

Prix du numéro: 6 Francs

3^E ANNÉE

N° 11

NOVEMBRE
1934

L'OSSATURE METALLIQUE

SOMMAIRE

Le nouveau centre urbain
de Villeurbanne.

Magasin de confections
à Den Helder (Hollande).

Les ponts-rails d'Hérenthals
et de Malines
à poutres Vierendeel.

Les grands ponts en construction
à San Francisco.

Les voitures métalliques nouvelles
pour trains de banlieue
de la Société Nationale
des Chemins de Fer Belges.

Oxycoupage automatique,
soudure oxyacétylénique
et construction tout acier.

L'évolution de l'acier à haute
résistance pour constructions
métalliques.

Chronique.
Ouvrages récemment parus.
Documentation
bibliographique.

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER EDITEE PAR LE
CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER.

STUDIO SIMAR-STEVEN

LE CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

(ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF)

a été fondé le 12 janvier 1932
par les représentants autorisés de l'industrie sidérurgique
dans le but de développer et de promouvoir l'emploi de l'acier
dans tous ses domaines d'applications.

Conseil d'Administration

Président :

M. Eugène GEVAERT, Directeur Général Honoraire des Ponts et Chaussées ;

Vice-Président :

M. Eugène FRANÇOIS, Professeur à l'Université de Bruxelles ;

Membres :

- M. Fernand COURTOY, Président et Administrateur délégué du Bureau d'Etudes Industrielles F. Courtoy (Soc. Coop.) ;
- M. Arthur DECOUX, Directeur Général de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de La Providence ;
- M. Paul DEVIS, Président de la S. A. des Anciens Etablissements Paul Devis, Président de la Chambre Syndicale des Marchands de fer de Belgique ;
- M. Hector DUMONT, Administrateur-Directeur de la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur ;
- M. Léon GREINER, Administrateur-Directeur Général de la S. A. John Cockerill, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges ;
- M. Louis ISAAC, Administrateur délégué de la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi ;
- M. Ludovic JANSSENS DE VAREBEKE, Administrateur délégué, Président des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A.
- M. Aloys MEYER, Directeur général des A. R. B. E. D., à Luxembourg ;
- M. Henri ROGER, Directeur Général de H. A. D. I. R., à Luxembourg ;
- M. Fernand SENGIER, Administrateur délégué des Laminoirs et Boulonneries du Ruau, Président du Groupement des Transformateurs du Fer et de l'Acier de Charleroi ;
- M. Jacques VAN HOEGAERDEN, Président de la S. A. d'Ougrée-Marihaye, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries belges ;
- M. Lucien WAUTHIER, Directeur-Gérant de la S. A. des Usines à Tubes de la Meuse, Président du Groupement des Usines Transformatrices du Fer et de l'Acier de la Province de Liège.

Direction

Directeur : Léon-G. RUCQUOI, Ingénieur des Constructions Civiles, Master of Science in C. E. ;

Secrétaire : Georges THORN, Licencié en Sciences Commerciales.

Vous devez être documenté exactement sur les derniers progrès réalisés dans les emplois de l'acier

L'OSSATURE METALLIQUE, Revue mensuelle des applications de l'acier, doit la place de premier plan qu'elle occupe parmi les revues techniques à la parfaite objectivité scientifique de sa documentation. Ses études et mémoires sont signés des noms les plus en vue du monde de la construction. Sa documentation bibliographique résume tout ce qui se publie d'intéressant sur les applications constructives de l'acier dans les 200 revues techniques du monde entier qui sont lues par les Ingénieurs de sa rédaction.

L'OSSATURE METALLIQUE s'adresse

Aux Architectes par son abondante documentation descriptive, graphique et photographique relative à la construction moderne.

Aux Ingénieurs par ses nombreuses études théoriques apportant des solutions plus exactes ou plus simples au calcul des constructions en acier et conduisant à une plus grande économie dans l'emploi des matériaux.

Aux Industriels par ses monographies abondamment illustrées d'ouvrages et constructions diverses en acier exécutés en Belgique et à l'étranger.

Virez dès à présent au compte-chèques postaux n° 34017 du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, à Bruxelles, le montant de votre abonnement pour 1935 à L'OSSATURE METALLIQUE :

POUR LA BELGIQUE ET LE LUXEMBOURG : 40 FRANCS.
POUR TOUS LES AUTRES PAYS : 14 BELGAS.

Voir au dos les sommaires des numéros de L'OSSATURE METALLIQUE parus en 1934.

SOMMAIRES des numéros de l'OSSATURE MÉTALLIQUE parus en 1934

- N° 1. L'esthétique nouvelle, par J. DE LIGNE. L'œuvre des architectes américains HOLABIRD et ROOT. - Les charpentes métalliques tubulaires, par St. BRYLA. - La construction des tanks à pétrole et du matériel pour raffineries, par P. LAMAL. - Les voitures métalliques sur les réseaux des chemins de fer belges. - La locomotive Franco.
- N° 2. La transformation du pavillon sud des Halles Centrales de Bruxelles. - Le magasin « Priba » à Anvers, Architecte : A. DAUTZENBERG. - Les maisons modernes à l'Exposition « Un siècle de Progrès », à Chicago 1933. - Les maisons métalliques françaises. - Le voyage aérien à l'Exposition « Un siècle de Progrès », par D. B. STEINMAN. - La maison métallique de Beauraing. - La ductilité de l'acier, son application au dimensionnement des systèmes hyperstatiques, par F. BLEICH.
- N° 3. Le remplacement de la travée centrale du pont de chemin de fer de Daugavpils, par G. DEWULF. - Les agrandissements de la N. V. Meelfabriek « De Sleutels » à Leiden. - Pont suspendu et ancrage intérieur. - L'utilisation des containers. - Le wagon route et rail Willeme Coder. - Le transporteur à charbon à l'Usine à gaz de Beckton. - Façade en acier à Salagnac. - Pont à tablier en treillis ajouré. - Les nouvelles automotrices « Littorina ». - Les procédés modernes de soudure autogène, par Kurt RUPPIN. - L'Assemblée annuelle du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier.
- N° 4. La Cité de la Muette à Drancy, Architectes : BEAUDOUIN et LODS. - Considérations sur la construction des ponts roulants, par L. DUPONT. - Les réactions de l'acier vis-à-vis de la concurrence du béton, par A. DE MARNEFFE. - Les constructions acier-béton système « Alpha », par M. ROS. - L'acier à la Foire de Leipzig.
- N° 5. Un nouvel ordre de grandeur des éléments urbains, une nouvelle unité d'habitation, par LE CORBUSIER. - Immeuble à appartements au boulevard d'Avroy à Liège. - Les Concours de l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier. - Le pont-levant sur la Tees à Middlesbrough. - Les échelles en tubes d'acier. - Les profils dans la fabrication des châssis métalliques. - La ductilité de l'acier, par F. MASI.
- N° 6. Les grands palais de l'Exposition universelle et internationale de Bruxelles 1935. - Aperçu général concernant les ouvrages métalliques, par L. BAES. - La nouvelle automotrice jumelée Diesel électrique 410 HP de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges. - Les nouveaux volets métalliques des Grands Magasins « A l'Innovation » à Bruxelles. - Les principes de la plasticité parfaite appliqués aux calculs de la résistance des matériaux, par L. BAES.
- N° 7-8. Projet d'un nouveau Palais des Expositions, par MM. BEAUDOUIN et LODS. - Les applications de la poutre Vierendeel au Japon, par F. TAKABEYA. - La nouvelle halle VI de la Foire Suisse d'Echantillons à Bâle. - Le pylône de la station d'émissions radiophoniques de Budapest. - Vitrines et magasins. - Auscultation tensométrique de l'ossature métallique des voitures motrices des Tramways de Liège, par N. SELEZNEFF. - Principe d'application de la plasticité au calcul des constructions métalliques hyperstatiques, par A. S. JOUKOFF. - Exemple d'étude de région plastique. Action du mandrinage dans une tôle, par G. WILKIN. - Le congrès international annuel des centres d'information de l'acier, Londres, juin 1934.
- N° 9. Le pont « C » d'Hérentals sur le Canal Albert, par A. SPOLIANSKY. - Les ponts de Schooten sur le canal Albert, par A. BRAECKMAN et A. VAN GAVER. - Le grand hangar pour dirigeable de Sunnyvale (Californie), par R. E. THOMAS. - Renforcement d'un chevalement au charbonnage « Wujek » (Pologne), par St. BRYLA. - Le nouveau refuge-auberge Victor-Emmanuel II sur le Gran-Paradiso. - La coupole du nouvel observatoire du Mont Locke. - Le pont de Pilsen. - Application de la plasticité au calcul des systèmes hyperstatiques, par J. VERDEYEN.
- N° 10. Le nouveau siège de la Società Reale Mutua di Assicurazioni à Turin, Architecte : A. MELIS, Ingénieur : G. BERNOCCO. - Le soutènement métallique dans les mines, par V. ERNOULD. - Mémoires techniques présentés au Troisième Congrès International pour le Développement de l'Acier (Londres, juin 1934).
- N° 11. Le nouveau centre urbain de Villeurbanne. - Magasin de confection à Den-Helder (Hollande). - Les pont-rails d'Hérentals et de Malines à poutres Vierendeel. - Les grands ponts en construction à San Francisco. - Commande de 2000 voitures métalliques nouvelles pour trains de banlieue. - Oxycoupage automatique, soudure oxy-acétylénique en construction tout acier, par G. ANCIEN. - L'évolution de l'acier à haute résistance pour constructions métalliques, par J. WELTER.

Liste des Membres du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier

ACIÉRIES BELGES

- Angleur-Athus (Société Anonyme d'), à Tilleur-lez-Liège.
- Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.
- Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.
- John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
- Métallurgique d'Espérance-Longdoz, S. A., 1, rue de Huy, Liège.
- Usines Gilson, S. A., La Croÿère (Bois d'Haine).
- Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
- Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
- Usines de Moncheret, S. A., à Acoz.
- Ougrée-Marihaye (Société Anonyme d'), siège social Ougrée.
- Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
- Hauts Fourneaux, Forges et Acieries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

- Acieries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., et Société Métallurgique des Terres Rouges, S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.
- Hauts Fourneaux et Acieries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, à Luxembourg.
- Usines de Rodange (Division d'Ougrée-Marihaye), à Rodange.

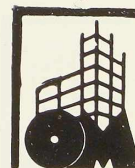
TRANSFORMATEURS

- Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
- Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
- Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes-lez-Mons.
- Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
- Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croÿère, Bois d'Haine.
- Usines Gilson, S. A., à La Croÿère, Bois d'Haine.
- Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
- La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.
- Laminoirs du Monceau, S. A., à Méry (Tilff-lez-Liège).
- Forges, Fonderies et Laminoirs de Nimy, S. A., à Nimy-lez-Mons.
- Tubes de Nimy, S. A., à Nimy-lez-Mons.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

- Angleur-Athus (Société Anonyme d'), à Tilleur-lez-Liège.

- Société Anglo-Franco-Belge de Matériel de chemins de fer, à La Croÿère.
- Ateliers d'Awans et Etablissements Français réunis, S. A., à Awans-Bierset.
- Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
- La Construction Soudée André Beckers, chaussée de Buda, à Haren.
- Ateliers de Construction Paul Bracke, 34-40, rue de l'Abondance, Bruxelles.
- John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
- « Cribla », S. A. Construction de Criblages et Lavoirs à charbon, 31, rue du Lombard, Bruxelles.
- La Brugeoise et Nicaise et Delcuve, S. A., La Louvière.
- Compagnie Centrale de Construction, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
- Ateliers Detombay, S. A., à Marcinelle.
- Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.
- Ateliers de la Dyle, S. A., Louvain.
- Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.
- Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes-Namur.
- Ateliers de Construction de Familleureux, S. A., à Familleureux.
- Ateliers de Construction de Hal, S. A., à Hal.
- Ateliers Emile Kas, avenue de Mai, 264-266, Woluwé-Saint-Lambert.
- Ateliers de Construction de Mortsel et Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.
- Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, à Malines.
- Ateliers du Nord de Liège, 5, rue Navette, à Liège.
- Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.
- Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).
- Ateliers Métallurgiques et Chantiers Navals, S. A., 192, chaussée de Louvain, Vilvorde.
- Ougrée-Marihaye (Société Anonyme d'), Siège social Ougrée.
- Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, à Marcinelle.
- Chaudronneries A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.
- Chaubobel, S. A., à Huyssinghen.
- « Sacoméi » S. A. de Constructions Métalliques et d'Entreprises Industrielles, 78, rue du Marais, à Bruxelles.
- « Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, à La Louvière (Baume).
- Etablissements D. Steyaert-Heene, Ateliers de Constructions métalliques, Eecloo.



Ateliers de Constructions Mécaniques de Tirlemont, S. A., à Tirlemont.
 Ateliers de Construction et Chaudronnerie de Viesville, S. A., à Viesville-lez-Charleroi.
 Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, à Willebroeck.
 Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

CHASSIS MÉTALLIQUES

Chamebel (Le Châssis Métallique Belge), S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.
 « Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, à La Louvière (Baume).

MEUBLES MÉTALLIQUES

Maison Desoer, S. A., (meubles métalliques ACIOR), 17 et 21, rue Sainte-Véronique, Liège, et 16, rue des Boîteux, Bruxelles.
 Manufacture belge de Gembloux, S. A., 7 à 15, rue Albert, Gembloux.
 « SIDAM », Société Industrielle d'Ameublement, S. A., 46, rue de Stassart, Bruxelles.
 S. A. des Métaux Usinés, 8, rue de la Station, Jupille-lez-Liège.

SOUDURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

Electricité et Electro-Mécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.
 ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.
 Electro-Soudure Thermarc, S. A., 7, rue Gillekens, Vilvorde.
 L'Air Liquide, S. A., 31, quai Orban, Liège.
 La Soudure Electrique Autogène « Arcos », S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Anderlecht-Bruxelles.
 L'Oxydrique Internationale, S. A. 31, rue Pierre Van Ilumbeck, Bruxelles.

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES ET COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Individuellement :

Davum, S. A. Belge, 4, quai Van Meteren, à Anvers.
 Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.
 Anciens Etablissements Paul Devis, S. A., 43, rue Masui, Bruxelles.
 Oortmeyer, Mercken et C^{ie}, Société en commandite simple, 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.
 Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.
 Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.
 Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, à Anvers.

Fers et Aciers Pante et Masquelier, S. A., 30, rue du Limbourg, à Gand.

Collectivement :

Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 2, rue Auguste Orts, Bruxelles.
 Chambre Syndicale des Marchands de fer, 2, rue Auguste Orts, à Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

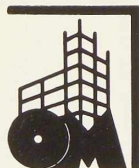
Bureau d'Études Industrielles Fernand Courtoy, Société Coopérative, 43, rue des Colonies, à Bruxelles.
 Bureau d'Études René Nicolai, quai des Etats-Unis, 16, Liège.
 M. C. et P. Molitor, ingénieurs-conseils en construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstael, à Bruxelles.
 M. J. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil, 20, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.
 M. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), Bureau Technique de Construction Moderne, 5, rue Jean Chapelié, Bruxelles.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Briqueteries et Tuileries du Brabant, S. A., 21, rue de Mons, à Tubize.
 Etablissements Cantillana, S. A., rue de France, 29, à Bruxelles-Midi.
 Le Treillage Céramique Steengas, S. A., 12, avenue Saint-Ambroise, Dilbeek-Bruxelles.
 Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin, S. A., à Hennuyères.
 Les Planchers Christin, S. A., 3, place du Béguinage, Bruxelles.
 S. A. Westvlaamsche Betonwerkerij, 73, quai Saint-Pierre, Bruges.
 M. M. Vallaëys et Vierin, Briques « Moler », 69, avenue Broustin, Ganshoren, Bruxelles, et 473, Grande Chaussée, Berchem-Anvers.
 Société Anonyme « Éternit », Cappelle-au-Bois (Malines).
 Farcométal (métal déployé), 57, rue Gachard, Bruxelles.
 France et C^{ie}, (isolation, acoustique), 8, rue de la Bourse, Bruxelles.

MEMBRES INDIVIDUELS

M. Buffin, Constructeur, 131, boulevard Saint-Michel, à Bruxelles.
 M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, 155, rue de la Loi, Bruxelles.
 M. Jean François, membre associé de la firme François, rue du Cornet, à Bruxelles.
 M. César Geeraert, ingénieur, 124, avenue Albert, à Bruxelles.
 M. Eug. Gevaert, Directeur général honoraire des Ponts et Chaussées, 207, rue de la Victoire, Bruxelles.
 M. Van Hoënaeker, architecte, rue Vénus, 33 Anvers.



POUTRELLES GREY

A LARGES AILES ET FACES PARALLÈLES

POUR OSSATURES
D'IMMEUBLES, PONTS
LIGNES ELECTRIQUES
ETC.

4 SERIES DE PROFILS

TYPE RENFORCE **DIR**

TYPE NORMAL **DIN**

TYPE A AILE MINCE **DIL**

TYPE A AILES MINCES **DIE**

ET TOUS PROFILS INTERMÉDIAIRES
RÉPONDANT A TOUS LES PROBLÈMES
DE LA CONSTRUCTION

Immeuble du Boerenbond à Anvers, au 25^e étage



SEUL FABRICANT EN EUROPE
HADIR-DIFFERDANGE
GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

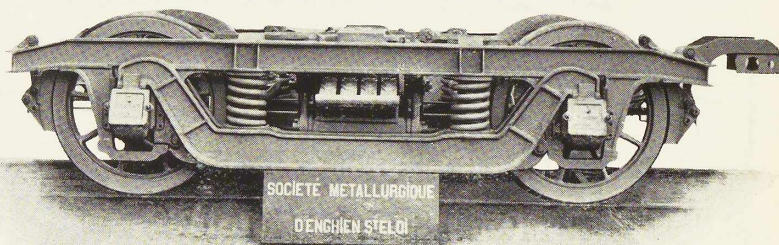
AGENCE DE VENTE EN BELGIQUE
DAVUM SOC. ANONYME BELGE
4, QUAI VAN METEREN, ANVERS
TÉLÉGRAMMES: DAVUMPORT
TÉLÉPHONE: 299.13 à 299.17

une référence sans commentaire!

Nouvelle conception de bogies
entièrement soudés par la

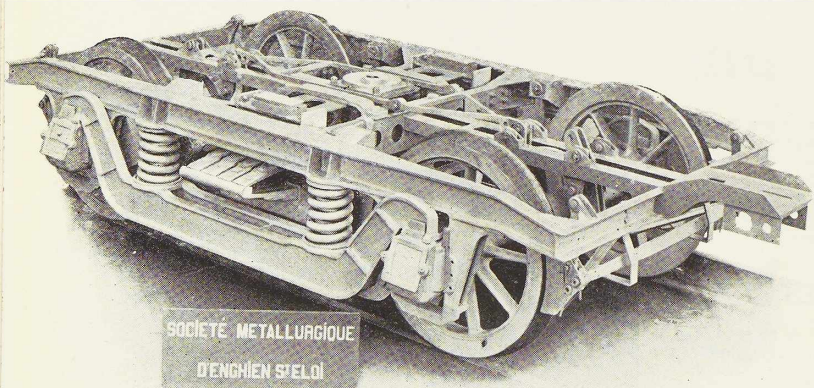
S^{té} A^{m^e}

**METALLURGIQUE
D'ENGHIEN
SAINT-ELOI**



avec LES ELECTRODES

OK 47



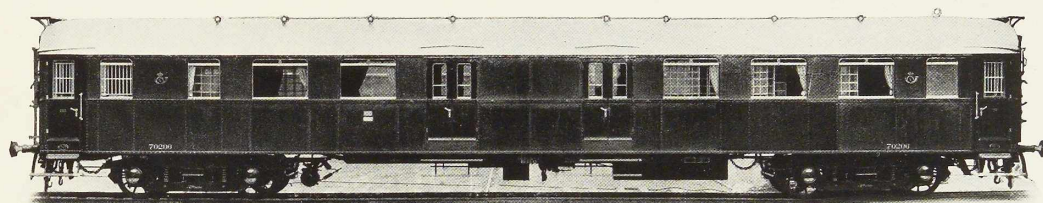
Une première série de ces bogies est destinée à une commande de 13 voitures métalliques de 22 mètres, 3^e classe, passée par la S^{té} N^o des Chemins de Fer Belges à la S^{té} A^{m^e} Métallurgique d'Enghien-St-Eloi

ELECTRODE OK 47
INDICE DE SECURITE!

S^{T E} A^{M E} ESAB

118, RUE STEPHENSON, BRUXELLES, Tél. 15.91.26





Voiture postale de la S. N. C. F. B.

SOCIETE METALLURGIQUE d'Enghien Saint-Eloi

Siège Social : ENGHIEU (Belgique)



Vue intérieure de la voiture postale

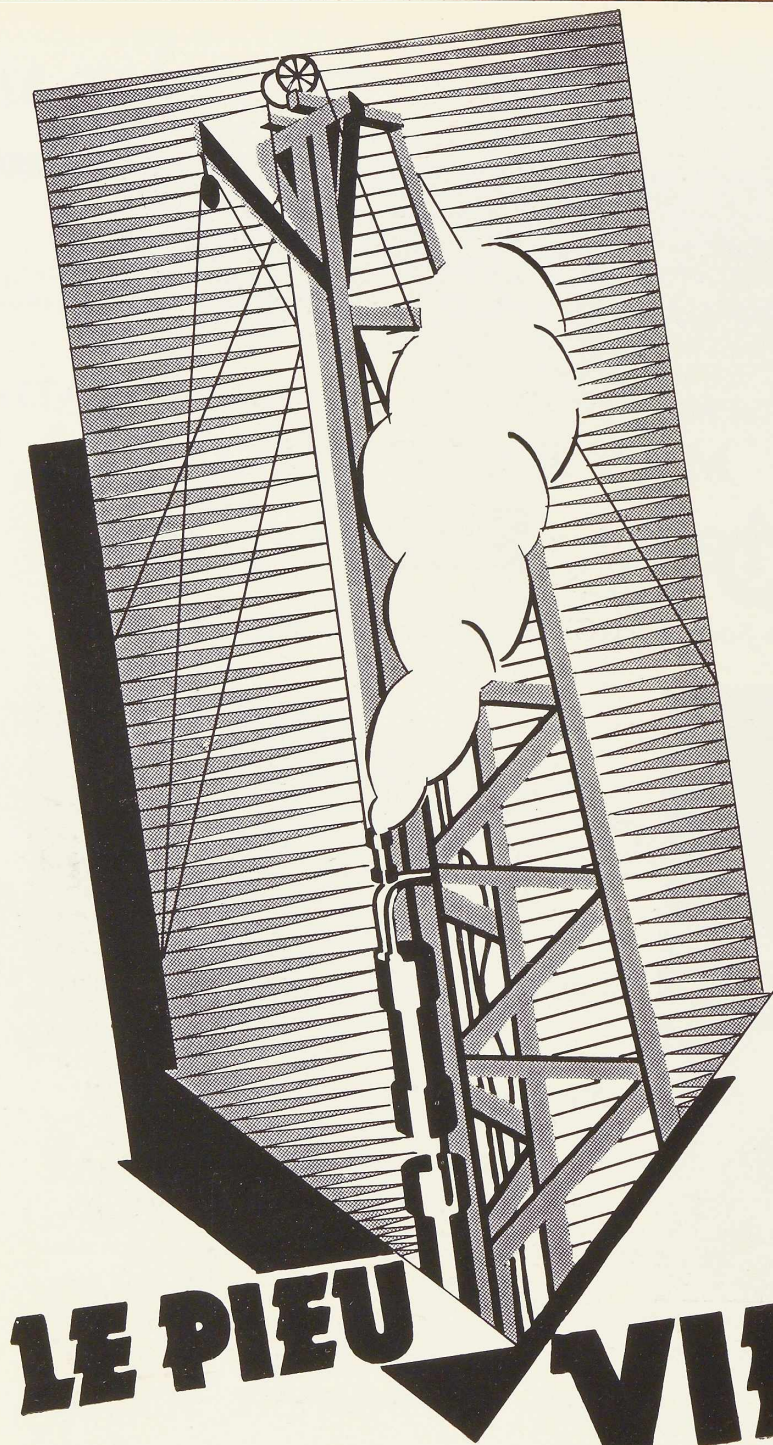
CHAUDRONNERIE

PONTS = CHARPENTES

MATERIEL POUR CHEMINS DE FER

PONTS ROULANTS = MANUTENTION

BOULONS ET RIVETS



LE PIEU

VIBRO

S.A. 2 RUE STEPHENSON 2
BRUXELLES • TEL: 15.47.55.

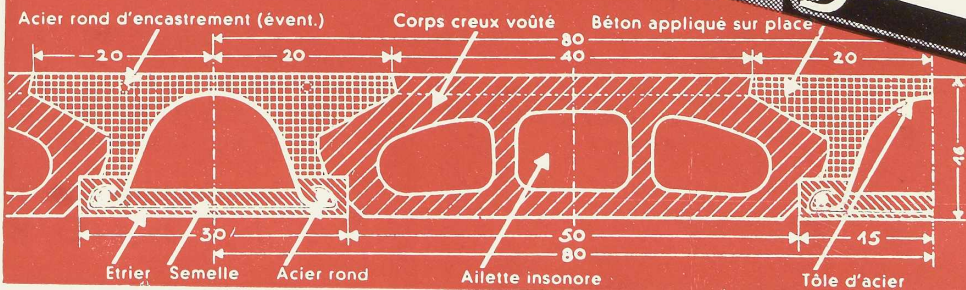
LE PLANCHER TUBACIER

158, boulevard Adolphe Max, BRUXELLES. Téléph. : 17.53.95

ARCHITECTES, INGÉNIEURS, PROPRIÉTAIRES !

Songez que 90 % des appartements vides le sont à cause de la sonorité excessive. Evitez cette erreur par l'emploi du PLANCHER TUBACIER.

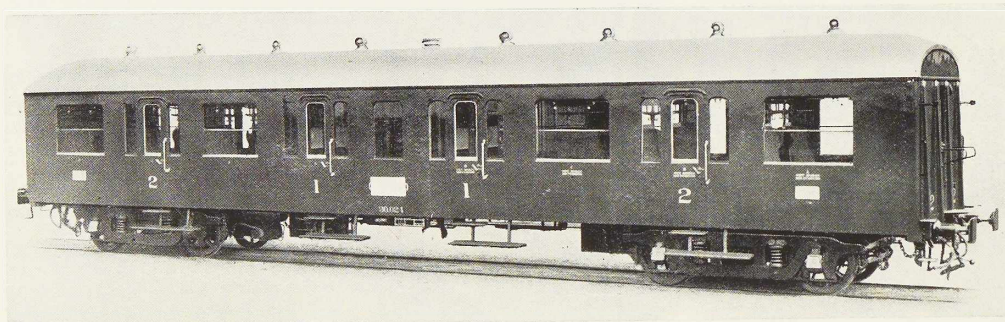
Toutes portées jusqu'à 12 mètres.



DEMANDEZ CATALOGUE S. F.

STUDIO SIMAR STEVENS BRUXELLES

VOITURE METALLIQUE DE PREMIÈRE ET DEUXIÈME CLASSES, 18 M.



SOCIÉTÉ ANONYME DES

ATELIERS DE CONSTRUCTION

DE ET A

FAMILLEUREUX

BELGIQUE

MATERIEL ROULANT

POUR CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS

APPAREILS DE VOIES • PLAQUES TOURNANTES
COLONNES HYDRAULIQUES

Télégrammes :
ROMAIN, FAMILLEUREUX

Téléphones :
MANAGE 10
LA LOUVIÈRE 1255
Compte Ch. Post. **22.022**

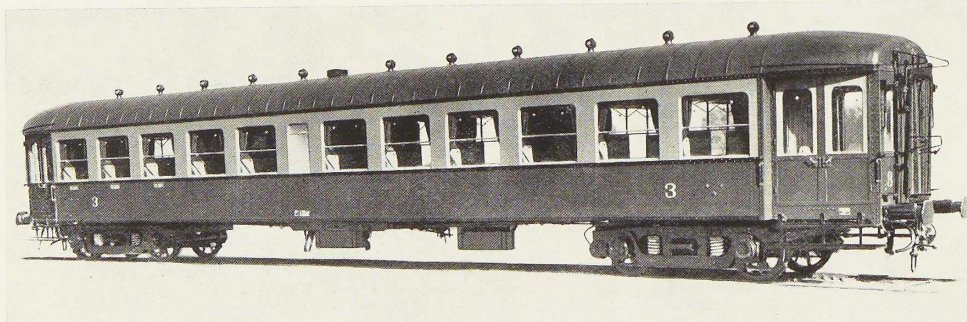
CHAUDIÈRES

**POUR CHAUFFAGE CENTRAL, INDUSTRIEL
ET A HAUTE PRESSION**

A VAPORISATION INSTANTANÉE, INEXPLOSIBLES
Brevetées dans tous pays

Codes A. B. C.
4, 5^e et 6^e éditions
MARCONI, BENTLEY ET
INTERNATIONAL LUGAGNE

Reg. du Commerce
Charleroi 4166



VOITURE METALLIQUE DE TROISIÈME CLASSE, 22 MÈTRES

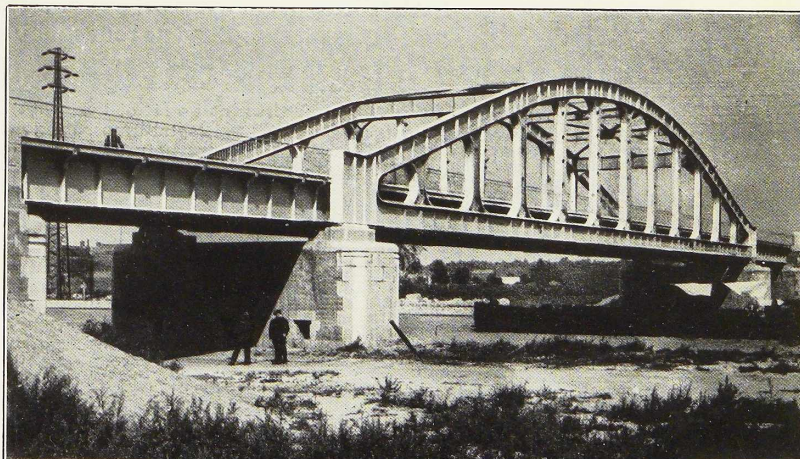
Garantie :

46 PONTS

ACTUELLEMENT CONSTRUITS
OU EN CONSTRUCTION EN
BELGIQUE ET A L'ÉTRANGER
SONT SOUDÉS PAR LES

**PROCÉDÉS
ARCOS**

ARCOS
LA SOUDURE ÉLECTRIQUE
AUTOGÈNE
58-62, RUE DES DEUX GARES
BRUXELLES



Baume-

Usines à { HAINÉ ST-PIERRE
MORLANWELZ
MARPEM (France)
Siège social : HAINÉ ST-PIERRE

Belgique

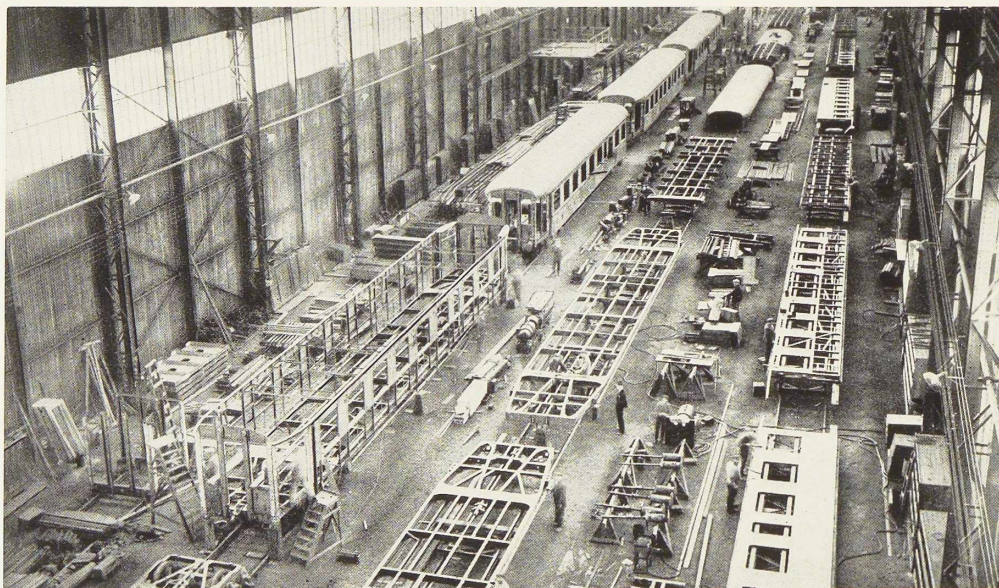
AGENCES DANS LE MONDE ENTIER

Société Anonyme fondée en 1882

Marpent

Télégrammes :
Baumarpent Haine-St-Pierre

Administrateur-Délégué :
H. FAUQUEL-MOYAU



Construction à la chaîne des voitures métalliques mixtes 1^{re} et 2^e classe de 22 mètres pour la S. N. C. F. B.

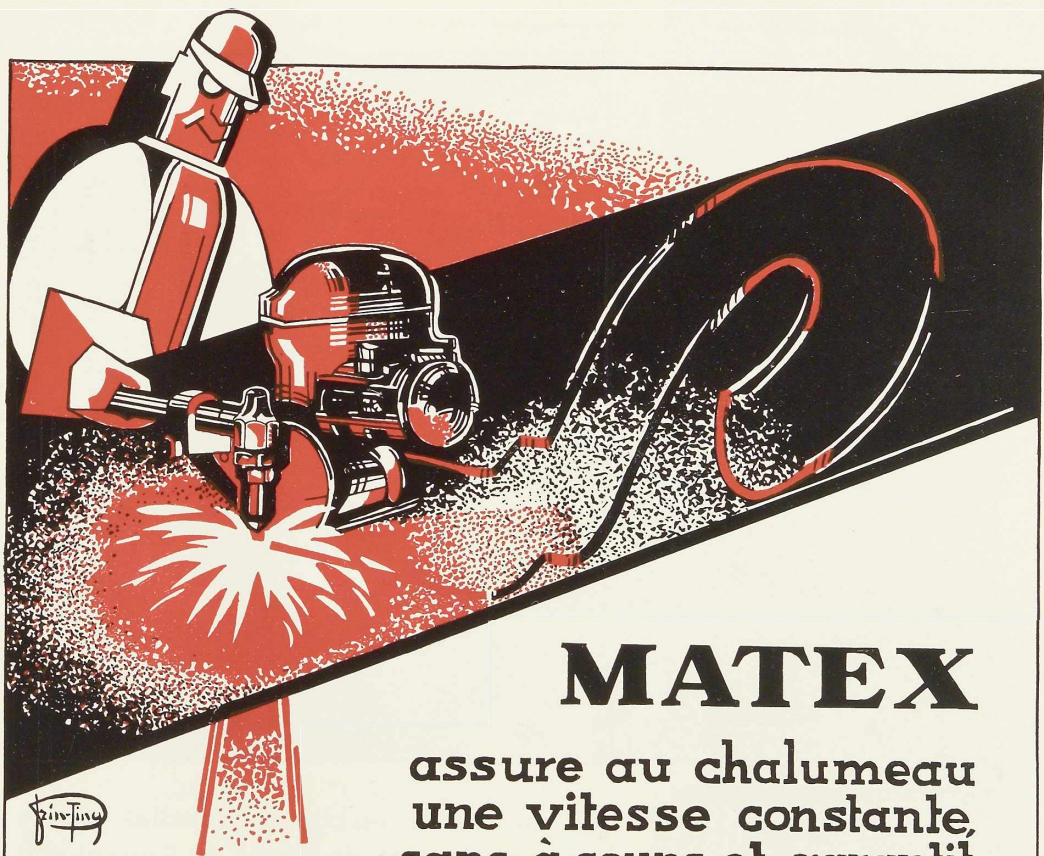
Acieries Siemens-Martin et Bessemer
Essieux, bandages, trains de roues, moulages de toutes natures

MATERIEL ROULANT

Équipement complet pour chemins de fer et tramways. Tenders, Voitures de Luxe, Wagons-lits, Wagons-restaurants, Voitures métalliques, Wagons spéciaux à déchargement automatique, Wagons de toutes natures. Wagons citernes soudés et rivés.

