIX^e siècle, un développement prodigieux, car au cours des vingt premières années du dit siècle, elle n'était en moyenne que de 9.200 tonnes environ par année : le prix en était alors très élevé et dépassait à Paris le chiffre de 3.000 francs la tonne. Il était en 1899 de 1.869 francs et la production mondiale atteignait le chiffre de 478.900 tonnes.

La progression a continué plus activement encore, comme on le verra par le tableau ci-dessous des productions de 1899 à 1906. Nous donnons en même temps le cours moyen annuel du cuivre à Londres : on sait que ces cours n'ont aucune corrélation avec la production : celle-ci doit surtout son accroissement à la demande résultant du développement continu de l'industrie électrique. Voici la production du cuivre depuis 1899 dans les différents pays : il s'agit du cuivre métallique brut et nous rappelons que cette production n'a aucun rapport avec la production minière. Les chiffres ci-dessous sont tirés des statistiques de la Metallgesellschaft :

Production en tonnes de Cuivre brut par Pays et Production totale.

Pays	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
Allemagne	34.600	30.900	31.300	30.600	31.200	30.300	31.700	32.300
Angleterre	79.000	80.000	80.300	67.600	71.400	65.300	68.000	72.700
France	6.600	6.400	7.000	7.300	6.900	6.900	6.200	7.100
Italie	3.000	2.800	3.500	3.900	3.600	3.600	3.600	3.600
Autriche-Hongrie	1.500	1.200	1.300	1.300	1.400	1.500	1.400	1.500
Russie	7.500	8.100	8.100	8.800	10.500	10.900	8.900	10.600
Autres pays d'Europe	2.300 ¹	2.600	3.100	10.000	12.200	11.500	11.000	12.000
Total de l'Europe	134.500	132.000	134.600	129.500	137.200	130.000	130.800	139.800
Etats-Unis	270.400	286.900	312.700	320.800	237.100	380.900	411.000	429.400
Canada	900	500	400	300	7.200	8.000	10.700	13.800
Amérique Centrale et du Sud	29.600	34.000	38.200	55.300	68.200	74.500	78.300	75.000
Total	300.900	241.400	351.300	376.400	402.500	463.400	500.000	518.200
Asie, Japon	24.300	24.300	27.300	29.000	33.200	32.100	33.700	45.000
Australie	19.200	21.800	22.000	20.000	19.500	22.700	23.900	29.500
Total général	478.900	499.500	525.200	554.900	592.400	648.200	688.400	732.500
Prix moyen annuel en livres	75 5/8	73 5/8	67	52 1/2	58 1/8	59	69 5/8	87 3/8

ZINC

La Métallurgie du zinc, d'origine relativement récente, puisqu'elle date du début du XIX^e siècle, s'est normalement développée et la production a subi un accroissement considérable dans tous les pays producteurs.

Nous donnons ci-dessous, d'après les Recueils statistiques publiés par la Metallgesellschaft et la Metallurgische Gesellschaft, la production des différents pays producteurs en même temps que les cours moyens annuels du métal à Londres depuis l'année 1899 :

Production de Zinc brut par Pays et Production totale.

Pays producteurs	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
Prusse rhénane et Westphalie	51.545	52.257	56.803	56.579	62.295	65.388	67.243	68.697
Silésie	100.165	102.315	108.085	117.123	118.703	125.672	129.241	136.326
Belgique	122.951	119.231	125.332	123.882	131.064	139.982	145.592	152.461
Hollande	6.334	6.953	7.979	10.007	11.698	13.099	13.767	14.650
Grande-Bretagne	32.223	30.307	30.535	40.244	44.109	46.216	50.927	52.587
France et Espagne	45.642	42.117	40.055	40.171	42.446	49.082	50.369	53.786
Autriche et Italie	7.305	7.086	7.820	8.594	9.168	9.248	9.357	10.780
Russie	6.324	5.968	6.030	8.279	9.899	10.606	7.642	9.610
Total Europe	372.489	366.234	382.639	405.039	429.382	459.293	474.800	498.897
États-Unis	116.700	112.234	124.800	140.300	141.930	165.850	183.245	202.092
Australie	—	—	—	—	290	290	650	1.026
Total général	489.200	478.500	507.400	545.300	571.600	625.400	658.700	702.000
Prix moyen en livres. ...	24.17.12	20.5.6	17.0.7	18.0.11	20.19.5	22.11.10	25.7.7	27.1.5

NICKEL

La production du nickel a augmenté dans des proportions considérables depuis quelques années : ses applications s'étendent de plus en plus, mais c'est surtout à son emploi dans la métallurgie de l'acier qu'est dû le développement remarquable de sa production.

D'après les Recueils statistiques de la Metallgesellschaft la production de nickel ainsi que ses variations de prix sont les suivantes :

Production de Nickel en tonnes.

ANNÉE	SUÈDE ET NORVÈGE	ALLEMAGNE	Teneur de Nickel des minerais exportés de la Nouvelle- Calédonie déduction faite du Nickel obtenu en Allemagne des minerais de la Nouvelle- Calédonie.			ÉTATS UNIS D'AMÉRIQUE ET CANADA	TOTAL	Prix approximatif par kilogramme
								en marks
1889	80	282	1.050			409	1.829	4,50
1890	100	434	1.200			750	2.484	4,50
1891	125	594	1.900			2.160	4.779	4,50
1892	97	746	950			1.950	3.743	4,50
1893	90	893	1.600			1.800	4.383	3,80
1894	90	522	1.900			2.250	4.762	3,60
1895	40	698	1.850			1.800	4.388	2,60
Nickel extrait des minerais de la Nouvelle-Calédonie en								
			Allemagne	France	Angleterre			
1896	20	»	822	1.545	340	1.700	4.427	2,50
1897	»	»	898	1.245	715	1.900	4.758	2,50
1898	»	»	1.108	1.540	1.000	3.250	6.898	2,50
1899	»	»	1.115	1.740	1.350	3.650	7.855	2,50
1900	»	»	1.376	1.700	1.450	3.000	7.526	3
1901	»	»	1.600	1.650	1.750	3.600	8.600	2,90-3,20
1902	»	»	1.604	1.110	1.310	4.715	8.739	2,90-3,50
1903	»	»	1.600	1.500	1.650	5.100	9.850	3,00-3,75
1904	»	»	2.000	1.800	2.200	6.000	12.000	3,00-3,75

Les deux grands centres d'exploitation des minerais de nickel du monde sont : la Nouvelle-Calédonie qui fournit des minerais oxydés, tenant en moyenne de 7 à 8 pour cent de nickel à l'état sec, et le district de Sudbury (Canada) où existent de grands amas de pyrrhotite nickelifère mélangée de chalkopyrite.

Jusqu'ici les minerais de la Nouvelle-Calédonie ne sont pas traités sur place : ils sont expédiés en Europe, où ils sont traités : les usines les plus importantes sont celles de la Société « Le Nickel » dont nous parlons plus loin.

PLOMB

Comme importance de production métallique, le plomb vient immédiatement après le fer. Cette production a sensiblement augmenté dans les sept dernières années : elle était, en effet, de 812.000 tonnes en 1899 et elle a atteint, en 1906, le chiffre de 996.300 tonnes.

C'est surtout aux États-Unis que la production du plomb brut a progressé le plus rapidement, et c'est à ce pays qu'est due en grande partie l'augmentation que nous signalons plus haut : la production aux États-Unis, le plus important des pays producteurs de plomb, est passée de 210.000 tonnes en 1899 à 330.500 tonnes en 1906 : l'Espagne qui, comme importance, vient immédiatement après, et dont la production fut maintes fois supérieure à celle des États-Unis il y a une quinzaine d'années, est maintenant bien distancée : sa production a été, en effet, de 180.900 tonnes en 1906 contre 162.900 en 1899.

Voici, au surplus, d'après les documents de la Metallgesellschaft et de la Metallurgische Gesellschaft, la production du plomb brut par pays et la production totale depuis 1899 :

Production de Plomb brut en tonnes par Pays et Production totale.

Pays producteurs	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906
Espagne	162.500	154.500	149.500	172.500	164.300	177.800	180.700	180.900
Allemagne	129.200	121.500	123.100	140.300	145.300	137.600	152.600	150.700
France	16.500	17.000	21.000	18.800	23.300	18.800	23.100	24.300
Grande-Bretagne	42.000	35.500	35.600	25.800	31.300	24.400	22.300	20.000
Belgique	15.700	16.400	18.800	18.900	20.300	23.500	22.200	22.200
Italie	20.500	23.800	26.200	26.500	22.100	23.500	19.100	21.400
Autriche-Hongrie	13.000	13.800	12.900	13.600	14.800	15.300	15.800	16.400
Grèce	18.300	16.700	17.700	15.900	16.100	15.200	13.700	12.100
Turquie (d'Asie)	2.600	2.800	3.000	3.700	7.600	10.700	10.400	9.600
Suède	1.600	1.400	1.000	800	700	600	600	600
Russie	300	200	300	300	300	300	300	300
Etats-Unis	210.000	269.000	273.000	267.500	303.000	296.000	312.500	330.500
Mexique	77.300	80.000	78.600	94.100	48.500	83.700	76.700	80.000
Canada	9.900	28.600	23.600	10.400	8.200	17.200	25.700	30.000
Japon	2.000	1.900	1.800	1.600	1.700	1.800	2.300	4.000
Australie	87.600	87.100	83.400	82.100	89.600	119.400	107.000	93.000
Pays divers	2.200	3.000	300	200	700	300	200	300
Total	812.000	873.200	869.800	893.000	897.800	966.100	985.200	996.300

ÉTAIN

La production de l'étain se développe peu, si on la compare à celle des autres métaux. Voici en effet la production mondiale depuis 1899, ainsi que le prix moyen annuel :

Années	Production en tonnes	Prix moyen annuel en livres
1899	73.835	122 7/16
1900	80.300	133 9/16
1901	89.200	118 5/8
1902	91.300	120 3/4
1903	96.500	127 1/4
1904	98.800	126 3/4
1905	96.800	143 1/8
1906	98.500	180 5/8

Les pays producteurs sont par ordre d'importance : la Péninsule malaise; Banka, Billiton et Sing-Kep; la Bolivie; la Grande-Bretagne; l'Australie et l'Allemagne, où l'on traite des minerais importés de Bolivie : une petite quantité est produite dans les mêmes conditions en France.

ALUMINIUM

La fabrication de l'aluminium s'est développée d'une façon considérable depuis quelques années : l'emploi de ce métal s'est généralisé : son prix de vente a baissé dans des proportions énormes : il était de 300 francs le kilogramme en 1856; puis il s'abaissa lentement à 100 francs, prix qui se maintint tant que la mise en usage des procédés de production par l'électricité n'eut pas remplacé les procédés chimiques.

Nous donnons ci-dessous les chiffres de production de l'aluminium

dans ces dernières années, d'après les Recueils statistiques de la Metallgesellschaft.

ANNÉES	ALUMINIUM- INDUSTRIE- AKTIEN- GESELLSCHAFT	ANGLETERRE	FRANCE	ÉTATS-UNIS	TOTAL
1890	40.538	70.000	37.000	27.850	175.388
1891	168.669	52.500	36.000	76.138	333.307
1892	237.395	41.000	75.000	133.635	487.030
1893	437.476	—	137.000	141.336	715.812
1894	600.000	—	270.000	370.372	1.240.372
1895	650.000	—	360.000	416.760	1.426.760
1896	700.000	130.000	370.000	589.676	1.789.676
1897	800.000	310.000	470.000	1.814.400	3.394.400
1898	800.000	310.000	565.000	2.358.704	4.033.704
1899	1.600.000	550.000	1.000.000	2.948.381	6.098.381
1900	2.500.000	560.000	1.500.000	3.250.000	7.810.000
1901	2.500.000	560.000	1.500.000	3.250.000	7.810.000

L'Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft comprend les usines de Neuhausen (Suisse), celles de Rheinfelden (Grand-Duché de Bade) et celles de Lend-Gastein, en Autriche : les usines de Rheinfelden et celles de Lend-Gastein ne marchent que depuis 1899; on voit que de leur fait la production de cette puissante Société a doublé.

Dans ce tableau, les usines productrices n'ayant pas fourni pour l'année 1901 le montant de leur production, celle-ci a été estimée la même que l'année précédente.

L'aluminium était représenté à l'Exposition de Liège par la maison Charpentier-Page, la Compagnie française des métaux, la Société « Le Ferro-Nickel » et la Société Electro-Métallurgique française de Froges.

ARGENT

La production d'argent reste sensiblement stationnaire. Voici, en effet, les chiffres de la production mondiale depuis 1899.

Production métallique d'argent pur

Années	Production en tonnes
—	
1899	5277 »
1900	5612 6
1901	5463 5
1902	5782 5
1903	5647 3
1904	5688 »
1905	5426 5

Le prix a peu varié: il était en pence par once d'argent fin en 1889 de 29 11/16 et de 30 en 1904.

La métallurgie de l'argent n'était représentée à l'Exposition de Liège que par quelques échantillons présentés par la Compagnie française des Métaux, les Fonderies de Biache-Saint-Vaast et les Mines et Usines d'Escombrera-Bleyberg.





Description des Expositions

FRANCE

COMPAGNIE FRANÇAISE DES MÉTAUX, 10, rue Volney, Paris.

Comme on peut en juger par la photographie de l'ensemble de l'Exposition de la Compagnie française des Métaux, sa grande hauteur n'avait pas permis d'en faire, comme le Comité d'organisation l'aurait désiré, avec celle d'Escaut et Meuse, le motif central de la Classe 64, la hauteur sous entrail des halles de l'Industrie n'étant que de 8 mètres. Elle se trouvait donc dans l'annexe de la Classe 64, dans la Galerie des Machines.

Cette Exposition était imposante : d'un socle rectangulaire constitué avec les différents produits de fabrication des établissements de la Compagnie des Métaux, jaillissait vers le toit de la Galerie des Machines une gerbe composée de tubes sans soudure en cuivre, de 700 millimètres et de 500 millimètres de diamètre et de 10 mètres de longueur : chacun de ces tubes pesait 2.400 kilogrammes. Un autre tube obtenu par emboutissage au moyen d'une presse de 400 tonnes avait 1 mètre de diamètre et 3 m. 75 de long.

Une grande coupole de 3 m. 30 de diamètre et d'un poids de 1300 kilogrammes, formait le noyau de cette fleur gigantesque.

Voici l'énumération des produits exposés par la Compagnie française des Métaux :

Cuivre rouge. — Des lingots affinés par fusion et contenant moins de 3 millièmes d'impuretés; des cathodes de cuivre chimiquement pur et des échantillons de sulfate de cuivre provenant des ateliers

d'électrolyse; des planches, des barres carrées et rondes de 10 à 60 millimètres, des tubes de 10 à 180 millimètres de diamètre, des plaques de foyer de locomotives, un foyer de torpilleur, des calottes de bouilleurs, des cornières pour ciels de foyers, des collerettes, des emboutis, des coupoles, des rouleaux d'impressions constitués par des tubes sans soudure à surface très dure et de matière très homogène, dont l'un de 1 mètre de longueur et de 200 millimètres de diamètre était gravé; des fils et des câbles pour haute conductibilité.

Laiton. — Fondu, laminé ou étiré; des lingots cassés, des lingots de maillechort à 80 % de cuivre et 20 % de nickel; des éprouvettes de traction et de pliage; des planches, des barres de différents profils, des fils, des tubes lisses de 8 millimètres à 400 millimètres de diamètre sans soudure; des spécimens de tubes à ailerons pour locomotives; enfin, des produits spéciaux pour la Guerre tels que des bandes en laiton pour le découpage et la fabrication des douilles de cartouches, des bandes de maillechort pour découpage et fabrication des enveloppes de balles, des flans pour fabrication des douilles des obus de marine, des flans pour fabrication des culots de cartouches, etc.

Nickel. — En bandes et en flans pour la fabrication des monnaies.

Aluminium. — En planches, dont l'une que l'on peut voir sur le devant de l'Exposition de la Compagnie des Métaux, avait quatre mètres de longueur, 1 m. 50 de hauteur et 2 millimètres d'épaisseur, et du poids de 43 kilogrammes; des tubes des fils et des câbles.

Plomb et Étain. — La Compagnie des Métaux présentait des lingots d'étain Banka, des planches, des baguettes d'étain pour plombiers, des feuilles d'étain battu pour chocolateries et tabacs, des tuyaux de plomb et d'étain pur, des tuyaux de plomb doublés d'étain; enfin, de la filasse de plomb (système Buhne) employée pour les joints de canalisations.

Acier en tubes. — On remarquait dans cette division différents types de tubes d'acier sans soudure polis et bleuis; des tubes pour bicyclettes et automobiles; des tubes pour chaudières Field, fermés d'un bout, remplis de l'autre, des tubes de chaudières de 125 à 135 millimètres de diamètre pour collecteurs; des réservoirs emboutis pour air comprimé des lance-torpilles.

Platine. — Une vitrine contenait différents échantillons de platine et de métaux de la série en feuilles, en fils, en pièces façonnées ainsi que des sels divers de ces métaux.

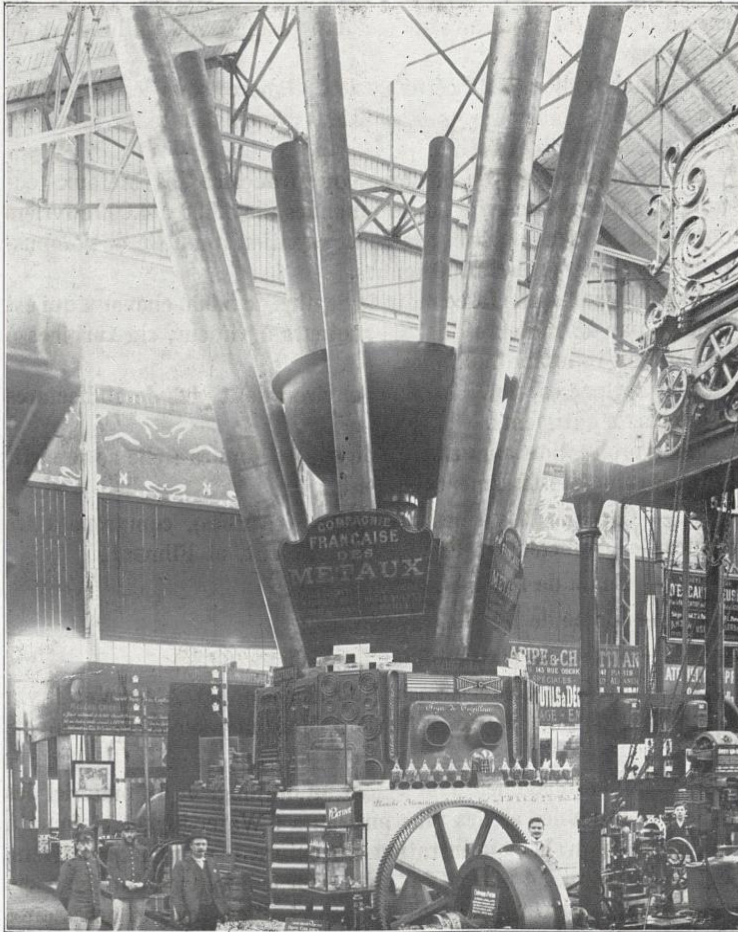


FIG. 33. — Exposition de la Compagnie française des Métaux.

La Compagnie française des Métaux fut fondée le 21 janvier 1892, au capital de 25.000.000 francs. Elle succédait à la Société Industrielle et Commerciale des Métaux qui, elle-même, avait pris naissance

en décembre 1881 par la fusion des grands établissements industriels : Estivant-Laveissière et fils et la maison E. Secrétan.

Son but est la métallurgie des métaux autres que le fer : le laminage, l'étirage, le tréfilage et le façonnage de tous métaux; la fabrication des tubes en acier sans soudure jusqu'à 750 millimètres de diamètre.

Plus particulièrement cette Société élabore, sous les formes les plus diverses, dans cinq grandes usines principales, le fer, le cuivre, le laiton, le plomb et l'étain.

Les établissements de la Compagnie française des Métaux occupent, suivant l'activité des commandes, de 3.000 à 4.000 ouvriers dont cent femmes environ : la consommation annuelle de combustible y est d'environ 98.000 tonnes.

Ils disposent d'une force motrice de plus de 5.000 chevaux qui est fournie par 43 moteurs dont 34 moteurs à vapeur, six turbines à eau et trois roues hydrauliques.

Leur surface est de 70 hectares environ dont plus de 10 hectares couverts de bâtiments.

Leur production annuelle est de 42.000 tonnes : elle se répartit entre les cinq établissements suivants :

- I. — Groupe des usines de Givet (Ardennes), comprenant les usines de Fromelennes, Flohival, Flohimont, et Fliment;
- II. — Usine de Saint-Denis, près Paris;
- III. — Usine de Déville, près Rouen;
- IV. — Usine de Sérifontaine, Saint-Victor (Oise);
- V. — Usine de Castelsarrasin (Lot-et-Garonne). A ces cinq il y a lieu d'ajouter une petite tréfilerie à Montigny-sur-Avre (Eure-et-Loir).

Ces cinq établissements possèdent un outillage et un matériel des plus perfectionnés et des plus puissants : Water-jacket et fours à réverbère pour la concentration du cuivre — Laminaires divers, dont l'un jusqu'à 4 mètres de table, pour le laminage des planchers et barres de tous métaux, avec leurs cisailles, scies et accessoires divers — Marteaux-pilons — Marteaux à air comprimé — Accumulateurs — Nombreuses et puissantes presses hydrauliques pour la fabrication des tubes jusqu'à 750 millimètres de diamètre — Bacs à chaîne Galle de toutes dimensions — Machines à tréfiler à filières multiples — Machines à câbler.

Beaucoup de ces appareils réalisent des perfectionnements trou-

vés par le personnel technique de la Compagnie : les dimensions de certaines pièces exposées : coupoles, tubes, enveloppes de foyers de locomotives, réservoir, lance-torpille, etc., démontraient suffisamment la puissance exceptionnelle de cet outillage.

Le chiffre d'affaires de la Compagnie française des Métaux atteint 50 millions.

Les usines de Sérifontaine et de Castelsarrasin fabriquent plus spécialement le laiton : quelques produits en cuivre rouge y sont aussi élaborés, les tubes soudés à Sérifontaine, les planches laminées à Castelsarrasin, qui fait également le laminage de l'étain.

L'atelier de Déville est particulièrement outillé pour l'obtention par presse hydraulique des produits d'emboutissage, soit en acier, soit en cuivre, et surtout des gros tubes.

La fabrication du plomb et de l'étain en feuilles laminées ou tuyaux se pratique à l'usine de Saint-Denis : le tonnage en est environ de 1.000 tonnes par mois. Celui de l'étain en feuilles à Castelsarrasin atteint 50 tonnes environ par mois.

La Compagnie française des Métaux fait dans ses usines de Fromelennes et de Flohival, près Givet, l'affinage du cuivre par électrolyse à haute intensité (180 ampères au mètre carré). La production est de 2.500 tonnes par an de cuivre électrolytique. Les boues sont traitées pour en extraire l'argent dans une installation spéciale à l'usine de Saint-Denis.

Les deux principaux établissements de la Compagnie sont le groupe des usines de Givet et l'usine de Saint-Denis : de là sortent les produits commerciaux en cuivre et en laiton, les pièces de grosse et de petite chaudronnerie, les planches de cuivre et d'alliage. Le tonnage mensuel de grosse chaudronnerie est de 150 à 200 tonnes. Les deux puissantes tréfileries de Saint-Denis et de Givet produisent des barres, des fils et des profilés en cuivre et en laiton, des coins pour collecteurs de dynamos, des fils de haute conductibilité pour dynamos, trolleys ou câbles pour transmissions électriques, etc. Saint-Denis a plus particulièrement le travail du plomb : Givet partage avec l'usine de Déville la fabrication des tubes sans soudure et des emboutis. La fabrication des tuyaux de cuivre soudés se fait à l'usine de Sérifontaine.

Les usines de Saint-Denis et de Castelsarrasin, qui travaillent le cuivre rouge, affinent les cuivres bruts depuis 45 % de teneur au réverbère. Les scories cuprifères sont ensuite traitées au water-Jacket à l'usine de Givet.

Les tréfileries de Saint-Denis et de Givet et le matériel pour l'emboutissage et la fabrication des tubes sans soudure de Givet et de Déville, travaillent le laiton aussi bien que le cuivre. On remarquait à l'Exposition, exécutés en laiton, des tubes unis dont le diamètre atteignait 400 millimètres, des tubes à ailettes longitudinales, des rouleaux d'impression. Un atelier à Saint-Denis fabrique des tubes soudés destinés à recevoir une ornementation assez compliquée pour architecture. Une autre variété de tubes sans soudure est constituée par les ceintures d'obus découpées dans des tubes sans soudure.

Le laminage du laiton et autres alliages de cuivre constitue la fabrication la plus importante de la Compagnie française des Métaux, son tonnage dépasse 1.200 tonnes par mois. Elle est exécutée dans les quatre usines de Saint-Denis, de Givet, de Sérifontaine et de Castelsarrasin. Ces deux dernières usines fabriquent plus spécialement le métal de guerre (laiton ou maillechort) et le laiton de commerce de première qualité (marque Saint-Victor) : elles présentaient des culots en laiton pour cartouches, ainsi que des disques en laiton pour emboutis de douilles de canon à tir rapide depuis 70 millimètres jusqu'à 640 millimètres de diamètre ayant une épaisseur variant de 7 à 21 millimètres.

L'Exposition si décorative et si remarquable de la Compagnie française des Métaux était Hors concours, son président et administrateur-délégué, M. Vésier, étant vice-président du Jury international de la Classe 64.

SOCIÉTÉ ANONYME DES FONDERIES ET LAMINOIRS DE BIACHE-SAINT-VAAST (Pas-de-Calais).

Cette Société qui possède, indépendamment de ses fonderies et laminoirs de Biache-Saint-Vaast, des usines à zinc, dans la banlieue de Liège, à Ougrée, avait une Exposition très remarquable dans la Classe 64. Un portique central formé de tubes sans soudure en acier et en laiton donnait accès à un salon dont les murs étaient divisés en quatre panneaux consacrés chacun à l'une des quatre branches de la clientèle : chemins de fer, marine, guerre, industries diverses.

Les industries de la Société comprennent la métallurgie complète du cuivre, du zinc, du plomb et de l'argent, et, par conséquent, le traitement de tous les minerais, mattes et produits divers contenant ces métaux.

Les minerais de zinc sont traités dans les usines que la Société possède à Ougrée (Belgique) et tous les produits contenant le cuivre, le plomb et l'argent, sont traités en France dans les usines de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais).

C'est dans ces mêmes usines que tous ces métaux sont transformés en produits emboutis, étirés, laminés et tréfilés et que se trouvent toutes les autres industries mécaniques de la Société et notamment celle des tubes et réservoirs en cuivre, en laiton et en acier sans soudure pour tous emplois, depuis les plus petits jusqu'aux plus gros diamètres.

La Société s'était attachée à faire figurer dans son Exposition des spécimens des produits de toutes ses industries.

Il est à remarquer tout d'abord que tous les produits exposés, soit en cuivre, soit en laiton, soit en acier, étaient sans aucune soudure longitudinale ou transversale.

En outre, tous étaient des produits exclusivement industriels correspondant à des commandes livrées et ayant par conséquent fait leurs preuves.

La Société avait réparti les produits bruts provenant de ses traitements métallurgiques, cuivre, plomb, zinc en plaques, etc., dans les divers endroits de son stand.

Elle avait divisé ses produits fabriqués en quatre groupements principaux, savoir :

1^o Groupement des produits répondant aux besoins de multiples industries et ne comprenant ni les produits destinés à la Guerre, ni ceux destinés à la Marine, ni ceux destinés aux Chemins de fer.

Ces produits divers se trouvaient exposés surtout sur le plancher central de l'Exposition et dans une vitrine comprenant des spécimens de la fabrication des monnaies, médailles et jetons, qui est une des plus anciennes et des plus importantes de la Société.

En dehors des quantités considérables qu'elle a fournies à la France sous forme de flans de monnaie et médailles, notamment en nickel pur, la Société a fourni des monnaies ou des flans de monnaies en argent, nickel pur, nickel allié, bronze, cuivre ou zinc, aux divers États suivants :

Espagne	pour une valeur de	200.000.000	francs.
Brésil	—	21.650.000	—
Italie	—	16.000.000	—
Serbie	—	7.000.000	—

États pontificaux . . .	pour une valeur de	5.000.000	francs.
Grèce	—	5.000.000	—
Bolivie	—	3.900.000	—
Égypte	—	3.300.000	—
Tunisie	—	3.000.000	—
Belgique	—	2.000.000	—
Chine	—	1.900.000	—
Luxembourg	—	1.500.000	—
Roumanie	—	1.000.000	—
Bulgarie	—	800.000	—
Haïti	—	750.000	—
Crète	—	700.000	—
Maroc	—	550.000	—
Indo-Chine	—	250.000	—
Cambodge	—	200.000	—
Colombie	—	100.000	—
Etc., etc.			

Sur le plancher de l'Exposition se trouvaient en élévation :

Quatre tubes d'acier sans soudure mesurant 7 m. 80 de longueur, 360 millimètres de diamètre extérieur et 4 millimètres d'épaisseur.

Deux tubes en cuivre rouge de 8 mètres de longueur, 245 millimètres de diamètre extérieur et 2 millimètres d'épaisseur.

Deux tubes en laiton des mêmes dimensions.

Une coupole en cuivre rouge ayant 2 m. 25 de diamètre sur 1 mètre de profondeur, avec une épaisseur de 12 millimètres et pesant 806 kilos.

Une coupole en maillechort pesant 90 kilos.

Près de la vitrine des monnaies et médailles se trouvait :

Un tube cuivre rouge de 4 m. 70 de longueur, 511 millimètres de diamètre extérieur et 5 millimètres d'épaisseur.

Sur le plancher central et sur tout le pourtour du bas de l'Exposition étaient encore exposés de gros spécimens d'emboutis en acier et en cuivre rouge.

Etc., etc.

2^o Groupement des produits utilisés par la Guerre. — Ce groupement comprenait :

Des réservoirs en acier pour gaz à haute tension utilisés notamment par les services d'aérostation militaire.

Des obus en acier à grande capacité.

Des enveloppes d'obus en acier.
Des ceintures d'obus en cuivre rouge.
Des obturateurs et couronnes en cuivre rouge.
Des tubes en cuivre rouge, laiton et acier, pour locomotives spéciales de la Guerre.

Des bandes de laiton à cartouches.
Des bandes de maillechort pour enveloppes de balles.
Des barres d'entretoises.
Du plomb antimonieux.
Etc., etc.

Parmi ces produits figuraient en hauteur de chaque côté du panneau central :

Deux réservoirs en acier mi-dur trempé et revenu n'ayant qu'une seule ouverture à la partie inférieure mesurant 4 m. 20 de longueur, 270 millimètres de diamètre extérieur, du poids de 250 kilos et d'un volume de 210 litres.

Après trempe et revenu, ils ont donné une résistance de 85 kilos par millimètre carré, une limite élastique de 58 kilos et un allongement de 9 %.

Ils ont été soumis à la pression intérieure de 470 kilos par centimètre carré, à laquelle ils n'ont pas éclaté.

Au milieu du panneau Guerre se trouvaient en coupe et en entier des corps d'obus de 220 millimètres à centre de gravité fixe, filetés à la base et taraudés à l'ogive en acier mi-dur, trempant et revenu.

Ils ont résisté à une pression de 600 kilogrammes par centimètre carré sans déformation permanente.

Etc., etc.

3^o *Groupement des produits utilisés par la Marine.* — Il comprenait : des réservoirs en acier nickel utilisés comme compresseurs, notamment dans les sous-marins; des tubes collecteurs de chaudières marines ainsi que des tubes de retour d'eau en acier; des tubes en cuivre rouge, en laiton, en acier zingués ou non pour conduites de vapeur; des barres et frettes en métal Roma, etc.

Parmi ces produits figuraient sur le plancher de la partie centrale de l'Exposition :

Deux réservoirs en acier nickel non trempé recuit, dont l'un a été soumis à l'épreuve d'éclatement.

Ils mesuraient 4 m. 20 de longueur, 290 millimètres de diamètre extérieur et 12 millimètres d'épaisseur.

Leur poids était de 345 kilos et leur volume de 220 litres.

Ils ont été soumis à la pression intérieure de 360 kilos par centimètre carré sans présenter aucune déformation permanente, et celui qui a été soumis à l'épreuve d'éclatement a éclaté à 555 kilos par centimètre carré.

4^o *Groupement des produits utilisés par les Chemins de fer.* — Ce groupement comprenait :

Des plaques de foyer en cuivre rouge et cuivre rouge arsénié de différents types.

Une plaque tubulaire avec trous percés.

Une plaque de foyer en maillechort.

De chaque côté de l'entrée du stand contre les pylônes :

Deux plaques tubulaires de grandes dimensions.

Contre le panneau du centre au pied :

Une plaque à deux gueulards.

Des tubes en cuivre rouge, en laiton et en acier.

Des barres d'entretoises en cuivre rouge et en cuivre rouge manganésé pleines, creuses et filetées.

Etc., etc.

Les usines sont outillées pour laminier les plaques d'enveloppes jusqu'aux plus grandes dimensions utilisées actuellement pour les locomotives à grande vitesse.

Un spécimen de ces enveloppes se trouvait sur le plancher de la partie centrale de l'Exposition et était forcément limité comme dimensions à la surface accordée.

Cette enveloppe mesurait 5 m. 70 de longueur, 3 m. 03 de largeur, 17 millimètres d'épaisseur : son poids était de 2.610 kilos.

En dehors des produits groupés dans les quatre catégories précédentes, la Société exposait dans une vitrine située au pied du panneau des chemins de fer une série d'essais mécaniques et d'épreuves diverses concernant les nombreux alliages et les aciers de toutes nuances travaillés dans ses usines.

Ces essais démontraient toutes les ressources qu'offre à la construction l'emploi méthodique de ces métaux et alliages.

La Société exposait également en divers emplacements de son stand des spécimens de travail du cuivre, du laiton et de l'acier, qui faisaient ressortir tout à la fois la parfaite qualité des matières

employées et l'habileté du personnel qui les avait façonnées. Tels

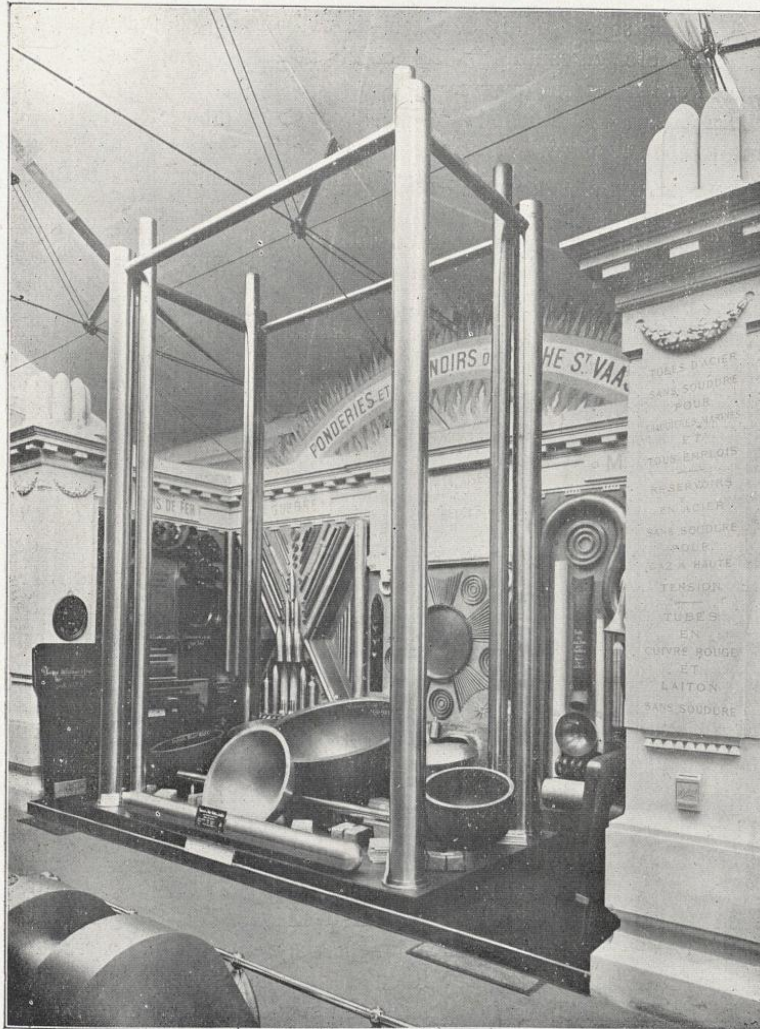


FIG. 34. — Exposition de la Société anonyme des Fonderies et Laminiers de Biache-Saint-Vaast.

par exemple : Les tubes cônes en acier, évasés à une extrémité, droits ou cintrés en cor de chasse.

Les tubes coniques très minces en acier, cuivre, laiton en queues de billard placés sur un support en acier d'un seul morceau.

Un tube sans soudure découpé en maillons de chaîne attendant au tube, etc., et maints petits objets attestant le savoir-faire de ceux qui les avaient ouvrés.

La Société de Biache-Saint-Vaast construit dans ses ateliers le matériel nécessaire à ses fabrications et a fait breveter une sertisseuse à projectiles qui est employée dans les arsenaux de la Guerre et de la Marine.

Pour terminer, donnons quelques indications sur l'outillage et les moyens de fabrication des usines de cette Société.

La Société anonyme des fonderies et laminiers de Biache-Saint-Vaast fut fondée en 1892, prenant la suite des affaires de la maison Eschger, Ghesquière et C^{ie}, fondée en 1846. La direction resta confiée aux mêmes mains au moment de la transformation de la Société. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, elle possède deux usines : l'une en Belgique à Ougrée, ayant pour objet la production du zinc, l'autre, de beaucoup la plus importante, à Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais) affectée à la production et à l'élaboration du cuivre et du plomb, à l'élaboration du laiton et du zinc et à l'extraction de métaux précieux. Cette usine, située sur la Scarpe canalisée, à proximité de Douai, occupe une surface de huit hectares, dont six sont de surface couverte : la moitié constitue les fonderies, l'autre est occupée par les ateliers mécaniques.

Les établissements de Biache sont outillés non seulement en vue de l'élaboration du cuivre, du plomb, du zinc et du fer, mais aussi en vue de l'extraction des deux premiers métaux de leurs minerais (provenant en grande partie de Bolivie) et de la séparation des métaux précieux qui y sont contenus. A cet effet l'outillage comprend : 3 concasseurs américains, 4 broyeurs, 12 stalles couvertes, 12 stalles libres, 4 grands fours à réverbère pour grillage, recevant simultanément 12 tonnes de minerai, 4 fours à manche à water-jacket et 8 fours à réverbère à gazogène pour rôtiage et affinage. La production peut de ce fait atteindre 10.000 tonnes de cuivre par an.

L'usine possède pour la désargementation des mattes argentifères deux grands fours de grillage à trois soles et le matériel nécessaire pour le lessivage des mattes grillées, de façon à pouvoir traiter annuellement 2.000 tonnes de mattes à 60 à 75 pour cent de cuivre.

Elle a été une des premières à appliquer l'électrolyse au traite-

ment du cuivre argenti-aurifère : elle extrait également le plomb contenu dans les minerais cuivreux : sa production peut atteindre de ce fait environ 2.000 tonnes de plomb, 35.000 kilogrammes d'argent et 500 kilogrammes d'or.

Les installations de laminage pour le cuivre et ses alliages comprennent :

1^o 10 fours d'affinage à gazogène, pouvant fondre 12 tonnes de cuivre chacun; un four à fondre le bronze; 40 fours à creusets et 50 fours à réchauffer ou à recuire, la plupart pourvus de gazogènes.

2^o 1 grand train à releveur hydraulique de 3 m. 200 de large, pouvant passer des lingots de 3.500 kilos : les cylindres pèsent 12 tonnes; huit autres trains de 2 m. 150 à 2 m. 250 de table sont affectés au laminage du cuivre rouge.

Pour le laminage du zinc, l'outillage comprend :

1^o Deux fours de refonte, avec réchauffeur, pouvant fondre 18 tonnes chacun.

2^o 5 trains de laminoirs.

32 cisailles et découpoirs hydrauliques desservent ces laminoirs : elles comprennent 1 forte cisaille double, actionnée par la vapeur, pouvant couper jusqu'à 35 millimètres d'épaisseur; deux grandes cisailles à levier de 2 m. 200 de longueur de lame; six autres, du même type, mais plus petites.

15 cisailles circulaires, dont 5 de grandes dimensions.

2 cisailles pour couper des planches rectangulaires de cuivre ou de zinc de toutes dimensions, sans tracé préalable.

1 découpoir hydraulique permettant d'exécuter les tracés les plus compliqués.

4 autres à action directe, pour façonnage de plaques de foyers de locomotives.

1 cisaille hydraulique à double effet pour les plaques embouties et les barres de cuivre rouge.

La Société possède un outillage très complet de martelage pour la fabrication des plaques de locomotives et des calottes ou coupoles de grandes dimensions, ainsi que pour l'emboutissage à la presse hydraulique. A cet effet, il existe de nombreuses presses hydrauliques de 15 à 500 tonnes construites dans les ateliers de la Société. Elles sont actionnées par des accumulateurs à cylindre mobile sans guidage, type spécial créé par les ateliers de Biache : le plus important pèse 200 tonnes et a 4 mètres de course. La pression normale

de l'eau est de 110 kilos par centimètre carré : un transformateur permet de la porter à 160 kilogrammes.

Le finissage des tubes sans soudure est exécuté à l'aide d'un matériel qui comprend 35 bancs d'étirage, à chaîne de Galle.

L'usine que la Société de Biache-Saint-Vaast possède à *Ougrée* (Belgique) est spécialement affectée à la production du zinc. On y traite surtout des minerais à teneur élevée, dans des fours à double devanture, avec chauffage de la deuxième par tirage renversé. Ces fours sont munis de gazogènes placés à l'extérieur de la halle.

La production y est d'environ 4.500 tonnes par an. Une certaine proportion de zinc d'art y est fabriquée.

Les résidus de distillation sont concentrés en vue de l'extraction du plomb, grâce à une trieuse électro-magnétique Jaspar avec laquelle, avec une force motrice de 2 chevaux, on peut traiter 20 tonnes de matières en dix heures.

L'usine d'Ougrée est outillée pour la fabrication du blanc de zinc.

La Société de Biache-Saint-Vaast dispose dans ses différents ateliers d'une force motrice totale de 2.500 chevaux, fournie par des moteurs à vapeur, moteurs à gaz ou moteurs électriques : une turbine hydraulique fournit une force de 100 chevaux.

Le personnel employé dans les usines de Biache se monte à 1.000 ouvriers environ et à Ougrée à 200.

Sa belle Exposition lui a valu un Diplôme de Grand prix, récompense qu'elle avait déjà obtenue à Paris en 1900.

SOCIÉTÉ « LE NICKEL », 26, rue Laffitte, Paris.

La Société « Le Nickel », Société anonyme au capital de 15 millions de francs, a été créée à Paris en 1880.

Ses opérations consistent en l'exploitation de ses mines en Nouvelle-Calédonie et l'affinage de ses minerais dans ses usines d'Europe, ainsi que la fabrication des oxydes et des sels de nickel et de cobalt.

Ses usines sont situées : au Havre, à Kirkintilloch (Écosse), à Birmingham (Angleterre), à Iserlohn (Westphalie).

La force motrice de ces quatre usines représente 1.450 chevaux-vapeur.

Le personnel employé par la Société comprend : en Nouvelle-Calédonie, 1.680 personnes : ingénieurs, employés, agents, contre-mâtres et ouvriers ; en Europe, 700 personnes.

Soit 2.380 personnes au total.

Le Nickel affiné par la Société contient de 99 à 99 $\frac{1}{2}$ % de nickel fin (le cobalt étant compté comme nickel).

La production du nickel affiné par la Société « Le Nickel » qui était à ses débuts en 1880 de 200.000 kilos, a atteint en 1905 le chiffre de 4.000.000 de kilogrammes.

Le stand de la Société « Le Nickel » était particulièrement intéressant : on y voyait les minerais de nickel et de cobalt, des mattes et des oxydes de nickel, du nickel affiné en cubes, grains, rondelles, briquettes; des sels de nickel, des oxydes et des sels de cobalt. Enfin elle exposait les applications du nickel dans l'acier aux tubes de chaudières de torpilleur et en général aux chaudières aquatubulaires, aux crochets d'attelage et aux rivets.

Nous ne croyons pas qu'on ait publié jusqu'ici la résistance à la rupture et la limite élastique du nickel pur, dont les emplois principaux sont la fabrication des monnaies, des ustensiles de ménage et de laboratoires, de la bouclerie, de l'éperonnerie et de la quincaillerie de bâtiment.

La Société « Le Nickel » a chargé M. Fremont de faire des essais mécaniques sur dix échantillons de tôle en nickel pur, dont cinq recuits et cinq écrouis.

La teneur moyenne était :

Nickel	98.079
Cobalt	1.157
Cuivre	0.126
Fer	0.405
Aluminium . .	0.025
Manganèse . .	0.023
Soufre	0.028
Silicium . . .	0.058
Carbone . . .	0.089
Arsenic . . .	0.010
Total . . .	100.000

Ces essais de traction du nickel commercialement pur, laminé aux états écroui et recuit, ont fourni les résultats suivants :

		LIMITE ÉLASTIQUE VRAIE	LIMITE APPARENTE	RÉSISTANCE MAXIMUM	STRICTION $\frac{S - S'}{S}$
		K ^{os}	K ^{os}	K ^{os}	
ÉCROUI.	N ^o 2. . . .	34 »	36 80	45 »	0 64
	N ^o 4. . . .	43 75	47 70	50 »	0 35
	N ^o 5. . . .	22 »	21 »	43 »	0 63
	N ^o 7. . . .	32 »	29 »	51 »	0 38
	N ^o 10. . . .	45 »	45 70	49 »	0 18
RECUIT.	N ^o 1. . . .	23 »	23 40	45 »	0 64
	N ^o 3. . . .	29 25	25 30	48 »	0 48
	N ^o 6. . . .	13 »	12 »	46 »	0 63
	N ^o 8. . . .	16 75	18 »	49 »	0 40
	N ^o 9. . . .	17 50	18 »	54 »	0 40

Pliage statique du N^o 1 ramené à la section habituelle : 22 kilogrammètres.
Pliage au choc du N^o 1 ramené à la section habituelle : 30 kilogrammètres.
Résistance au cisaillement des N^{os} 1 et 2 : 26 kilos par mm².

On peut en déduire d'une façon générale que :
le nickel pur présente une résistance d'environ. 50 kilogrammes
par millimètre carré de section, et que cette
résistance ne varie pas sous l'influence de l'é-
crouissage ou du recuit, tandis que la limite élas-
tique à l'état écroui est d'environ 35 kilogrammes
et que le recuit fait tomber cette limite à . . . 20 —

Il nous a paru intéressant de publier ces données générales que nous n'avons trouvées nulle part encore.

Monnaies en Nickel pur. — Jusqu'en 1881 on ne fabriquait des monnaies qu'en alliage contenant le plus généralement 25 % de

nickel et 75 % de cuivre. Les gouvernements ont une tendance de plus en plus marquée à augmenter la valeur intrinsèque de la monnaie divisionnaire, et pour atteindre ce but ils adoptent tous les jours davantage les monnaies en nickel pur qui, indépendamment de leur plus grande valeur, présentent, sur les anciennes monnaies en alliage, la supériorité d'être moins oxydables, d'offrir une plus grande résistance au frai et d'être d'une contrefaçon plus difficile.



FIG. 35. — Exposition de la Société « Le Nickel ».

C'est la Suisse qui la première, en 1881, a frappé une pièce de 20 centimes en nickel pur; puis l'Autriche et la Hongrie en 1893 ont émis : l'une, des pièces de 10 et de 20 heller, et l'autre de 10 et de 20 fillers; ensuite l'Italie a mis en circulation une pièce de 25 centesimi; enfin la France, en 1903 et 1904, a émis deux pièces d'un type différent en nickel pur.

La Société « Le Nickel » exposait la plupart des pièces existantes à l'heure actuelle, soit en nickel pur, soit en alliage de nickel, ainsi que la liste de toutes ces monnaies actuellement en circulation dans le monde entier, liste comprenant quarante pays différents : le

poids approximatif du nickel employé dans la fabrication des pièces actuellement en circulation dans le monde peut être évalué à 4.000.000 de kilogrammes et la valeur nominale au pair de ces différentes pièces est de 400.000.000 de francs.

On sait qu'il y a une quinzaine d'années environ (vers 1890) que furent publiés les résultats industriels obtenus par l'introduction du nickel dans l'acier et quels progrès cette question a faits depuis cette date. On peut, en effet, en faisant varier la teneur en nickel ainsi que celles des autres constituants de l'acier, tels surtout que le carbone et le chrome, obtenir une variété infinie de nuances d'aciers appropriées aux besoins spéciaux envisagés, et dont les caractéristiques principales sont l'augmentation de la résistance, de l'allongement, et généralement l'élévation de la limite élastique. Il nous a paru intéressant de résumer en quelques lignes les résultats obtenus par l'adjonction d'une proportion plus ou moins grande de nickel, d'après les éprouvettes et les données de la Société « Le Nickel ».

De 2 ½ à 6 % de nickel. — Par l'adjonction de 2 ½ à 6 % de nickel, on augmente la limite élastique des aciers qui prennent la trempe directe, c'est-à-dire qu'ils se durcissent à la trempe pendant que leur allongement diminue. Ils se forgent, se laminent, s'étirent et s'emboutissent normalement, mais ne se soudent pas; ils sont généralement très fibreux à des teneurs faibles en carbone.

Ces aciers conviennent pour les plaques de blindage et toutes les pièces mécaniques demandant une plus grande résistance que les aciers ordinaires.

Un phénomène particulier que présente le nickel dans ces aciers est de retarder considérablement la cristallisation spéciale qui se forme dans les aciers ordinaires au carbone sous l'action de chocs et de vibrations répétées, d'où une beaucoup plus grande résistance des pièces mécaniques soumises à ces chocs ou vibrations, lorsqu'elles sont construites en acier au nickel; aussi l'emploi des aciers au nickel se répand-il de plus en plus dans la construction des automobiles.