Ponts et charpentes, Constructions mécaniques

Plaques tournantes, Croisements de voies en acier au manganèse, Gazomètres, Matériel pour Charbonnages, Mines et Usines. Réservoirs pour raffineries et usines de Produits Chimiques.



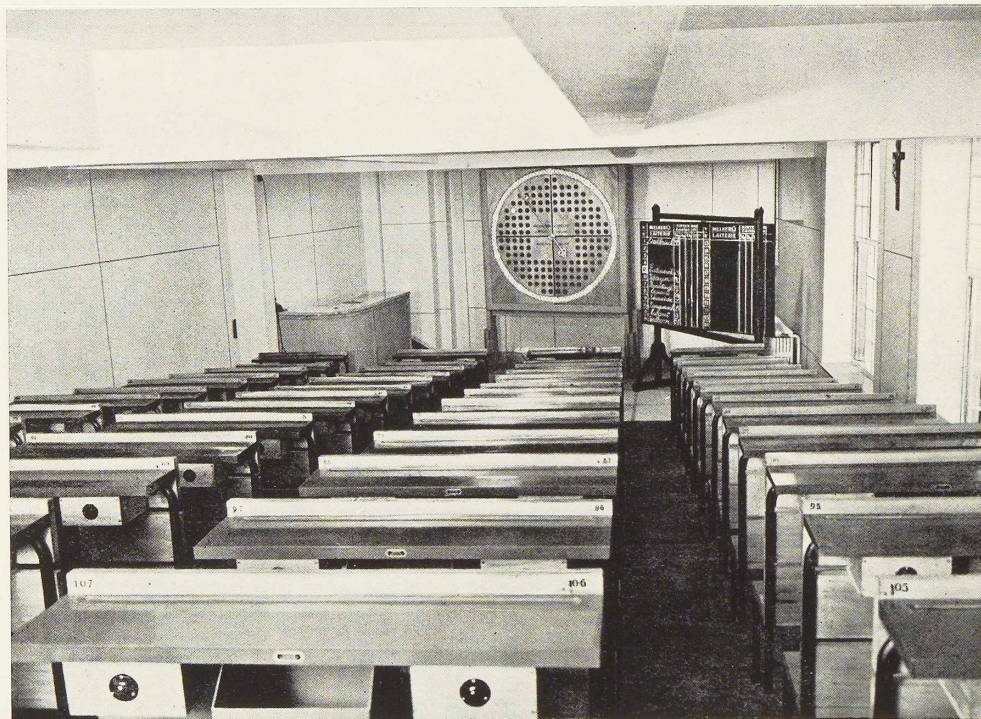
Francia

MATEX

assure au chalumeau
une vitesse constante,
sans à-coups, et garantit
des coupes très nettes qui
réduisent l'usinage au minimum

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

L'AIR LIQUIDE S.A. LIEGE.



Minque au beurre établie à Bruxelles par le Comptoir d'achats et de ventes du Boerenbond belge.

Installation **Sidam** d'après les plans du service technique du Boerenbond belge, directeur du service M. de Lantsheer, ingénieur.

SIDAM

Société Industrielle d'Ameublement, S. A.

46, rue de Stassart, BRUXELLES, Télé. 12.92.46

Toutes applications industrielles des meubles en tubes d'acier

LA
PALPLANCHE
BREVETÉE

SYSTÈME
OUGREE

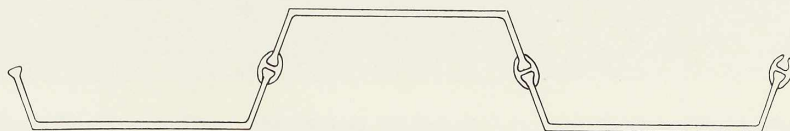
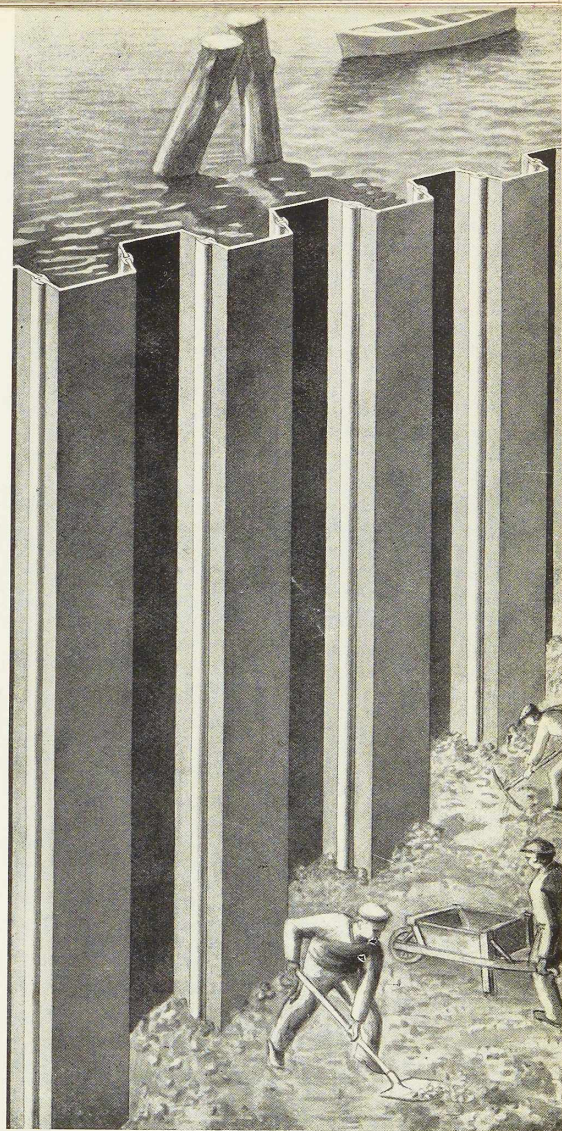
raccordement simple

•
rigidité parfaite

•
battage-arrachage
faciles et rapides

•
économie

•
sécurité



RÉFÉRENCES TOUS PAYS. DEMANDEZ NOTICE N° 7 P.

MONOPOLE DE VENTE :

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE BELGIQUE A OUGREE

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : SOCOBELGE OUGRÉE
TÉLÉPHONE : LIÈGE **30830** : 25 LIGNES



LE NOUVEAU PONT METALLIQUE A POUTRES
VIERENDEEL SUR LA LIGNE ELECTRIQUE BRUXELLES-
ANVERS A LA SORTIE DE LA GARE DE MALINES

Charpentes
Châssis à molettes
Ponts fixes et
mobiles, ossatures
métalliques
Tous travaux
soudés ou rivés

LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

USINES A **SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES**
ET A **LA LOUVIÈRE (Belgique)**

SAUVEGARDEZ L'AVENIR

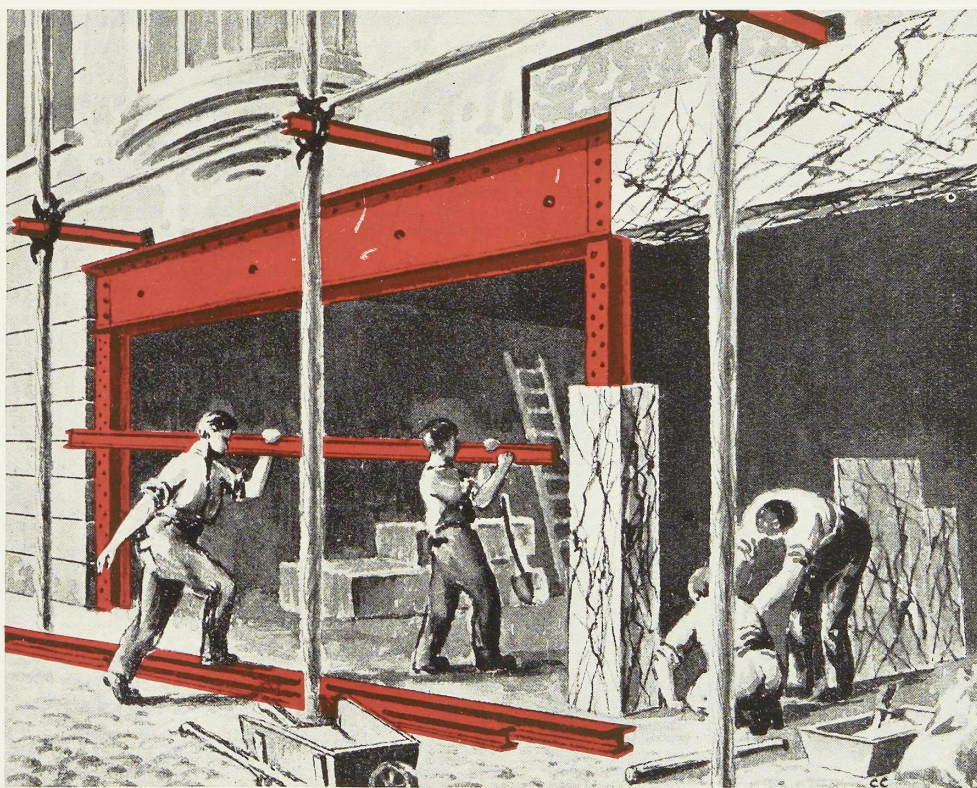
La marche rapide du progrès impose des changements fréquents et profonds dans la disposition et les aménagements des locaux à destination commerciale ou industrielle.

L'emploi d'ossatures en acier S'IMPOSE pour la construction de ces bâtiments.

Seul l'acier rend possibles les transformations, la démolition et la reconstruction dont vous devez envisager l'éventualité.

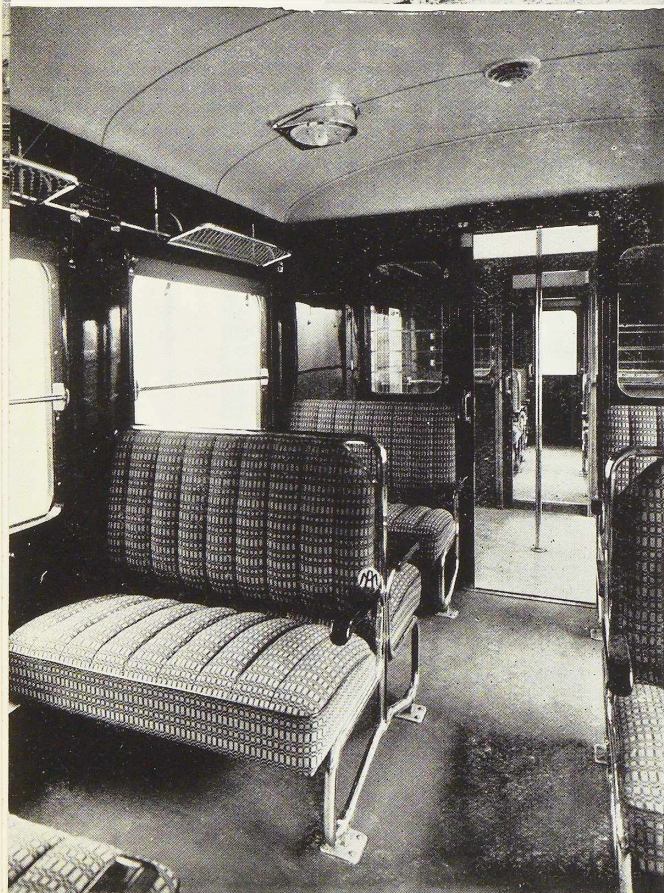
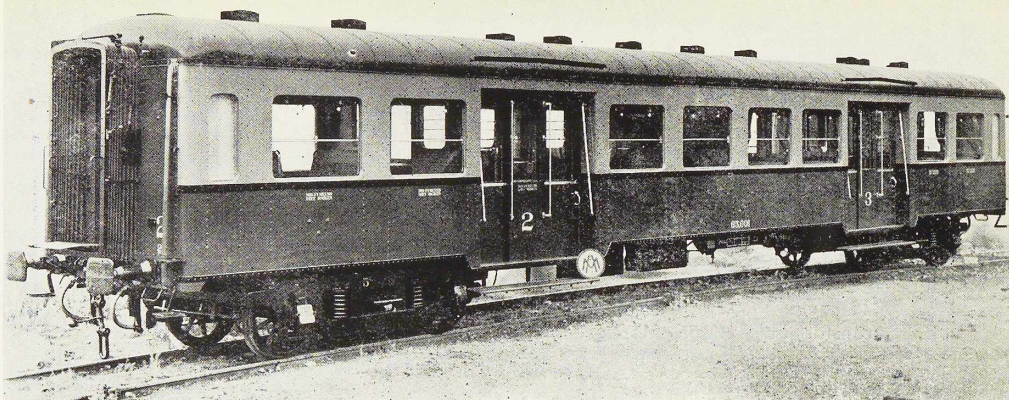
Ne compromettez pas irrémédiablement votre capital en l'investissant dans une construction non transformable et non adaptable.

CONSTRUISEZ EN ACIER



Documentez-vous gratuitement au **CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER**, 54, rue des Colonies à Bruxelles. Téléphone 17.16.63 (2 lignes).

Sa **SALLE DE LECTURE** est ouverte tous les jours ouvrables de 8 à 17 h. (les samedis, de 8 à 12 h.) Consultez-y sa collection de 200 périodiques techniques et d'architecture de tous pays.



Voiture type (service intérieur 18 m. 2° et 3° classes, mixte) étudiée et réalisée pour le compte de la S. N. C. F. B. par la **S. A. LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES.**

Intérieur de la voiture ci-dessus, étudié et entièrement réalisé par les diverses sections de la **S. A. LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES.** (Sièges en tubes chromés), garniture, boiserie, chromage, etc.

S.A.
LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES
NIVELLES - BELGIQUE

L'OSSATURE METALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

ÉDITÉE PAR LE CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

3^e ANNÉE · N° 11 · NOVEMBRE 1934. LE NUMÉRO, 6 FRANCS

Abonnements : Belgique et Grand-Duché de Luxembourg : 1 an, 40 francs
Étranger : 1 an, 70 francs (14 belgas)

54, RUE DES COLONIES, BRUXELLES. TÉLÉPHONE : 17.16.63 (2 lignes). CHÈQUES POSTAUX : 34.017

Sommaire

Le nouveau centre urbain de Villeurbanne	pages 531
Magasin de confections à Den Helder (Hollande)	542
Les ponts-rails d'Hérenthals et de Malines à poutres Vierendeel	543
Les grands ponts en construction à San Francisco	553
Commande de 2.000 voitures métalliques nouvelles pour trains de banlieue	560
Oxycoupage automatique, soudure oxy-acétylénique et construction tout acier, par G. Ancion	564
L'évolution de l'acier à haute résistance pour constructions métalliques, par J. Welter	573
Chronique	587
Ouvrages récemment parus	589
Documentation bibliographique	592

Le nouveau centre de Villeurbanne

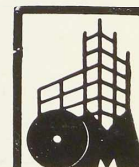
Dans la banlieue Est de Lyon, une des plus importantes réalisations d'urbanisme vient d'être achevée depuis peu. L'aménagement dirigé d'un quartier tout entier, et l'utilisation logique des ressources que l'industrie met à la disposition des architectes, ont donné, tant au point de vue urbanistique et esthétique, qu'au point de vue de l'hygiène et du confort, un résultat particulièrement heureux.

Villeurbanne, banlieue immédiate de Lyon, a vu au cours de ces dernières années sa population augmenter dans des proportions extraordinaires et peu cou-

rantes en Europe. Petite ville de 21.000 habitants en 1891, Villeurbanne comptait 82.000 habitants en 1931, époque à laquelle les travaux du nouveau centre furent entamés.

L'administration municipale, et plus particulièrement le Docteur Goujon, député-maire de Villeurbanne, estimèrent qu'il était impossible de continuer à faire face à ce développement par des solutions de fortune, dictées par les circonstances et ne dérivant d'aucun plan d'ensemble. En dehors du problème urgent des habitations à construire, entraînant la suppression des

531



loyer modéré, la construction d'une centrale thermique à usage industriel et privé, la construction d'un vaste hôtel de ville et l'achèvement du Palais du Travail.

Quoique la réalisation financière et administrative de ce programme soit intéressante, nous insisterons peu sur cette question. La ville disposait de 20.000 m² au centre du territoire, et put racheter dans des conditions avantageuses 30.000 m² attenant à la première parcelle. Il fut créé une *Société Villeurbanaise d'Urbanisme*, autorisée à émettre des emprunts jusqu'à concurrence de 110 millions de francs. Cette société avait pour obligation de construire l'hôtel de ville, les habitations et le palais du travail, et de gérer les habitations durant 60 ans, époque à laquelle ces immeubles deviendront propriété de la commune.

Dispositions générales

Le nouveau quartier comporte une grande avenue centrale de 300 mètres de longueur et de 28 mètres de largeur. Cette avenue conduit à l'hôtel de ville, œuvre de l'architecte R. Giroux. L'hôtel de ville, remarquable bâtiment de 80 mètres de longueur sur 20 mètres de largeur, surmonté d'un beffroi, donne sur deux grandes places : la place A. Briand où aboutit la grande avenue et la place Albert Thomas. La place Albert Thomas est entourée d'autre part par le Palais du Travail et par deux des six groupes d'immeubles locatifs. Les quatre autres groupes bordent l'avenue de l'Hôtel de Ville.

Ces groupes d'immeubles ainsi que le Palais du Travail sont l'œuvre de l'architecte Maurice LEROUX.

Parallèlement à l'avenue principale et desservant la face arrière des immeubles d'habitation, se trouvent deux rues de 12 mètres de largeur. Enfin, en bordure d'une



Fig. 599. Une des tours d'entrée : elles comportent 19 étages et une terrasse accessible. (Cliché Construction Moderne.)

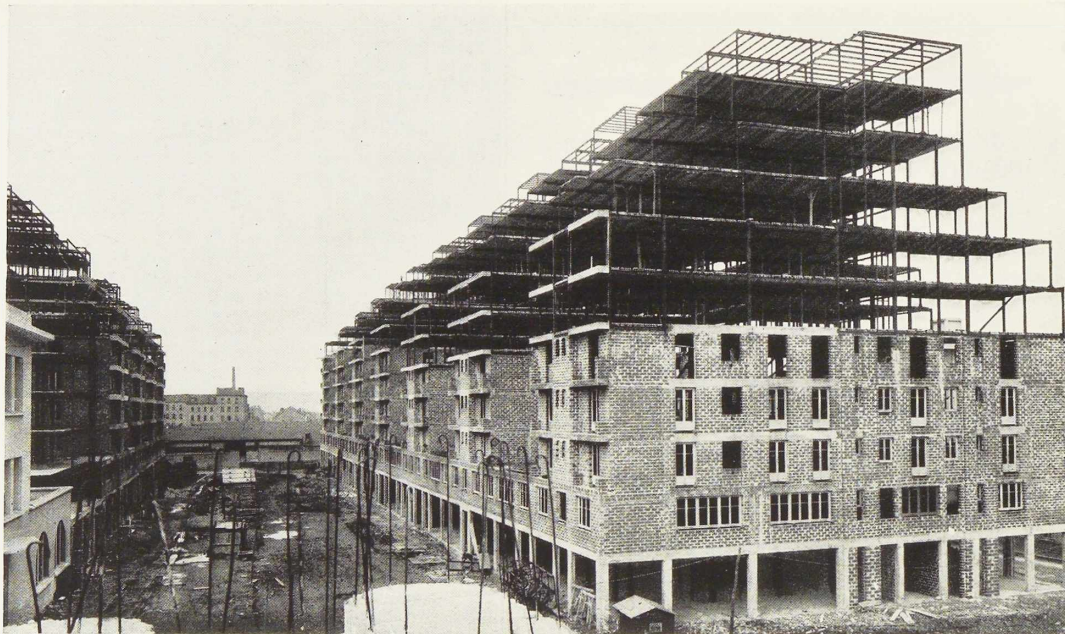


Fig. 600. Vue de l'ossature métallique en cours de remplissage. (Cliché Urbanisme.)

de ces rues, se trouve l'usine à incinération et la centrale thermique.

Les immeubles à appartements

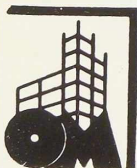
Ces immeubles répartis en six groupes comportent près de 1.500 appartements. A l'entrée de l'avenue de l'Hôtel de Ville, deux immeubles en tours ont la hauteur exceptionnelle de près de 60 mètres et comportent 19 étages surmontés d'une terrasse accessible. Les autres constructions atteignent 40 mètres de hauteur, et ont de 9 à 11 étages. Ces constructions sont séparées les unes des autres par de larges cours ouvertes sur l'avenue ou sur les rues, à partir du 1^{er} étage. Le rez-de-chaussée et le premier étage destinés à des locaux à usages commerciaux sont continus le long de l'avenue et l'architecte a évité les étroites et sombres cours fermées que l'on rencontre dans trop de maisons à étages. Des

terrasses en retrait, conformes aux exigences du gabarit municipal, sont situées aux 1^{er}, 8^e, 9^e, 10^e et 11^e étages et permettent à la lumière d'atteindre toutes les pièces de l'habitation.

Chaque immeuble a près de 32 mètres de profondeur et donne par sa façade arrière sur les rues de 12 mètres de largeur parallèles à l'avenue. Toutes les cages d'escaliers communiquent directement avec ces rues et c'est par celles-ci que s'effectuent les différents services (enlèvement des ordures ménagères, distribution des vivres, etc.) en sorte que l'avenue principale reste toujours propre et dégagée.

Les deux groupes d'immeubles situés en bordure de la place Albert Thomas ont les mêmes caractéristiques que ceux de l'avenue de l'Hôtel de Ville.

Toutes ces constructions sont entièrement à ossature métallique à partir du niveau du sol. La société concessionnaire, dont le seul



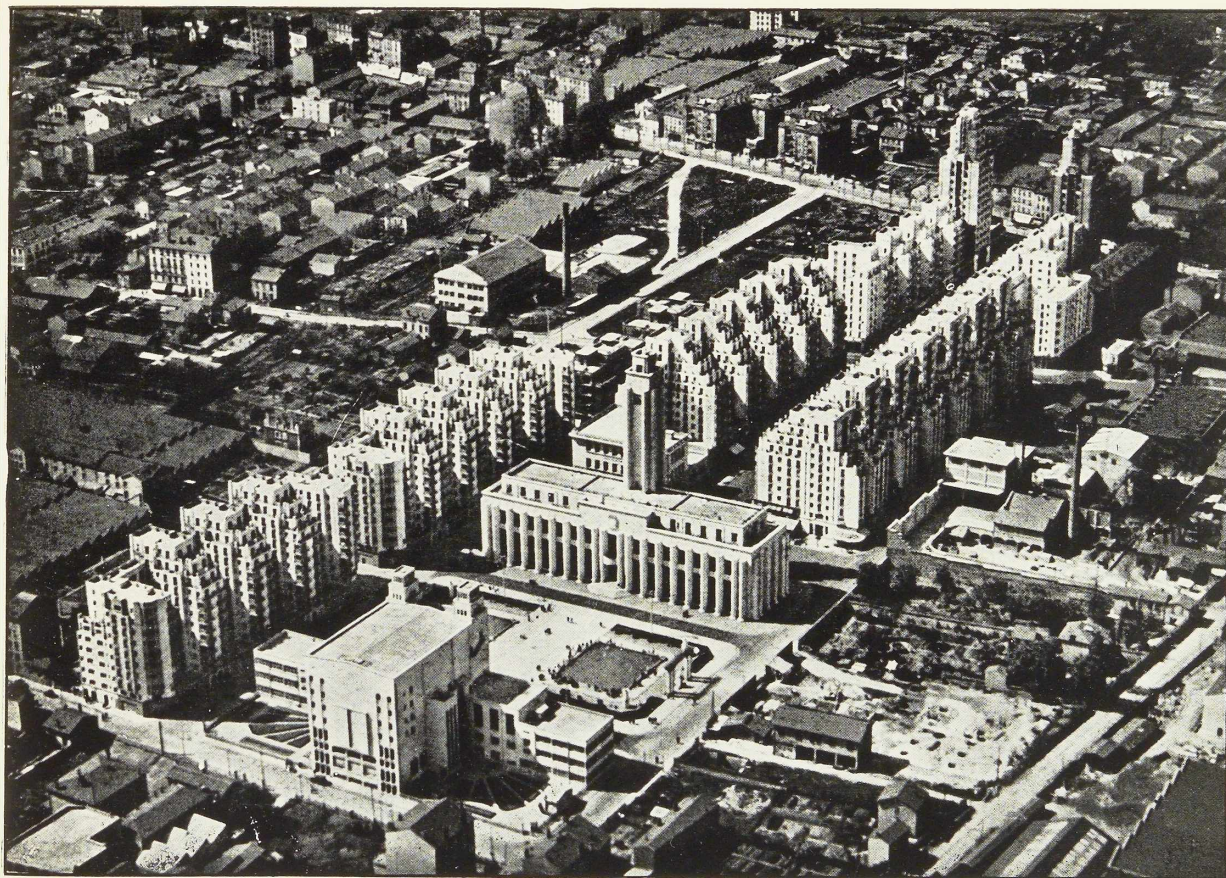


Fig. 601. Vue aérienne de Villeurbanne (Cliché Construction Moderne)

Photo Vie Lyonnaise

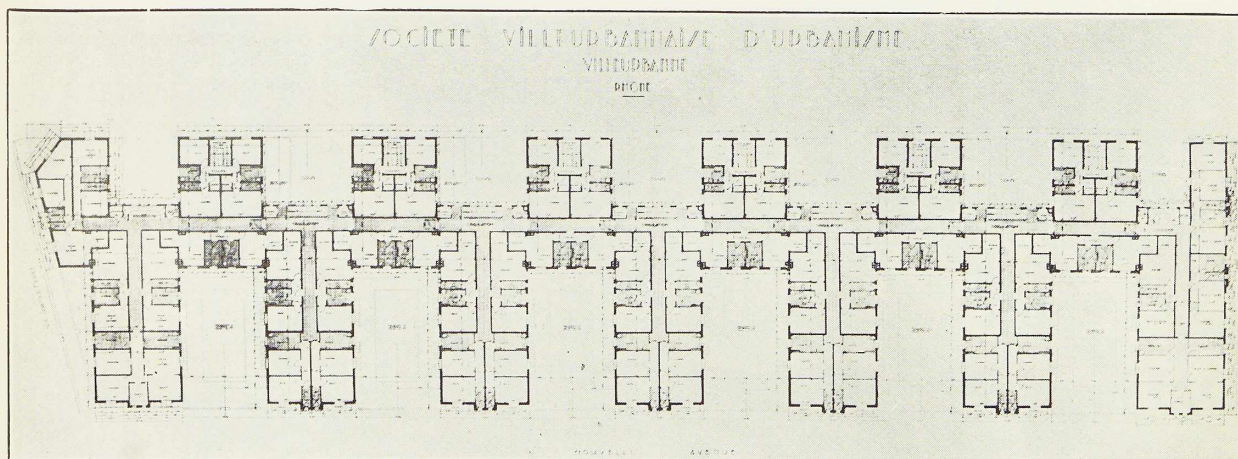


Fig. 602. Plan des étages d'un groupe d'immeubles.

(Cliché Construction Moderne)



Fig. 603. Vue générale. Au fond l'Hôtel-de-Ville. (Cliché Construction Moderne)

Photo Florentin.

Fig. 604. d'angle groupé ché tion

Fig. 604. Détail
d'angle d'un
groupe. (Cli-
ché Construc-
tion Moderne)



revenu provient de la location des appartements, avait un intérêt primordial à exécuter les travaux le plus rapidement possible. Dans ces conditions l'ossature métallique s'imposait. Les travaux commencés en septembre 1931 viennent d'être achevés.

L'ossature métallique a été largement dimensionnée et serait à même de résister à d'éventuelles secousses sismiques. Le taux de travail admis dans les calculs est de 12 kg. par millimètre carré. La protection contre la corrosion a été réalisée par un enduit de ciment vibré.

Quelques chiffres montreront l'importance des travaux :

Surface totale couverte : 14.600 m² ;

Cube total de bâtiments : 331.753 m³ ;

Nombre d'appartements : 1.487 ;

Nombre de pièces : 4.491 ;

Superficie des magasins et locaux commerciaux : 16.730 m² ;

Surface des hourdis : 96.800 m² ;

Nombre de radiateurs : 4.000.

Nombre des ascenseurs : 34.

Poids de l'ossature : 6.655 tonnes, soit 20,2 kg par mètre cube construit.

Remplissage de l'ossature

Les poteaux du rez-de-chaussée et des étages sont entourés de briques creuses servant de coffrage à du béton de gravillon. Les murs de façade jusqu'au 6^e étage sont en briques creuses de 0^m20 d'épaisseur. A partir du 6^e étage, les murs sont en briques creuses de 0^m15 d'épaisseur. Les cloisons intérieures limitant les appartements sont également en briques creuses de 0^m10 d'épaisseur. Toutes ces briques ont été placées au mortier de chaux. Les hourdis sont des hourdis creux en béton de cendrée. Les planchers des terrasses et balcons sont creux et munis d'évents créant une ventilation aisée.

Les seuils, marches de hall d'entrée et

de départ des escaliers sont en pierre dure. Les escaliers sont en fer avec marches en agglomérés. Le nez des marches est constitué par un quart de rond saillant ; les rampes sont en fer forgé.

Les terrasses sont rendues étanches par deux chapes en asphalte. Les portes d'entrée sont en fer forgé. Les balcons sont en fer forgé avec main courante en tube creux de 40 mm de diamètre.

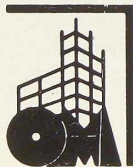
Aménagements intérieurs

Quoique les loyers de ces appartements (700 à 1200 francs par an) soient inférieurs de près de 25 % aux loyers en vigueur dans les immeubles neufs de la région, les locataires disposeront d'un confort fort appréciable.

En outre des distributions d'eau, de gaz et d'électricité habituelles qui sont entièrement installées, un branchement spécial pour l'installation d'une cuisinière électrique est placé dans chaque cuisine. Un tarif spécial rend l'emploi de ces cuisinières économiques. A tous les étages se trouvent des vidoirs automatiques à fermeture hermétique pour les ordures ménagères. Chaque étage dispose d'un ascenseur pour 4 personnes et les deux immeubles à 19 étages ont deux ascenseurs, dont un à grande vitesse et un à vitesse normale.

Enfin, le chauffage central est organisé en régie par la Ville qui fournit également de l'eau chaude à 60° au prix de 0,01 fr. le litre. Tous les éviers et toutes les salles de bains, dont environ le quart des appartements est muni, ont une conduite d'eau chaude.

Signalons que si les groupes d'immeubles viennent d'être seulement terminés en août 1934, les appartements étaient loués au fur et à mesure de l'achèvement des travaux ; les locataires étaient déjà au nombre de 64 le 1^{er} janvier 1933, de 560 le



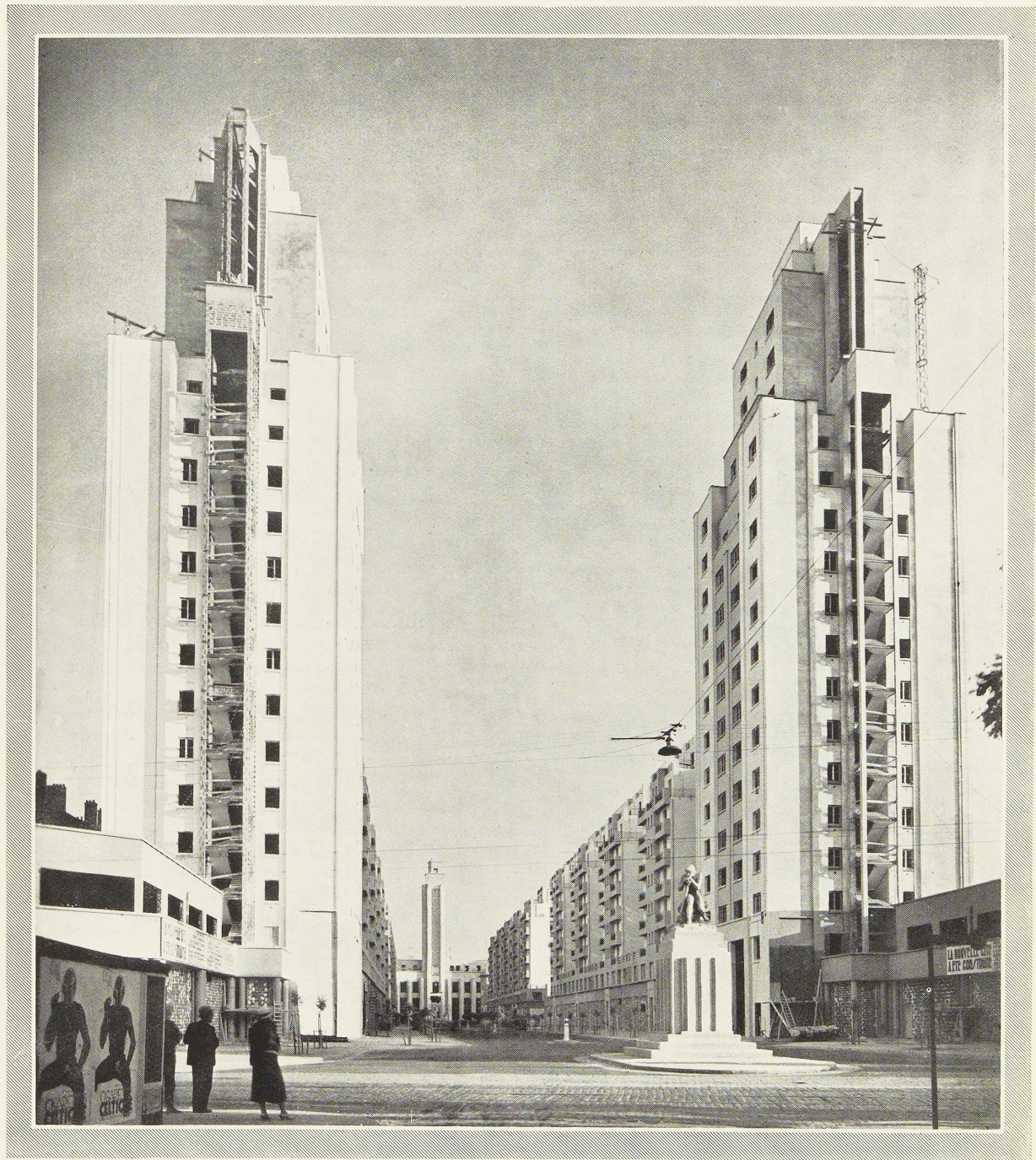


Fig. 605. Perspective générale du nouveau centre. (Cliché Construction Moderne.)