Les essieux de l'artillerie et des voitures automobiles, les essieux coudés des locomotives, les arbres à manivelles des machines et les arbres porte-hélice des navires en acier au nickel dans les teneurs précitées, ont une dureté et une résistance infiniment plus grande que ceux en acier ordinaire au carbone. De plus, la nature fibreuse de

ce métal offre l'immense avantage d'empêcher une rupture brusque de ces pièces, comme le fait se produit avec les aciers ordinaires au carbone. En outre, dans les aciers au nickel fatigués par un long usage, de légères criques ou fentes prémonitoires se produisent, tout en permettant encore un long travail, et avertissent longtemps d'avance le mécanicien d'une rupture à plus ou moins longue échéance.

De 8 à 16 % de nickel. — De 8 à 16 % de nickel les aciers sont à peu près insensibles aux trempes diverses à l'eau, à l'huile, au plomb fondu, mais ils se trempent par un simple refroidissement à l'air libre ou sous la cendre après avoir été chauffés à 750° centigrades, et ces mêmes aciers s'adoucissent au contraire par un recuit au bois étincelant, à 450° environ.

Malgré cette facilité de pouvoir recuire ces aciers à une chaleur qui ne déforme pas les pièces en cours d'usinage, ces aciers s'écrouissent si rapidement sous l'action de l'outil, qu'ils n'ont pas été jusqu'ici suffisamment étudiés, bien qu'ils présentent des qualités exceptionnelles.

La découverte des nouveaux aciers outils à grande vitesse doit permettre d'usiner plus facilement ces aciers, et va sans doute développer leur consommation.

Les aciers à 12 % de nickel, présentant une résistance de 175 kilogrammes par millimètre carré de section peuvent trouver une application dans la fabrication des essieux d'artillerie ou d'automobiles, puisqu'ils permettent l'allègement de l'essieu usiné creux tout en augmentant sa résistance.

Ces aciers conviennent spécialement pour les tubes de canons, puisqu'on pourrait avec eux se passer des opérations si délicates de la trempe et éviter tous les voilements qui se produisent, si le tube n'est pas immergé dans le liquide de trempe d'une façon mathématiquement normale à la surface de ce liquide; de plus, l'échauffement produit par le frottement du projectile dans l'âme du canon tremperait et durcirait constamment ce canon au lieu de le recuire, et par conséquent de l'adoucir et de l'émousser comme avec les aciers ordinaires au carbone.

Les aciers à outils spéciaux à grande vitesse permettent aujourd'hui de faire les rayures de l'âme de ces canons.

La qualité dont jouissent ces aciers, d'être insensibles aux trempes et notamment à celle à l'eau, les fait préconiser par la

Société « Le Nickel » pour la construction des pistons de machines à vapeur verticales, les machines marines principalement, afin de pouvoir, en cas d'échauffements si fréquents, les refroidir par la projection d'un jet de pompe.

De 20 à 28 % de nickel. — De 20 à 28 % de nickel on se trouve en présence non pas d'acier, mais de véritable bronze qui, au lieu de durcir par la trempe, s'adoucit et peut prendre des allongements supérieurs à 100 % sur des barreaux de 100 millimètres de longueur; de plus, ces teneurs élevées en nickel tendent à amener une inoxydabilité relative du métal.

L'inoxydabilité absolue n'est atteinte qu'à une teneur de 30 % de nickel en supprimant le chrome, ainsi que l'a déterminé M. GUILLAUME de la *Commission internationale des poids et mesures*. En même temps que ces aciers deviennent presque inoxydables, ils sont non magnétiques; cette qualité d'inoxydabilité est utilisée pour la fabrication des tubes : de condenseurs, d'économiseurs et de chaudières de torpilleurs, que nous étudierons plus loin.

Les grands allongements de ces aciers amèneront forcément l'artillerie de marine et l'artillerie de siège pour toutes les grosses pièces frettées jusqu'à la gueule, à l'usage des aciers à 12 % de nickel pour l'âme de leurs canons, et des aciers à 26 % de nickel pour les jaquettes porte-culasse et les frettes.

En effet, l'éclatement prématuré d'un projectile chargé de poudre brisante dans l'âme d'un canon ainsi fretté fendrait le tube longitudinalement, mais les frettes se boursoufleraient sans se disloquer, il n'y aurait pas projection d'éclats, et on éviterait ainsi la mort des servants. Des expériences pratiques l'ont démontré.

A ce sujet, la Société « Le Nickel » produisait de remarquables essais d'écrasement d'un manchon en acier à 22 % de nickel trempé, prélevé sur une jaquette porte-culasse exposée dans son stand.

Acier à 30 % de nickel. — Comme nous l'avons dit, cet acier à 30 % de nickel, lorsqu'il n'est pas allié avec du chrome, est absolument inoxydable, ainsi que l'a démontré M. GUILLAUME; de plus, ces mêmes aciers présentent un coefficient de dilatation moindre que les aciers à 26 %.

Ce sont ces qualités d'inoxydabilité et de moindre dilatation qui ont déterminé la Société « Le Nickel » à fabriquer des tubes de chaudières de torpilleurs en acier à 30 % de nickel avec très peu de

chromé, qu'elle exposait parallèlement avec des tubes en acier à 26 % de nickel.

Acier à 36 % de nickel. — A cette teneur, ces aciers, comme l'a démontré M. GUILLAUME, ont un coefficient de dilatation moindre que celui du platine iridié. Cette propriété a permis de faire à de bien moins grands frais un grand nombre d'appareils de mensuration, et c'est notamment en acier à 36 % de nickel qu'ont été construites les règles de 4 mètres de long qui servent actuellement à une commission d'officiers français pour mesurer un nouvel arc du méridien au Pérou.

On emploie ces aciers pour les tiges de pendules et certains ressorts pour horlogerie et pièces mécaniques de précision.

Acier à 45 % de nickel. — Ces aciers ont le même coefficient de dilatation que le verre, ce qui a permis de les employer dans la fabrication des ampoules de lampes électriques et remplacer économiquement le petit morceau de platine enrobé dans le culot de l'ampoule et servant de conducteur et de support au fil à incandescence.

En résumé, plus on augmente la teneur en nickel, plus on augmente la résistance du métal, et à partir des teneurs de 22 % on commence à avoir des aciers inoxydables dont le degré d'inoxidabilité croît jusqu'à la teneur de 30 % en nickel.

Les principales applications du nickel dans l'acier présentées par la Société « Le Nickel » à l'Exposition de Liège, comme étant nouvelles et différentes des spécimens exposés à l'Exposition de 1900, et sur lesquelles elle attirait plus spécialement l'attention du Jury, étaient les crochets d'attelage en acier à 3 et 6 % de nickel, les rivets en acier à 3 % de nickel et les tubes en acier à 26 % et 30 % de nickel pour économiseur et chaudières de torpilleur.

Crochets de Traction. — Les crochets de traction des wagons de chemins de fer ont à supporter des efforts de plus en plus considérables, aussi les ingénieurs sont obligés de les renforcer en augmentant leurs sections. On les construit en fer étampé et les conditions de recette ne mentionnent que la résistance à la rupture sans spécifier de limite élastique ni d'allongement. Aussi on constate que tous les crochets en service se déforment rapidement et souvent se brisent sous l'effet des chocs, et cela d'autant plus que, par esprit d'économie, on remplace les grands ressorts à lames par des petits

ressorts en hélice à moindre résistance vive pour l'amortissement des chocs.

Il est donc utile de fabriquer ces crochets avec un métal d'une qualité supérieure, et c'est pourquoi la Société «Le Nickel» exposait :

1 crochet en fer, rompu sous charge de 24.000 kilogrammes.

1 crochet en acier à 3 % de nickel, charge maximum = 33.500 kilogrammes.

1 crochet en acier à 6 % de nickel, charge maximum = 37.000 kilogrammes.

Ces deux crochets en acier au nickel non rompus.

L'allongement de ces deux derniers crochets a été poussé à la machine à essayer jusqu'au maximum admissible en service, et cependant ces crochets étaient encore loin de se rompre, ainsi qu'en témoignaient des diagrammes exposés.

L'application de l'acier au nickel à la fabrication des crochets de traction donne ainsi toute satisfaction, puisque ceux-ci peuvent résister aux chocs les plus importants sans se rompre.

Rivets. — Les rivets en fer employés dans la construction des ponts, charpentes, chaudières, etc., se rompent toujours dans la tête et sous un effort inférieur à la résistance totale du fût. (Des spécimens de coupe de rivets communiqués par M. FRÉMONT étaient exposés.)

Le rivet en acier au nickel à 3 % donne, malgré cette faible teneur en nickel, des résistances supérieures aux rivets en aciers doux ordinaires.

Ainsi le rivet en acier doux donne à la traction une limite élastique de 25 kilogrammes environ, quand le rivet en acier à 3 % de nickel équivalent donne une limite élastique de 40 kilogrammes.

La résistance vive totale de ce dernier est aussi très supérieure à la résistance vive des rivets en acier doux ordinaire.

L'acier au nickel à 6 % permet d'obtenir à la traction une limite élastique atteignant jusqu'à 55 kilogrammes, ainsi qu'en témoignaient des diagrammes exposés.

Tubes de chaudières en acier à 26 et 50 % de Nickel. — L'usage de plus en plus répandu des chaudières à circulation d'eau dans les tubes a donné une très grande importance à la qualité des tubes et à leur résistance au feu, à l'oxydation et à la corrosion des liquides ou vapeurs acides qu'ils contiennent. Cette question est devenue

capitale lorsque, pour avoir une plus grande rapidité de chauffe, les marines ont adopté pour les torpilleurs les chaudières aquatubulaires, composées de faisceaux incurvés de tubes de faible diamètre. En effet, dans ces chaudières, une fois les tubes mis en place et rivés à leurs deux extrémités, il est impossible de les nettoyer intérieurement.

Il faut donc pour leur construction un métal qui soit non seulement très résistant, mais en outre le plus inoxydable possible.

L'acier de 25 à 26 % de nickel s'est imposé pour remplir ces conditions, et en 1900 quelques-uns de ces tubes avaient été déjà exposés par la Société « Le Nickel ».

En Angleterre, en Allemagne et en Amérique, les marines de guerre ont commencé à faire quelques applications des tubes en acier à haute teneur de nickel.

M. YARROW, au cours des expériences dont il a communiqué les résultats le 20 juin 1899 à l'Institut des Naval Architects, a démontré que les tubes en acier de 20 à 25 % de nickel résistent à l'action des gaz ou vapeurs surchauffées deux fois plus longtemps que des tubes en aciers ordinaires au carbone et qu'ils opposent à la corrosion des acides une résistance beaucoup plus longue que les aciers ordinaires.

La Société « Le Nickel » a demandé à M. LAMBERT, directeur des usines des corps creux de la Société de Travaux Dyle et Bacalan, à Louvain, de vouloir bien se charger de la fabrication des tubes en acier à haute teneur de nickel, pour en abaisser le prix de revient et arriver à ce que leur prix de vente ne soit pas prohibitif.

Pour démontrer d'une façon pratique la valeur des tubes en acier à 26 % de nickel, M. WERTH, directeur technique des hauts fourneaux, forges et aciéries de Denain et Anzin, après avoir fait une étude complète de ces tubes, leur a fait subir quelques déformations à froid. Le résultat en était exposé à Liège et on pouvait facilement remarquer qu'au cours de ces déformations sans criquer le métal avait subi des efforts très supérieurs à ceux imposés dans les conditions de réception les plus sévères.

Comme M. GUILLAUME, précédemment cité, a démontré que les aciers à 30 % de nickel sans chrome étaient absolument inoxydables et qu'ils avaient un coefficient de dilatation moindre que les aciers à 26 % de nickel, « Le Nickel » avait fait établir concurremment et avait exposé des tubes de chaudières de torpilleurs en acier à 30 % de nickel contenant moins de $\frac{1}{2}$ % de chrome.

Ces aciers de 26 à 30 % de nickel conviennent pour les tubes de

condenseurs, d'économiseurs, de chaudières, de torpilleurs, de locomotives, et, enfin, pour toutes les chaudières à circulation d'eau dans les tubes, quel qu'en soit le diamètre.

La remarquable Exposition de la Société « Le Nickel » lui a valu un Diplôme de Grand prix

LE FERRO-NICKEL, Société anonyme, 10, rue de Louvois, Paris.

Cette Société, qui a tant fait depuis vingt ans pour développer les applications du nickel, avait, à la Classe 64, une bien intéressante Exposition : au centre d'une vaste vitrine elle présentait tout d'abord comme Exposition rétrospective les spécimens d'acier au nickel fabriqués par les ingénieurs de la Société, en février 1889, en présence de M. James Riley, dans l'usine d'Hallside (près Glasgow), dont il était le directeur, et appartenant à la Steel Coy of Scotland. La Société « Le Ferro-Nickel » revendique en effet la priorité de date pour la découverte des alliages du nickel avec le fer et l'acier : nous nous contentons de signaler le fait, estimant n'avoir pas à prendre parti ici dans cette question d'antériorité.

Une grande panoplie de la fabrication des projectiles par la Société française des Munitions de chasse, de tir et de guerre (établissements Gévelot et Gaupillat) permettait de faire apprécier les propriétés du maillechort spécial (Cupro-Nickel) dont le type n° 3 a été adopté en 1886 pour la fabrication des enveloppes de projectiles du fusil Lebel et depuis par beaucoup d'autres pays.

La Société exposait en outre les produits commerciaux de fabrication courante de son usine, savoir :

A) Des lingots;

Des feuilles laminées;

Des barres étirées de divers profils;

Des fils tréfilés de tous diamètres;

Des tubes soudés et sans soudure;

1° En nickel pur et anodes,

2° En cuivre,

3° En laiton à divers titres,

4° En maillechort ordinaire à divers titres,

5° En maillechort spécial sans zinc (Cupro-Nickel),



FIG. 36. — Exposition de la Société « Le Ferro-Nickel ».

- 6° En ferro-nickel et en acier-nickel,
- 7° En ferro-maillechoirt à divers titres (Ferro-Bronze),
- 8° En aluminium et en alliages d'aluminium,
- 9° En bronze d'aluminium à divers titres,
- 10° En alliages de cuivre divers; demi-rouge, chrysocale-rouge, chrysocale-jaune, tombac, etc.

B) Des pièces moulées

- 1° En laiton à divers titres
- 2° En bronze blanc de nickel à divers titres,
- 3° En ferro-nickel et en acier-nickel,
- 4° En bronze d'aluminium,
- 5° En alliages d'aluminium

C) Une série d'objets montrant les diverses applications des métaux et des alliages ci-dessus à tous les articles métalliques de quincaillerie et de serrurerie du bâtiment, aux constructions mécaniques et électriques, aux articles de Paris, orfèvrerie, coutellerie, horlogerie, à l'automobile, à l'ameublement, aux wagons de chemins de fer, aux bateaux, etc.

La Société « Le Ferro-Nickel » fut fondée en 1882 sous le titre de « Fonderie de Nickel et Métaux blancs » par un groupe d'intéressés de la Société « Le Nickel » et sur l'initiative de M. Marbeau; son but était de vulgariser et de développer l'emploi du nickel, jusqu'alors très limité. Elle ne possédait alors qu'une fonderie rue de Château-Landon, à Paris.

En 1884, elle se transformait, augmentait son capital, prenait le titre de Société « Le Ferro-Nickel » et achetait l'Usine de Lizy-sur-Ourcq (Seine-et-Marne), où elle continuait la fabrication des maillechoirts, des bronzes blancs, des laitons, des alliages de cuivre, etc. fondus et moulés, laminés, étirés, tréfilés, etc., pendant qu'elle poursuivait les études et les recherches commencées dans sa fonderie de Paris.

Elle créa alors et fit breveter les alliages suivants

1° Sous le nom de Ferro-Maillechoirts, un alliage ternaire, fer, cuivre et nickel.

2° Sous le nom de Maillechoirt spécial un alliage binaire (cuivre et nickel) sans traces de zinc et ne contenant en dehors des deux métaux alliés qu'un ensemble de 0,40 à 0,60 % d'autres métaux

nécessaires à leur préparation. C'est un de ces maillechorts qui fut adopté pour la fabrication des enveloppes de balles du fusil Lebel.

En même temps la Société poursuivait ses travaux concernant les alliages de fer et de nickel et des essais étaient faits tant au creuset que sur sole, à sa fonderie de Paris ou de Lizy-sur-Ourcq, ainsi que dans des usines indépendantes de la Société, telles que Montataire, Imphy, Le Creusot, Newton (près Glasgow). Ces essais furent assez concluants pour qu'en 1889 la Société « Le Ferro-Nickel » pût présenter à l'Exposition de Paris une série de spécimens et en particulier un échantillon de Ferro-Nickel doux, non magnétique et ne prenant pas la trempe, qui fut très remarqué.

Elle s'est attachée depuis plus spécialement à perfectionner les alliages renfermant plus de 20 à 25 % de Nickel pour en faciliter l'emploi dans les constructions mécaniques, où ils étaient peu utilisés en raison de la difficulté de les travailler à froid par les machines-outils usuelles. Ce résultat a été obtenu en incorporant dans ces alliages certains métaux dits réfractaires, chrome, tungstène, molybdène, titane, etc., fabriqués au four électrique par la Société « La Néo-Métallurgie », fondée en 1895, par la Société « Le Ferro-Nickel » et dont les usines sont à Rochefort-sur-Mayenne. Nous ne faisons que mentionner cette Société filiale de celle qui nous occupe : elle exposait à Liège dans la Classe 64 (Électro-Chimie).

Nous ne nous étendrons pas sur les emplois variés et innombrables du Ferro-Nickel et de l'Acier-Nickel. Tout le monde sait aujourd'hui qu'au moyen de préparations appropriées, ce métal se prête à tout travail et aux suggestions de l'art aussi bien qu'à celles de l'industrie, aux constructions navales, matériel de guerre, artillerie, etc.

Parmi les applications intéressantes du Ferro-Nickel, nous signalerons des lingots de dilution à 50 % et 75 % de nickel, employés dans les aciéries pour obtenir les premières qualités d'aciers au nickel.

Nous notons aussi les fils de Ferro-Nickel (type 4 X) qui, avec les fils de Maillechort, constituent les fils des plus hautes résistances électriques. La Société « le Ferro-Nickel » exposait également des spécimens de monnaie de 10 et de 5 centimes, frappés à la Monnaie de Paris et exécutés en Ferro-Bronze, alliage inoxydable, inaltérable, solide, sans odeur et d'une teinte *sui generis*, et qui pourrait être employé pour la fabrication des monnaies de billon, à base de nickel.

La Société « Le Ferro-Nickel » occupe dans son usine environ 150

ouvriers. Sa production de ferro-nickel tenant 25 % de nickel et avec 0,4 à 0,5 % de carbone est d'environ 50 tonnes : la fusion s'en fait au creuset. Cet alliage donnerait une résistance de 61 kilos avec un allongement de 48 %. La principale production est le maillechort dont le tonnage annuel est de 500 tonnes environ.

La Société « Le Ferro-Nickel » avait obtenu en 1900 à Paris une Médaille d'or : son Exposition à Liège lui a valu un Diplôme d'honneur.

M. CHARPENTIER-PAGE, à Valdoie (Territoire de Belfort).

Cette maison qui, depuis 1890, s'est toujours activement occupée de la transformation de l'aluminium et de son application dans l'industrie, avait à Liège une remarquable Exposition. M. Charpentier présentait tout d'abord, en application sur un panneau de velours, des tôles et feuilles laminées, des cornières, des barres, des moulures et profilés divers destinés principalement à la carrosserie et à la construction automobile : on y voyait aussi des frotteurs en aluminium pour prise de courants sur trolleys et tramways.

Dans une vitrine spacieuse on remarquait des ébauches en aluminium embouti pour la fabrication des fusées, des étuis de cartouches de guerre, des balles en aluminium pour la repression des émeutes, des douilles Hotchkiss de 37 millimètres et un lot de fusées, système Schneider-Canet, faites d'un bronze d'aluminium spécial à l'usine de Valdoie. Des caisses de tambours et des gamelles en aluminium du type de l'armée japonaise complétaient cette Exposition des applications tous les jours plus étendues de ce métal léger.

Les établissements de Valdoie, fondés en 1852 par M. Michel Page auquel a succédé ensuite son gendre, M. G. Charpentier, se sont occupés, à leur origine, de la fonderie, du laminage et tréfilage des cuivres, laitons et alliages, ainsi que de la fabrication des fils d'or et d'argent faux.

Depuis 1891, M. Charpentier, après de nombreux essais et des efforts persévérants et laborieux, y a adjoint la transformation et les applications de l'aluminium et a su dans cette industrie, qui lui est redevable en partie de son développement, acquérir une réputation justement méritée.

Les usines sont au Valdoie et à Pont-de-Chérury (Isère). Un personnel de 126 employés, contremaîtres ou ouvriers, y est occupé. L'outillage s'y compose de trains de laminoirs à tôles, pouvant

produire des feuilles d'aluminium de 4 mètres de long sur 1 m. 20 de large; des trains d'étirage, des tréfileries par machines multiples, des machines à étirer, à dresser, etc. La force motrice à l'usine de Valdoie est fournie par trois turbines hydrauliques de 20 chevaux chacune, ainsi que par un moteur à vapeur de 80 chevaux.

La succursale de Pont-de-Chéruy, moins importante, possède une roue hydraulique et une machine à vapeur de 20 chevaux.

Les déchets sont soigneusement triés par catégories, classés suivant leur origine et réemployés dans les alliages de bronze d'aluminium : les sous-produits, tels que bains de décapage, acides, oxydes, etc., sont traités en vue de recueillir les métaux.

Le chiffre de vente dépasse annuellement un million : indépendamment des ventes en France, une partie des produits est exportée en Allemagne, en Suisse, en Belgique, en Italie, en Espagne, en Angleterre et enfin au Japon, auquel une importante fourniture de gamelles a été faite en 1904.

Les principales fournitures faites à l'Administration française se composent de tringles d'aluminium ou d'alliage spécial pour la fabrication des fusées, ainsi que des livraisons de tôles, barres et cornières à la Marine.

De minutieuses expériences ont toujours été faites à l'usine du Valdoie, pour étudier la possibilité d'utiliser les fils d'aluminium en télégraphie et en électricité, ce qui, lorsque les cours du cuivre sont élevés au-dessus de 70 livres environ, permettrait d'envisager un débouché d'une importance considérable pour l'aluminium. En effet, la conductibilité de l'aluminium pur, c'est-à-dire dont le degré de pureté est au minimum de 99 %, est 0,62 à 0,63 de celle d'un conducteur en cuivre de même section : par contre, la densité du cuivre est d'environ 3,3 fois celle de l'aluminium. On obtiendrait donc un conducteur d'égale résistance, en employant un poids d'aluminium un peu inférieur à la moitié du poids du cuivre qui serait nécessaire.

L'avantage existerait donc pour l'établissement de conducteurs nus, car en ce qui concerne les conducteurs isolés, la surface extérieure du conducteur d'aluminium étant supérieure à celle du cuivre, le poids de l'isolant employé augmente sensiblement. Mais il semble qu'il faudrait envisager l'emploi de l'aluminium pur, car l'alliage du cuivre et de l'aluminium qui, en entraînant une diminution assez importante de la conductibilité (tout en la laissant supérieure à celle qui est exigée par l'Administration des Télégraphes), augmente la résistance mécanique, a par contre l'inconvénient de rendre

l'aluminium altérable sous l'influence des variations et intempéries atmosphériques.

Une expérience pratique a été faite en 1896, par l'Administration des Postes et Télégraphes, dans le but de substituer les fils d'alliage d'aluminium aux fils de bronze pour les lignes téléphoniques. Ces fils ont été fournis par M. Charpentier, de qui nous tenons, ces renseignements.

Les conditions étaient les suivantes :

- 1° Diamètre du fil d'aluminium : 2 millimètres;
- 2° Charge totale à supporter avant la rupture : 78 kilogrammes, correspondant à 24 kilogrammes 800 par millimètre carré;
- 3° Allongement permanent ne dépassant pas 5 %;
- 4° Les fils devant supporter au moins 6 pliages à angle droit sur un arrondi de 6 millimètres.
- 5° Résistance électrique ne devant pas dépasser, à 18° centigrades 13 ohms légaux, 60 centièmes par kilomètre;
- 6° Le poids de mètre de fil devant être inférieur à 9 grammes 4;
- 7° Les fils devant être livrés en couronnes sans soudure ayant au moins 500 mètres de longueur.