Photo Florentin

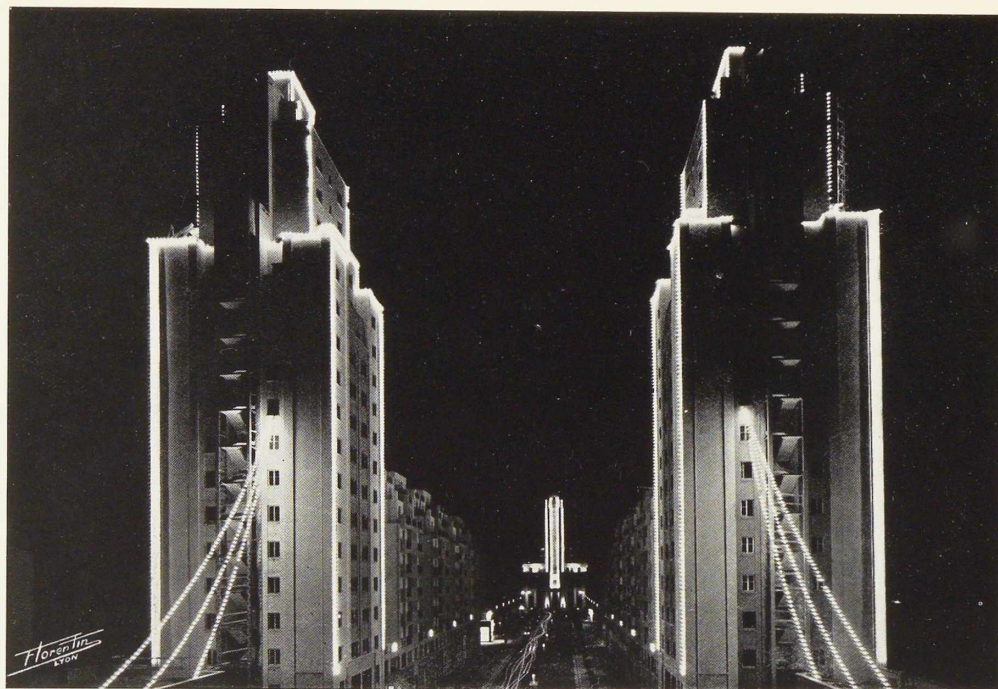


Fig. 606. Vue de nuit.

1^{er} janvier 1934, de 740 le 1^{er} mai 1934 et de 1000 le 1^{er} septembre 1934.

La centrale thermique

La centrale thermique, créée également par la municipalité, n'a pas seulement pour but le chauffage et la distribution d'eau chaude aux nouveaux immeubles. Son but initial a été de fournir en vapeur les industries environnantes et de supprimer ainsi les fumées qui couvraient la ville. C'est certainement une des premières réalisations de ce genre ; l'accueil enthousiaste fait par les industriels à la centrale thermique montre que la formule est intéressante. La centrale peut produire actuellement 40 millions de calories-heure et est prévue pour fournir le double. Grâce notamment à l'utilisation des sous-produits de l'usine d'incinération, la chaleur est fournie aux industriels au prix très faible de 55 francs

le million de calories. Elle est livrée sous forme d'eau à 180° sous une pression de 15 kg. et peut être transformée en vapeur à 4 kg.

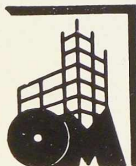
La consommation de la chaleur fournie par la centrale thermique se répartit comme suit :

- 30 % pour le chauffage industriel ;
- 5 % pour le service d'eau chaude ;
- 40 % pour le chauffage particulier ;
- 25 % pour les bâtiments publics.

Il est à noter que cette centrale, organisée en régie à budget autonome, représente dès maintenant une recette pour la ville.

Bibliographie

- Urbanisme*, n° 16, juillet 1933.
- La Construction moderne*, n° 41, 8 juillet 1934.
- Œuvres*, n° 7, juillet 1934.
- Technique des Travaux*, n° 8, août 1934.



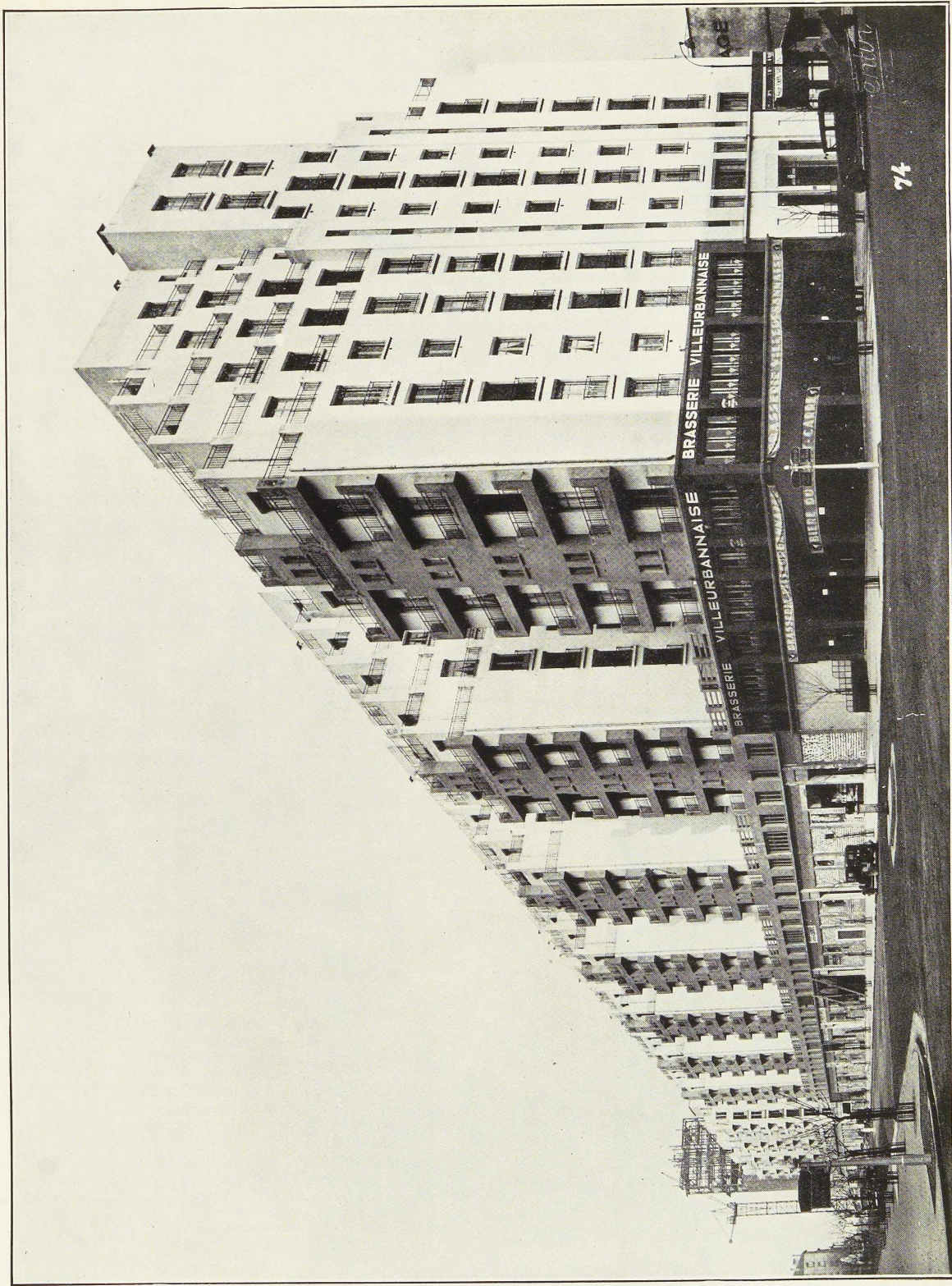
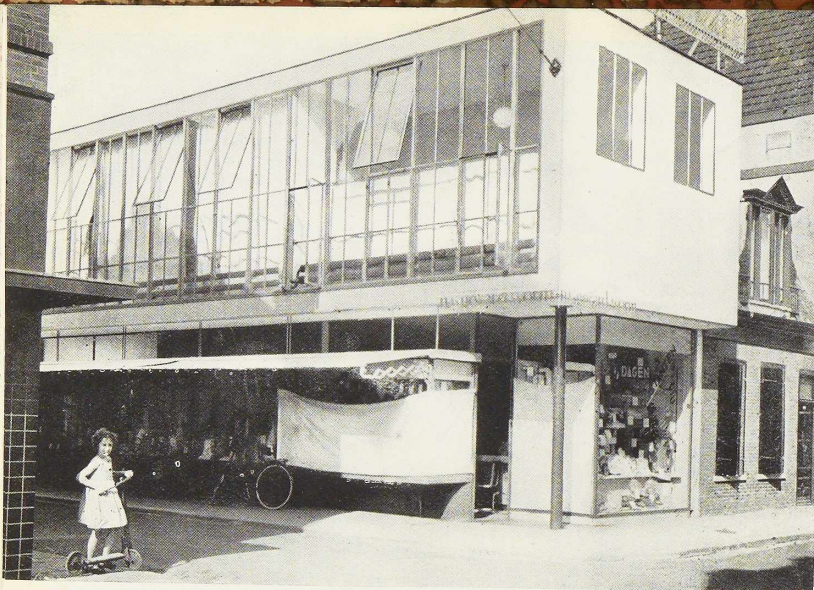


Fig. 607. Un angle de la place A. Briand, et l'avenue de l'Hôtel de Ville. (Cliché Construction Moderne.)



**MAGASIN DE CONFEC-
TIONS A DEN HELDER
(Hollande)**

Architectes : A. STAL et
WORM, Amsterdam.

Fig. 608. La formule de construction en acier et verre a été adoptée pour ce magasin de lignes et de conception très modernes. Le premier étage est établi en saillie sur les vitrines du rez-de-chaussée ; la façade principale est entièrement vitrée et l'ossature métallique y est apparente ; l'autre façade est munie d'un enduit de couleur blanche. Elle est surmontée d'un panneau publicitaire en tôle d'acier perforée supportant les tubes au néon.

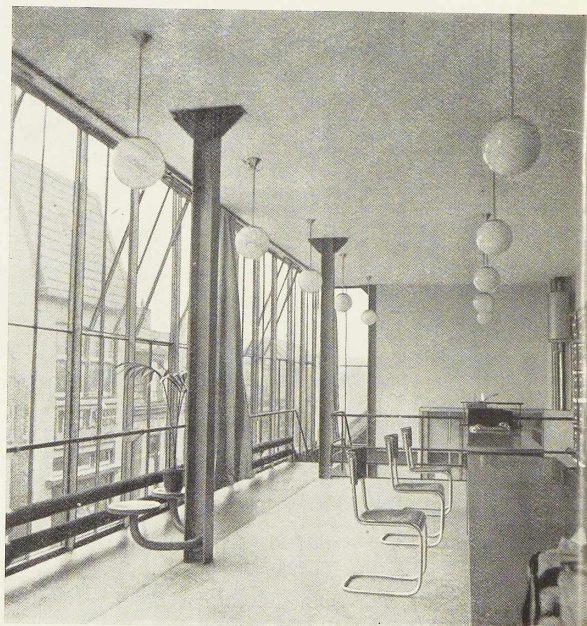


Fig. 609. Salle des ventes à l'étage. L'ossature métallique est apparente et peinte en vert clair. Le mobilier est métallique. Les châssis, rampes et barres d'appui sont de couleur brun sombre à l'aluminium. Les murs sont bleu ciel et les planchers possèdent un revêtement noir et gris perle. Les lambris sont en bois de frêne.

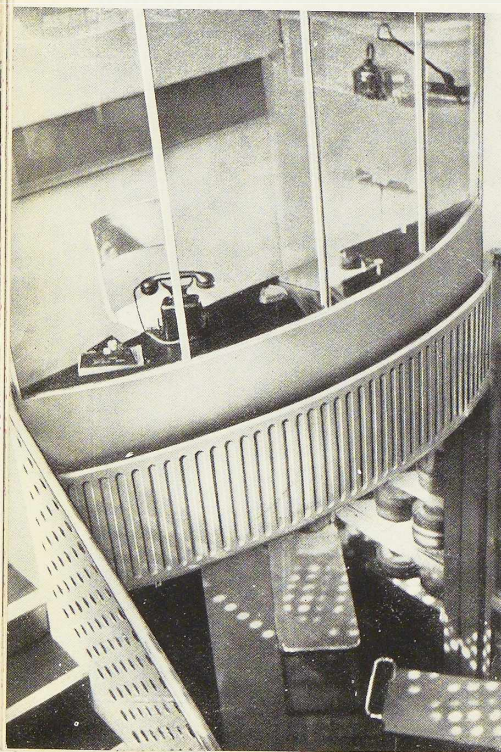


Fig. 610. Vue de l'escalier et du bureau de la direction, d'où l'on peut surveiller les deux entrées et les deux salles de ventes. Le rose a été adopté pour la décoration de ce bureau. L'escalier métallique est peint en carmin et est recouvert d'un linoléum noir.



Fig. 611. Le pont de chemin de fer sur le canal Albert à Hérenthals. Ce pont à double voie comporte une travée centrale à poutres Vierendeel de 89^m54 de portée et de deux travées d'approche en poutres à âme pleine de 33^m20 de portée chacune. Ce pont partage avec le pont de Malines décrit ci-après le record de la portée pour les poutres Vierendeel.

Les ponts-rails d'Hérenthals et de Malines à poutres Vierendeel

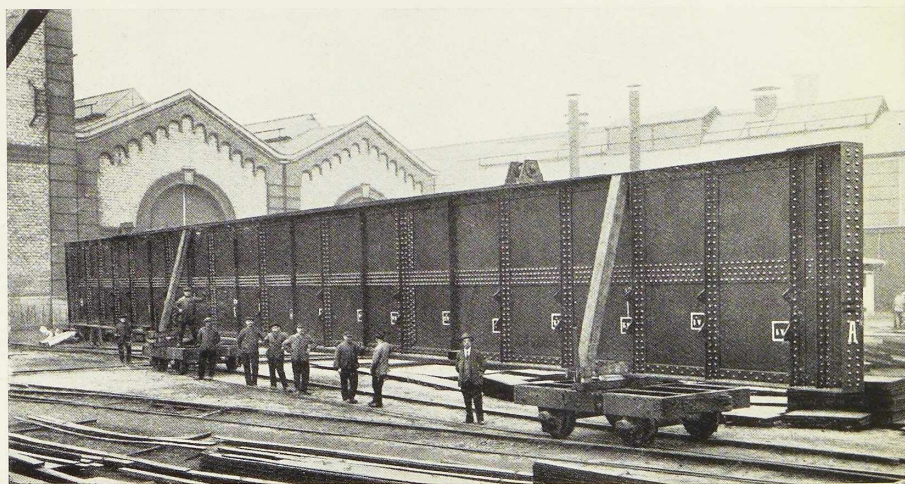
On achève en ce moment la construction de deux très importants ponts-rails métalliques du type Vierendeel : l'un est un pont double accolé établi sur le canal Albert à Hérenthals, et l'autre franchit les voies de la ligne de Louvain, à la sortie de Malines.

Ce sont les plus grands ponts Vierendeel qu'on ait construit jusqu'à présent.

Le pont double d'Hérenthals

Le pont double d'Hérenthals comporte 3 travées : 2 travées d'approche d'une portée de 33^m 20 chacune et une travée médiane de 89^m 54. L'un des tabliers est à double voie et est destiné à la ligne d'Anvers, l'autre à simple voie porte la ligne vers Aerschot. Le poids total de ces deux ponts est de 3.200 tonnes. L'exécution des ponts d'Hérenthals a été confiée à la Société John Cockerill à Seraing. Les travaux de montage sur place ont été exécutés en collaboration par la firme Faillet et Leclercq et le service de montage de la Société Cockerill. (Voir fig. 611 à 623.)

Fig. 612. Pont d'Hérenthals. Un des longerons destiné à l'une des travées d'approche, à sa sortie de l'usine. Ce longeron de 33^m500 de longueur et 3^m500 de hauteur pèse 50 tonnes. Il sera transporté d'une seule pièce jusqu'au chantier.



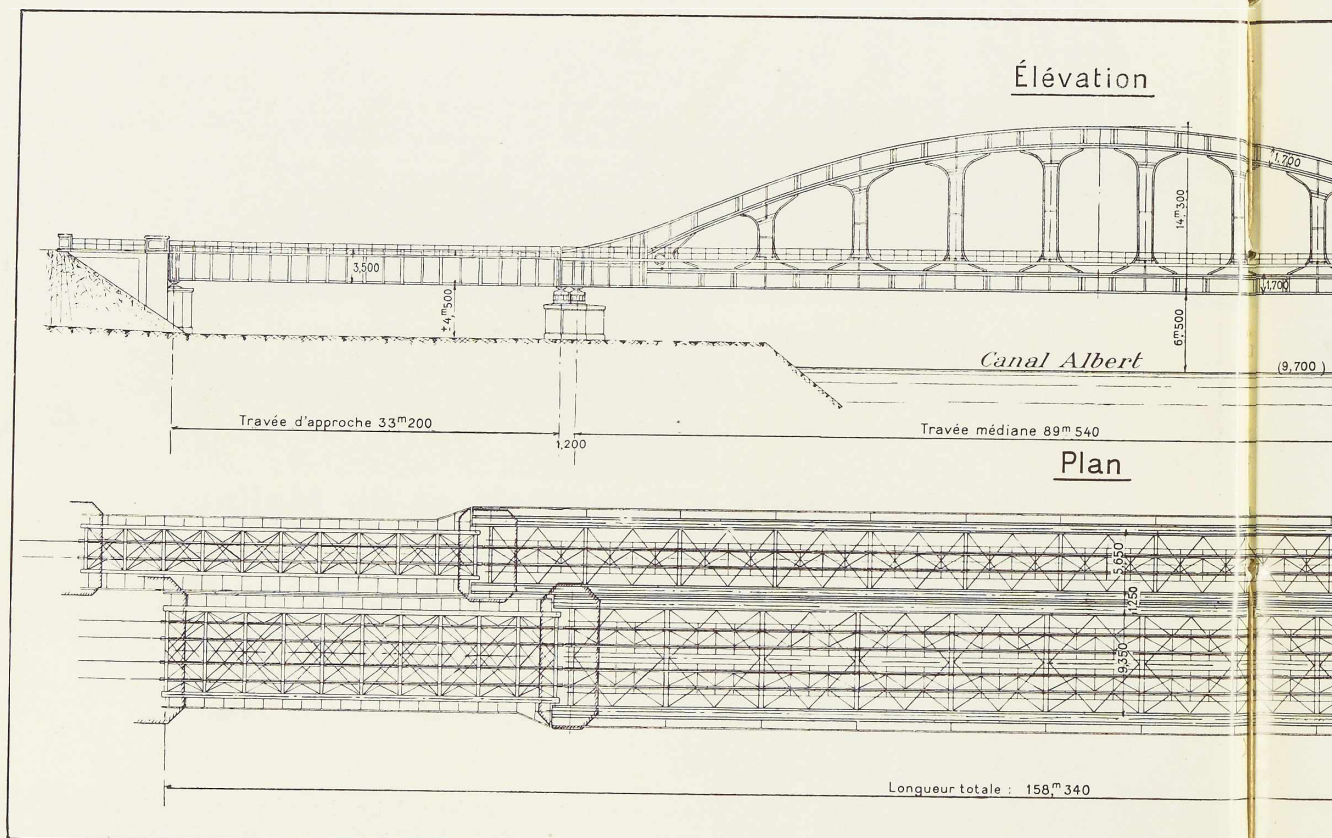


Fig. 613. Le pont-rail double d'Hérentals sur le canal Albert.

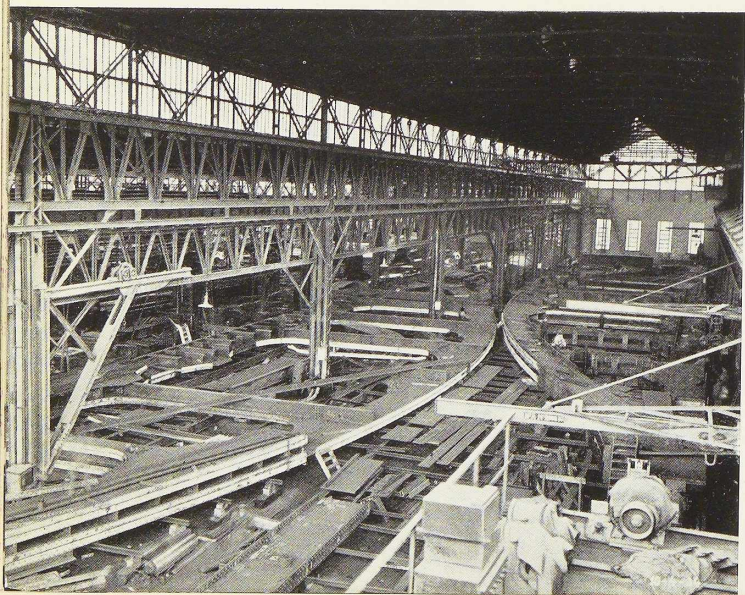
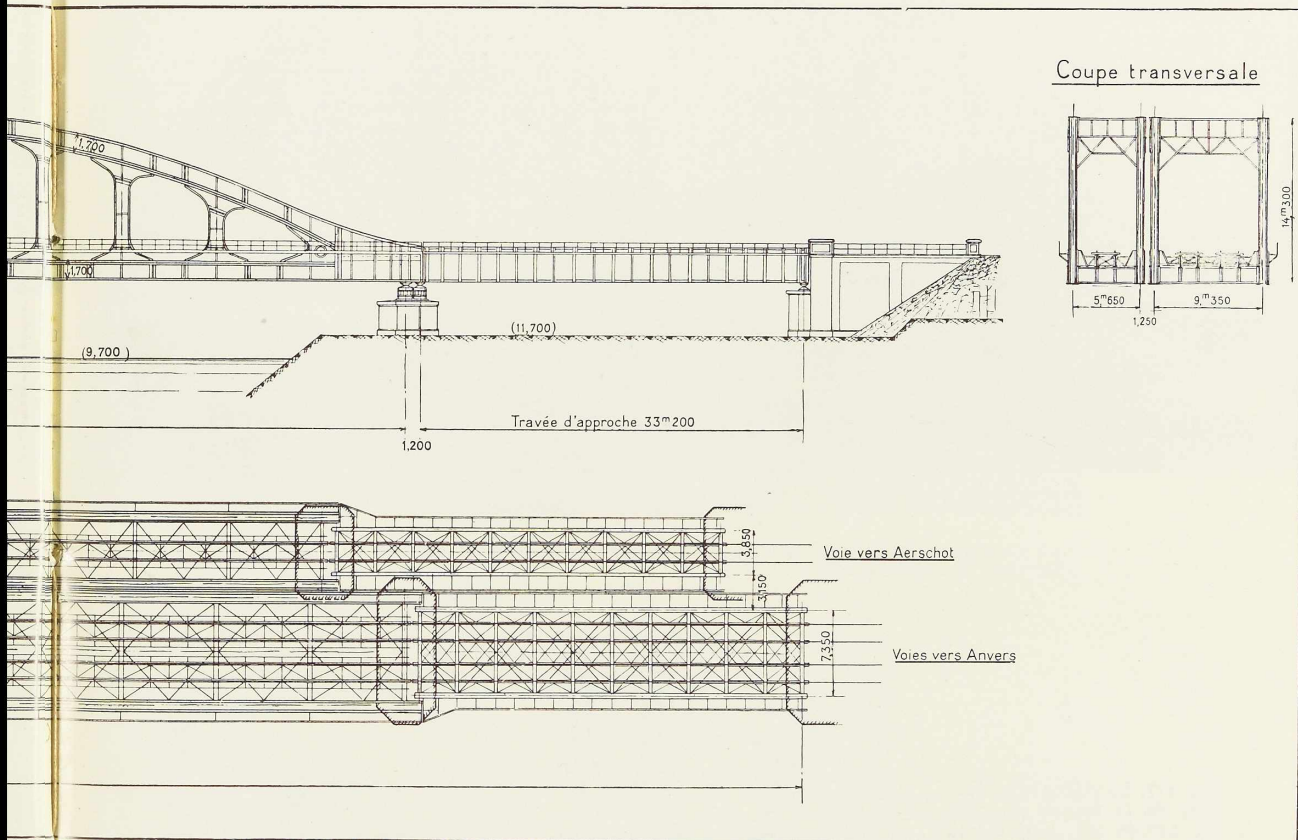
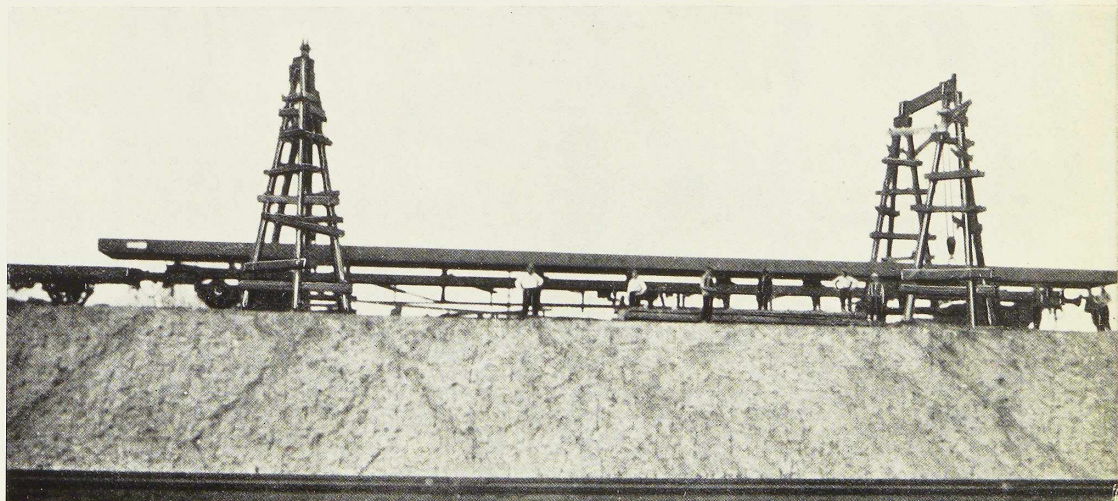


Fig. 614. Pont d'Hérentals. Montage à blanc des maîtresses-poutres Vierendeel dans les ateliers de la S. A. John Cockerill à Seraing.



le canal Albert. Vue en élévation, en plan et en coupe.

Fig. 615. Déchargement sur la rampe d'accès du pont d'Hérenthals d'un longeron à âme pleine de 33m50 de longueur, destiné à l'une des travées d'approche. Le transport par rail d'une pièce d'aussi grande longueur a nécessité un wagon spécial que l'on a dû faire venir d'un réseau étranger.



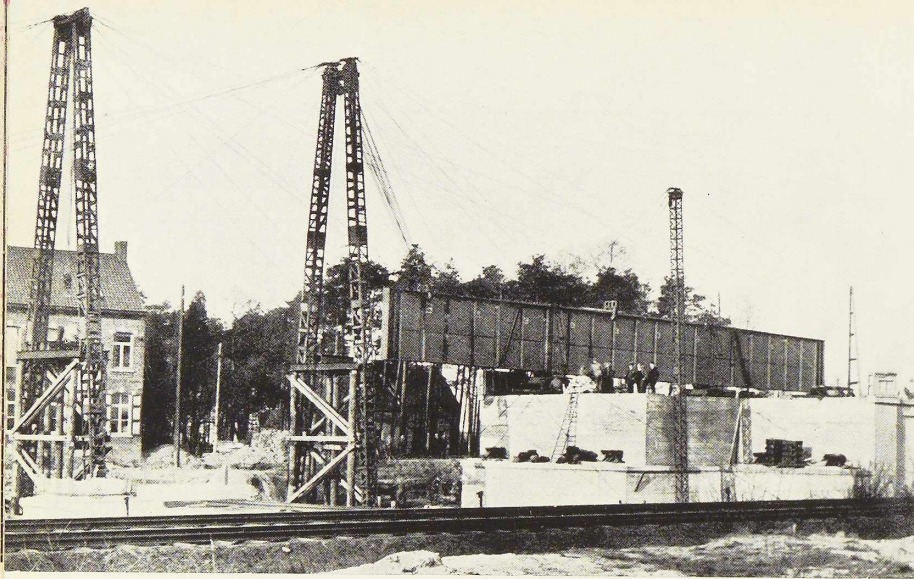
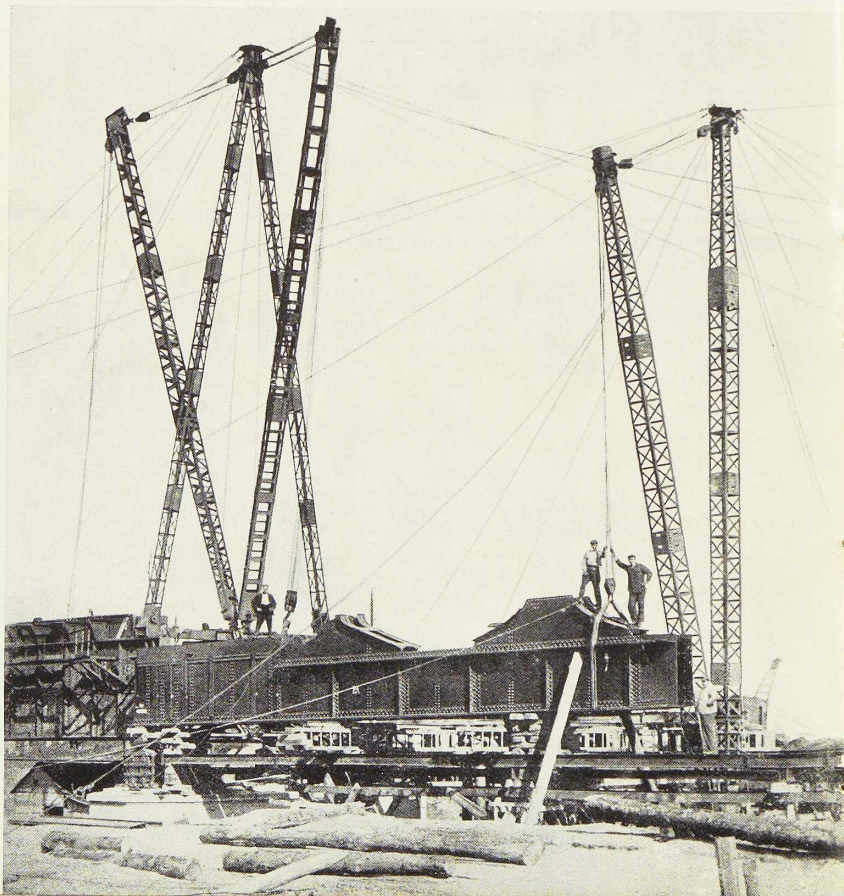
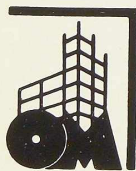


Fig. 616. Pont d'Hérenthals. Lancement d'un longeron de 33^m500 d'une des travées d'approche. Le lancement se fait par le procédé dit de « passage de mâts ».

Fig. 617. Le début du montage de la travée centrale, de 89^m540 de portée, du pont d'Hérenthals. Vue prise le 23 mai 1934.



546



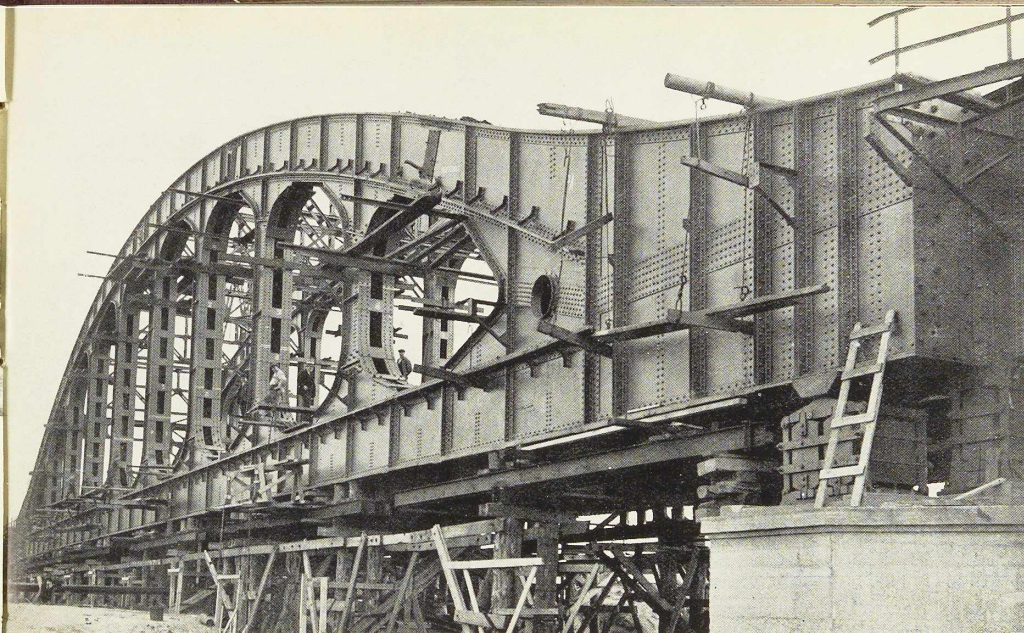
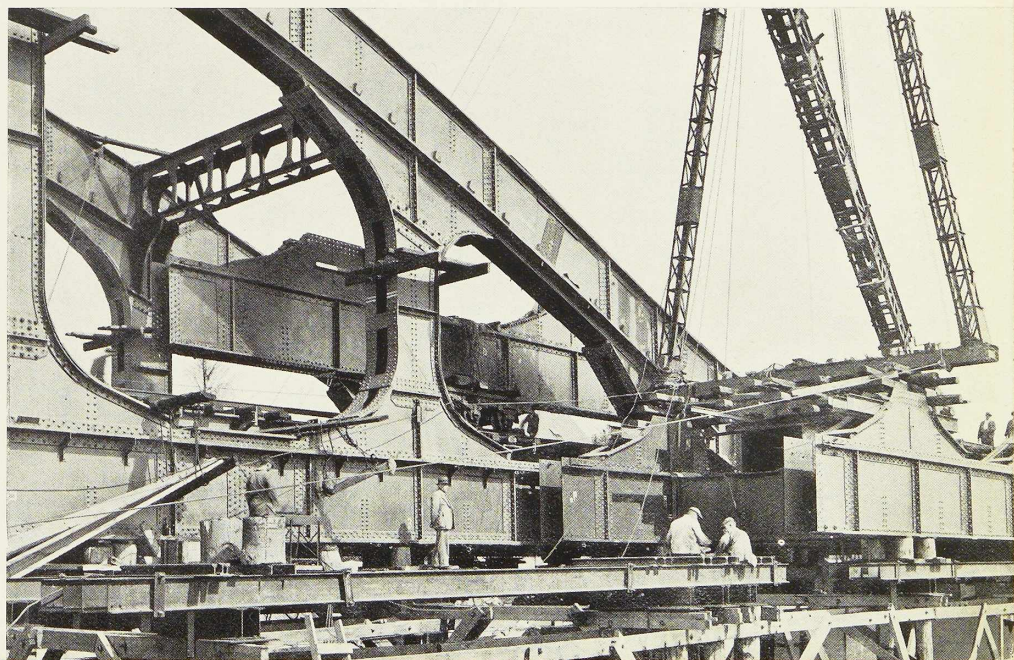


Fig. 618. Vue d'une poutre Vierendeel de 89^m54 de portée du pont rail d'Hérentals.
Vue prise le 27 août 1934.