Les essais faits par l'Administration sur sept échantillons sont consignés au tableau suivant :

NUMÉROS des couronnes essayées.	TENSION de 78 kilos.	ALLONGE- MENT sur 1 mètre.	TENSION de rupture.	ALLONGE- MENT à rupture.	PLAGE arrondi de 6 millim. rayon.	CHARGE de rupture par millimètre carré.	POIDS du mètre.	DIAMÈTRES en millimètres.	RÉSISTANCE électrique du kilomètre à 18°.	CONDUCTI- BILITÉ.
CONDITIONS imposées	78 kilos au moins.	0 m. 05 au plus.	78 kilos au moins.	»	6 millim. au moins.	»	9 gr. 4 au plus.	»	13,60.	»
	4/10 Bonne	0 m,004	91 ^k	0 m,010	10,8	29 ^k ,0	9 ^{gr} ,10	2,00	11,90	45,73 %
	5/10 id.	0 m,004	87 ^k	0 m,012	8,8	27 ^k ,7	9 ^{gr} ,00	2,01	12,08	45,04 %
	6/10 id.	0 m,004	93 ^k	0 m,012	6,10	29 ^k ,6	8 ^{gr} ,90	2,00	11,95	45,54 %
	7/10 id.	0 m,005	98 ^k	0 m,014	10,6	31 ^k ,2	8 ^{gr} ,80	2,00	12,00	45,35 %
	8/10 id.	0 m,004	97 ^k	0 m,016	10,9	30 ^k ,9	8 ^{gr} ,90	2,01	12,025	45,25 %
	9/10 id.	0 m,003	96 ^k	0 m,013	10,10	30 ^k ,5	8 ^{gr} ,95	2,01	12,09	45,01 %
	10/10 id.	0 m,004	94 ^k	0 m,015	9,9	29 ^k ,9	8 ^{gr} ,75	2,00	12,00	45,35 %

Comme suite à ces essais de laboratoire, une ligne d'essai de 5 kilomètres a été installée en septembre 1897.

Malheureusement, comme nous le disions plus haut, à plusieurs reprises au cours du fonctionnement, des ruptures de la ligne se sont produites, le métal devenant extrêmement cassant et d'une fragilité excessive par suite d'une altération profonde dans la constitution moléculaire sous l'action des agents atmosphériques et du passage du courant.

Il n'est pas à notre connaissance que d'autres expériences pratiques aient été tentées : il est vraisemblable que la solution de ce problème, surtout en présence des hauts prix du cuivre, doit toujours être l'objet de recherches de la part d'industriels tels que M. Charpentier-Page, à qui le Jury de l'Exposition de Liège a très justement attribué une Médaille d'or.

M. H. HERRENSCHMIDT, ingénieur, à Le Genest (Mayenne).

M. Herrenschmidt qui, après avoir été le promoteur de l'exploitation des mines d'antimoine de la Lucette, reconnut le premier le parti qu'il était possible de tirer du traitement des quartz aurifères de cette région, fait, par l'exposition de deux tableaux et de nombreux échantillons, l'exposé de ses travaux sur « l'or en France » et sur le « Vanadium ». Une première étagère, consacrée à ce dernier métal, met sous les yeux du public :

Du minerai de vanadium et du minerai de plomb argentifère de Santa-Marta (Espagne);

De l'acide vanadique;

Des vanadates de soude, de chaux, de baryte, de cuivre, de fer, de nickel, de baryum;

Du ferro-vanadium, du vanadium-métal, du nickel vanadié, du cobalt vanadié, ainsi qu'un alliage, que M. Herrenschmidt dénomme métal type Renault et que l'on peut incorporer dans les cuivres et les laitons pour leur donner une haute résistance. A titre de comparaison, M. Herrenschmidt exposait deux cylindres du même poids, l'un en aluminium, l'autre en laiton vanadié.

Une deuxième étagère renfermait les échantillons de minerais aurifères ou antimonieux suivants :

Minerais d'antimoine de la Lucette (Mayenne);

Quartz avec mispickels aurifères de la Lucette;
Minerai aurifère de la Bellière à Montrevault (Maine-et-Loire);
Minerais aurifères de la Creuse, de la Bessette (Puy-de-Dôme), de Poulvieux (Puy-de-Dôme), de la Vendée;

Échantillons auro-antimonieux de Martigné-Ferchaud (Ille-et-Vilaine), de Rive-de-Gier (Loire), de la Felgerette (Lozère).

M. Herrenschmidt, dans le but de faciliter les études et recherches susceptibles de développer l'industrie minière en France, a installé en 1902, à Bas-Coudray, près le Genest (Mayenne), un laboratoire industriel muni de broyeurs, de concasseurs, de tables à secousses pour enrichissement des minerais, ainsi que différents fours à réverbère ou à cuve, convertisseur, fours à creusets, four oscillant Piat, etc.

Un personnel de 25 ouvriers et de deux contremaîtres, y est employé.

La force motrice est de 15 chevaux de force hydraulique et de 45 chevaux-vapeur. Une installation électrique, destinée à l'éclairage, aux essais électrolytiques et à la marche d'un four électrique d'essai, complète l'usine-laboratoire de M. Herrenschmidt.

BELGIQUE

SOCIÉTÉ DES MINES ET FONDERIES DE ZINC de la Vieille-Montagne.

Cette importante Société, dont le nom est inséparable de l'histoire et des origines de l'industrie du zinc, est bien connue dans le monde entier : ses nombreux établissements industriels sont disséminés sur toute l'Europe et le nord de l'Afrique : plus de trois cents agences et dépôts sont répartis sur le monde entier, et elle a contribué, pour une grande part, au développement de l'industrie du zinc dans tous les pays.

Les origines de l'industrie du zinc sont assez confuses et la production de ce métal ne reposait guère que sur des procédés empiriques jusqu'au milieu du XVIII^e siècle où fut créé le procédé dit

Carinthien. Mais ce n'est qu'au commencement du ^{xix}^e siècle qu'on put obtenir, à un prix raisonnable, un zinc suffisamment malléable pour être laminé, par suite de la découverte, par le Liégeois Daniel Dony, d'une méthode de réduction du zinc et surtout d'un procédé pratique de condensation des vapeurs du métal produit.

De cette découverte dépend la création de la plus ancienne des usines de la Société de Vieille-Montagne, l'usine de Saint-Léonard, à Liège.

Les mines de zinc de Moresnet, aux confins de l'ancien duché de Limbourg et de la Principauté de Liège (^{xv}^e siècle) et dont le principal gisement était une montagne de calamine dénommée Altenberg (Vieille-Montagne), étaient connues de longue date et étaient exploitées depuis de longues années (le premier octroi de concession date du 15 juillet 1435), la mise à profit de ces gisements passant alternativement du système de la régie à l'amodiation et inversement.

En vue d'encourager les découvertes de Dony, le Gouvernement impérial, par décret du 24 mars 1806, les lui concédait moyennant une rétribution annuelle de 40.500 francs et une redevance sur les produits exploités.

Dony construisit l'usine de Saint-Léonard dans un faubourg de Liège et parvint en 1808 à obtenir le zinc à l'état de métal parfait et à un prix assez modéré : ce métal n'était, malheureusement pas encore au rang des métaux nécessaires et usuels : on ne connaissait pas la manière de s'en servir : on en ignorait les emplois et les applications : les ressources financières de Dony s'épuisèrent. Son usine fut reprise en 1813 par Mosselmann, et à la mort de celui-ci, en 1837, ses héritiers mobilisèrent son héritage en fondant une Société, au capital de sept millions de francs, qui prit le nom de Société de la Vieille-Montagne, traduction française du nom, Altenberg, de la mine de Moresnet. Telles sont les origines de la puissante Société qui nous occupe : outre la mine de Moresnet et l'usine de Saint-Léonard, son patrimoine se composait des deux petits laminoirs du Hom et du Houx, en France, et de l'usine d'Angleur en construction. Quelques mois plus tard, la Société acquit les laminoirs de Bray, en France, et de Tilff, en Belgique.

La Vieille-Montagne produisait alors 1833 tonnes de zinc : péniblement, cette production annuelle atteignit en 1854 le chiffre de 5.940 tonnes, pour s'élever successivement à 9.000 tonnes en 1850 et à 18.000 tonnes en 1855

Depuis cette époque, la Société de Vieille-Montagne ne cessa d'accroître son importance, soit en procédant à de nouvelles installations : soit en s'annexant par voie de fusion des établissements existants. A l'heure actuelle elle possède trente-sept établissements, centres d'administration, de commerce et de production métallurgique ou minière disséminés en Belgique, en France, en Algérie, en Tunisie, en Suède, en Allemagne, en Angleterre, en Italie, en Sardaigne, en Espagne et aux États-Unis d'Amérique.

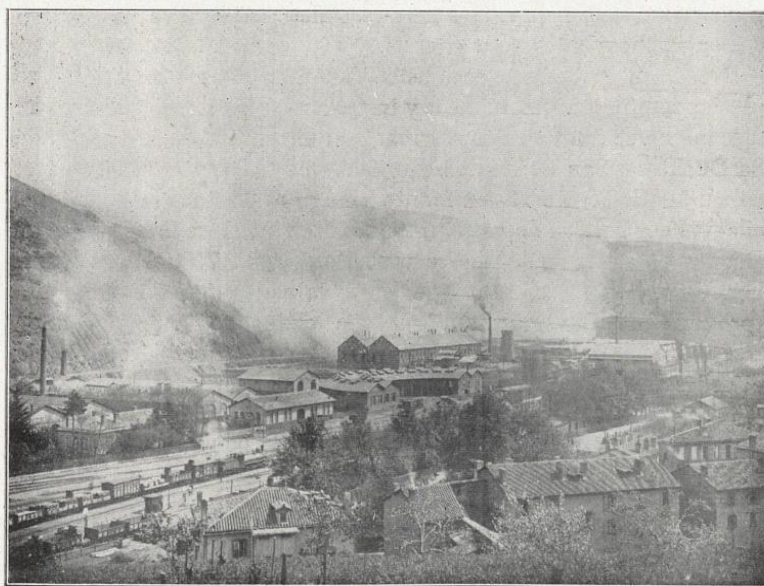


FIG. 37. — Vue des usines de Viviez.

C'est ainsi qu'en 1853 elle absorba, par fusion, les Sociétés de la Prusse Rhénane, de Valentin Cocq et de la Meuse avec les usines et charbonnages de Valentin Cocq et de Flône : elle s'implantait en Allemagne avec les usines du district de Bensberg (mines de blende et de galène argentifère de Nicolaus, de Lüdrich et de Grünewald; exploitation de calamine de Wiesloch; ateliers de préparation mécanique de Immekeppel, de Castor et de Silbersand), les fonderies de Mülheim et de Borbeck, les laminoirs et fours à griller la blende d'Oberhausen.

Elle acquit en 1855 les usines de la « Société du blanc de Zinc » à Bruxelles, Levallois-Perret et Hollogne; en 1857, les vastes gisements de blende, cuivre et cobalt d'Ammeberg, en Suède, dont l'usine de grillage produit actuellement plus de 30.000 tonnes de blends enrichies; concurremment avec les usines de grillage de Baelen-Wezel, construites en 1889 sur le canal de la Campine, près d'Anvers, outillée pour désulfurer 75.000 tonnes de blende et produire par le passage des gaz sulfureux dans plusieurs groupes de chambres de plomb plus de 60.000 tonnes d'acide sulfurique. Cette usine possède également les appareils nécessaires à la fabrication des superphosphates pour engrais.

Dès 1871, la Société de Vieille-Montagne acheta en Sardaigne plusieurs mines de calamine et y installa des ateliers de préparation mécanique et des fours de calcination : elle y possède les mines de Sa Duchessa, San Benedetto, Monte Agruxau, Montecani, Tamara, Santu Mialé, Monte Tasua, Monte Finugu et Santa Bra. Plus tard, elle fit l'acquisition de neuf mines de calamine dans la province de Bergame (Italie), dont elle tire annuellement 6 à 7000 tonnes de minerai. En Algérie, elle possède, outre la concession du Hammam (province de Constantine), dont elle tire actuellement plus de 15.000 tonnes de calamine, les mines de Ouarsénis (Alger) et Hamala et celles de Djebba en Tunisie.

Enfin, elle tire encore des minerais sulfurés de ses mines du Cumberland, qui produisent annuellement 12.000 tonnes, ainsi que des Pyrénées françaises et espagnoles, et elle possède, dans le Gard et l'Hérault, les concessions de l'ancienne Société des Zincs français.

De toutes ces mines, la concession de Moresnet, où l'on a puisé des minerais depuis plusieurs siècles et où la Vieille-Montagne seule a extrait plus de 2.300.000 tonnes de calamine et de blende, est la plus vaste, mais n'est plus la plus importante comme production : les mines du district de Bensberg (Allemagne) et celles d'Ammeberg en Suède, desservies par des laveries pouvant traiter journellement 200 à 300 tonnes de minerai, l'ont largement dépassée.

Pour terminer la nomenclature des établissements de la Société de la Vieille-Montagne, il nous reste à mentionner les laminoirs d'Hautmont (France), acquis en 1887, et enfin les plus importantes de leurs usines en France, celles de Viviez et de Penchot, dans l'Aveyron. L'usine de Viviez produit actuellement 15.000 tonnes de zinc brut par an : la totalité de ce tonnage peut être laminée à Penchot. Ces installations de l'Aveyron viennent d'être complé-

tées par l'adjonction d'une usine de grillage, d'une usine à acide sulfurique et d'une fabrique de superphosphates.

Le service des divers établissements de la Société de Vieille-Montagne est assuré par un personnel de près de 500 employés techniques ou administratifs et par 12.000 ouvriers.

La consommation de minerai de zinc, partie de moins de 11.000 tonnes en 1837, a atteint le chiffre de 203.000 tonnes en 1904.

La production de zinc brut est passée pendant le même laps de temps de 1833 tonnes (tonnes anglaises de 1.016 kilogrammes) à 84.000 tonnes.

La Vieille-Montagne vend annuellement environ 110.000 tonnes sous forme de zinc brut, zincs spéciaux, laminés, façonnés, oxydes de zinc, blancs de zinc.

Elle vend en outre des quantités importantes de sous-produits parmi lesquels : 6 à 7.000 tonnes de galènes, 4.000 tonnes de cendres plombo-argentifères et antimonieuses, 75.000 tonnes d'acide sulfurique, 12.000 tonnes de superphosphates.

Tout en faisant des amortissements importants et malgré les fluctuations des cours du métal et l'augmentation constante de la production générale du zinc brut, elle a distribué à ses actionnaires depuis l'origine un dividende moyen de 24 %.

Les cours ont, comme nous le disons plus haut, subi des fluctuations considérables : en effet, de 42 fr. 50 en 1837, le zinc atteignait en 1842 le cours de 82 francs, le plus haut qu'il ait atteint, pour se retrouver à 34 francs six ans plus tard. En 1857, il atteignait 68 francs pour tomber à 43 francs en 1862 : il subit encore plusieurs variations dont les plus vives l'amènèrent à 35 fr. 50 en 1885 : le cours était, au moment qui nous occupe, aux environs de 57 francs.

L'Exposition de cette importante Société était renfermée dans un pavillon spécial d'architecture élégante : on y remarquait les échantillons des différents minerais qu'elle exploite, des lingots de zinc brut, de toutes formes et dimensions, des tôles laminées ou perforées, plusieurs objets en zinc brut de qualité spéciale dite fonte d'art ; un grand modèle de brisis avec application de différents systèmes de couverture en zinc ; le modèle d'une maison de ville avec toiture en zinc ; le modèle d'un hangar couvert en zinc ; enfin des échantillons de blanc de zinc pour la préparation des couleurs.

Le Jury a attribué à la Société de la Vieille-Montagne un Diplôme de Grand prix.

COMPAGNIE FRANÇAISE DES MINES ET USINES D'ESCOMBRERA-BLEYBERG.

Bien que française, puisque son siège social est à Paris, cette Société exposait dans la Section belge, son siège principal d'exploitation et ses fonderies de zinc, de plomb et d'argent, se trouvant situés à Bleyberg, commune de Montzen (Belgique).

Son Exposition comprenait :

1^o Des échantillons de minerais bruts provenant de diverses mines de la Sierra de Carthagène : galène, carbonate de plomb, blende, calamine, pyrite de fer, minerais de fer, etc.

2^o Des échantillons de minerais provenant de la Mine « Santa Isabel » à Mazzaron : galène argentifère, argent natif, etc.

3^o Des échantillons de divers minerais de Castuera : galène, quartz, et des Mines de Linarès : granite, calcite, carbonate de plomb, chalcopryrite.

4^o Des produits de fabrication des usines de Bleyberg : lingots et divers échantillons de zinc brut destiné à la fabrication du laiton, au laminage et à la galvanisation ;

De la poussière de zinc ou « gris de zinc » destinée à la fabrication des produits à base d'aniline : des saumons de plomb doux « double raffiné » pour la fabrication du cristal et de la cêruse : du plomb antimonieux à teneurs variant de 8 à 24 % d'antimoine ;

Des saumons de plomb argentifère ; divers échantillons d'alliages argentifères, de litharge ; un gâteau d'argent de coupelle, etc.

5^o Les produits des usines d'Escombrera : plomb argentifère, échantillons de galène artificielle, etc. Enfin, dans la Section espagnole, la Compagnie d'Escombrera-Bleyberg exposait, outre des échantillons de minerais, un bloc de charbon pesant 2.300 kilos, provenant de l'exploitation d'une couche de 2 m. 90 d'épaisseur à Puertollano (Espagne).

La Compagnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleyberg fut formée en 1882 par la fusion de la Société anonyme belge de Bleyberg et de la Société anonyme française d'Escombrera.

I. *Exploitation en Belgique.* — Les mines et fonderies de zinc, de plomb et d'argent de l'ancienne Société de Bleyberg-es-Montzen sont situées sur la ligne de Welkenraedt à Aix-la-Chapelle.

Le filon exploité par la Société du Bleyberg, en Belgique, se

trouve dans le calcaire carbonifère et présente la particularité remarquable de couper sur plusieurs milliers de mètres le terrain houiller qui plonge en Hollande sous les terrains plus récents.

Ce filon est généralement très régulier, sa direction est SE-NO, son inclinaison est faible vers le NE, sa puissance est de 1 mètre environ. La minéralisation consiste en galène et blende rubannées, elle forme parfois des amas importants.

L'exploitation des mines de Bleyberg a été arrêtée, malgré de très puissantes machines, autrefois célèbres, par l'abondance des eaux. De nouvelles recherches seront vraisemblablement entreprises dans les vastes concessions de la Société.

Depuis la suspension des travaux de mines, les usines de Bleyberg sont alimentées par des minerais venant presque en totalité des mines que la Compagnie française d'Escombrera-Bleyberg possède en Espagne.

Ces usines renferment 40 fours de réduction pour le zinc, du système liégeois, des fours de grillage, un atelier de préparation des minerais et des résidus de fabrication.

Tous les appareils de broyage, de séparation, de mélange, de ventilation, sont activés depuis l'année 1900 par l'électricité. La force motrice est donnée par des turbines hydrauliques de 60 HP.

Elles contiennent une usine à plomb, avec fours à réverbère, demi-hauts fourneaux, fours de grillage et fours de coupellation pour l'argent. Plus les accessoires mécaniques actionnés par l'électricité.

L'établissement de Bleyberg possède de nombreuses maisons ouvrières, des écoles fréquentées par 350 à 400 enfants, une église, des caisses de secours, de prévoyance, un médecin, un pharmacien, un petit hôpital.

II. *Exploitation en Espagne.* — La Compagnie d'Escombrera-Bleyberg exploite dans la Sierra de Carthagène des gisements (couches et filons) situés dans les calcaires, au contact de ces roches avec les schistes inférieurs. Ces gisements se rencontrent fréquemment dans des soulèvements trachytiques ou dans leur voisinage.

Ces mines produisent des minerais de fer secs, des minerais manganésés, des galènes, des blendes et des calamines qui sont exportés ou fondus dans les usines du pays. Dans le district minier de Car-

thagène, comme c'est aussi le cas dans d'autres parties de l'Espagne, les mines sont fréquemment exploitées par des locataires (exploitations « à partido »). Ces partidos comprennent parfois l'exploitation d'une partie seulement de la mine. Ils sont fréquemment consentis par les propriétaires de mines, moyennant une redevance en nature, à des groupes d'ouvriers associés entre eux. Ce système est en quelque sorte la mise en pratique du principe de « la mine aux mineurs ».

La Compagnie d'Escombrera-Bleyberg possède à Escombrera-Carthagène une petite baie et des usines à plomb importantes, comprenant des fours pour la réduction du plomb, composés de demi hauts fourneaux, de fours Pils, de réverbères et des ateliers de préparation de minerais. Enfin, une cité ouvrière, avec école, église, etc.

Les mines que la Compagnie possède à Mazzaron sont situées entre les mines célèbres qui dominent la ville et les mines romaines du « Coto Fortuna ». Géologiquement, elles sont contenues dans les trachytes, ou au contact de ces roches éruptives, dans les calcaires et les schistes qui les avoisinent.

A Linarès, au Coto-la-Luz, la Compagnie exploite des filons de galène situés dans un vaste soulèvement de granit entouré de schistes siluriens. Un de ces filons est connu sur plus de 11 kilomètres de longueur, d'une ouverture large et régulière, dirigé NE-SO. Les travaux atteignent actuellement dans cette mine près de 600 mètres de profondeur. Ces mines sont pourvues d'installations mécaniques et électriques très complètes, pour l'extraction, l'épuisement, la ventilation, la perforation, la préparation des minerais, etc.

Dans les plaines de la Serena, près de Castuera, la Compagnie travaille des filons de plomb argentifère situés dans les schistes siluriens. Il existe dans cette région des vestiges importants de travaux de mines romaines.

Mentionnons, en passant, que la Compagnie d'Escombrera-Bleyberg a l'administration et la direction de la Société des Charbonnages de Puertollano, découverts par les fondateurs d'Escombrera-Bleyberg, remarquable gisement de 2 mètres 90 de puissance et donnant un charbon à longue flamme, propre aux usages domestiques et à la métallurgie.

La Compagnie d'Escombrera-Bleyberg poursuit depuis plusieurs années, dans les Hautes-Alpes, à Orpierre, des recherches qui accusent une forte minéralisation en zinc et en plomb, mais qui n'ont

pas encore été reconnues suffisantes pour justifier une exploitation rémunératrice.

La force motrice totale dont dispose la Compagnie d'Escombrera-Bleyberg dans ses exploitations est de 5.000 chevaux : le nombre des ouvriers varie de 2.600 à 3.000 et la production annuelle est, d'après la moyenne des cinq dernières années :

Minerais . . .	57.229 tonnes.
Métaux. . . .	14.280 —
Charbons . . .	175.000 —

La Compagnie des Mines et Usines d'Escombrera-Bleyberg, qui a déjà remporté de nombreuses récompenses aux grandes Expositions, a obtenu un Diplôme d'honneur à Liège.

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES A CUIVRE ET A ZINC DE LIÈGE

Cette Société, fondée en 1882 par la réunion de deux firmes bien connues de longue date, la Société Francotte-Pirlot et C^{ie} et les établissements H. Chaudoir, à Grivegnée, a son siège social à Liège, 105, rue Grétry, et ses usines à Liège, à Grivegnée et à Chênée.

Le nombre des ouvriers qui y sont occupés est de 450. La production est annuellement d'environ 9.000 tonnes pour une valeur de plus de 40 millions de francs. Elle se décompose en :

Cuivre rouge laminé	800 tonnes.
— en fils et barres	190 —
— en tôles	200 —
Laiton laminé	1.400 —
— fils et barres	700 —
Maillechort	160 —
Zinc laminé	3.500 —
Tubes laiton	980 —
Flans laitons	800 —
Divers	4 à 500 —

Son Exposition renfermait une belle et remarquable collection des produits de sa fabrication : des tubes en cuivre rouge et en laiton, sans soudures, pour locomotives ou pour sucreries; des tôles en cuivre rouge et en laiton, polies à la machine ou au laminoir; des

tôles en cuivre rouge pour foyer de locomotives; des feuilles de cuivre rouge et de laiton.

Des flans et cuvettes en laiton et en maillechort, pour cartouches et enveloppes de balles; des fils conducteurs et des lames de collecteurs en groupe pour dynamos, des fils de laiton et de cuivre rouge, des barres creuses en cuivre rouge, et enfin, diverses barres et baguettes laminées de différents profils en cuivre rouge ou en laiton.

Les produits très justement réputés de cette Société et sa belle Exposition lui ont valu un Diplôme de Grand prix.

MM. DE ROSÉE, CLÉMENT ET C^{ie}, à Moulins-Warnant.

Cette Société qui possède une fabrique de cuivre à Moulins-Warnant, près Yvoir (Belgique), exposait ses produits laminés, les produits de sa tréfilerie, les cuivres battus, ainsi que des emboutis en cuivre rouge et en laiton.

Elle présentait également des tôles pour foyers de locomotives et des chaudrons en cuivre jaune battus d'une seule pièce.

L'usine ne possède pas de fours d'affinage. Sa production est d'environ 900 tonnes de cuivre rouge et 300 tonnes de laiton.

Le Jury de la Classe 64 a attribué à MM. de Rosée, Clément et C^{ie} un Diplôme de Médaille d'or.

MM. VAN DE CASTEELE ET C^{ie}, à Bruges.

Cette maison possède à Bruges des laminoirs à plomb et à étain.

Elle exposait du plomb et de l'étain laminé, des tuyaux en étain pur et doublés. La production de ceux-ci s'élève à 400 tonnes environ.

Elle montrait également des fils de plomb, des feuilles d'étain pour l'emballage des chocolats, etc. Elle possède un laminoir de 3 mètres 10 de table et de 0 mètre 70 de diamètre.

La production totale de cette usine est d'environ 1.800 tonnes.

Le Jury de la Classe 64 a attribué à cette maison un Diplôme de Médaille d'argent.

ALLEMAGNE

DURENER METALLWERKE AKTIEN GESELLSCHAFT, à
Düren, Rheinland (Allemagne).

La Société des Usines métallurgiques de Düren a succédé en 1900 à la firme Hupertz et Harkort, fondée en 1885. Elle occupe dans ses usines de Düren (Prusse Rhénane) environ 500 ouvriers, ainsi que 50 ingénieurs ou employés. Quatre machines à vapeur fournissent une force motrice de 1500 chevaux. Les usines sont reliées au chemin de fer de l'Etat.

Elles se composent d'une fonderie, dont les matières premières, ainsi que les produits, sont rigoureusement contrôlés au laboratoire, et des laminoirs dégrossisseurs et finisseurs pour la fabrication des tôles, barrés, tringles, fils, etc., ainsi qu'une tréfilerie et de vastes ateliers mécaniques. La Société est au capital de 3.000.000 de marks.

La production annuelle atteint quatre millions de kilogrammes et est écoulée, tant en Allemagne qu'à l'étranger, à des usines particulières ou à des manufactures d'armes de différents Etats.

La fabrication des usines de Düren comprend : le laiton de guerre pour la fabrication des douilles de cartouches pour fusils et pour canons jusqu'aux plus gros calibres.

Les rubans de cuivre, laiton, tombac et bronze pour la fabrication des capsules, détonateurs, cartouches Flobert et articles emboutis.

Les flans pour monnaies en différents alliages. Le laiton de commerce et le tombac pour emboutissage et estampage, en planches,

feuilles, barres, tringles et fils, ainsi que le laiton pour usages spéciaux d'artillerie, fusées, etc.

Le cuivre rouge laminé et étiré en barres ou en fils pour usages électriques; le cuivre pour entretoise de locomotives, les bandes profilées pour ceintures de projectiles, les fils en bronze conducteur pour téléphone et télégraphe. Les feuilles en maillechort et celles en acier doublé de maillechort pour enveloppes de balles de guerre.

Les rouleaux d'impression, le bronze pour la gravure, les pièces moulées de toutes sortes en bronze phosphoreux ou en bronze ordinaire, les pièces estampées ou embouties, les lames pour piles et platines, le métal antifriction constituent également des produits de fabrication de la Société des usines de Düren.

Son principal produit sur lequel l'attention était appelée, consiste dans le métal dit Durana, dont la Société de Düren est le seul fabricant, et qui est un ferro-bronze très homogène. On sait que depuis de longues années déjà on a reconnu l'heureuse influence d'une addition de fer aux alliages de cuivre et de zinc : les premiers produits créés dans cet ordre d'idée furent le métal Muntz, puis le métal Delta vers 1880 : d'autres similaires furent créés en France et en Angleterre.

Par son procédé spécial, la Dürener Metallwerke est arrivée à réaliser autant qu'il est possible une combinaison chimique et à créer un bronze dont les éléments principaux, cuivre, zinc et fer, intimement liés jusque dans les particules les plus ténues, réalisent un métal parfaitement homogène : d'autres éléments secondaires peuvent intervenir avec leurs qualités particulières, de sorte que l'on obtient toute une série de bronzes préparés suivant le même procédé, mais possédant des qualités physiques et mécaniques différentes. La composition de certains bronzes spéciaux et leurs propriétés par conséquent peuvent être même si différentes de celles du métal Durana primitif, qu'il a paru utile de les répartir en trois classes :

1^o Les métaux Durana.

2^o Les bronzes manganéseux Durana.

3^o Les bronzes phosphoreux Durana.

Les métaux Durana se composent principalement de cuivre, de zinc et de fer en proportions différentes, suivant leur destination; ils

sont divisés en cinq sortes dont la dernière est destinée au moulage. Leurs avantages sont :

1° La malléabilité à chaud : les températures entre lesquelles le métal Durana reste malléable sont très distantes et ce métal porté au rouge, se laisse laminier en tôles, barres et fils, emboutir et estamper.

2° Des propriétés mécaniques remarquables comme on le verra par le tableau ci-dessous :

FORME DU MÉTAL	LIMITE d'Élasticité en kg. par mm ²	RÉSISTANCE à la rupture kg. par mm ²	ALLONGE- MENT pour cent	CONTRAC- TION pour cent	MODULE d'ÉLASTICITÉ
Tôles, alliages M et C9	de 20 à 60	de 43,2 à 63,0	de 36,4 à 11,0	de 61,0 à 58,5	1,054,000
Barres, alliages M et MS	de 15 à 60	de 42,5 à 67,0	de 38,0 à 4,5	de 57,5 à 35,0	
Pièces de forges, alliages MF et MS	de 25 à 30	de 48,0 à 50,0	de 22,0 à 20,0	de 32,0 à 50,0	

3° La résistance extraordinaire à l'oxydation et une grande indifférence à l'attaque de l'air, de l'eau saline ou de l'eau de mer et des solutions acides ou alcalines : bien entendu, comme tous les bronzes contenant du zinc, il est sensible aux actions galvaniques.

4° La propriété de remplir parfaitement les moules : les pièces coulées en métal Durana, propres, denses et saines, possèdent des propriétés mécaniques supérieures de 75 % à celles du bronze phosphoreux.

Aux hautes températures les moulages en Durana résistent mieux que ceux faits en bronze ou en bronze phosphoreux. Le professeur Stribeck, directeur de l'Office Central de Neubabelsberg, a montré

par une série d'expériences que les températures de 200° à 380° avaient peu d'influence sur le Durana.

Des essais officiels exécutés avec des éprouvettes détachées des pièces mêmes ont donné les résultats suivants :

Dénomination des pièces coulées.	Limite d'élasticité kg mm ²	Résistance à la rupture kg mm ²	Allonge- ment 0/0	Con- traction 0/0
Éprouvettes de pièces de machines diverses	18,0	41,5	33,8	38,6
Éprouvettes de coussinets de locomotive	20,0	45,0	25,0	35,0
Éprouvettes d'une hélice . .	20,5	47,5	22,0	32,0

Le bronze Durana manganésieux, le bronze phosphoreux, le bronze Durana au nickel, s'emploient tous les trois pour vis, boulons, axes et arbres soumis à de grandes fatigues, à des températures élevées et à l'influence de l'eau de mer, dans la construction de navires, de machines à vapeur, de locomotives et d'automobiles.

Les bronzes Durana manganésieux et phosphoreux possèdent une résistance extraordinaire à l'action de températures basses et élevées.

Les résultats à la traction de ces alliages sont, d'après des certificats officiels en moyenne les suivants :

Dénomination du métal	Limite d'élasticité kg mm ²	Résistance à la rupture kg mm ²	Allonge- ment 0/0	Con- traction	Module d'élasticité
Durana manganésieux	de 15,0	de 35,0	de 39,0	de 78,5	1,290,000
alliage MB VII	à 61,0	à 63,0	à 8,0	à 70,0	
Durana phosphoreux	40,0	44,5	32,5	75,5	1,216,000
alliage MMB					
Durana au nickel	de 30,0	de 50,0	de 20,0	de 57,0	—
alliage NH et NK	à 76,0	à 90,0	à 8,0	à 15,0	

Les propriétés physiques se trouvent dans le tableau ci-dessous :

Métal	Poids spécifique	Coefficient de dila- tion par 100 centigr.	Coefficient de retrait	Température de fusion en degrés centi- grades
Métal Durana	8,35 à 8,40	0,00171	0,0185	950
Durana manganésieux .	8,90	0,00165	—	1045
Durana phosphoreux .	8,88	0,00165	—	1056

Ces bronzes manganésieux ne contiennent pas de zinc; leur teneur de 96 % de cuivre est complétée par de l'étain, du fer et du manganèse : il est donc employé dans les constructions marines partout où il y a à craindre des courants galvaniques ou partout où l'acier ne peut être

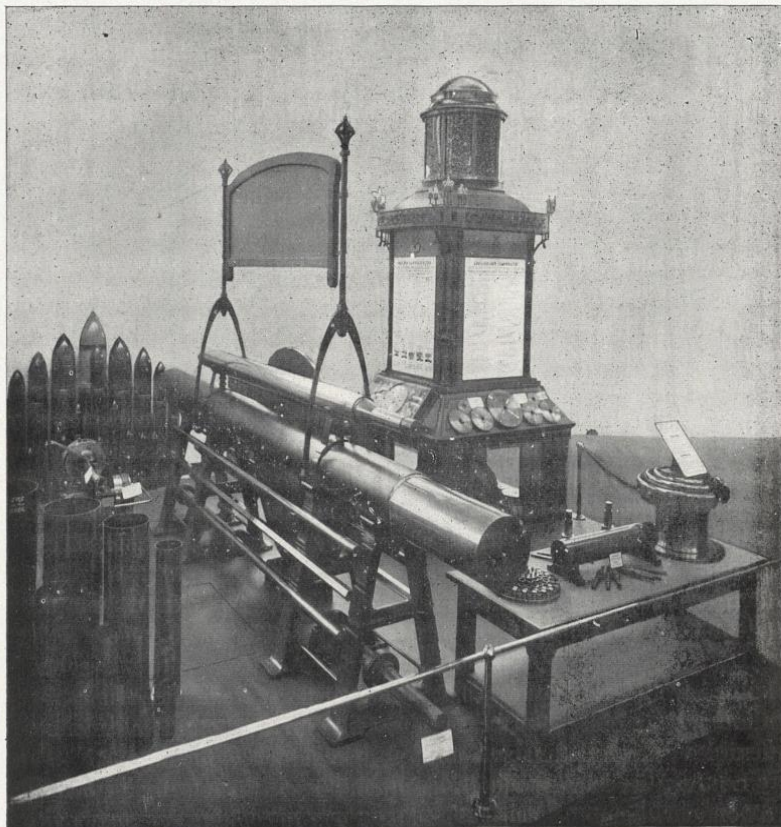


FIG. 38. — Spécimens des laitons emboutis de la Société « Dürener Metallwerke ».

employé à cause de la rouille, pièces d'hélices de propulsion, soupapes Kingston, etc.

Ces bronzes peuvent être laminés et forgés à chaud et résistent bien aux hautes et basses températures.

Jusqu'à 230°, ils conservent la même résistance et la même élas-

ticité, ce qui en rend l'emploi utile pour les entretoises de locomotives. Les bronzes phosphoreux Durana ne contiennent pas non plus de zinc : ils ne peuvent être forgés à chaud, mais peuvent être laminés à froid ou étirés en tiges ou en fils. Leurs qualités d'élasticité et de résistance restent à peu près constantes entre 0° et 280°.

La Dürener Metallwerke Actiengesellschaft a obtenu à l'Exposition de Liège un Diplôme de Grand prix.

DEUTSCHE WAFFEN-UND MUNITIONSFABRIKEN, à Berlin et Karlsruhe.

Cette importante Société a été fondée en 1897. Elle possède de vastes ateliers à Berlin-Martinikenfelde et à Karlsruhe (Grand-Duché de Bade). Elle y occupe environ 6.000 ouvriers et ouvrières.

Elle fabrique plus spécialement les cartouches, douilles en métal, balles, chargeurs, capsules, gargousses; les machines à fabriquer et reviser les cartouches, machines à charger, à capsuler, à sertir, en un mot les installations complètes pour cartoucheries; les machines à frapper les monnaies, les machines à étirer, les machines à timbrer les lettres, les téléphones automatiques; les tuyaux flexibles métalliques étirés d'une pièce sans soudure, les gourdes et gobelets en aluminium, les jantes pour bicyclettes en aluminium, les pièces embouties et pressées pour bicyclettes, les roulements à billes marques D. W. F.; enfin les fusils, carabines, revolvers, canons et mitrailleuses.

Dans la Classe 64, cette Société exposait des douilles étirées en laiton, des gourdes, gobelets et équipements pour tentes en aluminium, des jantes pour bicyclettes en aluminium et des tuyaux flexibles en métal sans soudure.

Le Jury de la Classe 64 a attribué à cette Société un Diplôme d'honneur.

RUSSIE

USINE ÉLECTROLYTIQUE NICOLAEFF. J.-N. Société anonyme, à Moscou (Russie).

Cette firme métallurgique russe, la seule de ce pays qui ait exposé ses produits à Liège (la Société du Sud-Oural n'ayant présenté que des albums et des dessins), possède une usine assez importante, située à 6 kilomètres de Moscou, dans un centre industriel bien desservi pour le transport des matières premières et des produits.

L'usine occupe une superficie de 35.620 mètres carrés dont 7.770 mètres carrés sont couverts d'ateliers : des agrandissements sont projetés.

Cette usine a pour spécialité le raffinage des métaux des matières premières généralement considérées comme n'ayant aucune valeur industrielle.

Les limailles, les scories, les coupures de fers-blancs, les terres de fonderies, les vieux objets, dorés et argentés, les minerais très pauvres en métal, et généralement tous les déchets et rejets de différentes industries, y sont transformés en or pur, argent, cuivre, métaux d'antifriction, alliages utiles et compositions chimiques.

La production de l'usine est très variée et atteint des proportions notables, comme on peut en juger d'après le tableau suivant :

Cuivre électrolytique en lames et lingots	500 tonnes.
Cuivre de fusion en lingots	115 —
Bronze phosphoreux	200 —
Alliage (métaux d'antifriction, de ligature, de soudure, etc.)	800 tonnes.
Tubes en plomb et autres produits en plomb	320 —
Argent	1 —
Or	0.040
Sulfate de cuivre	320 tonnes.
Sulfate de fer	240 —
Autres produits chimiques, environ	1 —

En tout on produit annuellement près de 2.500 tonnes pour une somme de 5.000.000 de francs.

La matière première actuellement employée est principalement la limaille et le vieux cuivre, dont la consommation atteint 1.600 tonnes.

Les anodes utilisées ont deux provenances différentes :

Les unes sont obtenues par la fusion des mattes d'une teneur minima de 50 % de cuivre et contiennent du soufre, les autres proviennent de la fusion de la limaille d'une teneur en cuivre de 75 à 80 %.

Le cuivre raffiné est de 99.8 % à 99.9 %.

L'emploi du procédé électrolytique, beaucoup moins coûteux que la préparation du cuivre par la voie de la métallurgie pure, permet, en outre, de réduire la fabrication métallurgique à la production exclusive des mattes, dont le cuivre pur est retiré par l'électrolyse.

De la sorte, devenant le consommateur de la métallurgie, l'usine électrolytique contribue à son développement.

Dans des pays comme la Russie, où d'une part il y a beaucoup de gisements de cuivre d'une faible teneur et où, d'autre part, le manque d'ingénieurs et d'ouvriers expérimentés rend difficile l'affinage métallurgique du cuivre, l'électrométallurgie est le seul procédé capable d'assurer l'utilisation rationnelle des richesses minérales du pays.

La production actuelle du cuivre en Russie n'est même pas suffisante pour les besoins du pays et on y importe 3.000 à 5.000 tonnes de ce métal.

Une autre considération parle en faveur de l'électrométallurgie; elle permet seule, notamment, de retirer presque sans frais les petites traces d'or et d'argent qui accompagnent les minerais de cuivre.

Cependant, ces petites quantités, faibles proportionnellement à la masse de cuivre, ne sont nullement négligeables et forment un débit important dans la production annuelle.

Frais de production. — La matière première généralement employée étant formée de déchets et rejets de la métallurgie, les principaux frais de production sont ceux du combustible et de la main-d'œuvre.

Combustible. — La dépense annuelle de combustible peut être

évaluée à 2,900 tonnes qui se décomposent de la façon suivante :

Goudron pour la chauffe des chaudières	2.000 tonnes.
Tourbe	750 —
Coke	112 —
Anthracite	27.5 —
Charbon de bois pour les besoins métallurgiques . .	14.5 —

Main-d'œuvre. — L'usine occupe 210 hommes, y compris la main-d'œuvre et le personnel technique et commercial.

Marche de la production. — La marche de la production est indiquée par la description des différentes sections de l'usine.

I. *Section Trieuse.* — Les produits bruts — la matière première, pour ainsi dire, de l'usine — sont à leur arrivée soumis à une préparation préalable dans la section dite « Trieuse ».

Cette préparation consiste dans le nettoyage et le triage.

La limaille de fer est préparée par l'action des aimants.

La section est desservie par un moteur à pétrole de 16 HP qui actionne :

- 1 mortier à 12 pilons pour briser les scories, quartz, limailles, etc.;
- 2 moulins à boules;
- 2 tamis plats;
- 2 séparateurs magnétiques.

Le caractère de travail accompli dans cette section est nettement indiqué par le genre de l'outillage employé.

II. *Section de Fusion.* — De la première section « Trieuse » les atériaux, débarrassés de fer, passent à d'autres sections.

Le vieux cuivre, les minerais de cuivre, les scories, les terres de fonderie, etc., entrent dans la section dite de « Fusion », où on fond les plaques anodiques contenant 75 à 85 % de cuivre.

La section prépare aussi du cuivre pur par la voie métallurgique.

L'appareillage se compose de :

1 outillage pour préparer et dessécher les briquettes de minerais, scories, etc., préalablement montés;

1 four à cuve, calculé pour la production de 20 tonnes par four environ;

2 fours de speiss pour l'affinage et le raffinage du cuivre;

1 four réfractaire pour le raffinage des métaux blancs.

III. *Section d'Étain.* — Les morceaux de fer-blanc sont soumis à l'action du courant électrique dans la section « d'Étain », où une génératrice de 12 kw. débitant 600 A, fournit le courant nécessaire pour l'oxydation de l'étain sur la surface du fer-blanc; cette opération se produit dans une solution alcaline contenue dans 6 cuves électrolytiques; la régénération d'électrolyte se fait dans 9 réservoirs en fer, et le produit final, l'oxyde d'étain, revient dans la section « de Fusion », où on le transforme en étain métallique.

IV. *Section de Plomb.* — Les vieux matériaux et les morceaux de plomb servent à la production des tubes, du fil et des plombs.

L'outillage de cette section se compose de :

- 1 pompe hydraulique à double effet;
- 2 presses hydrauliques pour la fabrication des tubes et du gros fil;
- 8 assortiments complets pour couler les plombs de diverses dimensions;
- 1 outillage complet pour les fils fins;
- 2 fours à fusion.

V. *Section Électrolytique.* — Les plaques anodiques servent au raffinage électrique de 500 tonnes de cuivre par an.

L'outillage se compose de :

- 240 cuves en bois, garnies intérieurement de plomb;
- 4 génératrices de 30 kw. produisant le courant de 300, 400 et 500 ampères.

La difficulté de l'opération, due à la faible teneur de cuivre dans les anodes (76 à 85 %), oblige d'employer des procédés pour la circulation et la régénération de l'électrolyte.

On ne doit pas exagérer la vitesse de l'opération et le rendement de cuves, si on veut raffiner du cuivre pur.

D'habitude, on ne dépasse pas 20 ampères par mètre carré.

La densité du courant ne peut être augmentée que lorsqu'on se sert des anodes contenant de l'or et préparer des matériaux très soigneusement assortis.

La distance entre les électrodes ne dépasse pas 5 centimètres.

Pour cette distance, la tension entre les bornes d'une cuve atteint 2.7 volts au lieu du chiffre normal de 2.5 volts. Cette augmentation de la tension provient de la faible teneur du cuivre dans les anodes.

Tous les contacts des cuves sont amalgamés. Les conducteurs

employés sont des barres de cuivre de 250 millimètres carrés de section.

Le rendement des machines est de 82 à 84 %.

Les pertes de l'énergie dans tout l'établissement, en comptant les pertes joules dans le cuivre et les contacts, les fuites de courant, les pertes électriques, magnétiques et mécaniques dans les dynamos, ne dépassent pas 27 à 28 %.

Il reste après l'électrolyse des oxydes de métaux blancs et des oxydes d'or et d'argent; les premiers sont transformés en métaux blancs dont on fabrique des métaux d'antifriction.

Pendant l'électrolyse, on se sert de 12 pompes à vapeur, résistant aux acides, pour produire le mouvement de l'électrolyse et d'aspirateurs pour agiter le liquide par le courant d'air.

On renouvelle l'électrolyte en rapport de 10 % par jour.

L'usine possède 67 appareils et réservoirs pour conserver, nettoyer et régénérer l'électrolyte; on le régénère (4 à 5 % Cu et 6 % $H^2 SO^4$) à l'aide de l'oxyde de cuivre.

L'électrolyte complètement usé sert à la fabrication des sulfates.

VI. *Section des Sulfates.* — Dans la section destinée spécialement à cet usage, on retire le reste de cuivre en le précipitant à l'aide des vieilles ferrailles et des débris de fonte.

L'opération se fait dans des cuves à trois compartiments; la ferraille se place dans les compartiments de côté; au centre se meut un piston percé de trous pour mettre le liquide en mouvement, ce qui fait que le précipité se détache et devient plus pur.

La consommation de fer atteint le double du poids de cuivre.

Le cuivre de ciment, obtenu par ce procédé, est utilisé à l'usine. Additionné à d'autres matériaux, il sert à la préparation du sulfate de cuivre, dont une partie est employée au renouvellement de l'électrolyte, la plus grande partie étant mise en vente. Annuellement, on produit jusqu'à 320 tonnes de sulfate ($Cu SO^4. 5 H^2 O$).

L'acide sulfurique contenu dans le liquide sert à la fabrication du sulfate de fer ($Fe SO^4. 7 H^2 O$).

La section est desservie par :

6 cuves pour former les cristaux;

18 cristallisoirs;

15 réservoirs pour conserver les solutions;

2 centrifuges pour dessécher les cristaux;

Et 290 mètres de canaux de cristallisation.

VII. *Section de Fonderie.* — Les résidus de l'électrolyse, les oxydes des métaux blancs, sont transformés définitivement dans les fonderies de l'usine en alliages divers : bronzes, métaux d'antifric-tion, alliages phosphoreux, ligatures, soudures, etc., en quantité totale de près de 900 tonnes par an.

La section est desservie par :

- 14 creusets pour les bronzes et alliages durs;
- 1 four pour la sublimation du zinc;
- 1 robinet pour couler des soudures;
- 5 fours pour la fusion;
- 1 outillage complet pour couler des lingots.

VIII. *Section d'Or.* — Les résidus contenant de l'or et de l'argent sont traités dans cette section en vue de la séparation et du raffinage des métaux précieux. On obtient ainsi jusqu'à 40 kilos d'or et 1.000 kilos d'argent par an.

La séparation de l'or et de l'argent se fait par la voie électrolytique.

En outre, la section produit les sels de nickel, de chrome, etc, pour lesquels on emploie une certaine quantité de fours, d'installations électrolytiques et de cristalliseurs.

L'argent est mis en vente en lingots métalliques et l'or sous forme de lingots, de AuCl^3 et de vernis d'or, employé sous le nom d'or liquide à la dorure des porcelaines.

Cette dernière fabrication rivalise avec la production étrangère, bien que les tarifs douaniers ne la favorisent point. En effet, les frais de douane ne dépassent pas 1 franc par kilo, comme pour le vernis ordinaire, ce qui est négligeable en comparaison avec le prix de vente de 670 francs par kilo.

Machinerie et sections accessoires de l'usine. — *Chaudières.* — La vapeur est fournie par deux groupes de chaudières de deux unités chaque. La surface totale de chauffe est de 220 mètres carrés.

L'eau est fournie par un puits artésien débitant 150.000 litres par jour.

Salles des machines. — Dans deux salles de machines se trouvent : 3 moteurs à vapeur d'une puissance totale de 110 chevaux, 1 moteur à pétrole de 16 chevaux, 5 dynamos pour l'électrolyse de 48 kw. et 2 dynamos pour l'éclairage, 1 ventilateur de Routh, débitant 100 mètres cubes d'air par minute, 2 pompes à air à haute pression, 1 atelier mécanique pour les réparations et le re-

montage des machines, ainsi que de petits travaux de construction, collecteurs, etc.

Laboratoires. — L'usine possède deux laboratoires :

Le laboratoire technique pour les essais des matériaux, des bronzes, des métaux d'antifriction, au point de vue de frottement des coussinets, etc., est muni, entre autres, des appareils de contrôle Chauvin et Arnoux, du pyromètre de Chatelier et du spectrophomètre de Violle.

Le laboratoire de chimie est muni de l'appareillage d'analyse et des appareils automatiques pour la mesure de tensions aux bornes des cuves dans la section électrolytique.

La Société anonyme des usines électrolytiques Nicolaeff a obtenu une Médaille d'or.

JAPON

Le Japon, nous l'avons dit, était représenté, au point de vue métallurgique, par quatre Sociétés productrices de cuivre, auxquelles le Jury n'a pas eu à attribuer de récompenses, ces Sociétés ne concourant pas.

LA COMPAGNIE FUJITAGUMI (Société en commandite),
à Kitaku, Dojima-Kitamachi, Osaka.

Cette Société exposait des échantillons de cuivre préparé par les procédés électriques avec des minerais provenant de la mine de Kosaka, dans le département d'Akita.

COMPAGNIE MITSUBISHI, à Yaésumachi.

Cette Société en commandite, dont le siège social est à Tokyo, exposait des échantillons de lames de cuivre de cathode et de

cuivre électrolytique en barre, fabriqués par les procédés électriques à l'usine de raffinage d'Osaka avec du cuivre brut aurifère et argentifère provenant des usines de Yoshioka, d'Osuruzawa, d'Arakawa, de Sado, d'Ikuno et de Takara.