Fig. 619. Début du montage du deuxième pont-rail d'Hérentals. Ce pont à maitresses-poutres Vierendeel comporte un tablier à simple voie ; sa travée centrale et ses travées d'approche ont les mêmes portées que le pont à double voie auquel il est accolé.



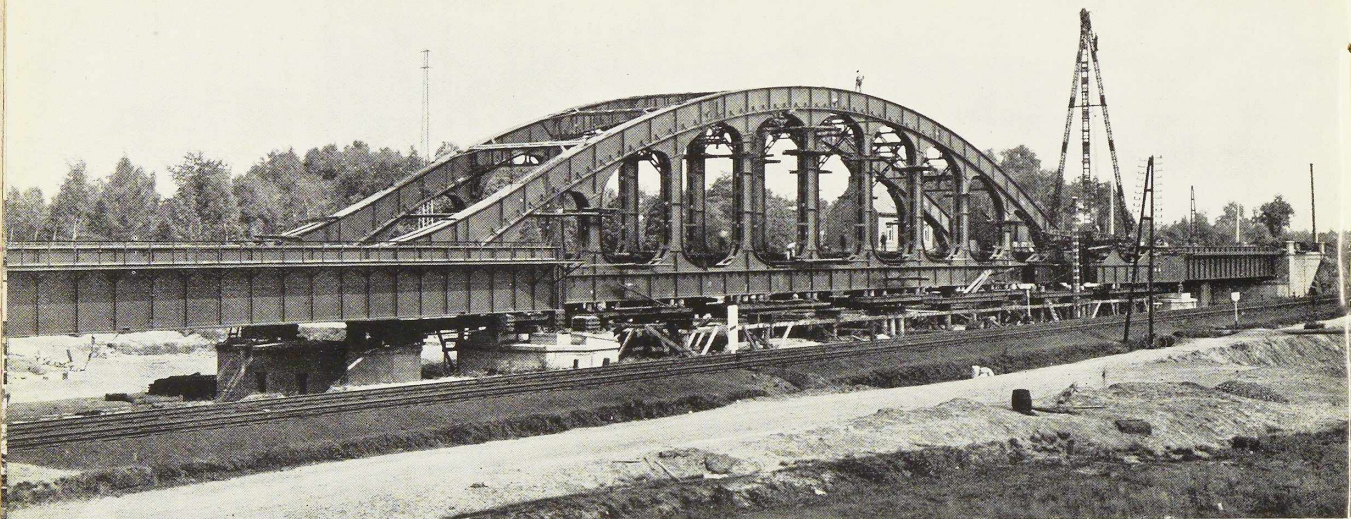


Fig. 620. Les nouveaux ponts-rails d'Hérentals. On voit à l'avant-plan les anciennes voies du chemin de fer. On n'attend que la mise en service des nouveaux ponts pour supprimer ces voies et creuser la cunette du canal Albert à cet endroit.

Fig. 621. Vue de la travée centrale du pont à double voie d'Hérentals, prise du tablier du pont à simple voie en cours de montage.



Fig. 622. Après le montage du tablier du pont-rail à simple voie d'Hérenthals, on procède au montage de ses maîtresses-poutres.

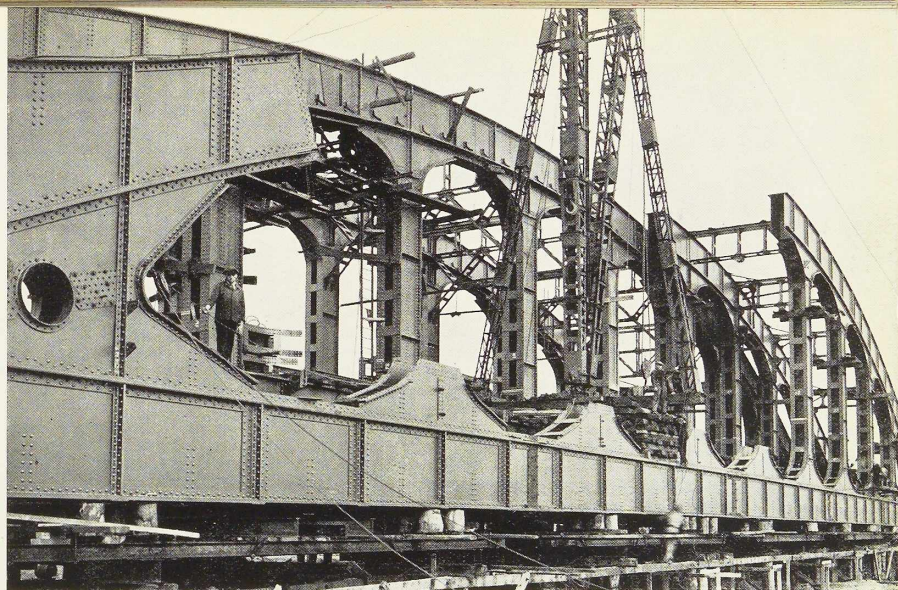


Fig. 623. Vue d'enfilade du pont-rail double d'Hérenthals après achèvement du montage. A noter dans le contreventement supérieur, d'une part les entretoises doubles en poutres Vierendeel, d'autre part les bracons formant larges goussets évidés aux extrémités de ces entretoises, qui ont été substitués aux habituelles croix de Saint-André et qui contribuent très efficacement à raidir contre le flambage les brides supérieures des maîtresses-poutres.

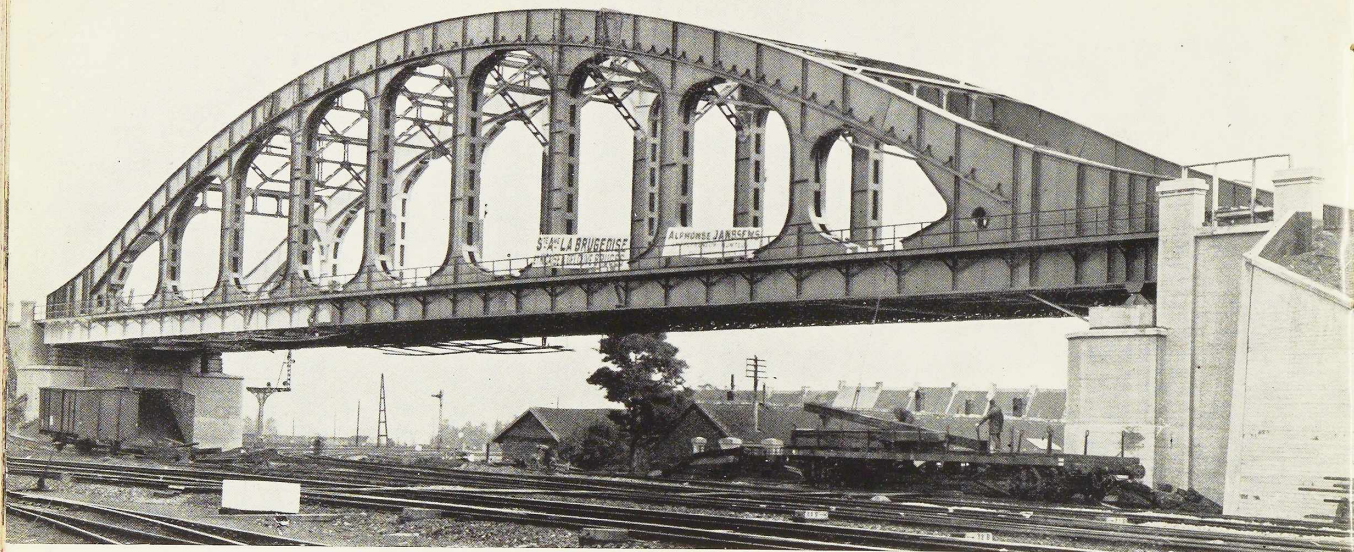


Fig. 624. Pont métallique de 89^m54 de portée, à poutres paraboliques du type Vierendeel. Ce pont, destiné à la nouvelle ligne électrifiée Bruxelles-Anvers, franchit les voies du chemin de fer Malines-Louvain, à la sortie de la gare de Malines.

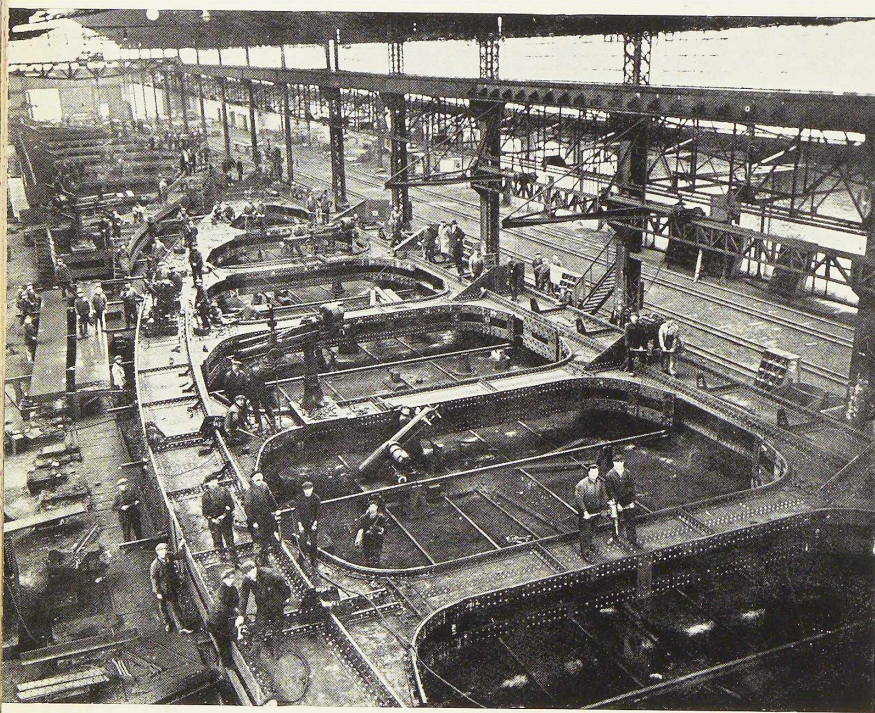


Fig. 625. Les longerons du pont de Malines en construction dans les Ateliers de la S. A. « La Brugeoise et Nicaise et Delcuve ».

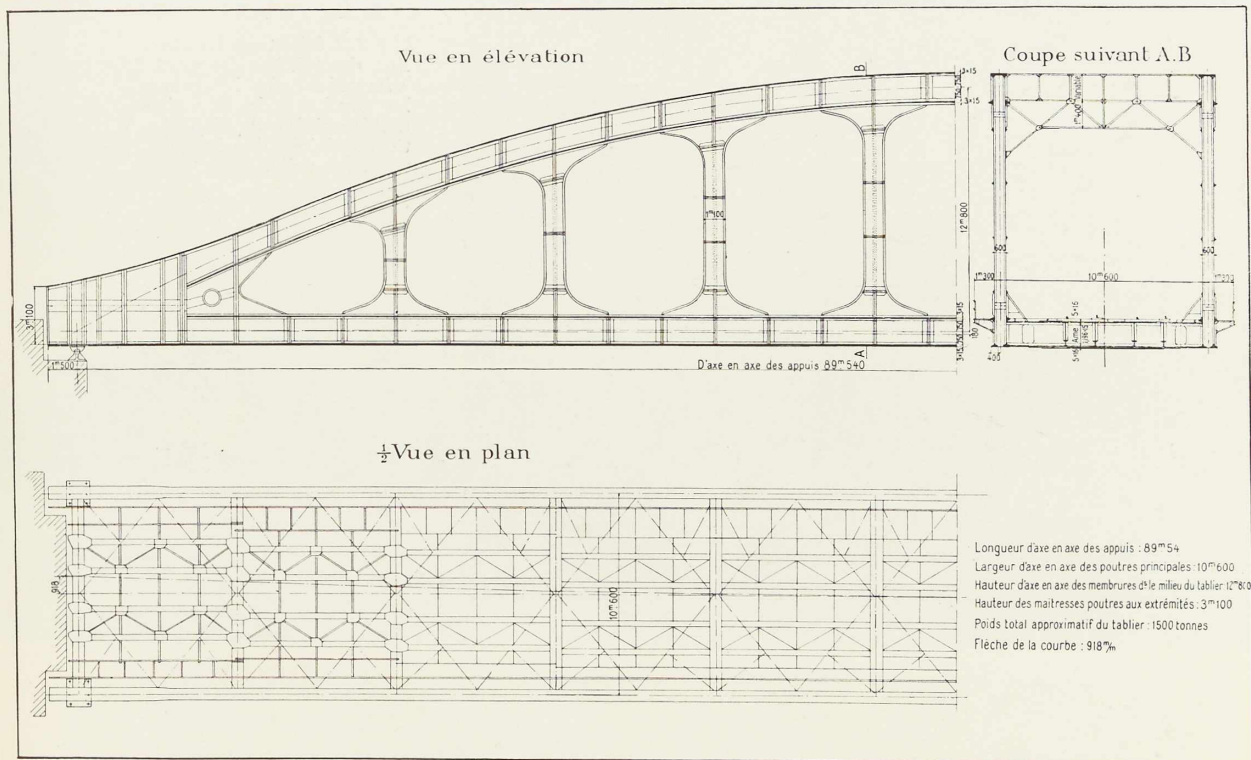


Fig. 626. Vue en élévation, en plan et en coupe du pont de Malines.

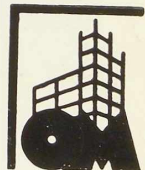
Le pont de Malines

Le pont de Malines, destiné à la nouvelle ligne électrique Bruxelles-Anvers, est à double voie en courbe ; sa portée est de 89^m 54 et son poids de 1.460 tonnes.

La flèche de la voie atteint 918^{mm} et entraîne une disposition spéciale des longrines sous rails. L'ouvrage comporte 21.700 rivets de 24^{mm} de diamètre. Il a été donné aux maitresses poutres une contre-flèche de montage de 180^{mm}.

Le pont de Malines a été construit par la Société Anonyme La Brugeoise et Nicaise et Delcuve qui en a confié le montage à la firme Alphonse Janssens. (Voir fig. 624 à 628.)

Les projets des ponts métalliques d'Hérenthals et de Malines ont été effectués par la Société Nationale des Chemins de Fer Belges, sous la direction de M. Desprets, Chef du Bureau d'Etude des Ponts à la S.N.C.F.B., Professeur à l'Université de Bruxelles.



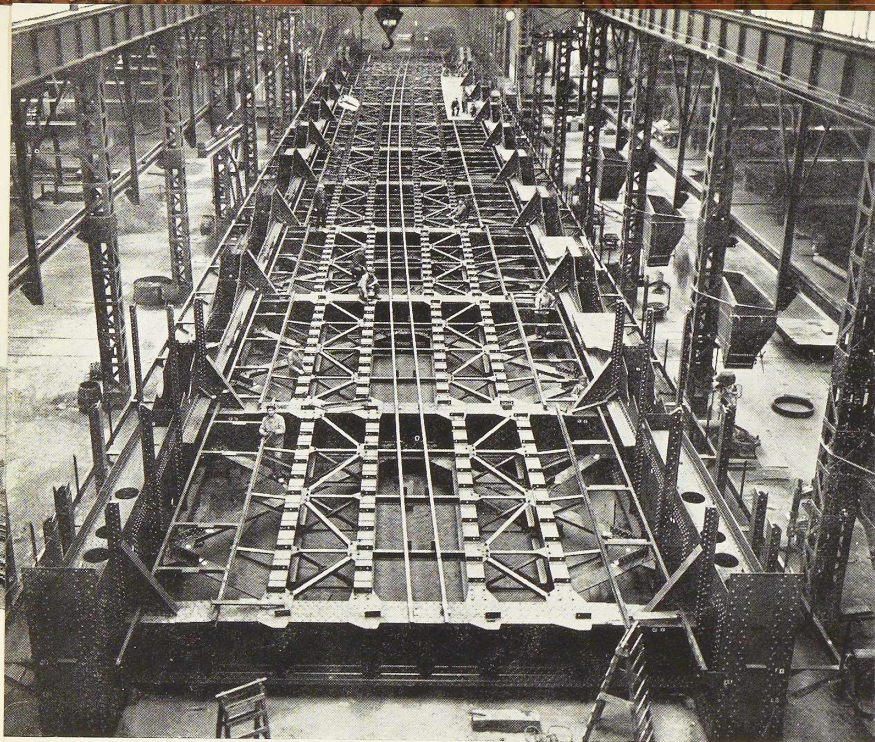


Fig. 627. Montage en atelier du tablier du pont Vierendeel de Malines. La courbure de la voie a nécessité une disposition spéciale des longrines sous rails.

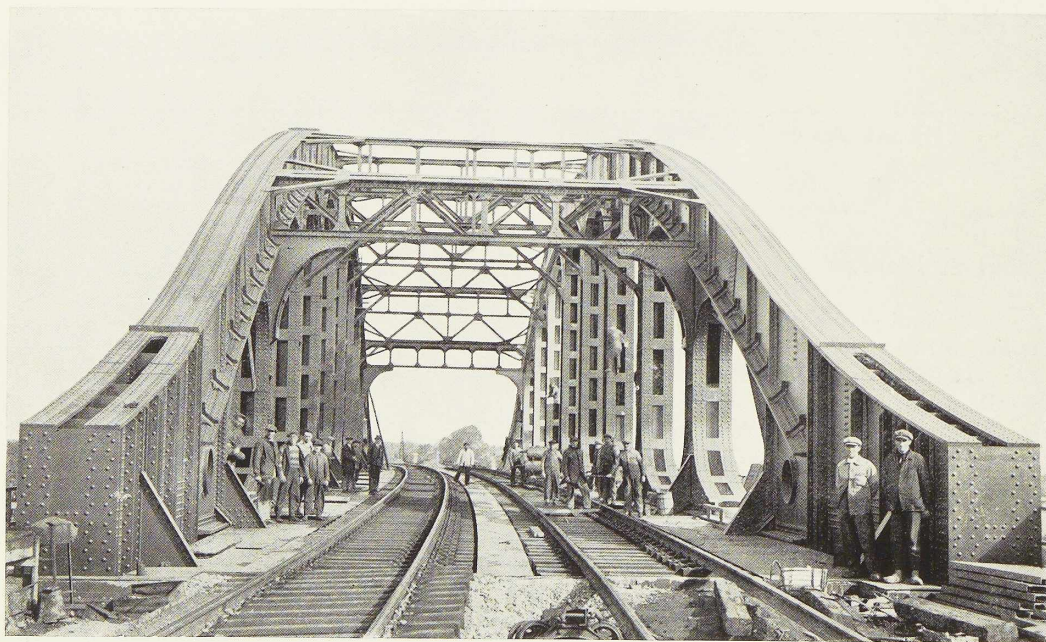


Fig. 628. Le nouveau pont-rail de Malines sur la ligne électrique Bruxelles-Anvers.

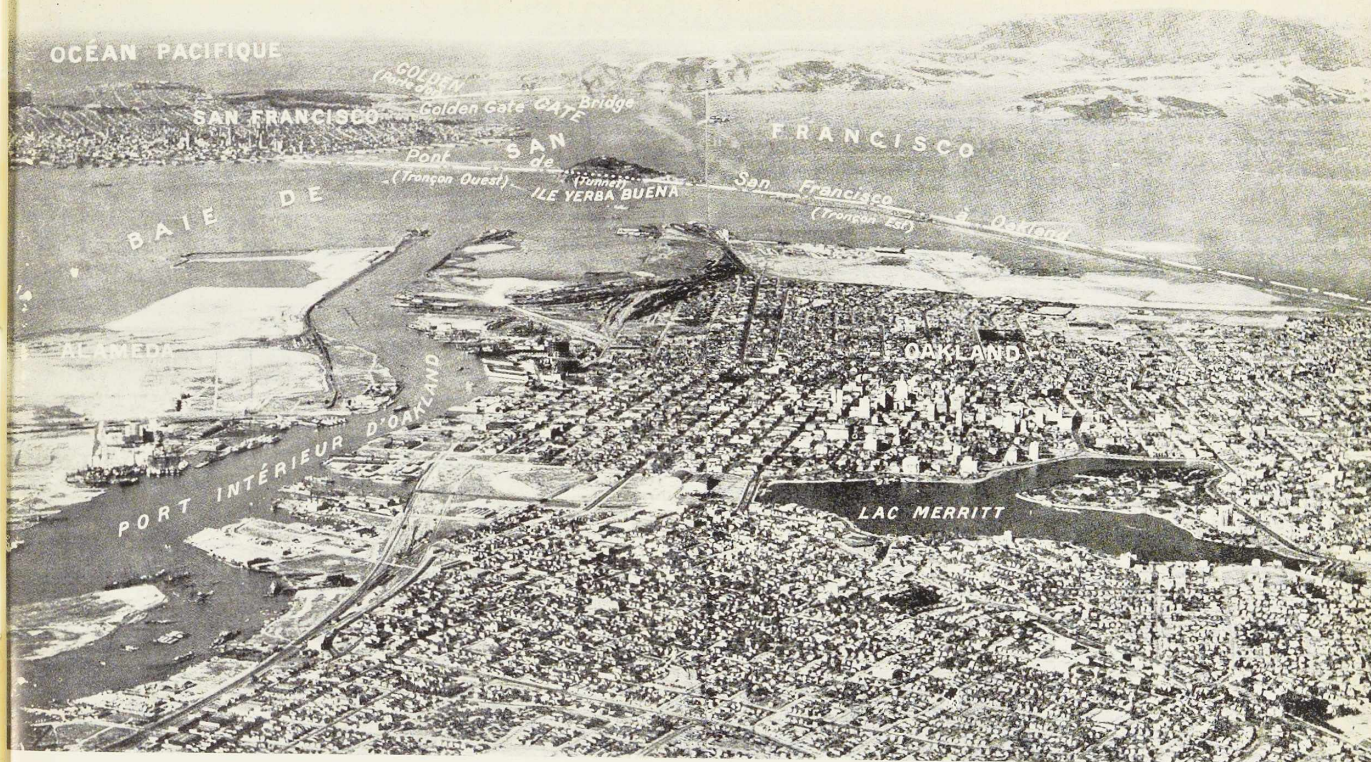


Fig. 629. Vue générale de la baie de San Francisco montrant la situation des ponts en construction.

Les grands ponts en construction à San-Francisco

Situation générale

On construit actuellement dans la baie de San Francisco deux ponts qui, par leurs dimensions exceptionnelles, suscitent chez tous les techniciens un très vif intérêt.

Le premier de ces ponts le *Golden Gate Bridge*, franchira d'une seule portée le Déroit de la Porte d'Or qui relie la vaste baie de San Francisco à l'Océan Pacifique.

La nécessité de n'entraver ni la navigation commerciale d'un des plus grands ports du monde, ni les évolutions des bâtiments d'une très importante base navale de la Marine de guerre des Etats-Unis, a imposé aux ingénieurs la réalisation d'une travée libre de 1,280 mètres de portée. Cette portée record ⁽¹⁾ réalisée au moyen d'un pont suspendu sera encadrée par deux travées d'approche de 343 mètres de portée chacune.

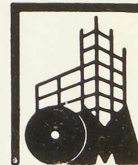
L'ouvrage entier, y compris son viaduc d'accès en acier, aura 2.800 mètres de longueur. Les portiques entièrement métalliques du pont suspendu atteindront une hauteur de 227 mètres.

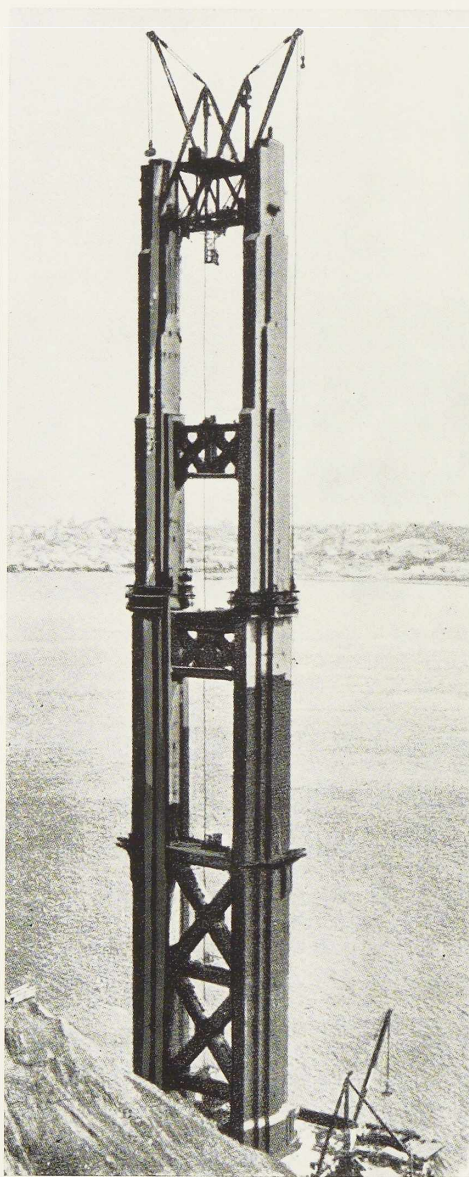
La largeur du tablier, entre les poutres de rigidité, est de 27 mètres. Elle comprend une route de 18 mètres de largeur et deux trottoirs. Les deux câbles porteurs ont 90 cm de diamètre.

Le portique Nord, actuellement presque achevé, se trouve au bord de la rive ; par contre, le portique Sud (côté de San Francisco) est à plus de 350 mètres de la rive. L'exécution des fondations de ce dernier portique a présenté de grosses difficultés.

Les deux portiques sont constitués par une charpente métallique recouverte de tôles d'acier ;

(1) Jusqu'à présent la plus grande distance franchie par un pont d'une seule portée est de 1067 mètres. Cette portée est celle du pont suspendu « *George Washington* » à New-York.





554



Fig. 630. Achèvement du pylône Nord du Golden Gate Bridge. Sa hauteur est de 227 mètres. Dans le fond on aperçoit San Francisco.

leur effet architectural est des plus impressionnant.

Le second pont, le *San Francisco-Oakland Bridge* traversera entièrement la baie de San Francisco. Il réunit Oakland à San Francisco et aura, y compris ses rampes d'accès, près de 14 km de longueur.

Différentes solutions furent envisagées pour cet ouvrage, tant au point de vue de sa construction qu'au point de vue de son emplacement. Finalement le projet appuyant le pont sur l'île *Yerba Buena* fut adopté et reçut l'autorisation du Département de la Guerre.

Le tronçon Ouest du nouveau pont franchit la partie de la baie par où la navigation est la plus importante. On a donc cherché à diminuer autant que possible le nombre des appuis dans ce tronçon ; le projet adopté comporte dans cette partie de la baie deux ponts suspendus consécutifs de 704 mètres de portée, équilibrés par deux travées latérales de 353 mètres. Ces deux ponts suspendus ont un ancrage central commun constitué par une pile de dimensions exceptionnelles

La traversée de l'île d'Yerba-Buena est effectuée en tunnel.

Le tronçon Est du viaduc comporte notamment un pont cantilever de 427 mètres de travée libre. Les autres travées sont franchies par des poutres en treillis, continues ou sur simples appuis, atteignant près de 160 mètres de portée.

Le pont de San Francisco à Oakland aura deux tabliers superposés. Le tablier inférieur livre passage à deux voies de chemins de fer et à une route de 9 mètres de largeur pour le trafic lourd. Le tablier supérieur livre passage à une route de 17 mètres.

L'*Ossature Métallique* tiendra ses lecteurs au courant des grandes étapes de la construction de ces ponts

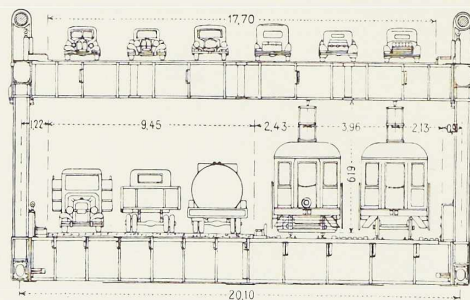


Fig. 631. Coupe du tablier des travées suspendues du tronçon Ouest du pont de San Francisco à Oakland.

SAN FRA

ILE YERBA

LES FONDATIONS DU TRONÇON OUEST DU PONT DE SAN FRANCISCO A OAKLAND (1)

La configuration du sol au droit des appuis du tronçon Ouest du pont de San Francisco à Oakland a nécessité l'exécution des fondations les plus grandes et les plus profondes qui aient jamais été réalisées en eau profonde dans un courant de marée très rapide. Les fondations de la pile n° 3 atteignent le rocher à une profondeur de 66 mètres ; à la pile n° 6, la hauteur d'eau est de 32 mètres.

Pour l'exécution des fondations on eut recours à des caissons ouverts comportant des puits d'excavation de grande dimension placés aux endroits les plus favorables. Ce procédé est d'ailleurs le seul qui ait jamais été mis en œuvre pour atteindre de semblables profondeurs.

Pour résister aux efforts latéraux élevés dus au courant, au vent, à la traction des câbles, ainsi qu'aux tremblements de terre il fallait donner à la section transversale des piles des dimensions importantes. Il n'était par contre pas nécessaire que les piles fussent massives : leur stabilité et leur résistance étaient largement assurées même en laissant les puits d'excavation remplis d'eau et non de béton. Cette construction cellulaire, laissant vide environ la moitié de la section transversale de la fondation, diminue sensiblement le coût de l'ouvrage.

Le bois étant un matériau comparativement peu coûteux et d'approvisionnement facile, fut natu-

rellement envisagé pour ces caissons. Etant donné les grandes profondeurs à atteindre, son emploi aurait présenté de nombreuses difficultés et l'on préféra construire les caissons en acier.

La flottaison des caissons devait, d'autre part, être particulièrement étudiée. On a souvent réalisé cette flottaison en munissant les caissons de fonds provisoires placés un peu au-dessus de la trousse coupante. Ce dispositif présente cependant divers inconvénients qui en ont fait rejeter l'emploi dans le cas actuel.

Le système adopté, imaginé par l'ingénieur D. E. Moran de la firme Moran et Proctor, Membre de la Commission des Ingénieurs Conseils du pont, consiste à fermer la partie supérieure des puits cylindriques au moyen de calottes sphériques. La flottaison est assurée en déplaçant l'eau dans les cylindres des puits au moyen d'air comprimé ; en même temps les parois extérieures du caisson sont montées au-dessus du niveau du béton coulé. Les cylindres en acier restent incorporés définitivement dans la fondation.

Le caisson amené en place est échoué avec une très grande précision par diminution de la pression de l'air dans les cylindres. Même dans un très mauvais terrain il n'y a pratiquement pas de déplacement latéral du caisson ni tendance au renversement ou au glissement. Une inclinaison éventuelle peut d'ailleurs être facilement et rapidement corrigée par un ajustement de la pression de l'air dans une partie des cylindres.

Cette méthode possède encore d'autres avantages, notamment :

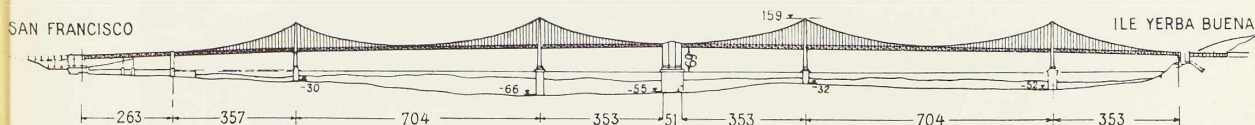


Fig. 632. Vue du tronçon Ouest du pont de San Francisco à Oakland.

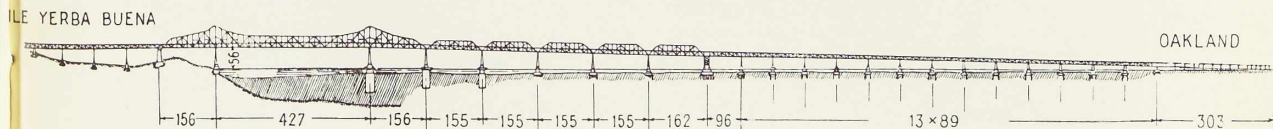
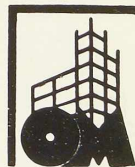


Fig. 633. Vue du tronçon Est du pont de San Francisco à Oakland.

555



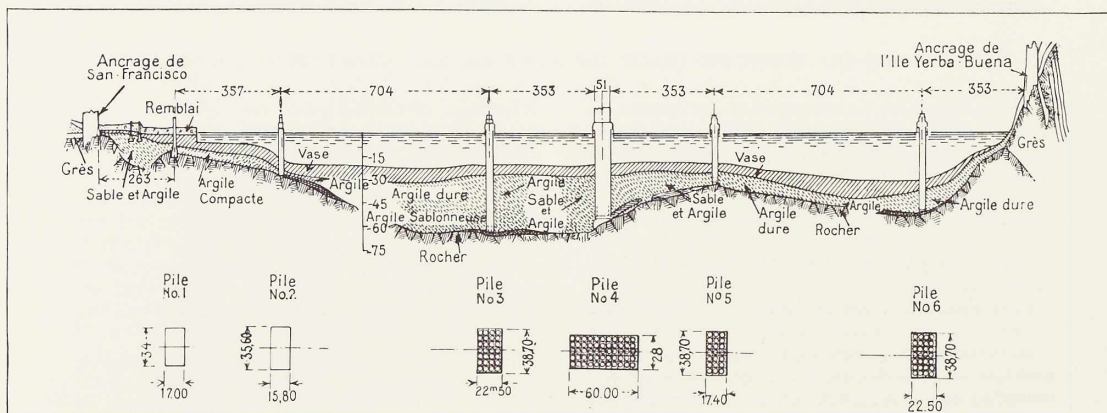


Fig. 634. Coupe des terrains au droit du tronçon Ouest :
vue schématique des caissons à éléments cylindriques formant les fondations des piles.

1° A tout moment tant que l'on travaille sous pression il est possible de placer un sas permettant à des ouvriers de pénétrer dans un cylindre et de dégager la trousse coupante ;

2° A tout moment tant que les dômes sont en place, ils servent de frein effectif contre une inclinaison soudaine du caisson ;

3° De l'air sous pression peut être introduit à tout instant pour corriger une inclinaison éventuelle du caisson ;

4° Lorsque la roche sur laquelle le caisson doit être scellé est inclinée, la pression de l'air permet de maintenir le caisson vertical.

Description du caisson

La trousse coupante est constituée par une série orthogonale de poutres creuses laissant entre elles des carrés vides de 4^m50 de côté. Ces poutres ont 4^m10 de hauteur pour les caissons, 3, 5 et 6 et 5^m30 pour le caisson n° 4. Ces poutres sont fermées à leur base en sorte que la trousse elle-même puisse flotter. L'ensemble a été calculé pour résister aux efforts de lancement ainsi qu'aux efforts dus à une vague normale. Des tronçons spéciaux relient ces cellules carrées aux cylindres de fonçage. Le bordage extérieur est formé de madriers verticaux de 25 cm et de planchers créosotés de 10 cm placés obliquement. La paroi extérieure est calfatée. Ces épaisseurs dépassent notablement celles que nécessite la résistance ; on a voulu se prémunir contre le danger d'abordages

éventuels, et empêcher toute possibilité de jeu du calfatage.

Les éléments de l'ossature du caisson, tant les lisses horizontales que les étais en acier. L'emploi de l'acier fit éliminer toute charpente en bois de l'intérieur du caisson, réduisit les sections et permit une exécution plus rapide.