Cette Société exporte à l'étranger ces lames de cuivre par les soins d'une agence qu'elle a instituée à Kobe.

Sa production est d'environ 5.000 tonnes.

COMPAGNIE FURUKAWA JUNKICHI, à Setomonochō.
Nihombashi, Tokyo.

Cette Société avait une Exposition assez importante : dans sa vitrine on remarquait des fils de cuivre, des bandes de cuivre pour armatures de dynamos, des fils de cuivre électrolytiques, des fils de bronze siliceux ainsi que des lames de cuivre de cathode et de cuivre pur.

Ces produits sont fabriqués avec les minerais de l'Ashio, dans l'usine de Furukawa, à Tokyo. La production annuelle se monte à 8.000 tonnes environ.

La Société exposait également du cuivre pyriteux des provenances suivantes : d'Ashio, département de Tochigi; du cuivre pyriteux mêlé de malachite des mines d'Ani, département d'Akita; du cuivre pyriteux sulfuré ferrugineux des mines de Kune, département de Shizuoka; enfin du cuivre pyriteux en cristaux des mines de Kusakura, département de Niigata, ainsi que des photographies des mines et usines de traitement des minerais.

Enfin elle présentait du cuivre Bessemer, provenant des minerais d'Ashio et dont la production est d'environ 6.000 tonnes annuellement et du cuivre en barre, provenant de l'usine de Shinonome (département d'Akita), qui en produit annuellement 1.000 tonnes environ.

SUMITOMO KICHIJIAEMON, à Minamiku, Osaka.

Cette Société exposait, outre des échantillons de minerais, diverses pièces de laiton très brillant et de cuivre rouge d'un bel éclat, obtenues avec le cuivre pur provenant de la mine Sumitomo, à Besshi, province d'Iyo.

La production est de 5.000 tonnes environ.



Procédés et appareils métallurgiques

FRANCE

SOCIÉTÉ AUG. DELATTRE ET C^{ie}, à Ferrière-le-Grande (Nord).

Cette Société, bien connue dans le monde métallurgiste français et étranger, n'exposait qu'une seule pièce, mais elle était remarquable et pouvait à elle seule donner une idée de la puissance de production de ces ateliers renommés.

Elle consistait en un cylindre de laminoir destiné au train à blindages des usines du Creusot : ce cylindre avait 1 m. 200 de diamètre, 4 m. 250 de longueur de table et pesait 43.105 kilogrammes : il avait été coulé en coquille pour obtenir une trempe douce.

En exposant ce cylindre, dont les dimensions et les poids sortent de l'ordinaire, la Société Delattre et C^{ie} a voulu surtout attirer l'attention des visiteurs sur une série de photographies représentant des ensembles d'installations de hauts fourneaux, de laminoirs et d'aciéries exécutées en France et à l'Etranger.

Ces photographies représentaient :

- 1^o Ensemble d'un haut fourneau avec appareil de chargement automatique à plan incliné;
- 2^o Ensemble d'une aciérie Thomas à quatre convertisseurs de 15 tonnes;
- 3^o Pont roulant électrique de coulée de 35 tonnes avec treuil auxiliaire de 10 tonnes pour aciérie;
- 4^o Ensemble d'un démouleur hydraulique de lingots;

5° Pont roulant électrique à pinces verticales rigides, spécial pour enfournement et défournement des lingots dans les fours verticaux;

6° Ensemble d'un train Blooming de 1 m. 150 de diamètre et 2 m. 900 de longueur de table;

7° Ensemble d'une cisaille hydraulique pouvant couper à chaud une section de 200×200, avec rouleaux à l'avant et à l'arrière;

8° Ensemble d'un train duo réversible de 0 m. 750 de diamètre et de ses appareils accessoires;

9° Pont roulant électrique à pinces horizontales rigides, spécial pour enfournement et défournement des blooms dans les fours à réchauffer;

10° Ensemble d'un train duo réversible de 1 m. 100 de diamètre et 3 m. 500 de longueur de table, pour grosses tôles;

11° Ensemble d'une cage dégrossisseuse en trio Lauth de 0,850 à 0,650 de diamètre et 3 mètres de longueur de table pour tôles moyennes;

12° Pont roulant électrique de 5 tonnes, à tourelle tournante, spécial pour la manœuvre des tôles au moyen d'électro-aimants;

13° Ensemble d'une presse à forger de 1.500 tonnes avec son compresseur à vapeur;

14° Pont roulant électrique de 45 tonnes avec crochet auxiliaire de 10 tonnes.

Les appareils de levage étant des accessoires indispensables des usines de grosse métallurgie, MM. Delattre et C^{ie} ont créé un type de pont roulant établi pour toutes les forces et toutes les puissances.

Un spécimen de ces ponts roulants, construit en coopération avec la Société Westinghouse, a fait le service de l'Exposition dans la Section française de la Galerie des Machines.

Les caractéristiques principales de ce pont sont les suivantes :

Puissance	12.000 kilos.
Portée	14m.230
Parcours du crochet	12m.100
Hauteur de levée du crochet	7m.500

Vitesses par minute :

Mouvement de levage	6m.000
Mouvement transversal du chariot	30m.000
Mouvement de translation du pont	60m.000

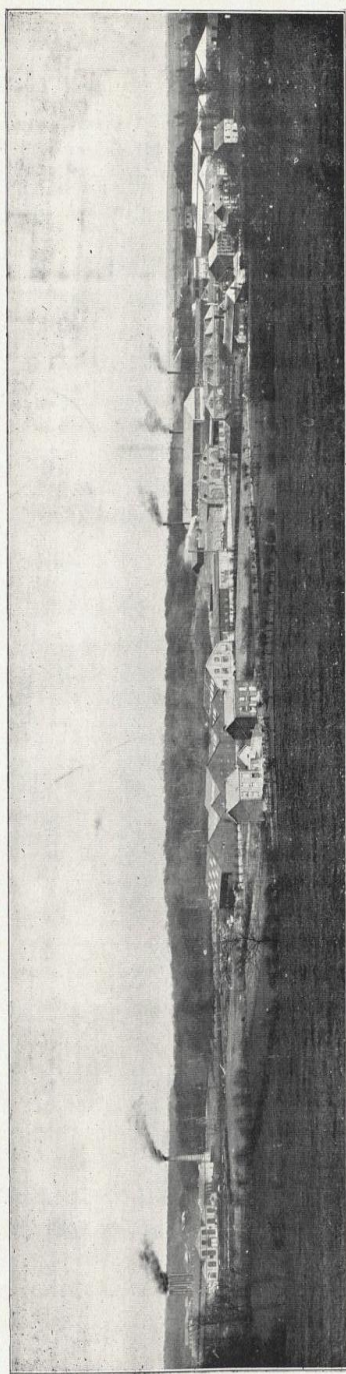


FIG. 39. — Vue générale des ateliers A. Delattre et C^{ie}, à Ferrière-la-Grande (Nord).

La Société Aug. Delattre et C^{ie} a été fondée en 1873 par M. Augustin Delattre qui en est encore le gérant à l'heure actuelle.

Les usines occupent une superficie de 8 hectares; elles sont situées à Ferrière-la-Grande (près de Maubeuge) et sont reliées au chemin de fer de Maubeuge à Fourmies.

Depuis leur fondation, les usines se sont considérablement développées et transformées. Une partie de la force motrice est fournie par la rivière la Solre qui les traverse.

Elles possèdent en outre une station centrale d'électricité de 750 kw. et l'énergie est fournie aux machines-outils par l'intermédiaire de moteurs électriques.

Les ateliers comprennent :

- Un atelier de modelage;
- Une fonderie de fer;
- Une fonderie de cuivre;
- Un atelier de tournage et d'ajustage;
- Deux vastes halles de montage;
- Un atelier de forge;
- Une chaudronnerie de fer et de cuivre;
- Un atelier spécial de fonderie et de tours à cylindres produisant 400 tonnes par mois.

La Société Aug. Delattre et C^{ie} qui, à l'origine, n'occupait que 150 ouvriers et ne faisait que 450.000 francs d'affaires, en occupe à l'heure actuelle environ 700 auxquels elle paie annuellement 1.000.000 de francs de salaires. Son chiffre d'affaires a été en 1904 d'environ 4 millions de francs.

Spécialisée dans l'installation complète des aciéries, laminoirs et hauts fourneaux, sa clientèle comprend non seulement les grandes forges et aciéries françaises, mais aussi celles de l'Etranger où, malgré la concurrence de pays tels que la Belgique et l'Allemagne, qui sont avantagés au point de vue main-d'œuvre et matières premières, elle a pu faire d'importantes fournitures parmi lesquelles nous citerons :

En Russie :

Les Usines de Briansk (Train Blooming et train à rails).

La Société métallurgique de l'Oural-Volga (train à tôles de toitures, train à tôles moyennes, train à petits fers).

Les Aciéries du Donetz à Droujkowka (train réversible de 800 et accessoires).

Les Aciéries de Makewka (train trio de 850 et accessoires).

La Société Volga-Vichera (train universel réversible pour larges-plats, train réversible à tôles fortes de 800 de diamètre; train trio à tôles moyennes Lauth et Déby, train à tôles minces avec tous leurs accessoires). Plus différents outils à la Société de la Providence Russe, à la Société de Taganrog, à celle de Huta Bankowa, de la Kama, etc.

En Belgique, des trains à tôles fortes et moyennes aux laminoirs du Phénix, à Châtelineau, à la Société de l'Espérance à Longdoz (Liège).

En Espagne elle a fait l'installation des forges de la Viscaya à Bilbao qui comportaient : un train trio à rails de 700, un train trio de 500 et des trains de 420 et 270 avec leurs accessoires.

En Italie, la Société Delattre, parmi plusieurs fournitures, a installé complètement les laminoirs des Usines de Terni, appartenant au Gouvernement italien : cette installation comporte : un gros train à tôles Lauth et Déby, pouvant laminier des plaques de 0 m. 25 d'épaisseur; un train trio à rails; un train trio de 500 à fers marchands; un train de 280 à petits fers et tous les accessoires fournis par la même maison.

Faire l'énumération des usines métallurgiques françaises clientes de la Maison Delattre serait les citer toutes, car il n'en est pas une qui ne soit tributaire de ces excellents constructeurs pour une partie, tout au moins de son outillage.

Le Jury de la Classe 64 a décerné à la Société Aug. Delattre et C^{ie} un Diplôme de Grand prix.

E. A. JAVAL, 26, rue Cadet, Paris.

M. Javal, dont la maison a été récemment transformée en Société, sous le nom de Société des applications de l'Acétylène, exposait dans la Classe 64 sa dernière application de l'emploi de ce gaz à la soudure autogène des métaux à l'aide du chalumeau Fouché.

Depuis la communication faite par M. le professeur H. Lechâtelier à l'Académie des Sciences, le 30 décembre 1895, sur les mélanges d'oxygène et d'acétylène, M. Javal suivait les essais faits dans cet ordre d'idées par la Compagnie française de l'Acétylène dissous.

Lorsque cette Compagnie, songeant à utiliser les énormes températures obtenues par ce mélange, créa le premier chalumeau oxy-

acétylénique, M. Javal comprit la véritable révolution que ce procédé allait apporter dans la Construction et la Métallurgie; mais il restait à résoudre un problème économique de la plus haute importance. Le chalumeau que venait d'inventer la Compagnie de l'Acétylène dissous nécessitait l'emploi de l'acétylène comprimé (à environ 4 mètres).

L'industriel était donc obligé d'avoir recours, soit à l'acétylène dissous dans l'acétone, soit à des appareils producteurs spéciaux.

L'acétylène dissous revient à environ 2 fr. 50 à 3 francs le mètre cube préparé sur place chez l'industriel même, et est vendu de 8 à 10 francs le mètre cube par les usines productrices. Outre la difficulté de pouvoir s'en procurer partout, le procédé était donc peu économique.

L'emploi d'appareils produisant directement l'acétylène sous pression (1 m. 50 à 2 mètres d'eau) n'était pas sans offrir également de graves inconvénients, en raison de la difficulté de construire de semblables appareils offrant toutes garanties de sécurité et de bon fonctionnement.

C'est alors que M. Edmond Fouché, ancien élève des Arts et Métiers et de l'Ecole Polytechnique, se rendant compte que ces divers obstacles s'opposaient à l'extension rapide du procédé de soudure autogène oxy-acétylénique, imagina le chalumeau qui porte son nom; cet appareil permettait d'utiliser l'acétylène aux plus basses pressions, c'est-à-dire tel qu'il est produit par n'importe quel bon appareil générateur.

Des améliorations successives dans la construction de ce chalumeau, améliorations dues à la collaboration de MM. Javal et Fouché, perfectionnèrent sensiblement les premiers types mis en service. C'est ainsi que pour éviter la fusion de la tête du chalumeau, on choisit pour sa construction un métal très bon conducteur de la chaleur, le cuivre rouge. Plus tard, le corps d'injecteur, toujours dans le but d'éliminer le plus possible de la tête de l'appareil la formidable température émise par la combustion du mélange oxy-acétylénique, fut muni d'un radiateur à ailettes longitudinales.

Le problème était dès lors résolu, M. Javal s'assura aussitôt l'exploitation de cet appareil. Divers brevets furent demandés, tant en France qu'à l'Etranger.

Dès la première année, les plus importantes maisons de construction, de mécanique et de métallurgie d'Europe adoptèrent le procédé. Par contre-coup, les quelques rares fabriques d'oxygène qui jus-

qu'ici n'avaient eu que peu de débouchés industriels, notamment en France, durent augmenter considérablement leur production. De nouvelles usines sont même en construction dans des régions éloignées des premiers centres producteurs, et M. Javal a fait récemment deux installations électrolytiques intéressantes, l'une à la Société des Tubes de Valenciennes (de 15 m³ par 24 heures), l'autre à l'usine de Beauval, près Trilport (de 50 m³ par 24 heures).

Le chalumeau Fouché utilise l'oxygène sous pression (1 à 2 kilos 2) pour aspirer l'acétylène à basse pression (8 à 10 centimètres d'eau); c'est donc un véritable Giffard. Les retours de flamme à l'injecteur sont évités par les proportions de la chambre de mélange, et la vitesse d'entraînement due à la pression de l'oxygène.

Le mélange des deux gaz est d'une homogénéité parfaite.

Toute possibilité de propagation de la flamme en cas de retour en arrière de l'injecteur, c'est-à-dire dans les tubes adducteurs d'acétylène, a été supprimée par l'adoption de tubes de faible diamètre repliés plusieurs fois sur eux-mêmes dans le manche du chalumeau.

Ce dispositif empêche dans ce cas les gaz de se mélanger dans les proportions voulues pour constituer un mélange tonnant. L'originalité de ce système protecteur, indispensable pour assurer une sécurité absolue aux ouvriers se servant du chalumeau, a été admise sans discussion par les offices de brevets des divers pays d'examen où des demandes ont été introduites, l'Allemagne, l'Autriche et les Etats-Unis.

Une soupape hydraulique de sûreté, branchée sur la canalisation adductrice d'acétylène, a pour but de rendre impossible tout retour d'oxygène dans ces canalisations en cas d'obstruction accidentelle de la tête du chalumeau.

En résumé, l'installation complète d'un poste de soudure autogène oxy-acétylénique comporte l'emploi :

1^o D'un appareil générateur d'acétylène dont le rendement doit être proportionné au débit global des chalumeaux employés;

2^o D'une soupape hydraulique de sûreté raccordée à la canalisation adductrice d'acétylène;

3^o Des chalumeaux en rapport avec les différentes épaisseurs de tôles à souder;

4^o Un mano-détendeur adapté sur le tube d'oxygène comprimé permettant, et de se rendre compte du volume d'oxygène contenu

dans le tube, et de régler la pression d'oxygène nécessaire à chaque type de chalumeau.

M. Javal a établi un générateur d'acétylène produisant le gaz à froid et proportionnellement au débit des chalumeaux. Ce gazogène a été adopté notamment par la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, par la Société des Tubes de Louvroil, la Société de Dyle et Bacalan, celle de Fives-Lille, les Forges d'Alais, l'Usine des Fers creux, à Montluçon, etc.

On compte actuellement, tant en France qu'à l'étranger, plus de 1.100 chalumeaux faisant la soudure oxy-acétylénique.

Cette soudure se prête en effet parfaitement au meulage et à l'alésage, ce qui n'est pas toujours le cas pour les soudures faites au moyen de l'électricité ou du procédé oxhydrique. En outre, elle réalise sur ceux-ci une économie de 50 %.

La soudure oxy-acétylénique fournit couramment une résistance de 32 à 36 kilos par millimètre carré. Elle trouve d'innombrables applications dans la fabrication des tuyauteries les plus compliquées, la fabrication et la réparation des tubes de chaudières, des récipients de toutes formes et de toutes grandeurs, de la ferronnerie d'art, des cadres de bicyclette, dans le bouchage des criques et soufflures des pièces en acier coulé, dans l'armurerie et l'automobilisme, etc.

A quelques pas de l'Exposition de M. Javal on pouvait voir, au stand de la Société des Tubes de Louvroil, un grand serpent, ainsi que d'autres pièces, soudés au moyen du chalumeau Fouché. De plus, M. Javal avait installé dans les jardins de l'Exposition un poste de démonstration où un ouvrier, sous les yeux du public, exécutait différentes soudures au chalumeau oxy-acétylénique.

Une Médaille d'argent a été attribuée par le Jury à M. Javal.

COMPAGNIE FRANÇAISE DE L'ACÉTYLÈNE DISSOUS, à Paris.

Cette Société exposait ses procédés pour la production de l'acétylène et l'emploi de ce gaz, à l'aide du chalumeau, pour sectionner des pièces métalliques ainsi que pour opérer la soudure des métaux.

Le Jury de la Classe 64 a décerné à cette Société un Diplôme de Médaille d'argent.

M. ROMAIN SARTIAUX, constructeur à Hénin-Liétard (Pas-de-Calais).

Cette maison fondée en 1886 par M. Romain Sartiaux, a comme spécialité la construction des berlines de mines en tôle d'acier, ainsi que les trains de roues, et expose dans la Classe 64 différents spécimens de la fabrication de ses ateliers, tels que berlines, wagonnets, traverses métalliques, trains de roues, tuyaux d'aérage, etc.

Les ateliers d'Hénin-Liétard, très modestes au début, n'ont cessé de s'accroître en même temps que le chiffre d'affaires de M. Sartiaux s'augmentait. Les ateliers couvrent actuellement une superficie d'environ quatre hectares et occupent 150 à 200 ouvriers, suivant le plus ou moins de commandes.

Deux générateurs de 100 mètres carrés de surface de chauffe fournissent la vapeur à deux machines motrices de 75 et 50 chevaux. La forge possède 38 feux de forge. Le rivetage est fait par l'entremise de l'air comprimé à 7 kilos.

82 machines-outils diverses telles que : tours, aléseuses, raboteuses, marteaux-pilons, machines à cintrer, etc., sont réparties dans les ateliers dont l'éclairage et les transports sont faits en grande partie électriquement.

Deux ateliers de galvanisation complètent cette installation.

Indépendamment des traverses, planchers, échelles, tuyaux d'aérage, brouettes, etc., M. Romain Sartiaux a fourni depuis 1886 à toutes les Compagnies houillères du Nord et du Pas-de-Calais, ainsi qu'à quelques exploitations étrangères, un total de plus de 67.000 berlines et de plus de 190.000 trains de roues montés.

Le Jury de la Classe 64 de l'Exposition de Liège a décerné une Médaille d'or à M. Romain Sartiaux.

MM. A. BOULAY ET E. RENAUD, 7, passage Saint-Pierre-Amelot, Paris.

✱ Cette maison fondée en 1860 et qui, au cours de l'année 1905, est passée aux mains de M. Em. Renaud seul, s'est spécialisée dans la construction de chaudronnerie et particulièrement dans le cintrage des tubes de gros diamètres. Elle occupe 40 à 45 ouvriers. Elle expo-

sait différents coudes, soufflets, cors de chasse de dilatation; des pièces en cuivre rouge et en acier soudé à la soudure autogène, ainsi que des réservoirs spéciaux destinés à des voitures automobiles.

Certaines pièces telles que des tubes sans soudure de gros diamètre cintrés suivant des rayons voisins du diamètre des tubes étaient intéressantes et mettaient en évidence la perfection du travail exécuté dans ces ateliers.

Cette maison qui, en 1900, avait obtenu une Médaille d'argent, s'est vue décerner à Liège, par le Jury, une Médaille d'or.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MÉTALLURGIE, 45, boulevard Haussmann, Paris.

Cette Société, fondée tout récemment, puisqu'elle date de novembre 1904, exposait à Liège des profilés de diverses formes, des moulures, des barres, des tubes sans soudures unis, cannelés et à ailerons en cuivre rouge, en zinc, en aluminium et en laiton, qui présentaient cette particularité qu'ils étaient obtenus à froid, en une seule passe à partir d'un lingot forcé de s'écouler sous pression, à travers des filières de formes variées. Tous ces profilés étaient d'une netteté remarquable.

C'est l'application du procédé Frank qui permet d'obtenir facilement un profil quelconque, à peu de frais et sans avoir recours au nombre considérable de passes au banc à étirer. L'aluminium et le zinc peuvent aisément supporter le même travail, ce qui donne la possibilité d'augmenter les applications de ces métaux.

D'après les administrateurs de la Société, il résulterait d'essais faits au conservatoire des Arts et Métiers, que les produits y gagnaient aussi en qualité du fait que le métal n'est pas fatigué, comme dans l'étirage au banc, par un grand nombre de tractions suivies de passages au four à recuire, et que ses molécules sont constamment soumises en cours de fabrication à un resserrage énergique, qui porterait ses qualités de résistance et d'élasticité au maximum.

Des douilles de cartouches, exécutées en quatre passes au lieu de 12 nécessaires par le procédé habituel, étaient également exposées : des épreuves auraient mis en évidence leur supériorité.

Il y a là, sans doute, une application intéressante du travail des métaux à la presse hydraulique. La Société ne pouvait malheureusement, venant de se fonder et procédant seulement à l'installation

de ses usines à Kremlin-Bicêtre, présenter à l'Exposition des produits industriels de sa fabrication courante: le Jury n'a pu lui attribuer, en conséquence, qu'une Mention honorable.

Fondée au capital de 1.400.000 francs, elle poursuit l'installation de son usine qui, disposant d'une force de 375 chevaux, devra produire 5.000 kilos par jour. Le personnel nécessaire est estimé à 70 ouvriers.

ALLEMAGNE ET GRAND DUCHÉ DE LUXEMBOURG

SOCIÉTÉ DES FORGES D'EICH (Legallais-Metz et C^{ie}) et ÉMILE BIAN, directeur des usines, à Eich (Grand-Duché de Luxembourg).

Cette Société, qui possède plusieurs hauts fourneaux dans le Grand-Duché de Luxembourg, exposait avec M. E. Bian un épurateur refroidisseur de gaz de hauts fourneaux inventé par ce dernier qui, depuis plusieurs années, est directeur des hauts fourneaux que possède la Société à Dommeldange.

Cet appareil, important comme dimensions, était en fonctionnement à l'Exposition, sans gaz de haut fourneau, bien entendu. Il a fait l'objet d'une intéressante communication de M. Bian au Congrès des Mines et de la Métallurgie, à l'Exposition. L'inventeur débuta par faire l'historique de l'utilisation des gaz de hauts fourneaux et rappela sommairement, sans en faire la description, les divers systèmes épurateurs en montrant les inconvénients; puis, il fit le compte des avantages résultant de l'emploi du gaz, *après épuración*, dans les chaudières et dans les appareils Cowper, en supposant le cas d'un haut fourneau d'une production de 100 tonnes par 24 heures, ayant quatre appareils Cowper et six chaudières, ce compte se soldant par une économie annuelle de 46.000 francs environ, indépendamment d'une force de 1300 chevaux de force disponible pro-

venant du surplus des gaz nécessaires à l'alimentation des appareils et des chaudières. Enfin il énonça le principe qui, suivant lui, doit être suivi pour obtenir une épuration rationnelle donnant le meilleur emploi des gaz aux appareils Cowper et chaudières et aux moteurs à gaz.

« L'idée fondamentale à suivre, dit M. Bian, est de faire deux épurations successives, c'est-à-dire d'épurer la totalité du gaz jusqu'à une teneur en poussière qui ne serait plus nuisible aux Cowpers et chaudières; cette limite supérieure est atteinte par une teneur en poussière de 0,5 grammes par mètre cube de gaz et d'épurer ensuite la quantité de gaz destinée aux moteurs depuis 0,5 jusqu'à une limite maxima de 0,02.

» Pour arriver à ce résultat, aujourd'hui reconnu unanimement le plus rationnel et surtout le plus économique, il faut suivre la marche indiquée ci-après :

» Le gaz sortant du gueulard du haut fourneau se compose de CO , CO^2 , N , d'H et d'hydrocarbures, d'une grande partie de vapeur d'eau et d'environ 10 grammes de poussières, tout en ayant une température souvent très élevée qui varie de 80 à 200° et même davantage.

» C'est surtout cette haute température du gaz qui rend l'épuration difficile, car il est clair qu'en provoquant un contact intime de ce gaz à haute température avec de l'eau, surtout si cette dernière n'est pas en très grande quantité, on favorise l'évaporation de l'eau, et le gaz déjà humide se trouve considérablement enrichi de vapeur d'eau; or, à mon avis, l'épuration des gaz ne peut s'opérer que d'une seule manière : c'est par l'élimination aussi complète que possible de la vapeur d'eau.