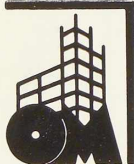
Les ingénieurs ont cherché à simplifier les détails et à standardiser autant que possible les éléments. Les caissons 3 et 6 sont identiques à l'exception des sections de quelques lisses. Le caisson 5 est semblable sauf qu'il comporte une rangée de cylindres en moins. Les cylindres ont tous 4^m57 de diamètre et la distance verticale des lisses horizontales est partout de 3 mètres.

A l'exception de quelques assemblages spéciaux les assemblages ont été réalisés par soudure plutôt que par rivure.

Les poutres de la trousse coupante furent construites en atelier en tronçons de 5^m30. Ces tronçons furent ensuite assemblés par soudure sur une cale de lancement. Après leur lancement, les sections de raccordement aux cylindres furent posées, les 15 premiers mètres des cylindres et les dômes sphériques furent ensuite mis en place, en même temps que l'ossature intérieure et le bordage étaient élevés à 20 mètres au-dessus des poutres de la trousse coupante.

Immersion des caissons

Le cahier des charges et les plans d'adjudication décrivaient tous les éléments essentiels des



ouvrages mais laissent à l'entrepreneur la détermination des détails de construction tels que ancrages, échafaudages, etc., pour lesquels l'approbation des ingénieurs était cependant requise.

Ancrages. — Le maintien en place des caissons était rendu difficile par les courants de marée qui atteignent 12 km à l'heure. D'autre part, les grandes profondeurs ne permettaient pas l'emploi de charpentes de guidage. Les entrepreneurs décidèrent de maintenir directement les caissons à des ancrs placés à environ 100 mètres du caisson ; à pareille distance la variation du flot (1^m80) prend beaucoup moins d'importance et l'effort de traction sur les ancrs reste sensiblement horizontal rendant ainsi minimum la tendance au soulèvement des ancrs.

Plates-formes de travail

Le type des plates-formes de travail adopté pour chaque pile a été fonction de la profondeur de l'eau au droit de la construction. Aux piles 3 et 4 l'entrepreneur décida de monter des plates-formes sur des pieux en bois. La présence de 32 mètres d'eau à la pile 6 obligea de recourir à un matériel flottant qui fut réemployé ultérieurement à la

pile 5. Ceci obligea d'attendre pour construire cette dernière pile que la pile n° 6 fût terminée. Les 4 grues derrick à contrefiche de la pile 4 ont été fondées sur des fondations indépendantes des plate-formes de travail. Trois tubes en acier de 2^m40 de diamètre ont été enfoncés à travers la vase du fond, puis vidés. Ensuite 7 pieux en bois ont été battus jusqu'au refus à l'intérieur et le tube a été rempli de béton jusqu'à sa partie supérieure. Les 3 pieux métalliques ont été reliés à leur sommet par des madriers et entretoisés par des câbles métalliques. Les derrick qu'ils supportent comportent trois treuils mus électriquement ; leur mât a 15 mètres de longueur, leur flèche est de 35 mètres ; leur capacité de charge est de 25 tonnes. Les fondations des derrick de la pile n° 3 sont du même type mais de dimensions moindres.

Détails et durée de l'immersion d'un caisson

Les dates principales relatives aux opérations d'immersion de la pile 4, de beaucoup la plus importante, donnent une idée de la rapidité avec laquelle les entrepreneurs ont travaillé.

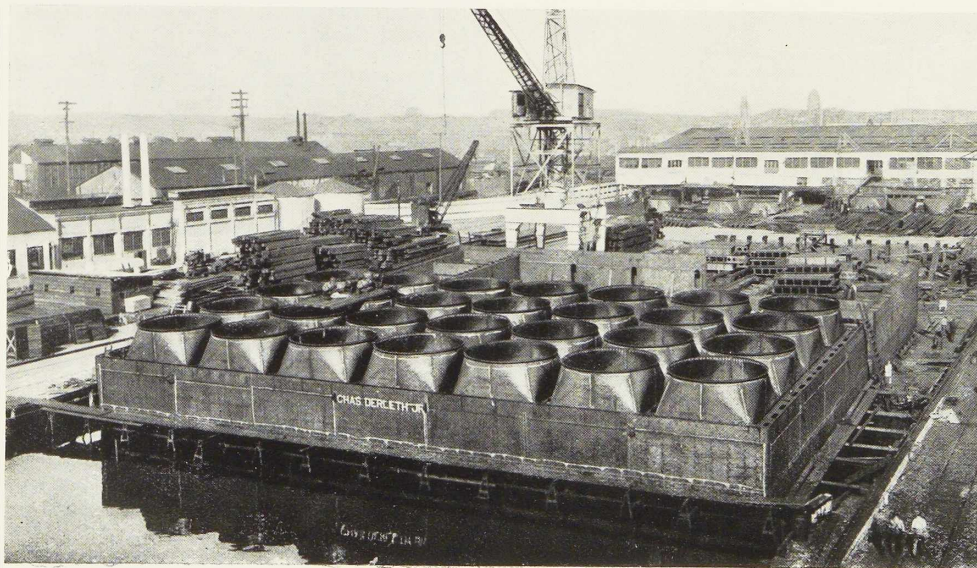
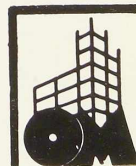


Fig. 635. Vue des poutres creuses constituant la trousse coupante. Elles sont coiffées des éléments spéciaux de liaison avec les cylindres.



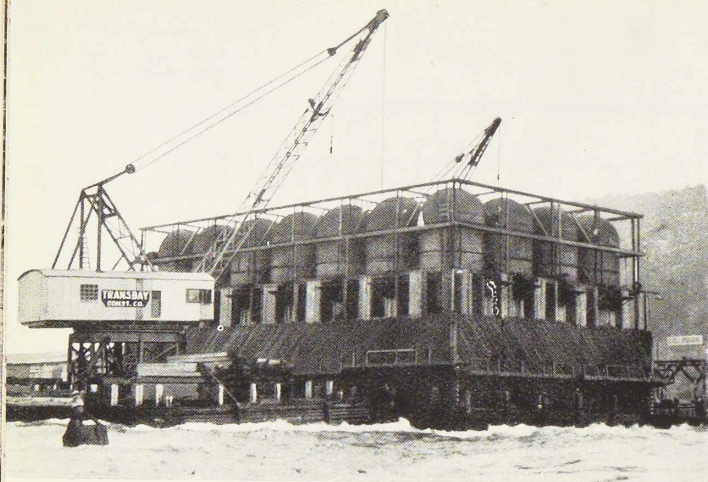
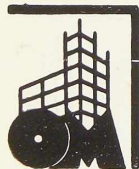


Fig. 636. Vue générale d'un caisson en place. On voit l'ossature du batardeau extérieur. Le batardeau est en cours de construction.



Fig. 637. Vue générale des 55 calottes sphériques fermant les puits de la pile centrale.

558



11 août 1933. — Lancement du caisson.

11 août au 8 novembre. — Montage des cylindres en acier, de l'ossature et des parois du caisson jusqu'à une élévation de 20 mètres et mise en place des dômes.

8 novembre. — Le caisson est remorqué en place, son tirant d'eau est de 6 mètres.

8 au 14 novembre. — Ancrage du caisson.

14 au 27 novembre. — Mise en œuvre de 7.700 m³ de béton jusqu'à une hauteur de 13 mètres au-dessus de la trousse ; le tirant d'eau du caisson atteint 17 mètres. La pression de l'air comprimé est de 1,2 kg par cm².

27 novembre au 19 décembre. — Rehaussement de 12 mètres des cylindres et du bordage. Leur hauteur totale atteint 33 mètres au-dessus de la trousse.

19 au 22 décembre. — Mise en place de 2.160 m³ de béton. L'élévation du béton atteint 16^m50 au-dessus de la trousse. Le tirant d'eau est de 18^m30. La pression de l'air comprimé est de 1,55 kg par centimètre carré.

22 décembre. — Le caisson est échoué dans la vase (en ramenant la pression à 0 kg 95 par cm²) et s'y enfonce de 2^m40. Sa trousse est au niveau — 24 m.

Du 22 décembre au 17 janvier. — 11.350 m³ de béton sont mis en place amenant le niveau du béton à 32^m50 au-dessus de la trousse. L'air comprimé a été lâché dans la moitié des cylindres et l'eau y a été pompée. La trousse est au niveau — 28^m65, soit 7^m65 dans la vase.

17 au 26 janvier. — On hausse à nouveau les cylindres en acier jusqu'à 39 mètres au-dessus de la trousse. Aucun puits n'est plus sous pression.

23 janvier. — La trousse coupante atteint une profondeur de 30 mètres sous l'eau.

Du 26 au 29 janvier. — 2.330 m³ de béton sont mis en place ; le niveau du béton est à 36 mètres au-dessus de la trousse.

Pour les autres caissons les travaux se sont effectués selon un rythme semblable. La moyenne du béton coulé a été de 920 mètres cubes par jour. A la pile 6, où la profondeur d'eau était la plus grande (9^m10), la pression de l'air comprimé dans les cylindres a atteint 2,95 kg par cm².

Les dômes sphériques avaient à la base une ceinture de 60 cm de hauteur. Lors de l'élévation des puits cylindriques, cette ceinture a été coupée au chalumeau ; 2 sections cylindriques de 5^m80 chacune ont été amenées en place puis coiffées par les dômes ; ensuite les trois joints ont été soudés. Pour la pile 4 qui compte 55 puits cylindriques, ces diverses opérations ont duré

23 jours. Simultanément l'ossature métallique du caisson ainsi que le bordage extérieur étaient rehaussés.

Excavations

Lorsque l'air comprimé eut été lâché dans tous les puits, les dômes furent démontés. L'enfoncement ultérieur du caisson s'obtint en excavant à l'intérieur des puits au moyen de grappins à coquilles manœuvrés par les derricks.

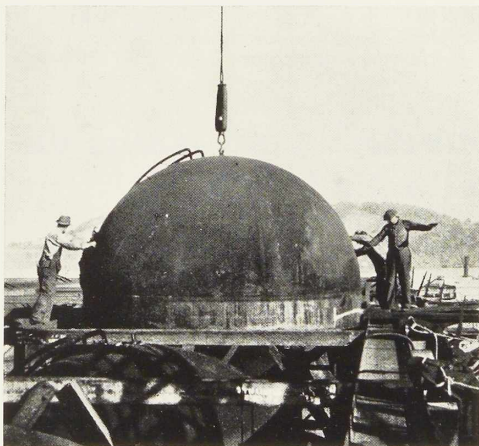


Fig. 638. Pose d'une calotte après rehaussement du cylindre correspondant.

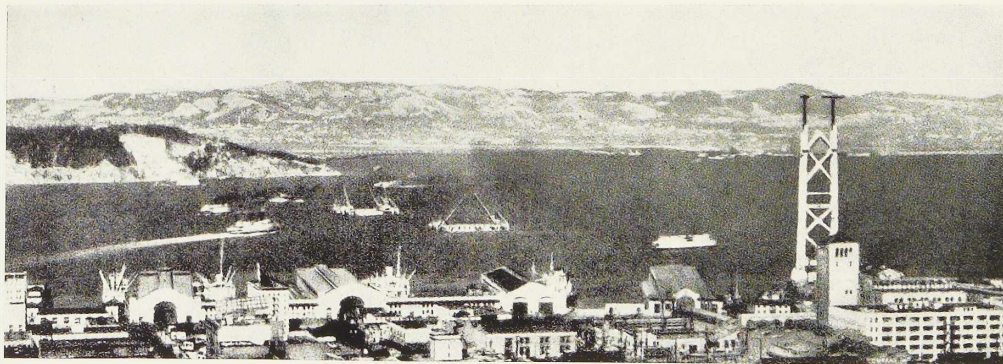


Fig. 639. Vue générale des travaux du tronçon Ouest. Au second plan l'île Yerba Buena : dans le fond Oakland. Le portique n° 2 situé sur le quai n° 24 de San Francisco est en voie d'achèvement.

Les entrepreneurs reçurent l'autorisation de déverser les déblais immédiatement à l'extérieur du caisson, évitant ainsi tout transport.

Superstructure des piles

La pile 4 destinée à l'ancrage central a été élevée jusqu'à 86 mètres au-dessus de l'eau. Elle supporte la traction non équilibrée des câbles de 9.700 tonnes, ainsi que le poids des travées extrêmes de chacun des deux ponts suspendus.

Aux piles n° 3, n° 5 et n° 6 on a établi au-dessus des caissons de fondation une dalle en béton armé qui porte un soubassement en béton jusqu'à un niveau de 12 mètres au-dessus de l'eau. Sur ces soubassements seront élevés les portiques en acier des ponts suspendus.

Achèvement des travaux de fondation

Suivant le contrat de commande la dernière pile du pont (la pile n° 4) doit être achevée le 15 mars 1935.

L'adjudication des 5 piles, n°s 2 à 6 a été donnée à la *Transbay Construction Company*. Les caissons ont été construits par la *Moore Dry Dock Company* ; les cylindres furent livrés par la *Western Pipe and Steel Company* ; l'ossature en acier du caisson fut construite par la *Judson Pacific Company*.



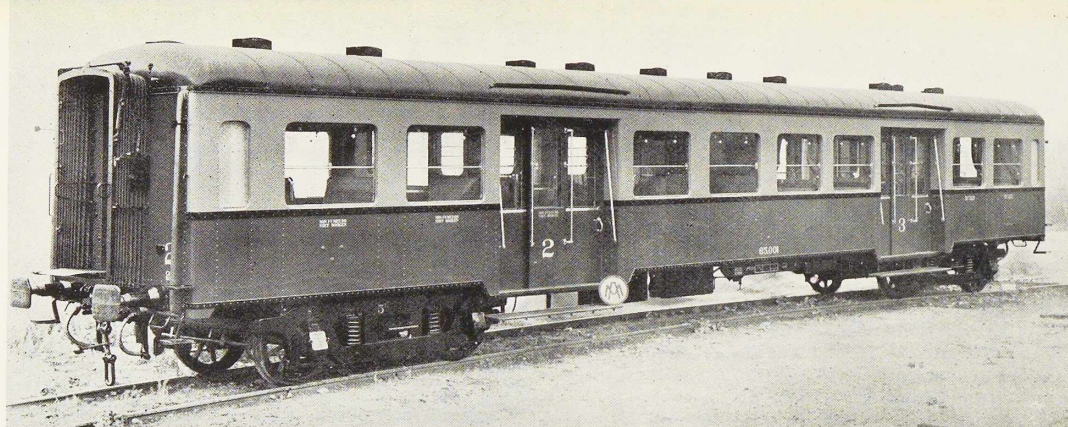


Fig. 640. Voiture métallique mixte de 2^e et 3^e classe pour service de banlieue construite pour la S. N. C. F. B. par les Ateliers Métallurgiques S. A.

Les voitures métalliques nouvelles pour trains de banlieue de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges

La Société Nationale des Chemins de fer belges a mis à l'étude, en vue d'une prochaine commande de 2.000 voitures métalliques nouvelles, des modèles de voitures pour trains de banlieue.

Il semble que se répand peu à peu, même dans les milieux apparemment les plus avertis, une opinion suivant laquelle il serait peu sage de faire construire encore de nouvelles voitures métalliques pour notre chemin de fer. Les chemins de fer, dit-on, et en particulier le railway belge, sont en pleine évolution. Des automotrices des systèmes les plus divers, à huile lourde, à vapeur, à transmission mécanique, à transmission électrique, les unes légères, les autres lourdes, celles-ci donnant des démarrages rapides, d'autres faites pour réaliser des vitesses sensationnelles, sont à l'essai sur de nombreuses lignes du réseau. Elles paraissent d'ailleurs susceptibles de résoudre à la fois le problème du convoi omnibus à grande fréquence ou du direct à allure rapide. D'autre part, voilà que l'on électrifie Bruxelles-Anvers et l'on sait que

l'électrification est capable de résoudre tous les problèmes de transports sur rail.

Dans ces conditions, convient-il d'immobiliser d'énormes capitaux à construire des voitures ordinaires de chemin de fer destinées à durer 40 ou 50 ans, alors qu'il semble bien qu'on se trouve au début d'une ère nouvelle en matière de mode de transport sur rail et ces capitaux ne devraient-ils pas plutôt être consacrés au développement de ces moyens nouveaux ou tout au moins être réservés jusqu'au moment où l'avenir se dessinera avec certitude?

On conçoit que de tels arguments aient pu au premier abord ébranler quelque peu certains partisans, même convaincus, de la construction immédiate de nouvelles voitures métalliques.

Ces arguments sont cependant sans valeur et les craintes, en ce qui concerne l'avenir, sont chimériques. Les nouvelles voitures métalliques actuellement commandées seront, en effet, au nombre de 1.000 et il en faudrait de 5.000 à 6.000 pour que l'effectif soit complet, c'est-à-dire pour que

560

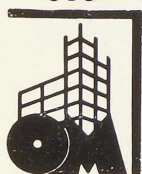


Fig. 641. Intérieur de 2^e classe de la voiture métallique mixte de 2^e et 3^e classe pour service de banlieue de la S.N.C.F.B. Cette voiture comporte 2 plates-formes avec portes coulissantes. Les fenêtres et les portes sont munies de glaces de sécurité. Les banquettes de 2^e classe sont en tubes chromés. Nombre de places : assises 66, debout 46. Longueur hors tampons : 20^m040. Poids : 36.000 kgr. Constructeur : Ateliers Métallurgiques S. A.

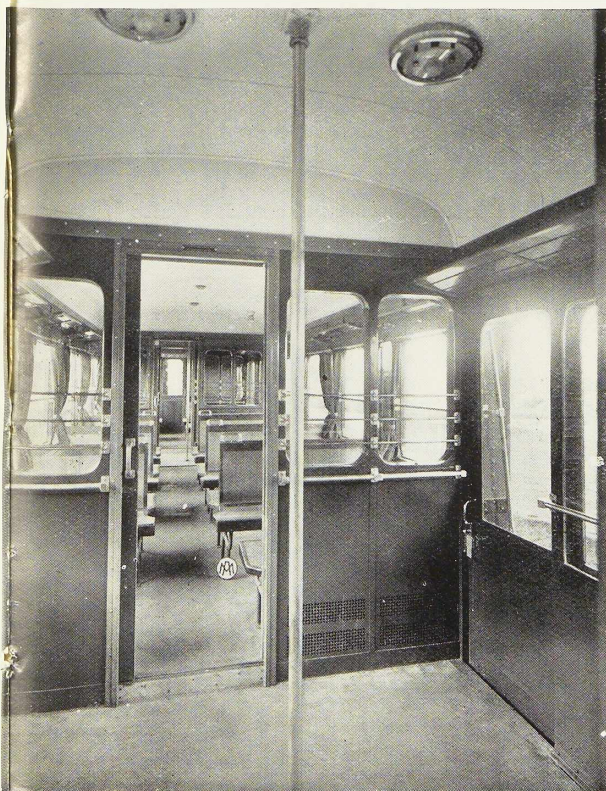
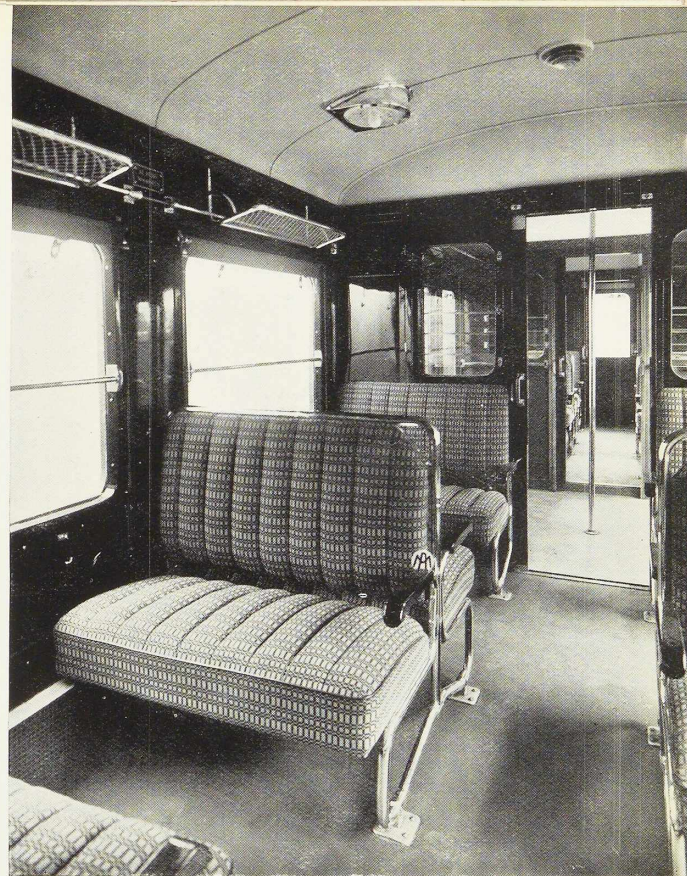


Fig. 642. Intérieur d'une voiture métallique de 3^e classe, pour service de banlieue, construite pour la S.N.C.F.B. Cette voiture comporte 2 plates-formes. Nombre de places : assises 77, debout 46. Longueur hors tampons : 19^m50. Poids : 36.000 kgr. Constructeur : Ateliers Métallurgiques S. A.

561

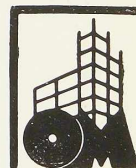




Fig. 643. Intérieur d'une voiture métallique de 3^e classe pour service de banlieue de la S. N. C. F. B. Banquettes en tubes laqués, chêne et teck. Glaces en verre de sécurité. Constructeur : Ateliers Métallurgiques, S. A.

Fig. 644. Intérieur d'un compartiment de 3^e classe d'une voiture métallique pour service de banlieue de la Compagnie des chemins de fer du Nord. Constructeur : Baume et Marpent S. A.

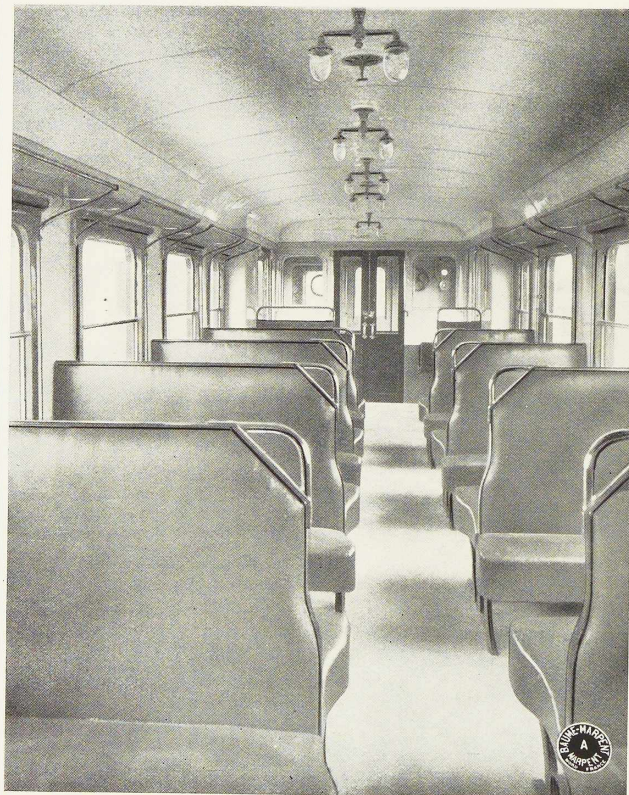
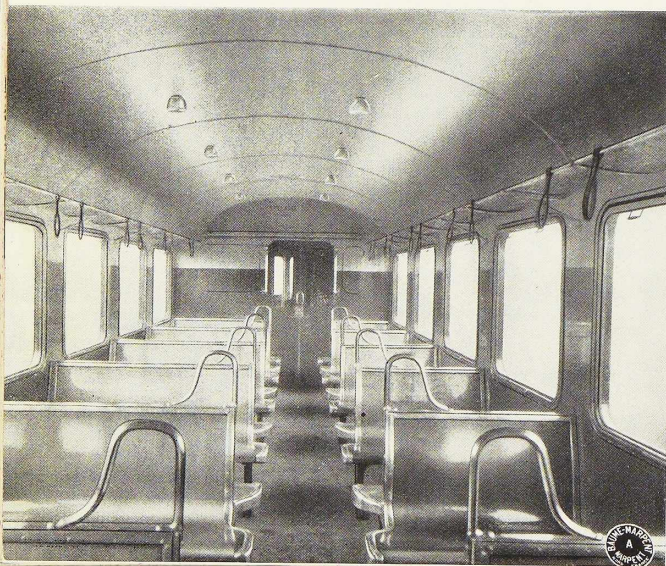


Fig. 645. Intérieur d'un compartiment de 2^e classe d'une voiture métallique de 1^{re} et 2^e classe pour service de banlieue de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans. Constructeur : Baume et Marpent, S. A.

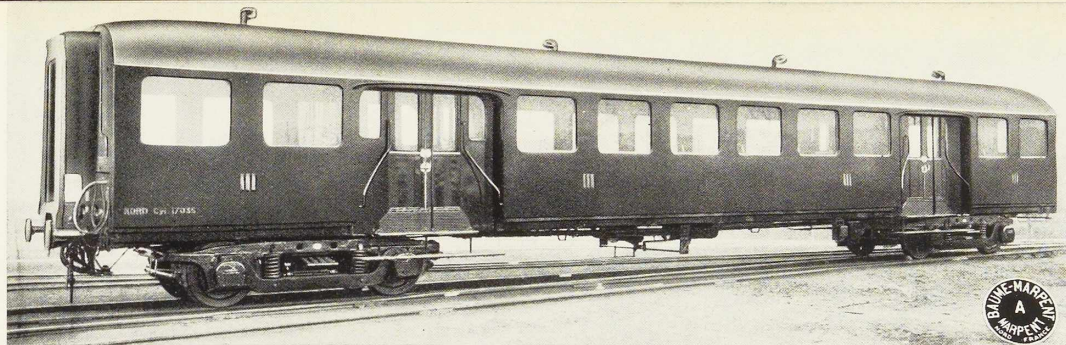


Fig. 646. Voiture métallique de 3^e classe de la Compagnie des chemins de fer du Nord.
Constructeur : Baume et Marpent, S. A.

disparaissent toutes les voitures en bois ! Les 2.000 voitures dont on parle ne représenteront donc, avec ce qui est fait déjà, que la moitié des véhicules à voyageurs nécessaires pour le trafic actuel.

Or, on sait que le rail, qui a à lutter aujourd'hui contre la route et d'autres moyens de transport, conserve une supériorité très nette dans les transports massifs de voyageurs. Ces transports sont ceux qui comportent 8, 10 ou 12 véhicules à voyageurs remorqués par un tracteur. Que ce tracteur trouve son énergie dans la vapeur, comme pour la locomotive actuelle, ou dans l'électricité, ou dans l'huile lourde, ou dans l'essence, il faudra toujours des voitures remorquées pour réaliser les grands convois et effectuer les transports massifs. Il faut noter que ces transports massifs s'effectuent surtout le matin et le soir dans les environs des grandes agglomérations où se rendent journellement au travail ouvriers, employés et hommes d'affaires habitant les banlieues. L'importance

de ces transports massifs ne peut que s'amplifier, en raison même du développement des banlieues autour des villes, développement qui se trouve précisément favorisé par l'auto, l'autobus, le tramway et même les automotrices sur rail.

Les 2.000 voitures métalliques dont on parle aujourd'hui ne seraient nullement des voitures semblables aux 1.000 premières voitures métalliques, lesquelles sont affectées aux trains rapides et directs. Ce seraient exclusivement des voitures de trains omnibus, à grande capacité, à faible vitesse et à arrêts fréquents, analogues à celles déjà construites en très grand nombre, pour cet usage, par toutes les compagnies françaises.

La Société Nationale des chemins de fer étudie précisément, pour le moment, sur quelques exemplaires modèles en cours de construction, les types nouveaux qui devraient être adoptés pour ces trains de banlieue. Nous aurons l'occasion, sous peu, de les voir réalisés et de les apprécier.

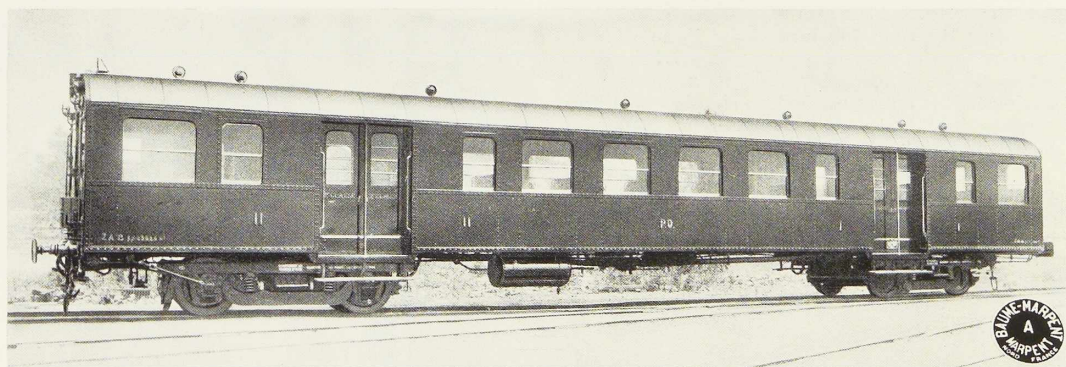


Fig. 647. Voiture métallique de 1^{re} et 2^e classe de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans.
Constructeur : Baume et Marpent, S. A.

Oxy-coupage automatique, soudure oxy-acétylénique et construction « tout-acier »

par G. Ancion,

Ingénieur en Chef à l'Oxhydrique Internationale

Les industries de la construction métallique évoluent rapidement vers le remplacement de nombreuses pièces d'acier coulé ou de fonte, par des pièces en acier laminé, en général assemblées par soudure.

Les avantages de ces dernières sont en effet nombreux ; nous rappellerons ci-après les principaux :

1° Grande souplesse dans la fabrication ; possibilité de changer facilement et à peu de frais les dispositions d'ensemble ou de détail des assemblages ;

2° Rapidité d'exécution ; stockage aisé des matières premières (tôles et profilés) pouvant être utilisées directement à la fabrication de n'importe quelle pièce ; indépendance vis-à-vis de la fonderie. En conséquence, diminution très sensible des délais de livraison ;

3° Suppression des modèles de fonderie et leur remplacement éventuel par des gabarits en tôle mince, faciles à emmagasiner et à classer, souvent moins chers et en tous cas indestructibles ;

4° Légèreté et solidité des assemblages obtenus. Suppression des rebuts pour défauts de coulée. L'avantage de la légèreté joue tout particulièrement pour les pièces et machines destinées à l'exportation, tant au point de vue du transport qu'à celui des droits d'entrée à l'étranger ;

5° Grande économie dans l'exécution.

Les éléments laminés qui servent à constituer les assemblages par soudure sont généralement de formes très diverses et parfois très complexes. En outre, l'épaisseur de ces éléments est presque toujours supérieure à 10 mm et elle peut atteindre et même dépasser 250 mm. Pour l'une de ces deux raisons et souvent pour les deux, la préparation de ces éléments par cisailage ne peut être envisagée. Les autres méthodes mécaniques de découpage sont lentes, très coûteuses et fréquemment impossibles à appliquer dans ce cas.

Le seul procédé de valeur pratique pour la préparation des éléments laminés est donc leur découpage au chalumeau, ou oxy-coupage. Toutefois, celui-ci ne présente un réel intérêt au point de vue de la construction que si les surfaces décou-

pées sont suffisamment nettes pour que l'on puisse éviter dans la plupart des cas tout parachèvement. Cette possibilité ne peut guère être atteinte que grâce à un guidage mécanique du chalumeau-coupeur, c'est-à-dire au moyen de machines à découper.

Les modes de guidage du chalumeau-coupeur peuvent être classés en plusieurs catégories :

A. COUPAGE SEMI-AUTOMATIQUE

1° La direction du chalumeau est assurée par la machine, l'avancement se fait par un système manivelle et vis sans fin ou engrenages. Exemple : *La coupeuse longitudinale* (fig. 648).

2° L'avancement est assuré à vitesse constante par la machine, et la direction par l'opérateur, en suivant un dessin ou tracé. Exemple : *La coupeuse semi-automatique à commande électrique « Sector »* (fig. 649).

B. COUPAGE AUTOMATIQUE

3° L'avancement et la direction, suivant des profils simples (droites ou arcs de cercle) sont tous deux assurés par la machine. Exemple : *L'Auto-coupeur*, fig. 650 et 651 ;

4° L'avancement et la direction sont assurés automatiquement suivant des profils quelconques,

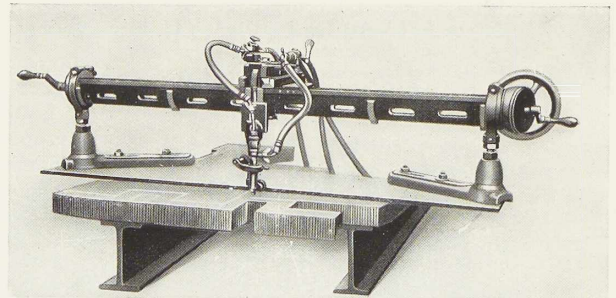


Fig. 648. Découpage à la coupeuse longitudinale.



par l'utilisation d'un gabarit reproduisant le profil à découper. Exemple : la *coupeuse universelle à guidage magnétique*, fig. 652.

Nous ne citons ici, à titre d'exemples que quelques-unes des machines utilisées. Beaucoup de modèles de ces machines permettent d'ailleurs de travailler suivant plusieurs des méthodes énumérées ci-dessus.

D'autre part, les machines à découper peuvent être classées en :

Machines *portatives*, destinées à être amenées sur la pièce à découper ;

Machines *fixes*, avec bâti et table de travail, sur laquelle, au contraire, on amène la pièce à découper.

Le choix de la machine à utiliser dépend en ordre principal du genre des travaux de découpage à effectuer, et, en particulier, de l'épaisseur des tôles, de leurs dimensions, du profil à obtenir et enfin du nombre de pièces identiques à exécuter. C'est ainsi que les machines qui demandent l'utilisation d'un gabarit trouveront leur application la plus rationnelle :

a) Dans les travaux en série ;

b) Pour les découpages *exigeant une très grande netteté*, notamment pour les fortes épaisseurs. En effet, le mode de découpage entièrement automatique et suivant gabarit est évidemment celui qui conduit à la précision la plus grande, en raison de la suppression totale du facteur personnel. Pour des pièces épaisses, le temps gagné par la suppression ou la réduction du parachèvement est tel qu'il justifie parfois la construction d'un gabarit même pour le découpage d'une seule pièce. Le travail représenté figure 659 est une illustration de ce cas, que nous avons rencontré à maintes reprises dans les ateliers de grosse forge notamment.

Prix de revient du découpage

Le prix de revient du découpage est en général assez facile à établir, avec une approximation suffisante, d'après la longueur de la ligne de coupe et l'épaisseur de l'acier, surtout pour le découpage automatique avec gabarit, où l'opération de coupage proprement dite est continue et les temps

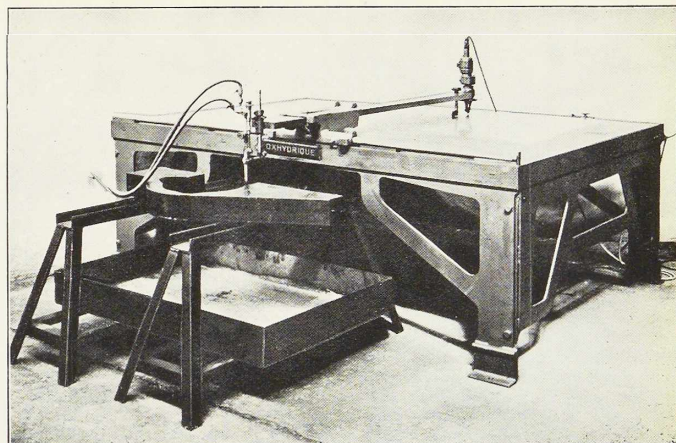
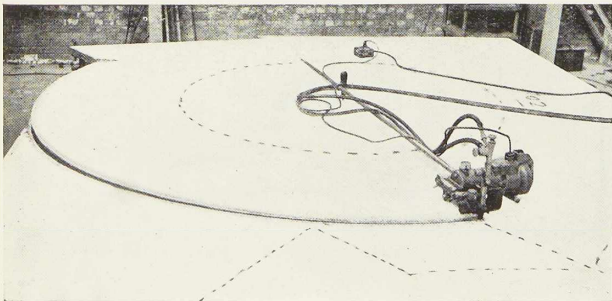


Fig. 649. Coupeuse semi-automatique à commande électrique « Sector ».

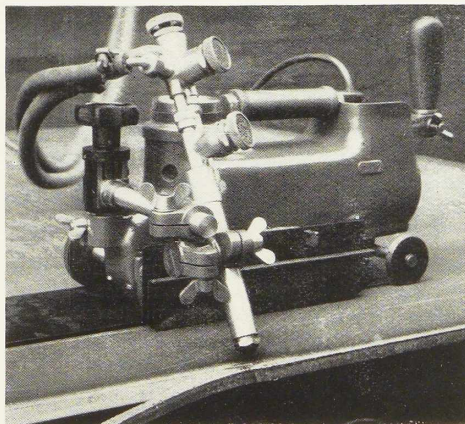
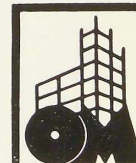


Fig. 650. Découpage en chanfrein, à l'Autocoupeur, suivant une ligne droite.

Fig. 651. Découpage, avec l'Autocoupeur, d'arcs de cercle dans de l'acier de 80 mm d'épaisseur. (Flasques d'alternateurs).



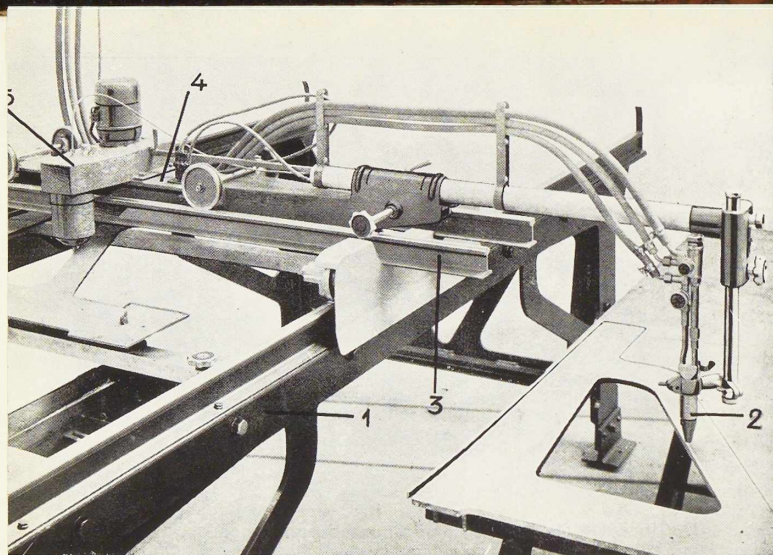


Fig. 652. Coupeuse automatique universelle à guidage magnétique : 1 : Bâti ; 2 : Chalumeau-coupeur ; 3 : Chariot longitudinal ; 4 : Chariot transversal ; 5 : Dispositif de guidage.

morts très réduits. La vitesse d'avancement du chalumeau-coupeur guidé automatiquement varie entre 24 et 6 mètres à l'heure, entre 5 et 300 mm d'épaisseur. Quant à la consommation d'oxygène, elle varie suivant l'épaisseur, pour les chalumeaux bien construits, entre 100 et 150 litres par décimètre carré de section de coupe. Enfin, la consommation d'acétylène est minime. Sauf pour le découpage des faibles épaisseurs, elle peut être négligée dans l'établissement approximatif d'un prix de revient. Le graphique ci-dessous permet de déterminer les temps et les consommations de gaz pour le découpage automatique. Ces chiffres sont des moyennes obtenues normalement dans des ateliers bien équipés, et non des chiffres-records comme il s'en publie trop souvent.

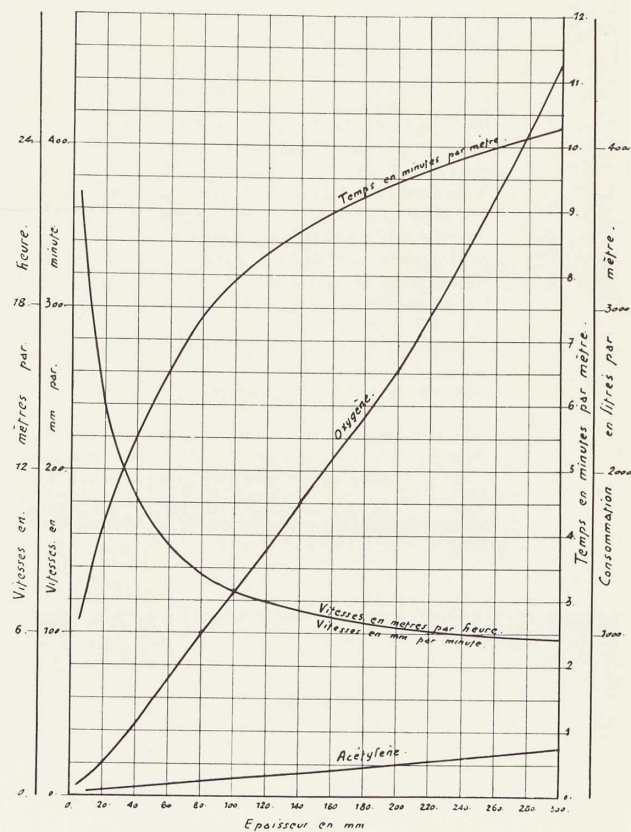


Fig. 653. Diagramme indiquant les durées et consommations de gaz pour le découpage automatique.

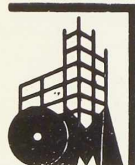




Fig. 654. Plateaux de serrage pour transformateurs (A. C. E. C.) découpés à la coupeuse automatique. Epaisseur : 30 mm. Longueur de coupe : 3,9 mètres. Temps de coupe : 23 minutes.

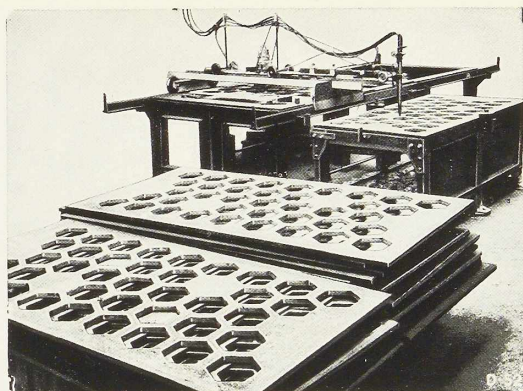


Fig. 655. Découpage de parois d'épurateurs de gaz. Epaisseur : 20 mm. Longueur de coupe : 19,8 m. Temps de coupe : 75 minutes. Oxygène : 3 m³.

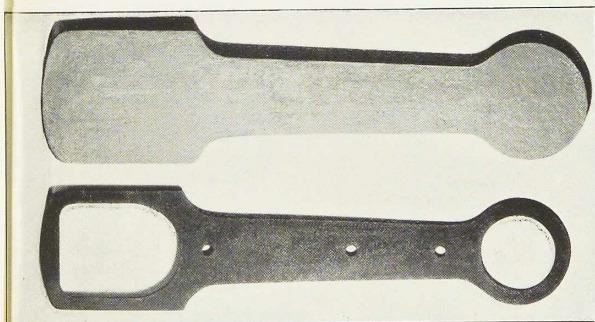


Fig. 656. Bielle de 20 mm d'épaisseur, brute de découpage automatique (profil extérieur) et son gabarit.

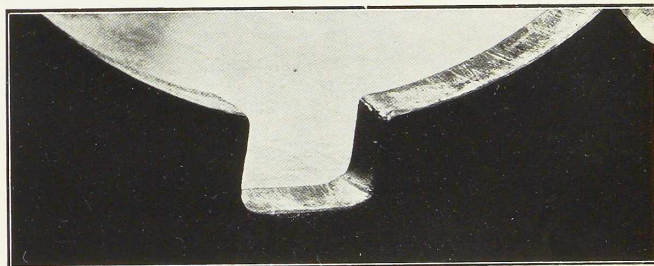


Fig. 657. Vue partielle montrant la netteté de coupe d'un des plateaux représentés fig. 654.

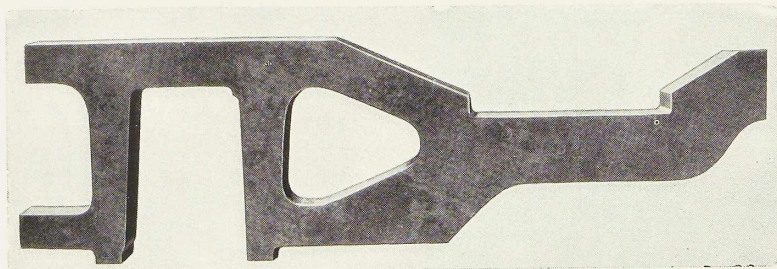
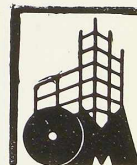


Fig. 658. Longeron de locomotive exécuté à la coupeuse automatique universelle. Epaisseur : 125 mm. Longueur de coupe : 5 m. Temps de coupe : 110 minutes. Oxygène : 21,8 m³.

Temps en minutes par mètre.
 Consommation en litres par mètre.



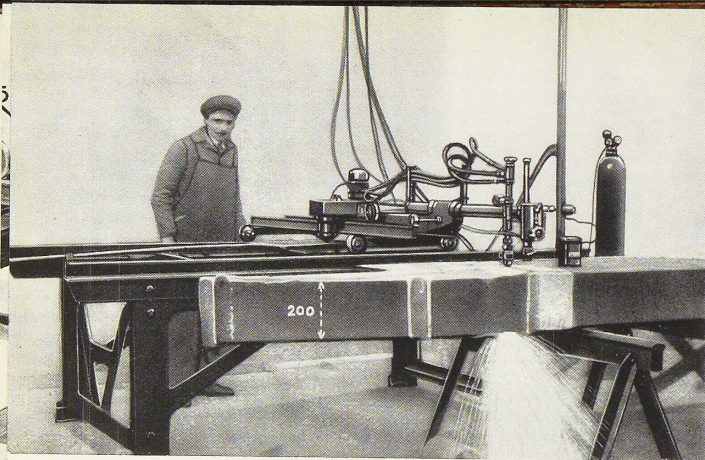


Fig. 659. Longeron de gouvernail en cours d'exécution à la coupeuse automatique universelle (Mercantile Marine Engineering and Graving Docks, Anvers). Longueur de coupe : 5,34 m. Epaisseur : 200 mm. Temps de coupe : 165 minutes.

Fig. 660. Flasques formant le croisillon de l'inducteur pour un alternateur vertical 1500 KVA (A. C. E. C.), découpés à la coupeuse automatique. Longueur de coupe : 9 m 05. Epaisseur : 80 mm. Temps de coupe : 90 minutes.

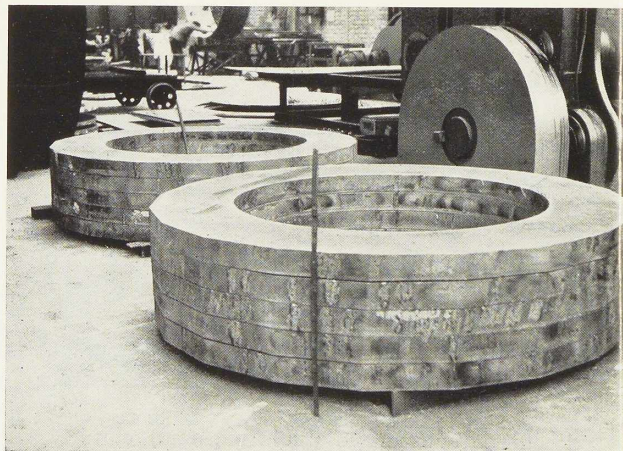
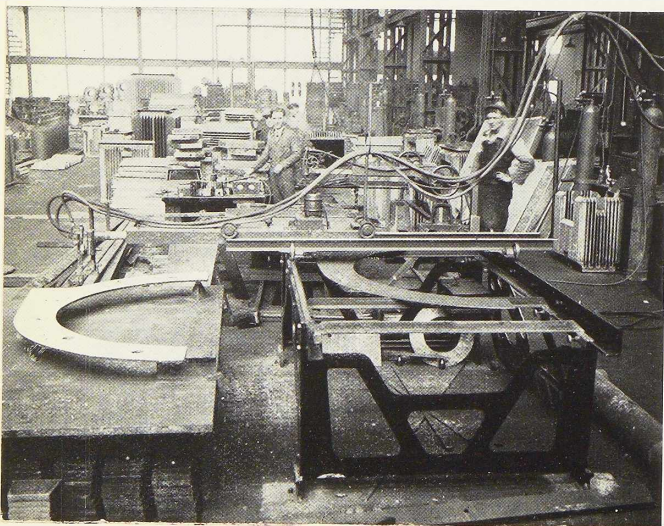


Fig. 661. Découpage, à la coupeuse automatique, d'un demi-flasque pour moteur d'extraction 1000 HP (S. E. M. à Gand). Epaisseur : 16 mm.



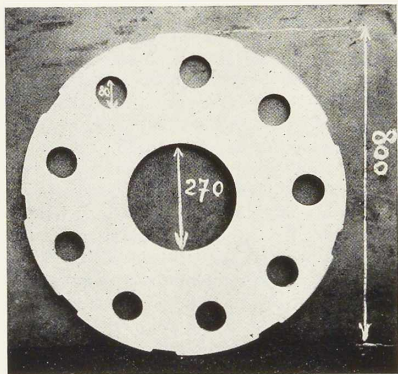
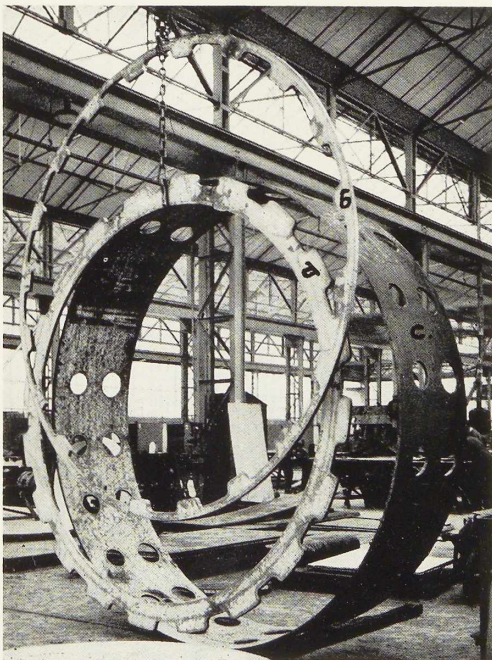


Fig. 662. Disque pour croisillon de moteur d'extraction 1000 HP (S. E. M. à Gand) exécuté par la coupeuse automatique. Epaisseur : 20 mm.



Champ d'application des machines à découper

Ce champ d'application est très vaste.

A l'heure actuelle, le découpage automatique et semi-automatique est utilisé de plus en plus dans un grand nombre d'industries: aciéries, laminatoires, forges, ateliers de construction de machines de tous genres, et en particulier de matériel électrique, de ponts et charpentes, de locomotives et de matériel roulant, ateliers de chaudronnerie, chantiers navals, etc...

Les figures 654 à 664 se rapportent à des pièces de forge, plateaux, anneaux, longerons, etc., découpés de cette manière. On remarquera tout spécialement le longeron du gouvernail, figure 659. Cette pièce, découpée à l'aide de la coupeuse auto-

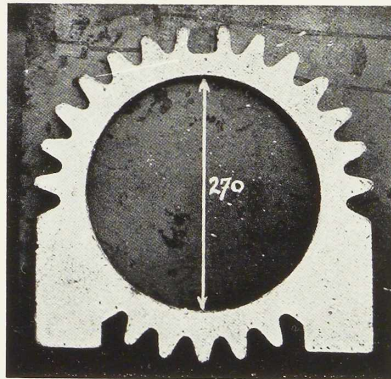
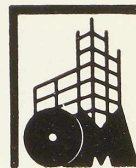


Fig. 663. Flasque de serrage des tôles pour moteur 10 HP à ailettes (S. E. M. à Gand) exécuté par la coupeuse automatique. Epaisseur : 12 mm.

Fig. 664. Plateau, flasque et couronne pour un alternateur vertical de 1500 KVA (A. C. E. C.). Epaisseur : 25 mm. Les profils des pièces a et b sont obtenus à la coupeuse automatique ainsi que les orifices de la couronne latérale c.



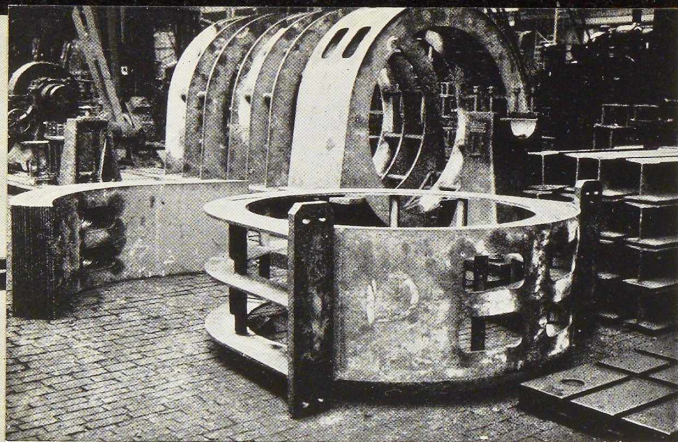


Fig. 665. Flasques, carcasses, pattes de fixation et poutrelles découpés par la coupeuse automatique et assemblés par soudure (S. E. M. à Gand).

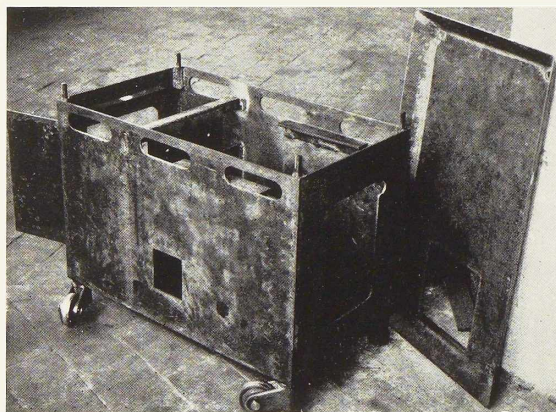
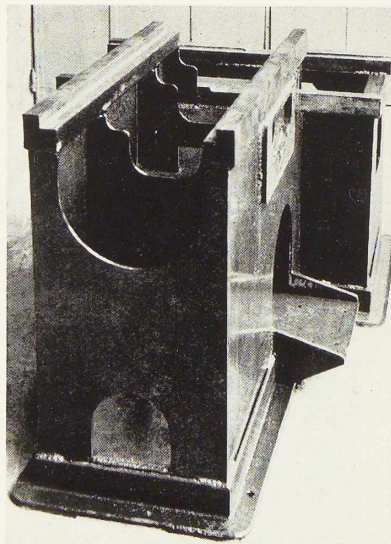


Fig. 666. Caisson de soudeuse en acier découpé à la coupeuse automatique et soudé (Electricité et Electromécanique).



matique universelle à guidage magnétique dans un laminé de 200 mm d'épaisseur, a été exécutée par les *Mercantile Marine Engineering and Graving Docks d'Anvers*. Bien qu'il se fût agi d'une seule pièce, on a trouvé plus avantageux de la découper à l'aide d'un gabarit en tôle mince, lui-même préparé par découpage à la main et parachevé.

Quant au mode de construction par soudage de tôles ou d'éléments découpés automatiquement, et dont nous avons exposé les avantages au début de cet article, il s'est développé tout particulièrement jusqu'ici dans la fabrication des bâtis des machines les plus diverses, précédemment venus de fonderie.

Les figures 665 à 672 montrent quelques exemples de bâtis construits de cette manière, devenue tout à fait courante dans la plupart des grands ateliers de construction belges et étrangers. Pour les bâtis représentés figures 668 à 672, on a utilisé pour la soudure le procédé *oxy-acétylénique*. Le choix de ce procédé s'explique aisément; l'atelier de construction qui dispose de machines à découper au chalumeau possède tout le matériel nécessaire à la soudure oxy-acétylénique. Il est rationnel qu'il cherche à utiliser ce matériel à plusieurs fins. Le chalumeau-soudeur s'est d'ailleurs révélé comme parfaitement à même d'exécuter le travail dans ce cas, et d'une façon très économique. Nous en montrons un exemple caractéristique dans la construction du *bâti de meule* représenté figure 668 et 669: son prix de revient pratique a pu être établi sur les bases suivantes:

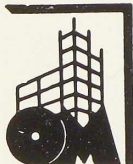
Oxygène (découpage)	150 litres
Oxygène (soudure)	2.500 litres
Acétylène (total)	2.100 litres
Métal d'apport	0,7 kg
Temps d'exécution	3 heures 15'

Ce prix de revient a été de 83,65 francs.

Le bâti en fonte en remplacement duquel ce bâti soudé a été construit coûtait 320 francs. Il s'agissait ici du prix de revient commercial; néanmoins, on voit qu'il existe une marge très

Fig. 667. Grand bâti de soudeuse en acier découpé à la coupeuse automatique et soudé (Electricité et Electromécanique).

570



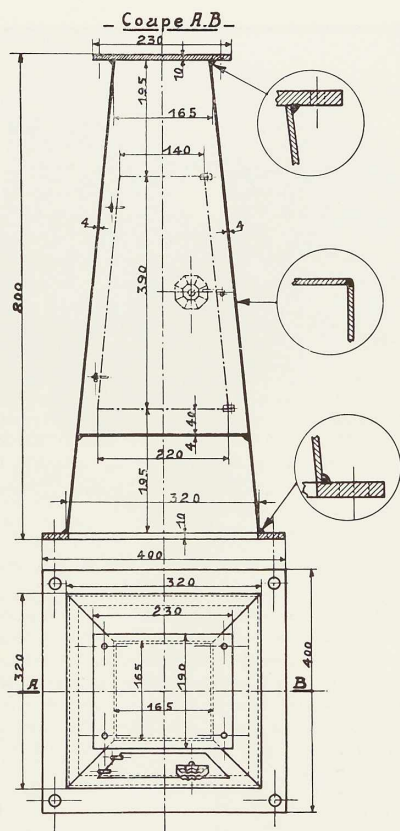


Fig. 668. Plan de construction d'un bâti de meule soudé (voir fig. 669).

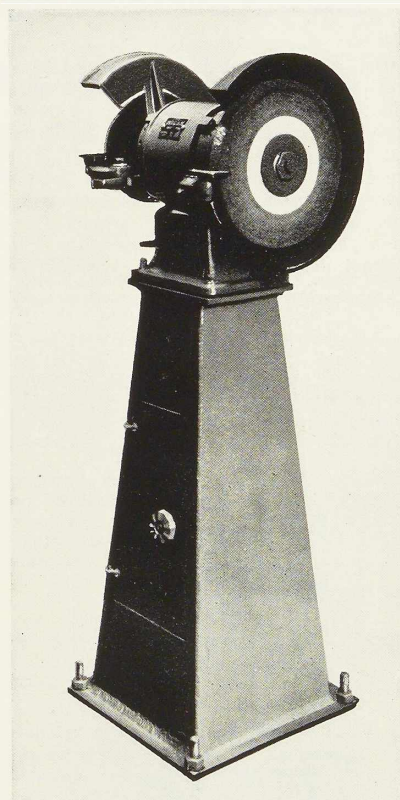


Fig. 669. Bâti de meule en tôle d'acier découpée et assemblée par soudure oxy-acétylénique.

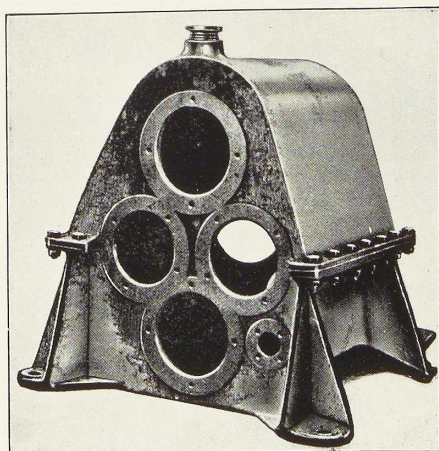
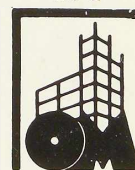


Fig. 670. Carter de réducteur de vitesses en tôles et profilés soudés au chalumeau. (D'après « Autogene Metallbearbeitung ».)



importante entre les deux prix ; il ne fait aucun doute que le prix de revient technique du bâti en fonte soit largement supérieur à celui du bâti en acier soudé au chalumeau. Ajoutons que le bâti en fonte pesait 77 kg et le bâti en acier 35 kg et que d'autre part, ce dernier comportait en plus une armoire à outils, placée dans le bâti même.

On a parfois prétendu que par suite de leurs poids moindres, les bâtis en acier soudés provo-

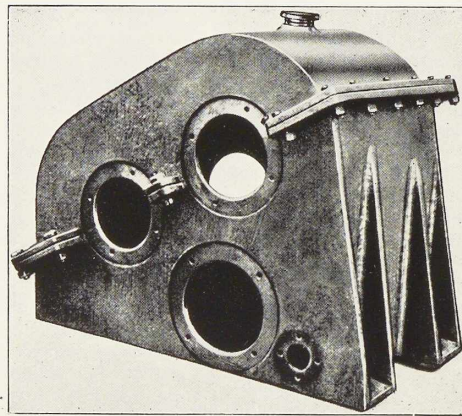


Fig. 671. Carter de réducteur de vitesses en tôles et profilés soudés au chalumeau. (D'après « Autogene Metallbearbeitung ».)

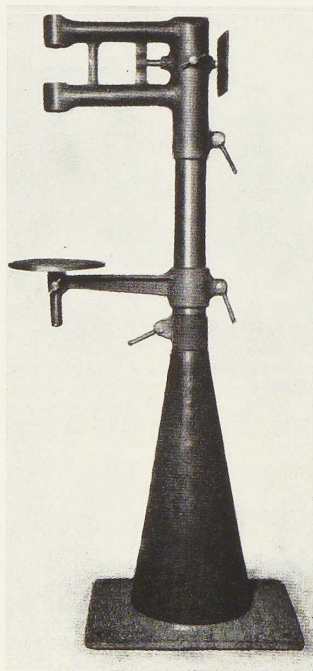


Fig. 672. Bâti de foreuse en tôle et tubes soudés au chalumeau (d'après Schmelzschweissung).

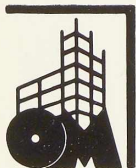
quaient lors du fonctionnement de la machine des vibrations plus intenses que les bâtis en fonte. Cette objection ne paraît pas fondée. En effet, la résistance aux vibrations ne dépend pas seulement de la masse du bâti, mais aussi du *module d'élasticité* de la matière qui le constitue. Or, ce module est de 10.000 environ pour la fonte ordinaire de moulage, alors qu'il atteint 22.000 pour l'acier. C'est d'ailleurs ce fait qui permet de réduire les épaisseurs.

Tous les bâtis pour lesquels une *masse* importante de matière n'est pas nécessaire pourront toujours être avantageusement construits en acier soudé. C'est le cas de nombre d'entre eux, et notamment des bâtis de *meules*, de *machines à bois*, de *machines textiles*, de *machines d'imprimerie*, de *écrémeuses*, de *tours*, et de *toutes espèces de machines-outils*.

En utilisant pour l'assemblage la soudure oxy-acétylénique, les ateliers disposant de machines à découper pourront donc, sans devoir s'adjoindre aucun matériel coûteux nécessaire à l'utilisation de tout autre procédé, s'affranchir de la fonderie, et construire rapidement des modèles de machines solides, légers et économiques.

Ces avantages sont suffisants pour justifier la tendance que nous voyons se développer à la généralisation de la construction *tout acier* par la soudure oxy-acétylénique.

G. A.



L'évolution de l'acier à haute résistance pour constructions métalliques

par **J. Welter**,
Ingénieur, Chef de Service de l'Acierie,
à la Société des Hauts Fourneaux et Acieries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange

La construction métallique a précipité, au cours de ces dernières années, la chute de tous ses anciens records de portée et de hauteur. Ces remarquables succès sont dus aux efforts conjugués des constructeurs et des métallurgistes.

L'acier doux ordinaire de construction a depuis longtemps atteint une formule constante de fabrication qui réunit un ensemble optimum de qualités de résistance, de ductilité, de facilité d'usinage, etc. Les constructeurs ont su tirer de ce matériau le parti le plus complet et lorsqu'ils eurent épuisé ses ressources, lorsqu'ils eurent porté à ses limites extrêmes ses possibilités constructives, leur insistance est devenue de plus en plus pressante pour que l'aciérie leur procure un matériau nouveau, plus résistant à section égale, et qui ne sacrifie aucune des qualités réalisées par l'acier courant de construction.

L'étude que l'on va lire est en résumé tout l'historique de cette longue recherche d'un acier à haute résistance offrant le maximum de qualités et dont le prix de revient ne soit pas prohibitif. Les raisonnements de son auteur ne sont point d'un pur théoricien, mais d'un acieriste, qui a mis au point la production courante d'un acier de construction à haute résistance dans une des usines les plus réputées d'Europe, et qui expose les résultats de ses études et les conclusions de ses recherches.

O. M.

Généralités

Depuis quelques années, les métallurgistes ont mis au point la fabrication de nouvelles nuances d'aciers qui, laminés en poutrelles et profilés destinés à la construction métallique, présentent par rapport aux profils en acier ordinaire des caractéristiques mécaniques avantageuses. Ces nuances d'aciers permettent au constructeur de calculer avec des tensions de travail nettement supérieures et ont été signalées dans des publications dispersées. Il n'en est pas moins vrai que, faute d'être connus de beaucoup d'usagers, ces aciers ne sont pas encore utilisés autant que leurs avantages mécaniques le feraient désirer. En particulier, une présentation critique d'ensemble, au point de vue des possibilités métallurgiques, du mode d'élaboration et des avantages constructifs, nous semble manquer. C'est le but de la présente note.

Nous nous occuperons uniquement des aciers de construction laminés, destinés à la construction de charpentes, ponts et ouvrages analogues. Il s'agit donc d'aciers de grande production, pouvant être élaborés dans des conditions de facilité comparables à celles de l'acier doux ordinaire, pouvant être laminés en plats, poutrelles, poutrelles à larges ailes, traverses de chemins de fer et fers marchands, et pouvant être produits d'une

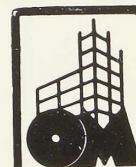
façon courante par le procédé Thomas ou par le procédé Martin basique.

L'acier employé jusqu'ici d'une façon courante était l'acier doux de 37 à 44 kg/mm² de résistance, présentant un allongement de 20 à 25 % sur 200 mm. La limite élastique de cet acier n'est pas prescrite par les cahiers des charges, mais elle est en moyenne de l'ordre de 55 % de la résistance, soit 22 kg/mm².

La tension de travail généralement admise pour cet acier est de 1.200 kg/cm², chiffre qui s'élève à 1.400 et 1.600 kg/cm² lorsqu'on tient compte dans les calculs des effets des chocs et du vent. Il est vrai que certains cahiers des charges prescrivent également des aciers légèrement plus durs. Par exemple, les chemins de fer allemands utilisent, à côté de l'acier ordinaire St 37, un acier ayant 44 à 51 kg/mm² de résistance avec 20 % d'allongement. En Angleterre, on emploie pour poutrelles une nuance de 44 à 52 kg/mm² avec 20 % d'allongement, et, en France, une résistance de 40 à 50 kg/mm² est courante. Dans tous ces aciers, la résistance est obtenue par une augmentation de la teneur en carbone et en manganèse, mais la limite élastique n'augmente pas sensiblement et est toujours de l'ordre de 55 à 60 % de la résistance à la traction.

Or la caractéristique principale des nouvelles

573



nuances d'aciers est leur limite élastique supérieure, s'élevant à 35 ou 36 kg/mm² au minimum.

L'intérêt pour les constructeurs de disposer d'aciers présentant une limite élastique élevée est indiscutable. Citons parmi beaucoup d'autres M. Beaujean, qui, dans une communication au Congrès International de la Construction Métallique à Liège en 1930, considère « qu'un acier donnant 30 à 35 kg/mm² de limite élastique, 54 à 65 kg de charge de rupture et 18 % d'allongement en long, utilisé avec un taux de fatigue supérieur d'environ 50 % à celui de l'acier doux ordinaire, donnera, par rapport aux anciennes constructions, toutes choses égales, un rapport d'environ 2 à 3, soit un tiers d'économie en poids ».

L'augmentation de la limite élastique de l'acier, tout en maintenant des valeurs suffisantes d'allongement, de résistance au choc, de soudabilité, a été le but principal des recherches en vue de l'obtention d'un acier supérieur. On a tenté d'atteindre ce résultat, soit par une modification de la composition du métal, soit en lui faisant subir un traitement thermique approprié. Les efforts principaux ont été portés dans la première direction, et c'est également dans celle-ci que les succès les plus directs ont été obtenus.

La présente étude est divisée en trois chapitres :

1. Discussion de la composition des divers aciers.
2. Observations au point de vue fabrication.
3. Caractéristiques diverses d'emploi : résistance à la corrosion, soudabilité, résistance aux efforts alternés.

I. Etude de la composition chimique

Les aciers au carbone

Avant de décrire les aciers à haute limite élastique proprement dits, il y a lieu d'expliquer pourquoi le carbone, élément durcisseur par excellence, n'a pu être adopté pour améliorer les caractéristiques mécaniques.

Il faut mentionner avant tout l'acier allemand St 48, qui marque un premier pas dans l'évolution des aciers de construction et qui a été utilisé dans un grand nombre d'ouvrages. Cet acier présente une résistance à la traction de 48 à 58 kg/mm², la limite élastique prescrite est de 29 kg/mm², chiffre obtenu dans les profils laminés pas trop épais. La tension de travail admissible est de 1.820 kg/cm². L'augmentation de la résistance est obtenue par une élévation de la

teneur en carbone qui passe de 0,20 à 0,30 % (Mn 0,5 à 0,7 % ; Si 0,15 à 0,30 %).

En Belgique un acier analogue a été introduit, mais d'une nuance légèrement plus dure encore, R = 58 à 65 kg/mm², allongement 18 %. La teneur en carbone est de l'ordre de 0,25 à 0,35 %.

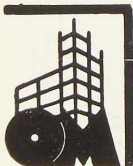
Mais en raison du fait que dans les aciers au carbone la propriété principale, c'est-à-dire la limite d'élasticité, ne suit que lentement l'élévation de la résistance, cet acier ne procure que de faibles avantages par rapport à l'acier ordinaire, et la limite élastique de 29 kg/mm² ne répond pas encore aux exigences des constructeurs.