» J'irai même plus loin et je pose en principe que si, par un procédé ou l'autre, on parvenait à éliminer complètement la vapeur d'eau contenue dans un gaz saturé, ce dernier serait absolument pur, à la condition, toutefois, qu'à côté de cette élimination de vapeur d'eau, on plaçât dans le milieu condenseur des corps de contact et mouvement. »

Se basant sur ce principe, M. Bian a établi son appareil dont l'objet principal est le refroidissement aussi intense que possible des gaz, par un procédé économique. Il consiste en une carcasse métallique cylindrique à l'intérieur de laquelle tourne un arbre horizontal muni d'une série de disques verticaux de 3 mètres 20 de diamètre formés de treillis métalliques plongeant jusqu'à moitié de leur

diamètre dans de l'eau qui se renouvelle continuellement; le gaz, entrant à une température très élevée dans l'appareil, se trouve en contact avec ces treillis métalliques recouverts d'un grand nombre de petites facettes d'eau très minces qui s'évaporent instantanément sous l'action des gaz chauds. Le gaz se refroidit par ce fait et se charge en même temps de vapeur d'eau. En continuant sa course dans l'appareil, le gaz se refroidit de plus en plus, jusqu'au moment où il ne possède plus assez de chaleur pour évaporer les facettes d'eau : celles-ci jouent alors le rôle de condenseur et la vapeur d'eau que renferme le gaz se condense au contact des treillis froids. En même temps que cette condensation s'opère, la fine poussière imprégnée de vapeur d'eau se précipite et le gaz se trouve ainsi refroidi et propre à être épuré plus complètement par la force centrifuge.

Le gaz s'est enrichi, car une partie de l'acide carbonique qu'il renferme s'est dissoute dans l'eau : en outre, il a perdu une partie de sa vapeur d'eau, un gaz à 150° pouvant théoriquement être saturé de 2.590 grammes de vapeur d'eau par mètre cube, alors qu'à 29° il ne peut renfermer que 29 grammes : d'un autre côté, le gaz subit une

contraction de $\frac{1}{273}$ par degré d'abaissement de température, ce qui, pour un abaissement de 100°, représente une contraction d'environ $\frac{1}{3}$, avantage important pour l'emploi aux moteurs à gaz.

Parmi les avantages de l'appareil : sa grande simplicité et sa rigidité, la possibilité de refroidir à une température voisine de celle de l'eau et d'épurer la totalité des gaz produits par les hauts fourneaux, les frais d'entretien insignifiants, les deux qui sont les plus appréciés par les industriels sont : la faible consommation d'eau et la latitude d'employer une eau quelconque, même de l'eau sale, et le peu de force motrice nécessaire pour le fonctionnement de l'appareil.

L'épurateur de M. E. Bian fonctionne à la Société des hauts fourneaux et forges de Dudelange, où le gaz de deux hauts fourneaux de 120 tonnes de fonte chacun est épuré par deux appareils jusqu'à une teneur par m³ variant de 0,30 grammes à 0,55 grammes. Les appareils de Dudelange sont alimentés avec de l'eau relativement chaude variant de 32 à 36°, et refroidissent le gaz de 115° à une température variant de 38 à 44°. La force motrice nécessaire pour le

système complet, refroidisseur et ventilateur compris, varie de 42 à 70 chevaux.

Aux usines métallurgiques du Périgord, à Fumel, la force nécessaire pour une épuration du gaz de deux hauts fourneaux produisant ensemble 110 à 120 tonnes de fonte, n'a jamais dépassé 45 chevaux.

L'appareil fonctionne également à la Société d'Ougrée-Marhay-les-Liège et est en montage à la Société de la Providence, à Marchienne.

Il fonctionne aux usines de MM. Le Gallais-Metz et C^{ie}, à Dommeldange, et est en construction pour plusieurs usines russes, espagnoles, allemandes, belges et luxembourgeoises.

Grâce à l'emploi de cet appareil, le gaz peut être épuré jusqu'à la teneur de 0,5 grammes de poussières par mètre cube, en vue de son utilisation dans les appareils Cowper et les chaudières. La partie du gaz destiné aux moteurs à gaz doit encore subir une épuration plus parfaite et atteindre une limite supérieure de 0,02 grammes par mètre cube : le système préconisé par M. Bian est, soit les appareils centrifuges Theisen, soit plutôt l'emploi d'un second ventilateur suivi d'un séparateur d'eau et d'une série de filtres à la laine de laitier.

Nous nous sommes étendus un peu longuement sur la description de cet appareil en raison de l'importance qu'a, à l'heure actuelle, la question de l'emploi direct des gaz de hauts fourneaux comme force motrice et de leur épuration préalable.

M. Émile Bian étant membre du Jury, son Exposition était Hors concours.

TH. GOLDSCHMIDT, à Essen-Ruhr (Allemagne).

On sait qu'on désigne actuellement sous le nom d'Aluminothermie l'application de l'aluminium à la production des températures élevées et à la préparation de certains métaux et alliages.

Le docteur Goldschmidt exposait les résultats des procédés aluminothermiques de son invention.

Le docteur Goldschmidt a, en effet, démontré que si l'on mélange avec de l'aluminium très divisé certains oxydes métalliques, et que l'on arrive à produire en un point quelconque du mélange une température assez élevée pour amorcer la réaction, celle-ci se propage

rapidement dans toute la masse en dégageant une température évaluée à 3.000° centigrades.

L'on obtient ainsi à l'état pur le métal de l'oxyde, de l'alumine ou corindon artificiel, et une grande quantité de calories disponibles.

Si on prend par exemple des oxydes de chrome, de manganèse, de molybdène, de nickel, etc., on obtient du chrome, du manganèse, du molybdène, du nickel, etc., à l'état métallique et pur.

De tous les oxydes cependant, c'est l'oxyde de fer, le moins rare, qui tient la place prépondérante et qui, mélangé avec de l'aluminium pulvérisé, donne le produit généralement connu sous le nom de mélange calorigène « Thermit ».

Par sa réaction on obtient du fer métallique à une température très élevée, et l'on peut utiliser pour la fusion du fer un grand nombre de calories disponibles.

Comprenant les grands avantages que toutes les branches de l'industrie pouvaient retirer d'une réaction aussi simple, permettant d'obtenir instantanément, en n'importe quel endroit, une température des plus élevées, sans avoir recours à des installations coûteuses ou compliquées, la maison Th. Goldschmidt est arrivée, par de longues et patientes recherches, à donner à ses procédés une forme pratique et industrielle, de sorte qu'on peut dire que depuis plusieurs années déjà cette invention a été appliquée et appréciée dans toutes les parties du monde.

Ce mélange consiste donc en une composition d'oxyde de fer et d'aluminium donnant par réaction la moitié de son poids de fer et la moitié de corindon occupant un volume triple de celui du fer.

La composition du métal ainsi obtenu est celle d'un bon fer homogène. Des essais faits sur une éprouvette de ce métal ont donné une moyenne de résistance à la rupture de 38,7 kilos par millimètre carré et un coefficient d'allongement de 19 %.

On peut faire varier la qualité du fer Thermit dans de notables proportions et suivant les besoins en ajoutant au « Thermit » avant la réaction, du manganèse, du ferro-silicium, etc.

Dans un grand nombre de travaux exécutés par les procédés Goldschmidt, l'on se sert exclusivement de la forte chaleur obtenue par la réaction sans employer le métal : tel est, par exemple, le cas pour le soudage bout à bout de tubes, en fer doux ou en acier, d'arbres de transmission, etc.

Dans d'autres cas, au contraire, on utilise non seulement la haute température fournie par la réaction, mais encore le fer doux sur-

chauffé, libre de carbone et malléable, qui se trouve libéré au cours de cette réaction. Cette méthode s'applique avant tout à la soudure des rails, des arbres d'hélices et de transmission, et est surtout précieuse pour les travaux de la Marine et des établissements de chantiers navals. Les arbres de couche ou les étambots brisés sont rapidement réparés par l'application de l'aluminothermie, et le temps d'immobilisation des navires dans les docks est considérablement réduit.

La réparation des pièces défectueuses, cassées ou usées en fonte, en acier ou en fer, est également très aisée.

Par ces procédés il est en outre facile de produire les métaux et alliages purs, sans carbone, résultat non encore obtenu, même par le four électrique. Il est à citer en première ligne la production du chrome et du manganèse ainsi que leurs alliages, le ferro-titane, le manganèse-titane, le ferro-bore, le ferro-vanadium, le molybdène. Enfin comme sous-produit, on obtient le corindon artificiel, matière très réfractaire et d'une dureté exceptionnelle qui trouve son emploi pour la fabrication des creusets, des meules, etc.

M. Goldschmidt exposait à Liège les appareils nécessaires pour l'exécution des procédés, ainsi que différentes pièces soudées : une vitrine était plus particulièrement réservée à la soudure des rails; ce procédé est employé en France par la Compagnie du Chemin de fer Métropolitain de Paris, la Compagnie générale parisienne de Tramways, la Compagnie Thomson-Houston, etc.; des sections faites à travers la soudure montraient la composition absolument homogène du rail avec l'éclisse en fer au thermit.

Enfin dans une vitrine réservée aux métaux purs sans carbone, on voyait du chrome, du manganèse, du ferro-titane, du ferro-vanadium, du molybdène, etc., produits par l'aluminothermie.

La maison Th. Goldschmidt occupe dans ses usines d'Essen (Ruhr) environ 400 ouvriers. Elle fut fondée en 1847 et fabrique, outre les produits chimiques, parmi lesquels principalement ceux à base d'étain et de zinc, un tonnage annuel d'environ 2.000 tonnes d'étain.

A cette Exposition remarquable, le Jury a attribué un Diplôme de Grand prix.

BELGIQUE

J. KERIGER, à Bruxelles.

Cette maison exposait une valve d'inversion, à gaz et à air, pour fours Martin Siemens, perfectionnement de la valve de l'ingénieur Fischer.

Les valves d'inversion sont les unes à renversement rapide, avec une faible déperdition de gaz : mais elles sont généralement sujettes, par suite de la haute température, à des déformations qui en diminuent l'étanchéité; les autres à renversement plus lent, mais nécessitant un système spécial pour la fermeture de l'arrivée du gaz et coûtant par suite un prix plus élevé.

La valve Fischer, composée comme partie essentielle de deux cylindres concentriques tournant sur billes dans un bain de sable, était déjà un perfectionnement notable : mais le frottement du sable rendait la manœuvre pénible : de plus, au bout de quelques jours, le sable, entraîné vers la cheminée par le tirage et par la pression du gaz, disparaissait; le gaz fuyait à la cheminée, s'enflammait dans la valve, etc.

Tout en maintenant le principe des deux cylindres concentriques, M. Keriger est parvenu, grâce à des dispositions qu'il serait trop long de décrire ici, à supprimer ces inconvénients et à établir une valve qui, au repos, est rigoureusement étanche et avec laquelle l'inversion se fait sans perte de gaz, la communication directe entre la conduite de gaz et la cheminée ne pouvant jamais être établie.

Sa solidité et sa longue durée sans déformation sont reconnues par les principales firmes allemandes parmi lesquelles la plupart des grandes usines métallurgiques ont adopté cette valve d'inversion.

Le Jury a attribué une Médaille d'argent à M. Keriger.

M. GUSTAVE LEPOURC, constructeur de cubilots, 82, rue Douffet, à Liège.

Cette maison exposait un modèle de cubilots de son système pour fonderies de fonte et aciéries.

Le Jury a décerné à cet exposant un Diplôme de Médaille d'argent.

M. GUSTAVE WILMET-DUPRET, à Châtelet.

M. Wilmet-Dupret, concessionnaire pour la Belgique et la France du four Charlier, d'un emploi assez fréquent aux États-Unis, exposait ce four de fusion qui semble appelé à rendre des services pour la fonte des bronzes et alliages qui peuvent par ce procédé être fondus plus facilement et plus économiquement que par l'emploi des creusets.

Le four Charlier se compose d'un cylindre en tôle d'acier garni intérieurement de briques réfractaires et ayant sur le côté une ouverture pour le chargement. L'orifice de chauffage est pratiqué dans un des tourillons qui maintiennent le cylindre horizontalement sur ses supports, qui lui permettent de tourner facilement autour de son axe longitudinal. Le chauffage se fait par un brûleur à combustion libre agencé de façon à pouvoir recevoir à sa partie inférieure un tuyau de trois pouces de diamètre pour le vent, fourni par un ventilateur; le tuyau à huile, qui est le combustible généralement employé, pénètre à l'arrière. Les arrivées de vent et d'huile peuvent être facilement réglées simultanément. La pression de l'air fourni par le ventilateur est d'au moins 20 centimètres d'eau : une pression de $\frac{1}{2}$ kilo par centimètre carré est suffisante pour l'écoulement de l'huile.

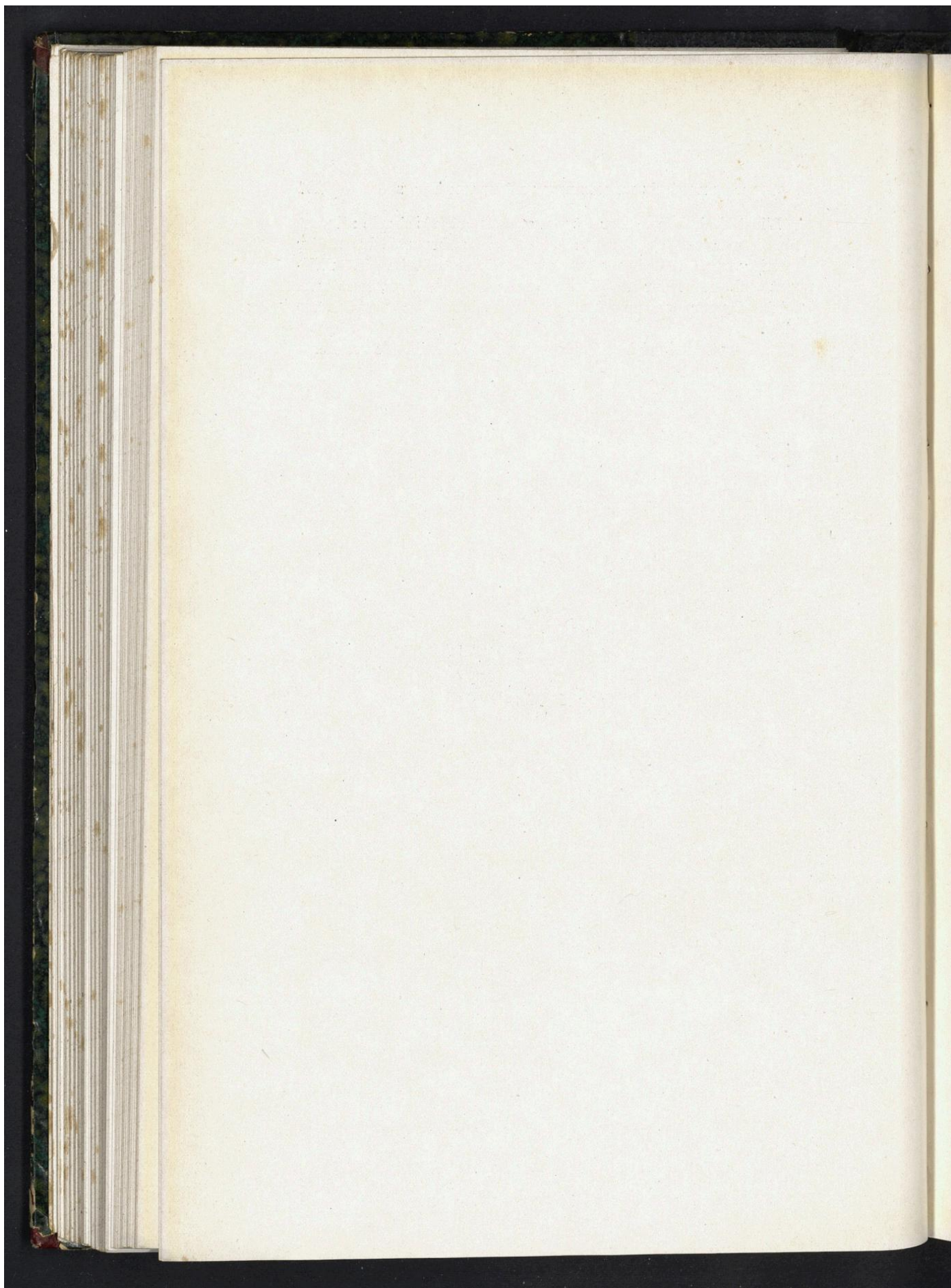
Le type de four le plus généralement employé est celui dont la capacité par coulée est de 300 kilos. Avec ce four et dans les conditions que nous venons d'énoncer, le temps de fusion est de :

1 heure	pour	300 kilos	de bronze.
40 minutes	—	300	— de cuivre jaune.
50 minutes	—	300	— de cuivre rouge.
2 heures	—	250	— de fonte malléable.
3 heures	—	250	— de riblons d'acier.
1 heure 40	—	250	— de fonte en riblons.

L'installation de ce four est peu coûteuse et très simple : il peut fonctionner également au gaz : l'opération est à la portée du premier ouvrier venu. La garniture réfractaire dure environ trois mois. M. Wilmet coule en un jour 3.000 kilos de bronze avec un four, alors qu'il lui fallait pour le même poids 6 coulées de 5 fours à creusets de 100 kilos.

Le Jury a attribué à cette Exposition une Médaille de bronze.







Produits réfractaires

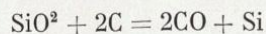
FRANCE

SOCIÉTÉ DU CARBORUNDUM, Émile Muller et C^{ie}, 6, rue Nationale, à Ivry-Port (Seine).

L'Exposition très complète et très intéressante de cette maison consistait en pièces diverses extra-réfractaires et résistant aux acides en carborundum ou bien en terre réfractaire avec revêtement de carborundum, pour industries métallurgiques et chimiques, usines à gaz, revêtements de fours et foyers, etc., et faisant l'objet des brevets Engels et Muller.

Le carborundum, obtenu industriellement, pour la première fois, par M. Acheson, en 1893, est du siliciure de carbone ou carbure de silicium, formé par l'union indirecte du silicium et du carbone, sous l'action calorifique très élevée développée par une puissante résistance, intercalée elle-même dans un circuit parcouru par un courant électrique intense, c'est-à-dire à une température minima de 3.500° centigrades.

A cette haute température, en effet, le carbone, employé sous forme de coke, réduit la silice employée sous forme de sable siliceux, en s'emparant de son oxygène et fournit le silicium, comme le représente cette première équation :



Aussitôt formé, le silicium, à cette température élevée, s'unit à

l'excès de carbone pour constituer le carborundum ou siliciure de carbone, d'après cette deuxième équation :



En réalité, ces deux actions sont simultanées et peuvent être représentées, par conséquent, par la formule suivante qui rend compte de l'ensemble du phénomène :



On obtient ainsi le carborundum, dont la densité est de 3,12 et qui se présente sous la forme de cristaux brillants noirs, verdâtres ou noirs grisâtres, minces, de dimensions souvent fort petites et nettement cristallisés dans le système hexagonal.

Ces cristaux sont parfois, par suite de phénomènes de polarisation, irisés de superbes colorations. Les cristaux de carborundum constituent un corps extrêmement dur qui raye facilement le rubis, l'acier chromé, etc.; il possède, en outre, une très grande résistance mécanique, et une de ses plus importantes propriétés physiques est que, tout en étant réfractaire, il conduit admirablement la chaleur et, dans de certaines conditions, l'électricité.

Formé qu'il est à une aussi haute température (3.500° centigrades), on conçoit à quel point le « carborundum » peut être réfractaire aux actions calorifiques les plus intenses, qu'elles proviennent des fours à vent, des fours à coke, des fours à gaz à simple, double ou triple récupération, ou même des fours électriques, et cela sans présenter la moindre dilatation ou le moindre retrait appréciable; on conçoit, par suite, à quel point les pièces exécutées en « carborundum » peuvent être d'une résistance absolue aux variations les plus brusques de température et peuvent laisser loin derrière elles les produits les plus réfractaires connus jusqu'ici.

Le carborundum résiste aux actions chimiques les plus violentes, et les corps simples les plus actifs et les plus énergiques, comme l'oxygène pur, l'ozone, le soufre, etc., à des températures de plus de 1.000° centigrades, restent sans aucune action sur lui.

Pendant des heures, du chlore, du brome, etc., peuvent passer sur du carborundum à des températures allant jusqu'à 1.200° centigrades, sans qu'il y ait attaque.

Seuls, l'acier et le fer en fusion, ainsi que la potasse et la soude, au rouge, dissolvent le carborundum.

Les corps composés les plus acides dont dispose la chimie actuelle

ne peuvent parvenir à l'entamer même superficiellement : c'est ainsi que l'acide sulfurique concentré, bouillant, que l'acide chlorhydrique gazeux, que l'acide azotique, que le mélange enfin d'acide fluorhydrique concentré et d'acide azotique monohydraté, n'ont aucune action sur lui, à aucune des températures auxquelles on peut employer ces corps sans les dissocier en leurs éléments, ni au delà, lorsqu'ils le sont.



FIG. 40. — Exposition de la Société du Carborundum.

Il en est absolument de même si on fait agir, quelle que soit la température, les sels les plus énergiques, comme les bisulfates, persulfates, chlorates, azotates, etc.

On comprend, après cet exposé des propriétés de résistance extraordinaire du carborundum aux actions caloriques ou chimiques, qu'on ait cherché à en tirer parti dans l'industrie ou dans les laboratoires pour la construction des briques, appareils ou réceptacles.

La Société du Carborundum, Émile Müller et C^{ie}, a acquis le monopole pour la France de l'application du carborundum à la

fabrication des produits réfractaires au feu et résistant aux acides (brevets Engels).

En dehors des pièces spéciales exécutées sur commande, elle présente l'application du carborundum sous forme de briques, de coulis, de ciment ou de creusets.

Les *briques* suivant leur destination ont une ou plusieurs de leurs faces constituées en carborundum sur une épaisseur de dix millimètres : leurs dimensions sont de $57 \times 111 \times 222$ millimètres.

Le *coulis* est destiné à être employé à la pose des briques, pour effectuer les parties des joints devant être exposées au feu : ce coulis possède les qualités réfractaires de carborundum et il assure aux joints qui, autant que possible, ne sont pas de plus de 3 millimètres, une très grande durée.

Le *ciment* est constitué de façon à rendre réfractaires au feu et aux actions pyrochimiques des gaz des foyers, les surfaces sur lesquelles il est appliqué sur 1 millimètre à 1 millimètre 5 d'épaisseur. Il permet de construire des fours en matériaux réfractaires usuels et de leur communiquer en partie les propriétés réfractaires du carborundum par l'application de ce ciment sur leurs parois, application dont un des avantages est de ne présenter au feu que des parois uniformes et sans joints.

Enfin les *creusets* fabriqués, suivant leur destination, soit entièrement en carborundum, soit à intérieur de plombagine et à extérieur de carborundum. Ces derniers ont leur emploi plus particulièrement pour la fusion de l'acier et du fer.

La Société du Carborundum a son siège aux établissements céramiques Émile Müller et C^{ie}, à Ivry-Port (Seine). Fondés en 1854 par Emile Müller sous le nom de Grande Tuilerie d'Ivry, ils n'ont cessé de prospérer et de se maintenir à la tête de l'industrie céramique sous l'habile direction de son fondateur, ancien professeur à l'École Centrale, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, mort en 1889.

Son fils lui a succédé depuis dans la direction de ces vastes ateliers qui occupent 400 ouvriers, et où, à côté de la fabrication de produits industriels tels que tuiles, briques, produits réfractaires, creusets, etc., se poursuit l'application de la céramique à l'art de la décoration artistique avec les grès, terres cuites, etc.

Les usines d'Ivry comprennent :

1^o Une usine de fabrication de tuiles et accessoires de toiture, de briques en terre cuite, de décoration architecturale en terre cuite;

2^o Une usine de fabrication de terres cuites émaillées, briques, décoration architecturale, etc., cuites à grand feu de moufle;

3^o Une usine de fabrication de produits réfractaires de toute nature, creusets de plombagine, etc.

4^o Une usine de fabrication de tuyaux en grès et accessoires;

5^o Un atelier de fabrication des grès vernissés et émaillés, briques, plaques, frises, cheminées, etc.;

Enfin des ateliers pour manufacturer le coton minéral (laitier de haut fourneau coulé dans un jet de vapeur), pour bandes, matelas, dômes et enveloppes de chaudières et des ateliers de moulage, estampage, finissage et émaillage d'objets d'art.

La Société du Carborundum exposait à Liège les différentes sortes de produits que nous avons énumérés plus haut, les uns entièrement en carborundum, les autres recouverts seulement de ce produit.

Un mode d'agrafage de la plaquette de carborundum sur le corps de terre réfractaire était particulièrement intéressant et fait l'objet de brevets de M. Müller.

La Société du Carborundum a obtenu un Diplôme d'honneur à l'Exposition de Liège.

M. PHILIPPE SOURDILLE. Produits réfractaires, à Saint-Sébastien-Nantes.

Cette maison expose des briques extra-siliceuses, des briques de magnésie, des briques réfractaires extra-dures, des creusets en terre réfractaire pour fonte d'acier et des creusets en plombagine.

On remarque dans son Exposition des blocs circulaires pour construction de gazogènes, des blocs de quartz calciné servant à la fabrication des briques, des blocs pour clés de voûte, des grosses briques pour autels de fours à réverbère; des triangles pour regards de porte de fours, des carreaux perforés pour arrivées du gaz aux fours, etc.

Tous ces produits sont fournis en deux qualités : l'une contenant 95 % de silice, l'autre 97 %. Ils peuvent résister aux températures les plus élevées et la maison Sourdille s'est appliquée à les faire d'une homogénéité parfaite, de façon à pouvoir rivaliser avec les marques anglaises les plus réputées.

La qualité à 95 à 97 % de silice pure est plus spécialement destinée à la construction des fours Martin : celle à 92 à 95 % de silice

servant invariablement à la construction des fours où la température est élevée. Les briques Sourdille sont employées avec succès dans la construction des fours électriques, et M. Sourdille n'a pas hésité, pour réaliser une fabrication parfaite de ces produits, à s'approvisionner à grands frais des quartz renommés des bords du Rhin. Depuis 1900, il a ajouté à la fabrication des produits siliceux et alumineux qui faisaient sa spécialité, la fabrication des briques de magnésie de toutes formes : la matière première employée est la magnésie calcinée de Veitsels en Styrie.

La fabrication des creusets réfractaires pour la fusion des aciers fins et des creusets en plombagine est également une spécialité de la maison Sourdille qui, fondée en 1872, n'a cessé de prospérer et qui, avec un personnel de 60 ouvriers, fabrique annuellement environ deux millions et demi de briques.

M. Sourdille qui avait déjà obtenu une Médaille d'or à l'Exposition de 1900 à Paris, s'est vu décerner la même récompense par le Jury de la Classe 64, à Liège.

BELGIQUE

SOCIÉTÉ ANONYME DES TERRES PLASTIQUES ET PRODUITS RÉFRACTAIRES, à Andenne.

Cette Société, fondée au siècle dernier par John Cockerill, a pris en 1853 la dénomination actuelle, succédant à la firme Pastor, Bertrand et C^{ie}.

Elle exposait différents produits réfractaires parmi lesquels : une tuyère complète de haut fourneau : un grand moufle à émailler composé de dalles plates et cintrées, rainurées et languettées; un petit moufle avec son enveloppe pour four à tremper; des briques de silice, ainsi qu'un assortiment de briques de dimensions diverses pour usages industriels : hauts fourneaux, fours à coke, fours à zinc, aciéries, foyers de chaudières, etc.; des serpents, des cornues à gaz, des briques de fours à bassin, etc.

Cette Société possède deux établissements très importants pour la fabrication des produits réfractaires, l'un à Andenne (Province de Namur), l'autre à Seilles (Province de Liège) : elle possède également de nombreux gisements de terres plastiques de première qualité, de sable, de silex, de grès.

Ses installations, la bonne qualité des matières premières qu'elle exploite, ainsi que les soins apportés à la fabrication lui ont établi une très juste et excellente renommée : la Société d'Andenne a fait particulièrement breveter une cornue à gaz, fabriquée mécaniquement, d'une seule pièce, tête et fond compris, qui a l'avantage de présenter une résistance supérieure à celles fabriquées par les procédés ordinaires.

Parmi les fabrications nouvelles qu'elle vient d'installer, il y a lieu de signaler celle des briques, à la silice « Dinas », celle des briques genre Glenboïg et celle des accessoires pour tiges de poches de coulées pour aciéries.

Les usines et exploitations occupent un personnel de 300 ouvriers : la cuisson des produits nécessite l'emploi de 22 grands fours. La force motrice totale actionnant les divers appareils se chiffre par 250 chevaux.

La production totale annuelle des usines et des exploitations de terres est de 35.000 tonnes, pour une valeur d'environ un million de francs.

Le Jury lui a décerné un Diplôme d'honneur.

M. LOUIS ESCOYEZ, à Tertre (Belgique)

Cette maison, fondée en 1842, et dont les usines sont situées près de Mons, a une réputation bien méritée pour la bonne qualité de ses produits réfractaires, carreaux et pavés céramiques, dont de nombreux spécimens étaient présentés à l'Exposition de Liège.

Elle possède des exploitations importantes de terres spéciales à Mozet-les-Andenne (Belgique) et dans les provinces du Hainaut et du Rhin.

Elle présentait une Exposition importante et très variée : des pièces spéciales pour fours de verreries, différents types de cornues à gaz, de cornues pour la distillation du phosphore, des caissettes pour la cuisson de la porcelaine, des briques et pièces pour forges, aciéries et hauts fourneaux, des dalles spéciales pour fours, des

briques et des blocs de silice (Dinas), des briques qualité extra, spéciales pour les fours à vent soufflé, et, enfin, toute une série de carreaux céramiques et de pièces artistiques.

Cette maison possède trois usines : deux à Tertre-lez-Mons, l'une fabriquant les produits réfractaires et dalles spéciales : sa production journalière peut atteindre 100 tonnes; l'autre produisant journellement 1.000 mètres carrés de carreaux et pavés céramiques. Enfin, la troisième usine est en France, à Mortagne-du-Nord, et a une production journalière d'environ 80 tonnes en carreaux, produits réfractaires divers et dalles spéciales. Le nombre d'ouvriers employés est de plus de 700.

Cette maison était Hors concours, M. Escoyez étant membre du Jury.

HYACINTHE CHAUDOIR, à Renory-Angleur.

Cette maison présentait les produits réfractaires de sa fabrication : briques pour la métallurgie, pour sucreries, pour fours à coke ou fours à chaux, pour appareils à produits chimiques ; des briques de Dinas, à 98 et 99 % de silice et 2 % de chaux, faites à la main, des sables et ciments réfractaires; des creusets en plombagine et en terre réfractaire; des creusets à gorge, système Sommer. La production est d'environ 500 tonnes par mois.

Son Exposition lui a valu une Médaille d'or.

M. CAMILLE HENROZ, fabricant de produits réfractaires, à Floreffe.

Exposait des blocs réfractaires, des briques en silice, des briques en bauxite ou en dolomie, des produits silico-alumineux, notamment des blocs de flottaison pour four à bassin, de composition très alumineuse, des busettes pour trous de coulée, des tuyères, des bouchons et manchons, ainsi que tous les accessoires pour aciéries.

Il a obtenu une Médaille d'argent.

SOCIÉTÉ ANONYME DES PRODUITS RÉFRACTAIRES ET
TERRES PLASTIQUES DE SEILLES-LEZ-ANDENNE ET DE
BOUFFIOULX.

Cette Société exposait des terres crues et calcinées, des cornues à gaz de différents types, des briques réfractaires, des creusets en plombagine pour la fusion des métaux, des briques, des tuyaux en grès, des articles de construction en grès cérame, des carreaux céramiques, des appareils en grès pour les produits chimiques.

Elle a obtenu un Diplôme d'honneur.

SOCIÉTÉ ANONYME DES PRODUITS RÉFRACTAIRES DE
HUY.

Cette Société possède une usine à Gisves-Ben-Ahin (près Huy).

Elle exploite des carrières de terres plastiques et de grès : sa fabrication comprend, outre les briques réfractaires de tous genres, dont elle exposait divers spécimens, la fabrication des tuiles, carreaux, tuyaux et objets en terre cuite.

Le Jury lui a attribué une Mention honorable.

SOCIÉTÉ J. KAMP ET C^{ie}, à Val-Benoit-Liège.

Cette Société exposait dans la Classe 64 des spécimens de toutes grandeurs de briques réfractaires pour fonderies et fabriques d'acier, ainsi que de carreaux pour fours de boulangers. Ces produits, faits d'une masse homogène et réfractaire, sont fabriqués en utilisant en mélange les déchets des autres fabrications.

Cette Société, fondée en 1843, occupe une superficie de 5.000 mètres : le nombre des ouvriers employés est de 40. La production annuelle est de 3.000 tonnes.

Elle a obtenu une Mention honorable.

SOCIÉTÉ E. LOSSON ET C^{ie}, à Andenne

Cette Société exposait également des spécimens de briques, dalles et tuyaux réfractaires.

ANGLETERRE

WILLIAM STEPHENSON ET SONS, à Newcastle-upon-Tyne.

Cette Société, renommée depuis si longtemps pour la qualité de ses briques et particulièrement pour ses dalles réfractaires pour hauts fourneaux, exposait à Liège différents spécimens de briques réfractaires ordinaires, de briques réfractaires pour fours à gaz, des briques pour chemise de hauts fourneaux, dressées sur tous les côtés, ce qui constitue la grande spécialité de cette firme; des terres réfractaires.

Cette maison, fondée en 1851, a une production annuelle de 12.000 tonnes.

Ses briques de hauts fourneaux sont bien connues dans le monde métallurgique par leur qualité et leur durée remarquables. Voici leur composition :

Silice	63 »
Alumine	34 »
Oxyde de fer . . .	1.50
Chaux	0.50
Magnésie	0.25
Potasse et soude . .	0.75
	100.00

Cette Société a obtenu pour son Exposition une Médaille d'or.

GLENBOIG UNION FIRE CLAY COMPANY LIMITED.

Cette Société, dont les usines sont situées à Glenboig, Cumbernauld et Gartcosh (près de Coatbridge (Écosse), fabrique non

seulement les produits réfractaires, mais encore des tuyaux et objets divers en grès, des carrelages, des pièces d'ornement pour l'architecture, etc. Elle peut livrer les produits réfractaires silico-alumineux les plus divers, depuis la brique de fabrication courante jusqu'à la cornue à gaz : la masse employée renferme de 30 à 35 % d'alumine. Elle fabrique également des briques à teneur élevée en silice (87 %) et à ciment alumineux (11 % d'alumine) pouvant remplacer la brique de Dinas dans une certaine mesure. Les terres réfractaires provenant de la mine de Glenboig ont la composition suivante : silice, 65,41; alumine, 30,55; peroxyde de fer, 1,70; acide titanique, 1,33; magnésie, 0,64; potasse, 0,55; chaux, 0,69, après cuisson. L'exploitation s'en fait souterrainement : la couche de fire clay a une épaisseur de 2 à 3 mètres.

La Glenboig Union fire clay Company a obtenu une Médaille d'or.

ALLEMAGNE

ARLOFFER THONWERKE ACTIENGESellschaft, à Arloff (Province rhénane).

Cette Société, qui a succédé à la maison Roth et C^{ie}, exposait des briques pour foyers divers, hauts fourneaux, fours à coke, pour appareils Cowper, pour cubilots; des tuyaux pour conduits à gaz de fours à coke, des moufles, des creusets, des vases et récipients pour les acides. On remarquait également dans cette Exposition des échantillons des matériaux argileux provenant des importantes exploitations d'Arloff. Ces exploitations renferment des argiles, en couches qui ont jusqu'à 30 mètres d'épaisseur, contenant quelquefois jusqu'à 42 % d'alumine et offrant une résistance au feu correspondant au cône n° 34 de Seger. Elles ont aussi la propriété de ne pas subir de déformation, par dilatation ou par rétrécissement, aux températures les plus élevées.

Voici les résultats d'analyse chimique effectuée sur cette terre,

préparée et desséchée à la température de 100°, au laboratoire de chimie pour l'industrie céramique de MM. Seger et Cramer à Berlin :

Perte par calcination	15,19 %
Silice	48,09 —
Alumine	34,75 —
Oxyde de fer	1,70 —
Chaux	» » —
Magnésie	traces.

Après cuisson, le produit réfractaire se compose de :

Silice	56,80
Alumine	41,00
Oxyde de fer	2,00
	99,80

Ces produits sont particulièrement appréciés dans l'industrie métallurgique pour la construction des ruches des appareils Cowper, soumis à des variations de température assez brusques.

L'Arloffer Thonwerke exposait également différents spécimens de ses produits réfractaires au carborundum, ainsi que des enduits au carborundum. Nous ne reviendrons pas sur ce produit, dont nous avons parlé longuement à l'occasion de l'Exposition de la Société du Carborundum (Émile Müller et C^{ie}); les produits de l'Arloffer Thonwerke ont été très justement remarqués par tous les spécialistes. Le Jury de l'Exposition de Liège a décerné à cette Société une Médaille d'or.

M. B. OTTO ROOSEN, à Hambourg.

Cette maison faisait figurer principalement ses creusets en graphite de Ceylan qui entre pour une proportion de 55 à 60 % dans la composition d'une pâte formée d'une terre réfractaire de première qualité, de provenance allemande.

Le procédé de moulage des creusets est mécanique et les creusets obtenus peuvent faire de quarante à soixante coulées de bronze ou de laiton, ou bien de six à dix coulées d'acier.

Ces creusets de graphite sont très employés pour la fusion de l'acier dans les aciéries au creuset d'Allemagne.

M. Otto Roosen a obtenu, comme récompense, à Liège, une Médaille d'or.

STOECKER et KUNZ, à Mülheim-am-Rhein (Allemagne).

La Société Stœcker et Kunz, fondée en 1872, possède à Mülheim-sur-le-Rhin une usine où elle occupe environ 200 ouvriers.

Elle y fabrique tous les produits réfractaires : briques de silice, briques de Dinas anglaises ou allemandes, chamottes, briques pour hauts fourneaux ou pour foyers à gaz, etc.

Depuis une vingtaine d'années, elle s'est fait une spécialité des bouchons et busettes pour aciéries Thomas, Bessemer et Siemens-Martin, et elle livre ces produits aux principales aciéries d'Europe.

La maison Stœcker et Kunz a obtenu une Médaille d'or.

LA « RHENANIA », Aktien-Gesellschaft für Chamotte und Dinas-Industrie.

Sa spécialité est également la fabrication des produits réfractaires; ses usines sont situées à Bendorf-am-Rhein. Elle avait exposé à Liège les différents échantillons de ses produits.

Le Jury lui a attribué une Médaille d'or.

E. ALFRED PECKHOLDT, à Pirna (Saxe).

Cette maison est une des plus importantes et des plus connues en Allemagne pour la fabrication des creusets réfractaires : elle possède également un atelier pour la fabrication des brosses métalliques.

Dans la Classe 64, elle avait exposé des creusets en plombagine pour la fusion des différents métaux : ils sont faits d'un mélange de graphite de Ceylan, pays qui à lui seul fournit les deux tiers du graphite produit dans le monde, et d'argile réfractaire dans lequel on a incorporé une certaine proportion de sable : le mélange est rendu homogène grâce à des broyeurs et malaxeurs perfectionnés ; puis la forme voulue est donnée soit à la main, dans le cas de forme compliquée, soit au tour.

Le séchage et la cuisson nécessitent les plus grands soins et exigent

une grande pratique pour obtenir un produit régulier pouvant résister non seulement aux hautes températures, mais encore aux changements brusques de température, comme c'est le cas dans les fonderies de bronze, de cuivre, de nickel, d'argent, etc.

Les proportions des différentes matières entrant dans la composition de la pâte varient suivant la destination du creuset, le produit à fondre, la température de fusion, etc. Les formes et dimensions des creusets varient beaucoup suivant les traditions et usages des différents pays, et M. Peckholdt en avait exposé toute une collection variée, ainsi que des creusets pour fours spéciaux, tels que les systèmes Rousseau (Rasse et Selve), Piat (Baumann), Hammelrath, Clerc, etc., avec leurs accessoires de réchauffeurs, fromages, coins, etc.

Différentes pièces en plombagine, telles que réservoirs à bain de métaux en fusion, agitateurs, tubes pour introduire le phosphore dans le bain de métal fondu, briques en plombagine pour revêtement intérieur de fours spéciaux, complétaient l'Exposition de M. Peckholdt qui, pour faire connaître l'excellente qualité de ses produits, exposait des creusets ayant déjà servi à de nombreuses fusions et accompagnés de certificats des établissements qui les avaient envoyés : tels que des creusets d'une contenance de 600 kilogrammes de métal ayant fondu déjà seize fois ce poids, soit près de 10.000 kilos et encore en parfait état : d'autres ayant fait 50 fusions de 350 kilogrammes chacune de bronze au four Piat et servant ensuite à faire 50 fusions au four ordinaire, etc.

Les ateliers Peckholdt sont situés à Pirna (Royaume de Saxe) : ils occupent une cinquantaine d'ouvriers. La production des creusets a triplé depuis cinq ans et atteint actuellement une valeur de un million de francs.

La maison Peckholdt a obtenu une Médaille de bronze dans la Classe 64.

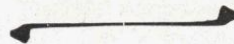


TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

Exposé général.	5
Classification.	5
Organisation.	8
Liste des exposants français.	13
Installation des exposants.	15
Opération du Jury.	19
Congrès de la Métallurgie.	23

DEUXIÈME PARTIE

Développement de la Sidérurgie.	27
Progrès apportés dans l'installation et la fabrication.	32
Fontes, fers et aciers.	39
France.	39
Description des Expositions.	43
Belgique.	119
Allemagne.	164
Suède.	170
Etats-Unis.	186
Angleterre.	188
Grand Duché de Luxembourg.	192
Russie.	194
Autriche.	197
Espagne.	198
Canada.	199
Hongrie.	201
Italie.	202
Grèce.	203
Japon.	204

Métaux autres que le fer	207
Cuivre.	207
Zinc	209
Nickel.	211
Plomb	212
Etain.	214
Aluminium.	214
Argent	216
Description des Expositions.	217
France	217
Belgique	249
Allemagne	259
Russie	265
Japon	271
Procédés et appareils métallurgiques.	273
France.	273
Allemagne et Grand Duché de Luxembourg	283
Belgique	289
Produits réfractaires.	293
France.	293
Belgique	298
Angleterre	302
Allemagne	303

TABLE DES GRAVURES

Figures

1. — Exposition de la C ^{ie} des fonderies, forges et aciéries de Saint-Etienne.	45
2. — Exposition de la Société des Aciéries et forges de Firminy . .	49
3. — Vue des Aciéries et forges de Firminy.	51
4. — — — — —	53
5. — Exposition de MM. Marrel frères.	55
6. — Vue des usines de MM. Marrel frères.	59
7. — Exposition de MM. Caplain Berger et Compagnie.	65
8. — Hauts fourneaux et fonderies de la Société métallurgique du Périgord.	71
9. — Vue d'un des ateliers des forges de Douai	75
10. — Exposition de la Société anonyme d'Escaut-et-Meuse	83
11. — Vue des usines de la Société anonyme d'Escaut-et-Meuse . . .	87
12. — Exposition de la Société française pour la fabrication des tubes, à Louvroil	97
13. — Halle de coulage de lingots creux (Usines de Louvroil). . . .	97
14. — Lingotière rotative, système Louvroil	101
15. — Aciérie pour lingots creux (Usine de Louvroil)	103
16. — Laminoirs dégrossisseurs à cannelures multiples.	105
17. — Vue des usines de la Praz de la Société Electro-métallurgique française	107
18. — — — — —	109
19. — — — — —	111
20. — Four électrique oscillant Héroult.	113
21. — Exposition de la Société anonyme John Cockerill	125
22. — Vue générale des Usines de la Société anonyme de John Cockerill.	127
23. — Exposition de la Société anonyme d'Ougrée Marihay	131
24. — Vue générale des usines de la Société anonyme de Marcinelle et Couillet.	135
25. — Vue des usines de la Société des Forges de la Providence. . .	139

26. — Vue des usines de la Compagnie générale des conduites d'eau . . .	147
27. — Usine de la Compagnie des Eaux de la Banlieue de Paris . . .	149
28. — Bassins filtrants de la Banlieue de Paris.	149
29. — Usine de Suresnes.	150
30. — Bassins filtrants de la Banlieue de Paris.	151
31. — Réservoir du Mont-Valérien.	152
32. — Vues des usines de la Société anonyme des usines et aciéries de Sandviken	173
33. — Exposition de la C ^{ie} française des métaux	219
34. — Exposition de la Société anonyme des Fonderies et laminoirs de Biache-Saint-Vaast.	227
35. — Exposition de la Société « Le Nickel ».	233
36. — Exposition de la Société « Le Ferro-Nickel »	241
37. — Vue des usines de Viviez	251
38. — Exposition de la Société « Dürener Metallwerke ».	263
39. — Vues des ateliers A. Delattre et C ^{ie} à Ferrière-la-Grande (Nord).	289
40. — Exposition de la Société du Carborundum	295

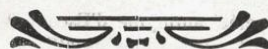


TABLE DES EXPOSANTS

C ^{ie} des fonderies, forges et aciéries de Saint-Etienne	43
Société des aciéries et forges de Firminy	48
MM. Marrel frères, à Rive-de-Gier (Loire)	54
MM. Caplain, Berger et C ^{ie}	64
Société métallurgique du Périgord	70
Forges de Douai	73
Société anonyme d'Escaut-et-Meuse	78
Société française pour la fabrication des tubes	95
Société électro-métallurgique française	106
Société Boutmy et C ^{ie}	117
Société anonyme John Cockerill	123
Société anonyme d'Ongrée-Marihay	130
Collectivité des Maîtres de forges de Charleroi	134
Société anonyme de Marcinelle et Couillet	136
Société des forges de la Providence	137
Société anonyme des forges de Clabecq	139
Hauts fourneaux du Sud de Chatelineau	140
Société anonyme des aciéries de Charleroi	141
Société anonyme des forges et laminoirs de Saint-Victor	141
Société anonyme des hauts fourneaux, forges et aciéries de Thy-le- Château et Marcinelle	142
Société anonyme de Monceau-Saint-Fiacre	143
Société anonyme des laminoirs du Ruau	143
Société métallurgique de Sambre-et-Moselle	143
Société anonyme des laminoirs, tréfileries et pointeries de Dampremy .	145
Fernand Thiebault, à Marchienne-au-Pont	146
Usines et laminoirs de l'Alliance, à Charleroi	146
Compagnie générale des conduites d'eau	146
Société anonyme de travaux Dyle et Bacalau	153
Société anonyme métallurgique d'Espérance-Longdoz	156
Société des hauts fourneaux et mines de Halanzy	157
Laminoirs, forges et fonderies de Jemmapes	158
Société belge Griffin	158
Fonderies verviétoises	160

MM. A. T. Spinette et fils	160
M. Victor Bouhy	160
M. Paul Borgnet	161
Société anonyme des ateliers de construction et de chaudronnerie d'Awans	161
Nouvelle société anonyme des forges et laminoirs à tôles de Regissa .	161
« La Brugeoise » société anonyme	162
Société anonyme des usines et aciéries Léonard Giot	163
Emile Henricot, fonderies de fer et d'acier	163
Société anonyme des aciéries et fonderies d'art	164
Société anonyme du nord de Liège	164
Haniel et Lueg	167
Aktien-Gesellschaft Schalker Gruben und Hutten-Verein	169
Maschinen und Werkzeugfabrik Kabel, Vogel et Schemmann	169
F.-E. Clotten	170
Schwarz et C ^{ie}	170
Sandvikens Jernverks Aktie Bolag	172
Uddeholms Aktiebolag	177
Aktiebolaget Osterby Bruk	178
Metallurgiska Patentaktiebolaget	178
Larsbo-Norn Aktiebolag	182
Herrangs Grufaktiebolag	184
Société métallurgique du Sud-Oural	196
Compagnie française des métaux	217
Société anonyme des fonderies et laminoirs de Biache-Saint-Waast .	222
Société « Le Nickel »	230
Le ferro-nickel	240
M. Charpentier-Page	244
M. H. Herrenschmidt	248
Société des mines et fonderies de zinc de la Vieille-Montagne	249
Compagnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleyberg . .	254
Société anonyme des usines à cuivre et zinc de Liège	257
MM. de Rosée, Clément et C ^{ie}	258
M. Van de Caseelle et C ^{ie}	258
Dürener Metallwerke Aktien Gesellschaft	259
Deutsche Waffen und Munitionsfabriken	264
Usine Electrolytique Nicolaeff	265
La Compagnie Fugitagumi	271
La Compagnie Mitsubishi	271
Compagnie Furukawa Junkichi	272
Sumitomo Kichizaemon	272
Société Aug. Delattre et C ^{ie}	273
E. A. Javal	277
Compagnie française de l'acétylène dissous	280
M. Romain Sartiaux	281
MM. A. Boulay et E. Renaud	281
Société française de métallurgie	282
Société des forges d'Eich	283

TABLE DES EXPOSANTS

313

Th. Goldschmidt	286
M. J. Keriger	289
M. Gustave Lepourc	290
Atelier Wilmet-Lupret	290
Société du carborundum	293
M. Philippe Sourdille	297
Société anonyme des terres plastiques et produits réfractaires . . .	298
M. Louis Escoyez	299
M. Hyacinthe Chaudoir	300
M. Camille Henroz	300
Société anonyme des produits réfractaires et terres plastiques de Seilles-lez-Andenne et de Bouffioulx	301
Société anonyme des produits réfractaires de Huy	301
Société J. Kamp et C ^{ie}	301
Société E. Losson et C ^{ie}	301
William Stephenson et Sons	302
Glenboig Union Fire Clay Company limited.	302
Arloffer Thonwerke Actiengesellschaft	303
M. B. Otto Roosen	304
Stoecker et Kunz	305
La « Rhenania »	305
M. E. Alfred Peckholdt	305