Par contre, l'acier St 48, et à plus forte raison l'acier encore plus dur, présentent une série de désavantages spécifiques de la catégorie des aciers au carbone. En effet, une augmentation de la résistance par le carbone entraîne une sensible réduction de l'allongement et de la ductilité, ce que le constructeur hésite à permettre. De plus, les difficultés d'usinage par les outils coupants augmentent rapidement pour des pièces à l'état brut de laminage. Au-dessus de 0,25 % de C, les phénomènes de trempe deviennent sensibles, ce qui peut conduire à de la fragilité. Au point de vue de la fabrication, les phénomènes de ségrégation deviennent d'autant plus dangereux que le carbone est plus élevé.

Pour toutes ces raisons, il a été reconnu inutile, sinon dangereux, d'essayer d'obtenir de plus fortes augmentations de la résistance par une augmentation de la teneur en carbone. C'est entre autres pourquoi un acier proposé en Amérique et appelé *high-silicon-steel*, ayant une teneur en carbone de 0,30 à 0,40 %, n'a pas été adopté en Europe. Cet acier présentait une résistance de 56 à 64 kg/mm², une limite élastique minimum de 32 kg/mm² et un allongement de 19 à 16 %. Malgré une teneur en silicium de 0,28 à 0,40 %, la résistance était donnée principalement par le carbone.

En résumé, dans un acier pour constructions métalliques, la teneur en carbone doit être limitée à 0,20 %.

A défaut de carbone, les métaux ayant une influence favorable sur les propriétés physiques des aciers et pouvant servir le cas échéant d'éléments d'alliage sont limités. Ce sont les cinq éléments suivants : Manganèse, Silicium, Cuivre, Chrome et Nickel. L'acier au nickel occupe une position à part. Disons en quelques mots dès maintenant.



Les aciers au Nickel

L'influence favorable du nickel sur l'ensemble des propriétés de l'acier est connue. Mais le prix élevé de cette addition interdit son usage courant pour l'acier de grande production, de sorte qu'il n'entre pas dans le cadre proprement dit de nos considérations. Cela d'autant plus que l'influence favorable du nickel n'apparaît qu'à partir de 2 à 3,5 %. Les Américains ont utilisé, avant 1914, pour la construction de ponts, un acier titrant 3,25 % de nickel donnant une résistance de 60 à 70 kg/mm² et 35 à 39 kg/mm² de limite élastique. Les tensions admissibles pour cet acier étaient de 60 % plus élevées que pour l'acier à 37 kg/mm², soit 2.250 kg/cm². En Allemagne, la Gutehoffnungshütte et la M.A.N. ont construit des ponts en acier au nickel à 2 %, constructions qui se sont très bien comportées. En Amérique, l'acier à 3,25 % de nickel a été utilisé entre autres pour le pont Manhattan à New-York, dans lequel sont entrées 8.100 tonnes d'acier au nickel, ainsi que pour le pont du Saint-Laurent à Québec, pour lequel furent utilisées 47.200 tonnes d'acier au nickel sur 65.200 tonnes au total. Mais cette pratique ne s'est pas généralisée, parce qu'en utilisant des éléments beaucoup moins chers, par exemple le manganèse, on peut obtenir à l'heure actuelle des aciers de construction ayant les mêmes propriétés que les aciers à basse teneur en nickel.

Les éléments pouvant être utilisés pour les aciers de construction de qualité sont donc les premiers nommés, manganèse, silicium, cuivre et chrome. Nous mentionnons encore pour mémoire certaines additions de vanadium et de molybdène, incorporées dans les aciers pour tôles de chaudières par exemple, en de faibles proportions (0,1 %), ceci, non pour augmenter la limite élastique ou l'allongement, mais pour combattre la tendance à la fragilité par vieillissement de l'acier doux travaillant à la température du bleu, entre 200 et 400° C.

Les éléments manganèse, silicium, chrome et cuivre ont donné naissance à une foule d'aciers très doux. Presque toutes les combinaisons possibles ont été étudiées.

Il ne nous est pas possible de décrire ces aciers dans l'ordre chronologique où ils ont été introduits, d'autant plus que leur utilisation varie encore suivant les pays. Nous les classerons suivant l'élément qui leur donne les propriétés principales et nous distinguerons :

Les aciers au manganèse ;

Les aciers au silicium ;

Les aciers au silicium-manganèse et au silicium-cuivre ;

Les aciers au cuivre-chrome ;

Et les aciers au cuivre-manganèse, avec ou sans silicium.

Nous examinerons l'influence spécifique de chacun de ces éléments d'alliage sur la constitution et la structure de l'acier et sur ses propriétés mécaniques, et nous indiquerons les limites de composition chimique recommandables.

Tous ces éléments ont ceci de commun, c'est qu'ils sont, aux concentrations qui nous intéressent, en solution solide dans la masse ferrique à la température ambiante. Ils ne donnent pas lieu à un constituant nouveau dans l'acier. En cela, ils diffèrent du carbone, qui forme un constituant à part, la *perlite*, constituant qui se trouve disséminé en îlots plus ou moins nombreux suivant la teneur en carbone, entre les grains de ferrite. L'acier au carbone est d'une structure hétérogène, étant constitué de ferrite pratiquement exempte de carbone, ayant une résistance de l'ordre de 35 kg/mm², et de perlite titrant environ 0,9 % de carbone, et ayant une résistance d'environ 95 kg/mm².

Par contre, les éléments entrant en solution solide dans le fer durcissent d'une façon uniforme la masse de ferrite, en même temps que la portion de perlite présente suivant la teneur en carbone. Cette différence de constitution explique pourquoi en général ces éléments augmentent la résistance sans perte sensible de la ductilité.

D'autres influences spécifiques de ces éléments, en particulier leur influence sur la position des points critiques de transformation au refroidissement, et sur la finesse du grain, seront signalées ultérieurement.

1. Les aciers au manganèse

Le manganèse est un constituant courant dans tous les aciers marchands. Mais normalement sa teneur est inférieure à 1 %. Sous la rubrique *acier au manganèse* nous comprenons donc des aciers ayant une teneur de 1 % de manganèse et plus. Pratiquement le domaine de ces aciers s'étend de 1 à 1,8 % de manganèse.

Influence sur la structure. — Aux concentrations qui nous occupent, le manganèse se trouve en solution solide dans le fer α . Il a la propriété de diminuer la teneur en carbone de la perlite



et augmente donc, pour une même teneur en carbone, la proportion de perlite dans la texture. Mais dans le cas présent, cette influence joue peu, de sorte que la constitution de l'acier au manganèse est la même que celle d'un acier doux à faible teneur en carbone. Le manganèse est un des éléments les moins sujets aux phénomènes de ségrégation. Le manganèse abaisse les points critiques de transformation ; par exemple, 1 % de manganèse abaisse le point A_{r_3} d'environ 22° en présence de 0,15 % de carbone.

Influence sur les propriétés de l'acier. — Le manganèse augmente la résistance à la traction en même temps que la limite élastique, et la progression de celle-ci par rapport à la résistance est plus forte que dans le cas du carbone. L'allongement reste également plus élevé pour la même résistance. Contrairement à ce qui se passe dans les aciers au carbone, la résilience ne diminue pas avec l'élévation de la résistance. Jusqu'à 1,3 % de manganèse elle semble même augmenter. La soudabilité n'est pas diminuée sensiblement jusqu'à 3 % de manganèse. De même, propriété intéressante, la variation des caractéristiques physiques en fonction du degré de corroyage à chaud, importante dans les aciers au carbone, est moins prononcée. Tous ces facteurs montrent l'avantage que possède le manganèse comme élément durcisseur par rapport au carbone.

Composition. — La pratique américaine indique comme directives d'analyse les valeurs suivantes :

pour C = 0,20, Mn = 1,8 %

ou bien

pour C = 0,30, Mn = 1,5 %.

Il s'agit là d'aciers Martin. Pour les conditions européennes, il convient, pour la fabrication au convertisseur basique, de tenir le carbone plus bas, par exemple :

C = 0,10 à 0,20 % Mn = 1,6 à 1,3 %.

Un tel acier présentera à l'état laminé une résistance à la traction de 50 à 62 kg/mm², et une limite élastique de 32 kg/mm² au moins. Il est donc supérieur à l'acier St 48 des chemins de fer allemands.

En Angleterre, un acier au manganèse est en usage courant pour des constructions navales, sous la dénomination acier « qualité D ». Sa composition est de 1,1 à 1,4 % de manganèse avec 0,3 % de carbone environ, et à l'état laminé il

donne une résistance de 65 kg/mm² et une limite élastique de 32 kg/mm² minimum.

En Amérique et en Angleterre on a cherché, et avec succès, à améliorer encore l'acier au manganèse par des additions de silicium ou de chrome. Nous reparlerons de ces aciers à l'occasion de l'acier au silicium.

2. L'acier au silicium

L'acier à 1 % de silicium conçu en Allemagne est un des premiers aciers à haute limite élastique figurant au groupe des St 52, c'est-à-dire des aciers spéciaux pour constructions métalliques proprement dits. On a utilisé la propriété connue du silicium d'élever fortement la limite élastique, propriété mise en valeur depuis longtemps dans les aciers à ressorts. Introduit au début par la société FREUND A.-G. à Berlin, qui l'a élaboré dans un petit four Martin spécial, la fabrication de l'acier au silicium a été entreprise par toutes les aciéries à partir de 1925.

Influence du silicium sur les propriétés. — En général, on peut dire que 1 % de silicium, ajouté à un acier à 0,15 % de carbone, augmente la résistance de 10 kg/mm², la limite élastique de 7 kg/mm² et diminue l'allongement de 8 %. La résilience reste constante.

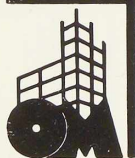
Le silicium relève les points critiques de transformation, fait qui a son importance dans la discussion des variations des propriétés physiques en fonction des conditions de laminage. La structure de l'acier au silicium est identique à celle de l'acier doux de même teneur en carbone, le silicium se trouvant dans le fer α en solution solide. Le grain est en général plus fin que dans l'acier à même teneur en carbone.

La composition normale est la suivante :

C = 0,10 à 0,20 % ; Si = 0,8 à 1,2 % ;
Mn = 0,6 à 1,0 %.

TAMURA indique des valeurs analogues dans la *Revue de Métallurgie*, 1931, n° 7.

Les propriétés physiques prescrites par les cahiers des charges sont les suivantes : R = 48 kg/mm² min., E = 36 kg/mm², Al = 20 % en long et 18 % en travers. La tension admissible peut être augmentée, comme pour tous les aciers du genre St 52, de 50 % par rapport à celle de l'acier ordinaire. La tension de travail peut donc être portée jusqu'à 2.100 kg/cm². Dans les profils de forte section, la limite élastique exigée est réduite à 35 kg/mm².



Ainsi défini, l'acier au silicium procure au constructeur un réel avantage. Aussi, un certain nombre d'ouvrages, principalement des ponts, ont été érigés en Allemagne et en Amérique en acier au silicium.

Malgré ces avantages, la fabrication de l'acier au silicium ne s'est pas généralisée comme on l'attendait au début, et cela en raison de difficultés rencontrées au cours de la fabrication et du laminage, ce qui a augmenté outre mesure le prix de revient. Il est vrai que ces difficultés ont été surmontées peu à peu par les efforts des fabricants, mais l'augmentation du prix de revient reste. Les précautions à prendre ont été entre autres les suivantes :

Fabrication de l'acier au silicium. — L'élaboration se fait uniquement au four Martin. La charge doit être très pure, sans quoi on risque d'obtenir une trop grande proportion de silicium sous forme de nuares de silice dans l'acier.

L'acier est visqueux, ce qui conduit à des difficultés de coulée. La consommation de lingotières est plus élevée et celles-ci doivent être enduites d'une laque spéciale pour empêcher les soudures froides.

La retassure normale est beaucoup plus prononcée que pour n'importe quel autre acier, ce qui a nécessité, par exemple pour des tôles, un chutage de 45 %, contre 25 à 30 % pour d'autres aciers du même groupe.

L'acier au silicium est plus sensible à la surchauffe et par suite devient fréquemment fragile. Les lingots doivent donc être chauffés très doucement. Le laminage présente des difficultés par suite du facteur d'élargissement différent de cet acier, ce qui nécessite un calibrage spécial. Notons encore une usure plus prononcée des cylindres pour les profils larges et minces. Toutes ces difficultés ont été surmontées en général par le métallurgiste.

Variations des caractéristiques mécaniques. — Mais le grand inconvénient de l'acier au silicium réside dans la grande interdépendance des propriétés physiques en fonction des conditions du laminage. En général, la limite élastique d'un acier laminé dépend, pour une même résistance, entre autres de la structure, qui elle-même est fonction des trois facteurs suivants : 1° degré d'écroutissage ; 2° température finale de laminage ; 3° vitesse de refroidissement. Or, la structure de l'acier au silicium est beaucoup plus sensible que l'acier ordinaire aux facteurs indiqués, ce qui fait que, pour des profils compliqués, la limite

élastique varie beaucoup plus que pour les autres aciers en fonction de la position de l'éprouvette dans la section, ainsi que de la section elle-même. Par exemple, pour un même acier qui donne 40 kg/mm² de limite élastique dans un petit profil, on a obtenu à peine 30 kg/mm² dans une grosse poutrelle. La différence de E dans un large plat de 10 mm et dans un autre de 28 mm peut être de 12 kg/mm². La variation de la résistance est sensible également, mais moins prononcée. Ces inconvénients existent évidemment pour tous les aciers, mais pour l'acier au silicium ils sont plus caractérisés.

Toutes ces difficultés expliquent pourquoi l'acier au silicium ne s'est pas généralisé sur une plus grande échelle, quoique la limite élastique exigée ait été abaissée de 36 kg/mm² à 35 kg/mm² pour profils au-dessus de 18 mm d'épaisseur.

3. Aciers au manganèse-silicium

On a cherché à améliorer l'acier à 1 % de manganèse et plus en le combinant avec l'acier au silicium. M. I. A. Joxes a donné à l'*Iron and Steel Institute* en 1929 des indications assez complètes sur ce genre d'acier. L'auteur a étudié l'influence du silicium sur les aciers au manganèse et a trouvé qu'une teneur de 1 % au maximum de silicium est susceptible d'améliorer encore sensiblement les qualités de l'acier au manganèse. A la suite de l'étude de 13 aciers divers au manganèse et au silicium, il a indiqué finalement comme composition la meilleure pour un acier de construction à haute limite élastique l'analyse suivante :

C jusqu'à 0,30 %
Si jusqu'à 0,90 %
Mn jusqu'à 1,30 %.

La résistance de cet acier s'élève à 71,7 kg/mm² et la limite élastique à 40,0 kg/mm². Nous ignorons si cet acier a déjà été employé en grand pour des constructions métalliques. Cette résistance nous semble élevée et doit conduire à des difficultés au forage des trous et à l'usinage. De plus, il est probable que les mêmes difficultés que celles rencontrées pour l'acier au silicium seul apparaissent également pour ces aciers au silicium-manganèse.

Avec les aciers qui suivent nous abordons définitivement le domaine des aciers à haute limite élastique pour constructions.



4. Les aciers au cuivre et au cuivre-chrome

L'influence de 0,2 à 0,3 % de cuivre sur la résistance à la corrosion de l'acier est connue, et l'addition de cet élément s'est généralisée pour un fort tonnage d'aciers doux. D'autre part, l'acier à 1 % de silicium étant sujet à une corrosion encore plus importante que l'acier ordinaire, on y a incorporé du cuivre pour améliorer la résistance à la corrosion. Les résultats furent décisifs en ce sens que l'amélioration de l'acier au silicium par l'addition de cuivre a été très nette. Lorsqu'on s'est rendu compte des difficultés de fabrication de l'acier au silicium, on a cherché à remplacer cet élément par un autre, et c'est le chrome qui s'imposa tout particulièrement, comme il ressort des considérations générales au début de cette note. D'autre part, dans cet acier le cuivre fut utilisé pour la première fois comme élément augmentant la résistance.

INFLUENCE DU CUIVRE SUR LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

Le cuivre augmente légèrement la résistance à la traction de l'acier à faible teneur en carbone. Mais pour des teneurs de cuivre qui ne dépassent pas la limite de solubilité, cette influence reste faible. L'augmentation de la limite élastique est au contraire plus prononcée.

D'après les recherches de LIPIN ⁽¹⁾, une addition de 0,8 % de cuivre dans un acier à 0,1 % de carbone augmente la résistance de 42 à 48 kg/mm², soit de 6 kg/mm², tandis que la limite élastique est augmentée de 27 à 35 kg/mm², soit 8 kg/mm². L'influence spécifique du cuivre sur la limite élastique est visible. L'allongement n'est que faiblement influencé par le cuivre.

INDICATIONS SUR LE SYSTÈME FER-CUIVRE

Le cuivre est soluble dans le fer pur à température ordinaire jusqu'à 0,45 %. A partir de 600°, la solubilité va rapidement en augmentant pour dépasser 1 % à 700° et 3 % à 800°. La solubilité à la température ambiante est probablement augmentée légèrement par les autres éléments présents dans l'acier, entre autres par le manganèse, le nickel et le chrome, sans que ces influences soient à l'heure actuelle nettement définies. Ainsi on peut dire que dans les nuances d'acier qui

nous occupent, la solubilité du cuivre est de l'ordre de 0,5 à 0,6 %.

De cette manière on peut distinguer 2 groupes d'aciers au cuivre :

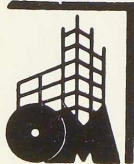
a) Les aciers dont la teneur en cuivre ne dépasse pas la limite de solubilité dans le fer α à la température ambiante, le métal étant en état d'équilibre structural (0,6 % de cuivre environ). Dans ces aciers, le cuivre agit par sa présence en solution solide en augmentant, proportionnellement à sa concentration, la résistance, la limite élastique et la ductilité de la masse de ferrite. C'est le groupe d'aciers qui nous intéresse pour les aciers à haute limite élastique devant être utilisés à l'état brut de laminage ;

b) Les aciers contenant une plus forte teneur en cuivre que celle qui correspond à la solubilité complète à la température ambiante. Nous sommes ici en présence du groupe d'aciers dits à *durcissement structural*. Indiquons-en brièvement le principe, par exemple, pour un acier à 1 % de cuivre.

A la température de laminage, 1 % de cuivre est soluble dans le fer. Au cours du refroidissement normal à l'air, la solubilité diminue, mais l'excès de cuivre ne se précipite pas; il forme pour ainsi dire une solution solide sursaturée, et la résistance est celle correspondant à la teneur en cuivre. Si maintenant on fait revenir la barre pendant quelques heures à 450-500°, le cuivre en excès se précipite en un état très dispersé, pour ainsi dire colloïdal, et cette précipitation conduit à une forte augmentation de la résistance et de la limite élastique. Par exemple, un métal ayant après refroidissement normal $R = 50$, $E = 34$, $A = 24$ %, aura après traitement par revenu : $R = 62$ kg/mm², $E = 48$ kg/mm², $A = 17$ %.

Nous n'avons que touché très superficiellement cette question des aciers au cuivre à durcissement structural, parce que ce phénomène n'intéresse pas directement le domaine de nos aciers pour constructions métalliques, les barres étant utilisées brutes de laminage.

L'influence qualitative du cuivre sur le lingot coulé est favorable. Le cuivre n'est pas sujet à la ségrégation, au contraire, il semble qu'il contribue à diminuer la tendance à la ségrégation des autres éléments, soufre et phosphore. Les aciers au cuivre ont une plus grande régularité des propriétés physiques aux divers points du profil que les aciers sans cuivre, toutes autres choses étant égales.



INFLUENCE DU CHROME SUR LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

Le chrome, aux faibles teneurs employées dans les aciers en question, est complètement soluble dans le fer, de sorte qu'il ne donne lieu à aucun constituant nouveau. Son action réside en une augmentation de la résistance et de la limite élastique, accompagnée d'une diminution générale de la grosseur du grain et d'une augmentation de la ténacité.

En combinaison avec le cuivre, le chrome semble être particulièrement intéressant. Le cuivre a comme effet de diminuer la solubilité du chrome dans la ferrite, de sorte qu'il se produirait une perlite riche en chrome. L'acier au chrome-cuivre a le point critique de transformation A_3 abaissé de 120° par rapport à l'acier ordinaire, contrairement à ce qui se passe pour l'acier au silicium. Ceci procure plus de latitude dans l'intervalle de température optimum de laminage.

Il existe plusieurs nuances d'aciers au chrome-cuivre :

a) *Acier au chrome-cuivre UNION.* — Les caractéristiques de cet acier sont les suivantes : résistance 52 à 62 kg/mm² pour profils jusqu'à 18 mm d'épaisseur, et 52 à 64 kg/mm² pour gros profils. La limite élastique garantie pour les profils laminés jusqu'à 18 mm d'épaisseur est de 36 kg/mm² minimum, 35 kg/mm² pour gros profils. L'allongement est de 20 % minimum en long et de 18 % en travers. L'acier correspond aux exigences de l'acier St 52 allemand. L'analyse type est la suivante :

C = 0,15 % ; Si = 0,25 % ; Mn = 0,80 % ;
Cu = 0,5-0,8 % ; Cr = 0,5 %.

L'élaboration ne présente pas les difficultés rencontrées avec l'acier au silicium. Les valeurs de la limite élastique sont plus uniformes et varient peu avec le degré d'écrouissage et avec la température finale de laminage. Il est vrai que l'enfournement du cuivre et du chrome revient plus cher que l'addition de silicium, inconvénient qui est compensé par les avantages résidant dans les qualités métallurgiques de l'acier.

En dehors de l'acier cité plus haut, on utilise encore en Allemagne un acier au chrome-cuivre un peu différent du premier, et qui se caractérise par une plus haute teneur en chrome, par exemple 0,70 à 0,90 % de Cr, 0,40 % de Cu. La teneur en silicium est également un peu plus élevée que

dans l'acier chrome-cuivre normal, de l'ordre de 0,30 à 0,50 %. Les caractéristiques mécaniques de cet acier sont les mêmes que celles de l'acier précédent ;

b) *Acier au chrome-cuivre anglais.* — Les bonnes propriétés de l'acier chrome-cuivre ont été confirmées également en Angleterre, entre autres par un travail de J. A. JONES, lu devant l'*Iron and Steel Institute* en 1930. Cet auteur signale que l'addition du chrome n'est pas indiquée en vue d'améliorer sensiblement les aciers à 1 à 1,25 % de manganèse, ce qui exclut la combinaison manganèse-chrome. Par contre, en combinaison avec du cuivre, le chrome conduit à un acier d'une nature métallurgique spéciale. La nuance anglaise préconise pour l'acier chrome-cuivre des teneurs plus élevées en ces éléments que la nuance allemande, par exemple, 0,5 % de manganèse, 0,8 % de chrome et 1,2 % de cuivre. La résistance de cet acier est de 65 kg/mm² avec une limite élastique de 40 kg/mm², nuance trop dure à notre avis.

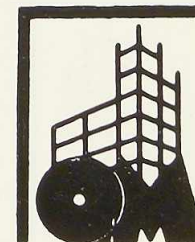
c) *Acier chrome-cuivre français.* — L'acier au chrome-cuivre est utilisé également en France (aciers spéciaux 1929, n° 52). La composition préconisée en France prévoit seulement 0,4 à 0,6 % de Cr et 0,3 à 0,5 % de Cu. La concentration des autres éléments étant laissée aux choix des fournisseurs. La teneur en cuivre se tient à la limite inférieure de l'acier allemand, soit 0,5 %. Les propriétés physiques de l'acier chrome-cuivre français ont été indiquées comme suit :

R = 54 à 64 kg/mm² (1) ;
E = 36 kg/mm² min. ;
A = 20 %.

Cet acier présente les mêmes qualités que l'acier UNION, c'est-à-dire insensibilité des caractéristiques en fonction des conditions de laminage pour profils minces et gros profils, bonne ductilité, bonne soudabilité et bonne résistance à la corrosion. L'économie de poids réalisable s'élève à 20-30 % par rapport à l'acier ordinaire, comme pour l'acier au silicium, et l'acier chrome-cuivre UNION.

Le fait d'avoir limité la teneur en cuivre à

(1) L'adoption de 54 kg/mm² comme valeur minimum pour R, de préférence aux 52 kg généralement admis pour les autres aciers, se justifie par le fait que l'on fixe souvent la tension de travail à admettre pour un acier comme la plus petite des deux valeurs suivantes : soit la moitié de la limite élastique, soit le tiers de la résistance. Or, 54 représente bien exactement trois fois la moitié de 36, chiffre minimum fixé pour la limite élastique.



0,50 % au maximum nous semble intéressant, parce qu'on a la garantie de rester dans le domaine de solubilité complète du cuivre. De cette manière, on évite les durcissements supplémentaires éventuels que la précipitation du cuivre pourrait engendrer d'une manière variable dans les laminés, suivant les conditions de refroidissement ou à la suite d'un revenu éventuel, par exemple au cours du découpage au chalumeau et du soudage à l'arc électrique.

5. L'acier au cuivre-manganèse-silicium

Le chrome est un métal relativement cher ; il est en outre malaisé à manier dans la fabrication de l'acier. On a cherché à créer des aciers ayant un bon rapport *limite élastique/résistance*, sans avoir les inconvénients de fabrication de l'acier au silicium ou du prix de revient élevé de l'acier au chrome. Le but a été obtenu en combinant les bonnes propriétés de l'acier au manganèse avec celles dues au cuivre, tout en laissant encore au silicium une valeur suffisante pour influencer la limite élastique, sans montrer les inconvénients spécifiques de l'acier à 1 % de silicium.

Cette limite a été trouvée à 0,5 % de silicium maximum. Ce nouveau venu des aciers pour constructions métalliques est du type suivant :

C = 0,1 à 0,2 %
Si = 0,30 à 0,50 %
Mn = 1,0 à 1,6 %
Cu = 0,4 % environ.

Cet acier, qui a été proposé entre autres par KRUPP, répond à toutes les exigences d'un acier du genre St 52.

M. PETERSEN, dans son rapport sur les aciers de constructions au Congrès International à Tokio, indique un acier d'une composition analogue. Une autre variante est proposée par Ed. MAURER. La nuance proposée par Maurer comporte une augmentation de la teneur en silicium (0,5 à 0,8 %) et une diminution de la teneur en manganèse (0,6 à 1 %). De plus la teneur en cuivre est augmentée (0,5 à 1 %). Il paraîtrait que la teneur plus forte en cuivre supprimerait les inconvénients de retassure et les défauts de surface à craindre en raison de leur teneur en silicium.

L'analyse type de cet acier est la suivante :

C = 0,2 % max.
Mn = 0,6 à 1 %
Si = 0,5 à 0,8 %
Cu = 0,5 à 1 %.

Quoiqu'il en soit, nous préférons la nuance à haute teneur en manganèse et à plus basse teneur

en silicium et en cuivre. D'ailleurs, le prix de revient de la dernière nuance doit être plus élevé que celui de la première.

6. Les aciers Cromansil

Depuis peu a été introduit en Amérique un nouveau groupe d'aciers de grande production, utilisés également pour les constructions métalliques et appelés en général ACIERS CROMANSIL. Ils sont constitués en principe par des teneurs variables en chrome, manganèse et silicium. L'analyse normale est la suivante :

Mn = 1,1 à 1,4 %, Cr = 0,4 à 0,6 %,
Si = 0,7 à 0,8 %, C : variable.

Les effets de ces divers éléments sont connus, mais il semble d'après les sources américaines (1) que la combinaison de ces trois éléments produirait des propriétés physiques supérieures à ce qu'on pourrait attendre de l'effet additif des mêmes éléments. A l'opposé de tous les aciers St 52 européens, ces aciers se distinguent par l'absence de cuivre.

On indique pour des barres laminées en acier Cromansil, la teneur en carbone étant de 0,20 %, les caractéristiques mécaniques suivantes :

R = 63,4 kg/mm², E = 42,2 kg/mm²,
A = 28 % sur 50 mm entre repères,
striction = 62 %.

La fabrication au four Martin est facile. La ségrégation des lingots serait faible et leur surface impeccable sans autres précautions. Le laminage se ferait sans difficultés et sans danger de criques, l'intervalle de température favorable étant très grand.

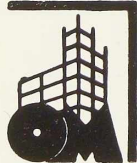
A notre avis, il est indiqué d'attendre des résultats d'essais plus complets avant de vouloir proposer ces aciers pour constructions métalliques en Europe. D'une façon comme de l'autre l'absence de cuivre est un désavantage sérieux. Récemment d'ailleurs, une variante de ce même groupe d'aciers, mais contenant du cuivre, a été mise sur le marché sous le nom d'aciers CROMADOR (2).

7. Aciers à haute limite élastique de composition spéciale

En dehors des quatre éléments, manganèse, silicium, cuivre et chrome, mentionnés, servant à la constitution des aciers à haute limite élastique,

(1) A. B. KINZEL, *Iron Age*, 1931, 31 décembre.

(2) *Engineering*, 1933, 10 mars, page 275. *Structural Engineer*, juillet 1934, page 314.



il a été introduit assez récemment d'autres éléments susceptibles d'améliorer encore les aciers St 52 existants.

Il s'agit principalement du molybdène, élément utilisé entre autres par la GUTEHOFFNUNGSHÜTTE. L'addition est toujours très faible, de l'ordre de 0,1 %, de sorte que malgré le prix élevé du métal, l'augmentation du prix de revient de l'acier au molybdène pour constructions est susceptible de rester encore dans des limites acceptables. L'analyse type de ce genre d'aciers est par exemple la suivante :

Mn = 1,0 à 1,5 % ;
Si = 0,10 à 0,50 % ;
Cu = 0,30 à 0,60 % ;

Molybdène = 0,1 % min. jusqu'à 0,25 %.

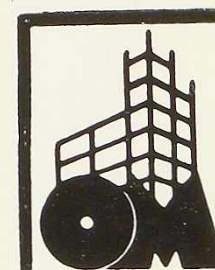
Un tel acier répond largement au cahier des

charges de l'acier St 52 ; de plus, sa résistance à la corrosion semble encore être supérieure à celle de l'acier St 52 au cuivre normal. D'autre part, la capacité de déformation à chaud est très élevée et la sensibilité à la surchauffe faible, ce qui est important pour les pièces assemblées par soudure. Le molybdène agit principalement en augmentant la limite élastique, la résistance, la ductilité et la ténacité, il augmente fortement la finesse du grain, tandis que la tendance au vieillissement de l'acier est supprimée. Malgré ces avantages, il est probable que cet acier ne sera utilisé que dans des cas spéciaux, où une grande légèreté de la construction devra être combinée avec de grandes portées.

Le tableau I résume les caractéristiques des diverses nuances d'aciers à haute limite élastique pour constructions métalliques.

TABLEAU I.
CARACTÉRISTIQUES DE DIVERS ACIERS POUR CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

N°	Définition de l'acier	Origine	Analyses					R kg/mm ²	E kg/mm ²	A %	Tension de travail admise Kg/cm ²
			C	Mn	Si	Cu	Cr				
1	Acier au carbone St 48	Allemande	0,25-0,35	0,5-0,7	0,15-0,30	—	—	48-58	> 29	18	1820
2	High silicon steel	Américaine	0,30-0,40	0,75-1,2	0,28-0,40	—	—	56-64	> 32	19-16	1900
3	Acier au manganèse	Américaine	0,20-0,30	1,8-1,5	0,15-0,30	—	—	63	> 34	17	—
4	Acier au manganèse	Européenne	0,10-0,20	1,6-1,2	0,15-0,30	—	—	50-62	> 32	20	—
5	Acier « Qualité D »	Anglaise (Iron Age 31-7-30)	0,30	1,4-1,4	0,12	—	—	63	> 32	17	—
6	Acier au silicium	Chemins de fer all. ponts américains	0,10-0,20	0,7-0,9	0,8-1,2	—	—	> 48	36 (35)	20	2100
7	Acier au silicium-manganèse	Angl. (J. A. Jones) (Ir. & St. Inst. 1929)	0,20-0,30	1,30	0,90	—	—	71,7	40	—	—
8	Acier au chrome-cuivre	« Union » Ver. Stahlwerke	0,15	0,7-0,9	0,25-0,50	0,5-0,8	0,4-0,6	52-64	36	20	2100
9	Acier au chrome-cuivre	Angl. (J. A. Jones) (Ir. & St. Inst. 1930)	0,15	0,50	0,25	1,2	0,8	65	40	—	—
10	Acier au chrome-cuivre	Française	0,18	0,90	0,25	0,3-0,5	0,4	54-64	36	20	2100
11	Acier au cuivre-manganèse	Krupp (Allem.)	0,12-0,20	1,2-1,6	0,30-0,60	0,3-0,6	—	52-64	36	20	2100
12	Acier au cuivre-manganèse-silicium	Maurer (Allem.)	0,20 max.	0,6-1,0	0,50-0,80	0,5-1,0	—	52-64	36	20	2100
13	Acier au cuivre-molybdène	Gutehoffnungshütte	0,10-0,20	1,0-1,5	0,1-0,5	0,35-0,8	—	52-64	36	20	2100
				Molybdène 0,1-0,25							
14	Acier « Cromansil »	Américaine (Iron Age 31-7-31)	0,20	1,1-1,4	0,6-0,8	—	0,4-0,6	60-70	40	—	—



Conclusions

Réunissons brièvement les principes présidant au choix de la composition des aciers à haute limite élastique qui doivent retenir l'attention des métallurgistes, et qui nous semblent également répondre le mieux aux exigences du constructeur :

a) Caractéristiques obligatoires pour toutes les nuances :

Teneur en carbone limitée à 0,20 % maximum, 0,25 % maximum pour très gros profils ;

Teneur en cuivre minimum : 0,3 % et pouvant aller jusqu'à 0,6 %.

b) Caractéristiques variables suivant la nuance:

Les autres éléments, silicium, manganèse et chrome peuvent entrer dans ces aciers en des proportions très variables. Chaque producteur a en somme sa formule propre, formule qui lui semble le mieux convenir, soit pour garantir au mieux les caractéristiques mécaniques exigées, soit en raison des facilités de production.

Dans un premier groupe d'aciers, le chrome varie entre 0,4 à 0,6 %, les teneurs en silicium et en manganèse étant normales. Nous sommes alors en présence de l'acier *cuivre-chrome*. Ou bien la teneur en manganèse dépasse 1 %, variant de 1,0 à 1,5 %, avec des teneurs en silicium variant de 0,30 à 0,80 %, et nous avons alors le groupe des aciers au *cuivre manganèse-silicium*.

Les deux groupes d'aciers répondent bien aux exigences d'un acier de construction moderne à haute limite élastique, comportant une résistance de 52 à 64 kg/mm², et une limite élastique de 36 kg/mm². Leur allongement est toujours de 20 % minimum, valeur notablement plus élevée, malgré la limite élastique de 36 kg/mm², que celle des aciers mi-durs au carbone.

II. Observations sur les procédés et les modes de fabrication

Deux procédés de fabrication sont en usage courant : le procédé Martin basique et le procédé Thomas.

En Allemagne, les aciers à haute limite élastique, parmi lesquels les aciers n° 8 à 13 du tableau I, sont du domaine proprement dit des aciers St 52 et Ac. 54 ; ils sont généralement produits au four Martin basique. Mais ceci ne signifie pas que ces aciers ne pourraient pas être fabriqués aussi bien par le procédé Thomas. La raison de l'emploi plus général du procédé Martin en Allemagne est que les fours Martin sont très nombreux dans ce pays et y fournissent d'une façon

comme de l'autre les deux tiers environ de la production totale d'acier. Dans les autres pays du Continent c'est le procédé Thomas qui prévaut.

Donnons quelques précisions au sujet de la fabrication par le procédé Thomas. Il y a lieu de distinguer entre la question qualitative et la question mode d'élaboration.

1° *Au point de vue qualitatif*, rien n'empêche de produire les aciers à haute limite élastique par le procédé Thomas d'une façon satisfaisante. En effet, la différence qualitative entre le métal Thomas et Martin réside en premier lieu dans la teneur en phosphore plus basse du dernier produit. Les teneurs en soufre réalisables par les deux procédés étant sensiblement les mêmes.

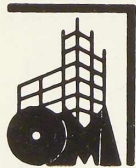
En ce qui concerne la teneur plus élevée en phosphore, son influence douteuse s'efface singulièrement dans le cas des aciers à haute limite élastique pour constructions. En premier lieu, il est connu que jusqu'à une certaine teneur en phosphore, cet élément se trouvant en solution solide dans le fer, il y a une augmentation sensible de la limite élastique, propriété qui n'a pas été mise à profit jusqu'ici en raison de la diminution simultanée de la ténacité et de la résilience. Or, il semble être démontré, par des essais très complets exécutés en Allemagne (1), qu'une certaine quantité de cuivre en présence du phosphore supprime, dans les aciers calmés à faible teneur en carbone (C=0,3 %), pour la plus grande partie les mauvaises influences du phosphore en ce qui concerne la résistance au choc à froid. Les teneurs en phosphore pouvant être incorporées aux aciers au cuivre, sans danger de fragilité, peuvent ainsi dépasser largement 0,1 % d'après les essais signalés. Il semble même que la résistance aux efforts oscillatoires soit accrue par une légère présence de phosphore. De plus, il a été montré que le phosphore, à qui on a attribué généralement une influence défavorable au point de vue corrosion, a dans certains cas une action plutôt protectrice contre les agents de la corrosion, quand il se trouve allié à une certaine teneur en cuivre (2) (3).

De tout cela il résulte que de faibles teneurs en phosphore dans l'acier à haute limite élastique pour constructions ne sont pas nuisibles, et que dans tous les cas les cahiers des charges devraient admettre des teneurs jusqu'à 0,1 %. Au point de vue qualitatif, rien ne s'oppose donc à la

(1) Brevet fr. n° 708.971. — Vereinigte Stahlwerke.

(2) A. PORTEVIN, *L'évolution actuelle de la Sidérurgie*, conf. du 14 mars 1934.

(3) Brevet fr. n° 704.205. — Vereinigte Stahlwerke.



fabrication de l'acier à haute limite élastique par le procédé Thomas.

Rappelons encore qu'il s'agit essentiellement d'acier laminé devant être utilisé à l'état brut de laminage, sans subir de traitement thermique ni de recuit. Or, la supériorité de l'acier Martin n'est indéniable que dans les deux cas des aciers de forge devant subir un recuit ou une trempe, et des aciers extra-doux pour emboutissage profond. Par contre, au point de vue allongement et striction, l'acier Thomas brut de laminage est supérieur à l'acier Martin, comme le prouve d'ailleurs l'exemple consacré des rails de chemins de fer en acier Thomas. En tablant sur un très grand nombre de charges Thomas et Martin, variant entre 36 et 100 kg/mm² de résistance, DAEVES ⁽¹⁾ a entre autres démontré que pour une même résistance à la traction, les aciers Thomas présentaient un allongement supérieur de 2 % et une striction supérieure de 4 unités. Pour une même résistance, l'acier Thomas nécessite d'ailleurs une teneur en carbone plus faible que l'acier Martin, ce qui ne peut être qu'avantageux pour les aciers en question, dans lesquels, comme il a été montré, la teneur en carbone doit être aussi réduite que possible.

2° *Au point de vue élaboration*, il est évidemment plus délicat d'obtenir les mêmes régularités de composition par le procédé Thomas que par le procédé Martin, mais ceci est une question d'habileté du métallurgiste.

L'addition de cuivre et de manganèse ne présente au Thomas aucune difficulté. Le cuivre n'est pas oxydé par les procédés d'affinage usuels et peut être incorporé dans n'importe quelle phase de l'opération, soit avec la charge, soit au milieu de l'affinage, soit à la coulée dans la poche. On peut également l'ajouter sous forme de cuivre électrolytique ou d'alliage de cuivre avec le fer ou le manganèse, ou même sous forme de déchets quelconques de cuivre rouge.

Le manganèse s'ajoute, soit solide dans la cornue, soit liquide dans la poche de coulée. Pour les teneurs dépassant 1 %, l'avantage de l'addition liquide est indéniable.

L'addition de ferro-chrome dépend de tours de mains de l'opérateur, en raison du point de fusion élevé et de l'oxydabilité de cet élément. Ici encore, l'addition liquide du ferro-chrome dans la poche procure les résultats les plus réguliers. Dans tous les cas, l'expérience prouve que le chrome peut être incorporé avec un rendement favo-

(1) *Stahl und Eisen*, 1930, page 1353.

rable à l'acier Thomas, et ceci avec une régularité et une précision très grandes.

L'addition de ferro-silicium 75 % ou 90 % se fait uniquement dans la poche. Il est indiqué de laisser reposer la charge dans la poche quelques minutes avant de couler.

L'acier à haute limite élastique est un acier calmé. Comme tel, il convient de prendre toutes les précautions à la coulée, précautions qui sont connues par l'expérience de la fabrication des rails.

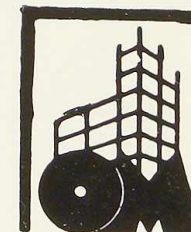
La retassure en tête de lingot est du même ordre de grandeur que celle des lingots d'acier à rails. Le chutage en tête nécessaire pour avoir un métal sain est par suite plus élevé que pour l'acier doux ordinaire (de l'ordre de 15 à 20 %). Ceci n'est pas un des moindres facteurs influençant le prix de revient des profilés en aciers St 52, s'ajoutant aux dépenses supplémentaires pour les additions spéciales, et dont il faut tenir compte.

III. Caractéristiques diverses des aciers à haute limite élastique

Dans les explications que nous avons données jusqu'ici, nous avons précisé uniquement les valeurs de résistance à la traction, de limite élastique et d'allongement des diverses nuances d'aciers, mais il reste encore un certain nombre d'autres propriétés sur les variations desquelles le constructeur doit être orienté pour pouvoir employer les aciers à haute limite élastique avec confiance. Citons entre autres la résistance à la corrosion, la soudabilité et les propriétés se rattachant au domaine de la résistance aux chocs répétés et aux efforts oscillatoires. Il est évident que sur ces questions complexes nous ne pouvons donner ici que quelques indications brèves.

a) Résistance à la corrosion

On sait qu'une addition de cuivre à partir de 0,2 % jusqu'à 0,6 % augmente sensiblement la résistance à la corrosion causée par les agents atmosphériques, par les fumées industrielles plus ou moins corrosives, et par l'attaque des acides minéraux dilués froids. Cette propriété est d'autant plus importante pour le groupe d'aciers qui nous occupe que les sections portantes en acier à haute limite élastique sont calculées au plus juste, de sorte qu'un affaiblissement de la section par la rouille serait d'autant plus sensible. De plus, les phénomènes de corrosion, en modifiant l'homogénéité des fibres superficielles de la barre, réduisent la durabilité des aciers et la résistance sous charges dynamiques dans une proportion



plus sensible que la résistance à la rupture sous charge statique. Pour ces raisons, toutes les prescriptions relatives aux aciers St 52 allemands imposent un minimum de cuivre de 0,25 %. La meilleure résistance à la corrosion est obtenue par des teneurs en cuivre de 0,35 à 0,50 %.

L'effet protecteur du cuivre contre la corrosion ne réside pas dans une modification profonde dans la nature du métal, mais dans le fait que superficiellement il se produit une mince pellicule d'oxyde de fer foncé ou noirâtre, lisse et très adhérente qui empêche la progression de l'attaque. Cette pellicule se comporte comme un véritable enduit protégeant le métal contre l'afflux d'oxygène, dont dépend la vitesse de corrosion. Les enduits protecteurs de toutes sortes adhèrent mieux sur l'acier au cuivre que sur l'acier ordinaire, et durent beaucoup plus longtemps sans subir de criques et sans corrosion sous-jacente.

Dans le cas des aciers à haute résistance au manganèse, silicium ou chrome, l'effet protecteur du cuivre est au moins aussi efficace que dans le cas des aciers doux. Le chrome semble d'ailleurs augmenter légèrement la résistance contre la corrosion.

Les essais de corrosion se divisent en deux groupes :

1° *Essais naturels de longue durée*, où les échantillons des aciers à comparer sont exposés, dans les conditions de service, aux agents atmosphériques d'une certaine contrée pendant plusieurs années. On observe le temps nécessaire à un certain degré de destruction de l'échantillon ;

2° *Essais de laboratoire abrégés*, où l'attaque se fait par des acides de concentration déterminée. On observe la perte de fer par unité de surface et de temps.

Il ressort des nombreux essais pratiques de longue durée exécutés dans tous les pays, qu'en moyenne dans l'atmosphère souillée des contrées industrielles la perte de poids par la rouille n'atteint pour les aciers au cuivre que 50 à 25 % de la perte relative à l'acier sans cuivre, et que les constructions en tôles et profilés en acier au cuivre ont en moyenne une durée de 2 à 3 fois supérieure aux mêmes constructions en acier exempt de cuivre. Ces chiffres caractérisent l'avantage pratique des aciers au cuivre par rapport aux aciers ordinaires. La même supériorité de l'acier au cuivre existe sous l'attaque des eaux tant soit peu acidulées.

Par contre, dans le sol et dans les eaux neutres, la supériorité de l'acier au cuivre est moins pro-

noncée. Les résultats d'essais ont été divergents. Une supériorité sensible est prouvée tout au moins pour les aciers très décarburés et homogènes. Dans l'eau de mer, l'acier au cuivre se comporte mieux, mais, ici, les meilleurs résultats sont obtenus par des teneurs en cuivre plus élevées, de l'ordre de 0,6 à 1 %.

Soumis à l'attaque des acides forts, l'acier au cuivre offre une résistance à la corrosion encore plus prononcée. Dans les essais de laboratoire de courte durée, on ne constate dans certaines conditions pour un acier à 0,4 % de cuivre que des attaques de l'ordre de 5 à 10 % de celles subies pour un même acier exempt de cuivre.

Par exemple, dans l'essai de corrosion abrégé des grandes administrations françaises, qui consiste en une attaque de rondelles polies d'acier de 50 cm² de surface dans de l'acide sulfurique 30 %, pendant 3 heures à température ambiante, l'éprouvette étant décapée et activée préalablement suivant des prescriptions précises, un acier au carbone du genre St 48 perdrait environ 175 mgr par centimètre carré et par 24 heures, tandis qu'un acier analogue au cuivre-manganèse ne perdrait que 15 mgr/cm²/24 heures, soit moins du dixième.

Nous donnons dans le tableau II ci-après quelques résultats typiques d'essais de corrosion, exécutés sur divers aciers doux et à haute résistance pour constructions, suivant la méthode d'essai abrégé citée. Tous ces essais proviennent d'échantillons prélevés sur des poutelles à larges ailes.

On peut déduire de ce tableau la grande supériorité de tous les aciers contenant du cuivre par rapport aux aciers exempts de cuivre, en ce qui concerne la corrosion par l'acide sulfurique. Par contre, il n'y a pas de différence marquée entre les aciers de fabrication Thomas ou Martin. En pratique les taux de corrosion pour le Thomas doux au cuivre varient de 5 à 10 mgr, et ceux pour l'acier Thomas au chrome-cuivre, nuance Ac. 54, de 6 à 14 mgr/cm²/24 heures.

Le dernier acier mentionné, qui a un taux de corrosion encore plus faible que l'acier Thomas (5,0 contre 10,5 mgr/cm²/24 heures) est un acier élaboré au tour Martin avec des précautions spéciales (conduite de la charge et désoxydation) en vue d'obtenir un taux de corrosion particulièrement bas à l'essai de corrosion précité à l'acide sulfurique 30 %. Mais la différence n'est pas sensible si on considère par comparaison les chiffres 12 fois plus élevés trouvés pour l'acier mi-dur ne contenant pas de cuivre. D'ailleurs, il ne faut pas oublier que dans le cas de nos aciers à haute résis-

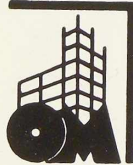


Tableau II

TAUX DE CORROSION PAR ATTAQUE DANS L'ACIDE SULFURIQUE FROID 30 %, D'APRÈS LES PRESCRIPTIONS DU CAHIER DES CHARGES MARINE

(mgr par cm² et par 24 heures)

	Nuance R kg/mm ²	Analyse							Taux de corrosion mgr/cm ² 24 h.
		C	Mn	P	S	Si	Cu	Cr	
Acier Thomas ordinaire	42,0	0,095	0,77	0,060	0,038	—	—	—	164,0
Acier Thomas au Cu	40,0	0,08	0,55	0,060	0,036	—	0,36	—	9,5
Acier Thomas extra-doux au Cu .	38,5	0,045	0,35	0,044	0,042	—	0,40	—	6,5
Acier Thomas mi-dur ordinaire .	54,0	0,25	0,80	0,07	0,040	0,20	—	—	175,0
Acier Thomas au Mn-Cu	57,0	0,16	1,25	0,07	0,030	0,18	0,50	—	11,0
Acier Martin St 52	56,0	0,19	0,88	0,041	0,019	0,40	0,56	0,71	15,0
Acier Thomas Ac. 54 au Cr-Cu .	59,0	0,165	0,77	0,070	0,032	0,14	0,42	0,48	10,5
Acier Martin spécial au Cr-Cu . .	56,0	0,22	0,65	0,015	0,025	0,31	0,44	0,32	5,0

tance pour constructions métalliques, il s'agit exclusivement de l'attaque corrosive par les agents atmosphériques, et rarement de l'attaque par des eaux acidulées. Dans ces conditions, l'essai rapide à l'acide sulfurique 30 % ne permet que de faire des prévisions approximatives sur la résistance à la corrosion par les agents atmosphériques. On peut en conclure, ce que la pratique a confirmé déjà, que ni le mode de fabrication, ni les variations normales des éléments accessoires dans l'acier n'ont une influence pratique sur la corrosion par les agents atmosphériques, à condition que l'acier contienne environ 0,4 % de cuivre.

En résumé il résulte des résultats constatés que la résistance à la corrosion de l'acier au chrome-cuivre Thomas est particulièrement intéressante, puisque le taux de corrosion est de 10,5 (limites pratiques 6 à 14 mgr/cm²/24 heures) ⁽¹⁾

b) Soudabilité

En général, les éléments manganèse, cuivre et chrome n'ont pas d'influence nuisible sur la sou-

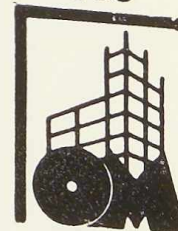
⁽¹⁾ Ce qui vient d'être exposé s'applique principalement aux aciers mi-durs à haute limite élastique, qui sont des aciers calmés. Il ne faut pas confondre ce genre d'aciers avec un groupe d'aciers dits « semi-inoxydables », qui sont basés sur une combinaison de fer purifié aussi loin que possible avec environ 0,5 % de Cu, et contenant encore éventuellement des traces d'autres éléments comme le molybdène. Ces aciers extra-doux

dabilité par fusion. Par contre, le carbone est nettement défavorable et on peut dire que la soudabilité est directement fonction de la teneur en carbone. Celle-ci ne doit pas dépasser 0,20 %. En maintenant la teneur en carbone particulièrement basse, par exemple 0,08 à 0,12 %, et en forçant les éléments manganèse et cuivre, on obtient des aciers extra-soudables à haute résistance. La soudabilité est particulièrement facilitée en incorporant au métal de faibles quantités de molybdène, 0,1 à 0,15 % et en réduisant d'autant la teneur en chrome.

Aussi, les essais ont montré que tous les aciers, en particulier les aciers au chrome-cuivre et au cuivre-manganèse, se comportent très bien à la soudure, moyennant les précautions nécessaires. Il faut en effet se convaincre que la soudure d'un acier à haute limite élastique nécessite également les soins correspondant à son plus grand taux de fatigue.

Le mode de soudure se comportant le mieux est la soudure par fusion à l'arc électrique. Il importe

et doux sont non calmés et ont une résistance à la corrosion par les acides nettement supérieure à celle des aciers de construction à haute résistance. Ils donnent par l'essai à l'acide sulfurique des taux de corrosion de l'ordre de 1 à 2 mgr par cm² et par 24 heures seulement, et sont utilisés entre autres sous forme de tôles pour des réservoirs de tous genres contenant des liquides corrosifs.



dans tous les cas de disposer de soudeurs expérimentés. Tout dépend de la bonne conduite de l'arc, qui doit être aussi court que possible.

La composition de l'électrode a également une grande influence. En principe, l'analyse du métal d'apport ne doit pas s'écarter sensiblement de celle du métal de base. La composition de l'électrode doit être telle qu'après les changements subis à la fusion, la limite élastique du cordon ne soit pas beaucoup supérieure à celle du métal de base. On ne peut pas indiquer de composition type pour les électrodes, celles-ci devant être adaptées à chaque cas spécial. Mais en général, la teneur en carbone du métal d'apport ne doit pas être trop élevée; par contre, une teneur moyennement élevée en manganèse est avantageuse pour empêcher les soudures de devenir fragiles au rouge. La question de l'électrode nue ou enrobée est toujours discutée, mais les avantages principaux sont du côté de l'électrode enrobée. Celle-ci donne des soudures plus ductiles en empêchant l'absorption de l'oxygène et de l'azote de l'air.

c) Durabilité et résistance aux efforts alternés

La tension de travail admissible pour le groupe des aciers St 52 a été fixée à 2.100 kg/cm^2 , soit une augmentation de 50 % par rapport à la tension admise pour l'acier doux normal. La capacité de travail sous charge statique de ces aciers est très élevée, comme le montre la haute valeur du facteur résistance \times allongement, facteur qui dépasse dans tous les cas le chiffre de 1.000. La question de la résistance aux chocs répétés et aux efforts oscillatoires est plus complexe. Des essais exécutés par E. H. SCHULZ et H. BUCHMOLTZ, (Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes, Paris 1932) ont montré que la résistance aux efforts dynamiques ne suit pas toujours la haute valeur de la limite élastique. Sur éprouvettes polies et pleines, la résistance à la flexion alternée est bien encore de 50 % supérieure à celle de l'acier doux. En général, pour les aciers St 52 ou Ac. 54, elle est de l'ordre de 55 % de la résistance à la traction, soit 29 à 32 kg/mm^2 , chiffre nettement supérieur à celui fourni par l'acier doux. Par contre, si on opère sur des barres brutes de laminage, munies de trous pour rivets, et si on est en présence d'efforts oscillatoires purs, c'est-à-dire sans charge statique superposée, ces aciers ne semblent pas déceler d'avantage sensible par rapport à l'acier doux.

Il est connu que lorsque la charge dynamique

domine, la résistance à la fatigue d'un acier ne suit pas dans la même proportion l'augmentation de la limite élastique. Les défauts microscopiques pouvant se trouver dans la couche superficielle de laminage, ainsi que les trous de rivets, engendrent des tensions localisées et favorisent la tendance à la rupture sous l'effet des efforts alternés.

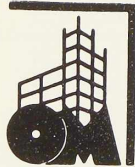
Il résulte de ces faits que les résultats des essais à la flexion alternée doivent être interprétés, en discutant les efforts réels intervenant dans les charpentes. On peut dire que le cas de constructions ne subissant que des efforts alternés n'existe pas. Dans les édifices, ponts, charpentes, le rapport du poids propre au poids utile varie de 4 à 1 jusqu'à 5 à 1. Le poids propre étant d'un effet statique, il s'ensuit que dans les constructions industrielles l'effort statique prévaut toujours en importance par rapport aux efforts dynamiques. Les essais ont montré qu'à partir d'une certaine charge statique de base, à laquelle se superposent des charges dynamiques variables, la capacité de charge des aciers à haute résistance permet de tirer pleinement parti de leur haute limite élastique. Cette manière de voir est d'ailleurs consacrée par les nombreuses constructions en acier St 52, construites depuis des années dans les principaux pays, et qui se sont comportées d'une façon satisfaisante.

Les constructions en acier à haute limite élastique doivent être assemblées au moyen d'un acier à rivets approprié. L'ancien métal à 34 kg/mm^2 pour rivets n'est évidemment plus satisfaisant. Les recherches ont conduit à un acier ayant environ une charge de rupture de 44 à 50 kg/mm^2 contenant en principe les mêmes constituants que les barres à assembler. La nuance doit être plus douce pour tenir compte de l'écroutissage pendant le rivetage.

En ce qui concerne l'assemblage par soudure à l'arc, on peut dire que jusqu'à l'heure actuelle les assemblages soudés ne résistent pas aussi bien aux efforts alternés que les assemblages rivés. Par contre, dans les assemblages comportant principalement des charges fixes, la soudure bien exécutée peut être considérée comme étant équivalente à l'assemblage rivé.

En résumé, il ressort de toutes ces considérations que, à part les cas d'efforts alternés ou oscillatoires purs, l'acier Ac 54 et St 52 permet dans la pratique des constructions industrielles, de tirer parti intégralement des avantages résidant dans sa haute limite élastique.

J. W.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois de septembre 1934

Allure générale

La situation continue à être satisfaisante et de nombreux contrats importants ont été enregistrés en profilés, demi-produits et barres marchandes.

Une recrudescence assez sensible de la demande en aciers marchands s'est fait sentir de la part du Japon et de l'Amérique du Sud.

Les pays sud-américains ont placé quelques commandes. Le Proche-Orient par contre s'est désintéressé du marché ; il est vrai que ces pays s'étaient couverts tout récemment.

On a traité très peu d'affaires avec les pays scandinaves et en particulier avec le Danemark. Le traité de commerce belgo-danois du 25 août 1934 n'a, en effet, guère favorisé l'industrie belge de l'acier. Le gouvernement danois ne dispose que de peu de devises pour l'importation de produits métallurgiques et préfère utiliser ses devises à l'achat d'autres catégories de marchandises.

En *demi-produits* l'activité a été satisfaisante au début du mois. La Finlande et le Japon ont passé des ordres particulièrement importants. L'Angleterre a été acheteur de larges et de billettes. Le marché s'est calmé dans le courant du mois de septembre ce qui n'a pas empêché la situation de rester bonne, car les carnets des laminoirs étaient suffisamment garnis.

La tendance du marché des *produits finis* est ferme. En profilés notamment la demande est très soutenue. Il en est de même pour les feuillards à

chaud. Le compartiment des feuillards à froid, par contre, reste délaissé. Les expéditions de l'Entente Internationale des Feuillards et Bandes à Tubes se sont élevées pendant le mois de septembre à 20.816.004 kilos.

Peu de commandes ont été réalisées *en tôles* ce qui tend à rendre la situation des tôliers assez précaire. La demande s'est portée en ordre principal sur les tôles fines galvanisées. Le marché intérieur est calme.

L'exportation *des fils et produits en fil d'acier* a fortement fléchi par suite des nouvelles restrictions anglaises, brésiliennes et mexicaines relatives à l'importation des pointes et du fil machine. La concurrence étrangère s'est maintenue très vive par continuation.

Les Forges de Clabecq vont élargir leur programme de fabrication par la construction d'un nouveau train à effet composite permettant la production de fil machine, de feuillards et de petits profilés.

La Compagnie du Nord Belge a fait mettre en service des *wagons-containers* qui rencontrent un très vif intérêt dans les divers milieux industriels belges.

Cartels et Comptoirs

Les réunions de l'E. I. A. tenues à Paris à la fin de septembre ont maintenu à 525.000 tonnes d'acier brut le tonnage-programme du quatrième trimestre 1934.

L'exposé que devaient faire les producteurs anglais en vue de leur adhésion au Cartel n'est pas

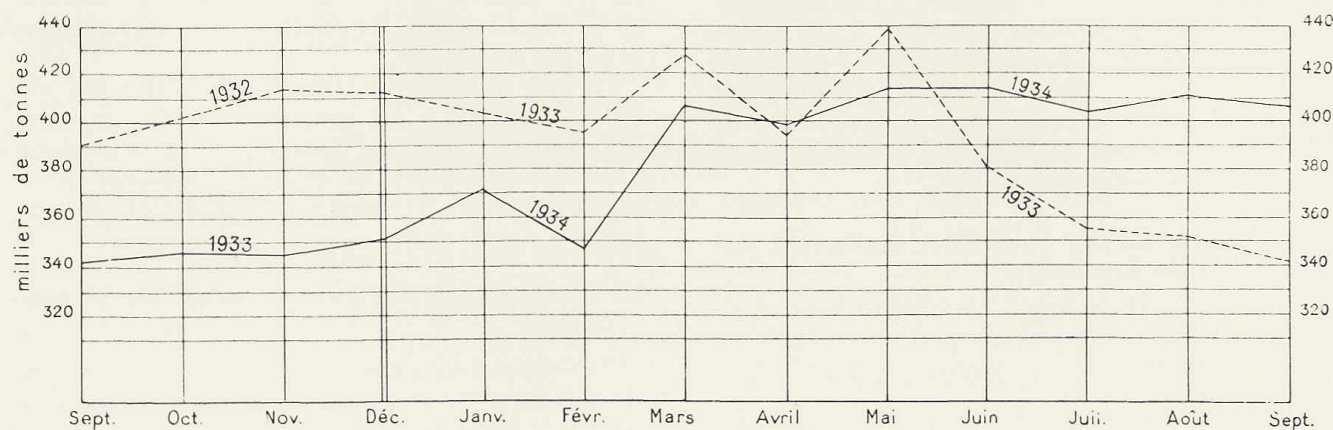
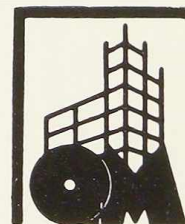


Fig. 673. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises de septembre 1932 jusqu'à fin septembre 1934.



parvenu à Paris. La question est donc remise à la prochaine réunion.

On a enregistré l'entrée de la Tchécoslovaquie et de l'Autriche dans le comptoir des tôles fortes.

Le 28 septembre a eu lieu à Luxembourg, une conférence des producteurs de tôles fines en vue de la création du cartel des tôles fines. Le groupe allemand manifesterait de meilleures dispositions à l'égard de sa participation.

Production d'acier brut en tonnes

La production du mois de septembre 1934 s'est élevée à 406.026 tonnes dont 241.235 tonnes pour la Belgique et 164.791 tonnes pour le Luxembourg.

Pour les neuf premiers mois de 1934, la production totale d'acier des Usines belgo-luxembourgeoises s'élève à 3.576.351 tonnes, contre 3.492.000 tonnes pour la période correspondante de 1933.

Nestor Germeau, 1873-1933

La Société des Forges de la Providence vient de rendre un dernier hommage à son éminent directeur-général, feu M. Nestor Germeau, en réunissant dans une plaquette, luxueusement éditée, les traits essentiels de la vie et de l'œuvre de ce grand chef d'industrie.

Aux discours prononcés en 1929, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de l'entrée de M. Nestor Germeau à la Providence, succèdent les émouvants tributs d'estime et de regret déposés, quatre ans après, sur sa tombe.

Il y a plus dans les pages de ce mémorial que le juste témoignage de la gratitude d'une Société envers l'homme qui dirigea brillamment ses destinées pendant vingt ans et qui sut faire des Forges de la Providence une des usines sidérurgiques les plus puissantes d'Europe. Il s'y trouve une source féconde de méditations et d'enseignements. Cette vie de labeur et d'énergie, mise toute entière au service d'un idéal industriel et social élevé, constitue un exemple qui méritait d'être mis en pleine lumière.

Les automotrices de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges

En ces derniers temps, les administrations de chemin de fer se sont beaucoup préoccupées d'intensifier leur service à voyageurs par l'utilisation de voitures automotrices.

L'une des premières, la Société Nationale des Chemins de Fer Belges est allée de l'avant et c'est ainsi qu'en 1929, elle prit la décision de faire

l'essai d'automotrices à moteur Diesel qu'elle utilisa sur les lignes de la région de Gand.

Quelques mois plus tard, elle organisa des trains de complément dans la région de Liège au moyen d'automotrices à vapeur.

Les études subséquentes firent adopter des types nouveaux dont la construction fut confiée à l'industrie nationale.

Actuellement, 28 voitures sont en circulation et elles effectuent un parcours mensuel de l'ordre de 240.000 kilomètres. Elles assurent plusieurs centaines de correspondances nouvelles ; en coupant les intervalles parfois assez longs entre les trains lourds, elles procurent aux populations riveraines des facilités de déplacement très appréciées.

Les lignes aboutissant à Anvers, Bruxelles, Charleroi, Gand, Liège et Mons ont ainsi vu leurs moyens de communication sensiblement améliorés.

Six autres automotrices simples sont encore en construction, ce qui portera l'effectif à 34 unités.

Poursuivant les progrès déjà réalisés, une automotrice jumelée de grande puissance et d'une capacité de 185 places assises fut mise en service en mai 1934 sur la ligne de Bruxelles (Midi) à Gand (Saint-Pierre); elle dessert six trains journaliers à une vitesse atteignant à certains endroits 120 kilomètres à l'heure. Elle franchit régulièrement les 52 kilomètres de Bruxelles à Gand en 32 minutes, après les avoir parcourus en 27 minutes aux essais.

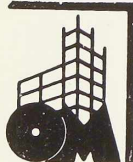
En présence des résultats obtenus, la Société Nationale va passer commande à l'industrie belge de huit automotrices triples à moteur Diesel électrique à 230 places assises.

D'autre part, au début de l'an prochain, un service intensif par rames automotrices électriques offrant 360 places assises sera établi entre Bruxelles et Anvers.

Le but que poursuit la Société Nationale est d'instaurer entre les grands centres des communications multiples, très rapides et à cadence constante. Il suffira de retenir la cadence pour ne plus devoir rechercher les horaires de ces trains à l'indicateur.

Le soutènement métallique dans les mines. Erratum

Par suite d'une erreur de cote, la figure 534 (p. 485 du n° 10 de l'*Ossature Métallique*) indique comme largeur totale, hors d'aires, du profil Toussaint-Heintzmann, 150 mm. C'est, nous fait-on observer, 144 mm qu'il faudrait lire.



On nous signale d'autre part que les profils représentés à cette figure ne correspondent pas exactement aux profils Toussaint-Heintzmann laminés en Belgique. Les croquis ci-contre (fig. 674) donnent les cotes et les caractéristiques de ces profils.

Les activités de la Commission de l'acier de l'Association Américaine pour l'Essai des Matériaux

L'American Society for Testing Materials vient de procéder à l'élection des Bureaux de ses différents Commissions, pour la période 1934-1936.

La Commission de l'acier (Commission A-1), fondée en 1898, comprend actuellement 200 membres. Les membres de son Bureau ont tous été réélus ; ce sont : MM. H. H. Morgan, de la Société Robert W. Hunt, Président, E. F. Kenney, de la Bethlehem Steel Co, et H. W. Faus, des Chemins de Fer New-York Central, Vice-Présidents, et H. P. Bigler, de l'Association des Rails, Secrétaire.

Nous relevons dans le programme des activités de cette Commission de l'acier les points suivants :

Des recherches vont être entreprises pour mettre sur pied des méthodes d'inspection et des prescriptions relatives aux défauts superficiels dans les aciers de construction, particulièrement dans les profilés de forte section. La multiplicité des méthodes actuellement en usage rend ce travail de standardisation absolument nécessaire.

Des prescriptions relatives aux rivets à haute résistance, pour construction, seront bientôt présentées et l'on étudie une spécification concernant les ronds à béton, laminés en partant de vieux essieux de dimensions standard. Des spécifications ont été établies pour l'acier au carbone et les aciers spéciaux utilisés pour les tuyauteries de distillation dans les raffineries.

Les méthodes standard pour l'analyse chimique

Ouvrages récemment parus

dans le domaine des applications de l'acier

Proceedings of the American Society for Testing Materials (Publication de l'Association Américaine pour l'Essai des Matériaux)

L'American Society for Testing Materials a fait parvenir au Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, les mémoires techniques et communications suivantes présentées au congrès de cette société qui eut lieu en juin 1934.

Rapport de la commission de l'acier. — On y trouvera : un projet de standardisation pour les

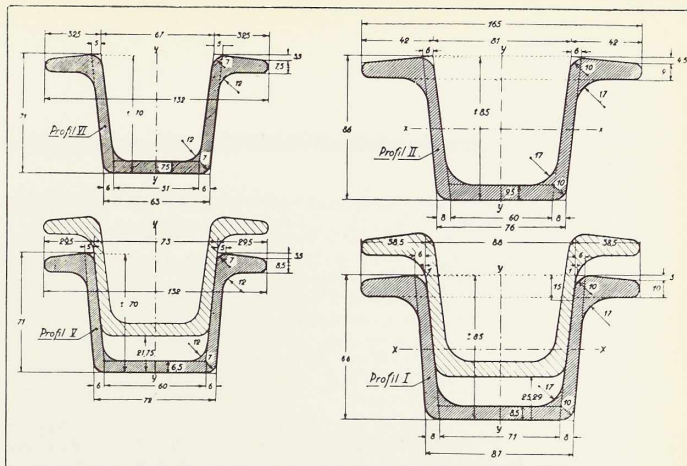


Fig. 674.

de l'acier au carbone (A 33-24) et des aciers spéciaux (A 55-24) doivent être révisés et mis à jour.

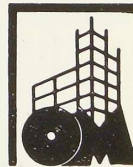
La Commission a inscrit à son programme l'élaboration de spécifications relatives aux matériaux devant résister aux hautes températures. L'American Society for Testing Materials vient de publier des spécifications préliminaires concernant les moulages en aciers spéciaux et les tuyaux sans soudure en aciers spéciaux devant résister en service à des températures comprises entre 400 et 500° C. Des spécifications concernant les aciers spéciaux pour boulons, écrous et pièces de forge sont en voie d'achèvement. Un standard relatif aux écrous en acier au carbone pour des températures de service pouvant atteindre 455° C sera publié sous peu.

La Commission continue son étude sur les essais de résistance des coquilles en acier et se propose de déterminer l'influence d'un chauffage répété de la surface des aciers suivie d'un refroidissement violent après chaque période de chauffage aux températures atteintes par les coquilles pendant l'opération de la coulée.

conduites en acier pour hautes températures et pressions, soudées électriquement : un projet de standardisation des conduites en acier noir et galvanisé au bain, avec et sans soudure, destiné à un usage courant ; un projet des standardisations des feuillards laminés à froid.

Rapport de la commission du fer forgé, comportant les standards de qualité du fer forgé.

Rapport de la commission de l'acier coulé, contenant une étude sur les éprouvettes d'essais.



Rapport de la commission des propriétés magnétiques.

Rapport de la commission des alliages ferreux.
Rapport de la commission des alliages au chrome et au nickel-chrome.

Influence des additions de phosphore dans les aciers à basse teneur en carbone.

Influence des dimensions et des formes des éprouvettes sur les propriétés physiques observées dans les aciers de construction, par I. LYSE et C. C. KEYSER.

Essais de tôles dans le domaine de la fragilité au bleu et stabilité contre les modifications dues au vieillissement, par R. I. KENYON et R. S. BURNS.

Constatations sur l'influence du polissage de la surface sur la corrosion initiale des aciers sous eau, par L. J. WALDRON et E. C. GROESBECK.

Utilisation des données établies par le Bureau of Standards sur la corrosion due au sol, dans l'étude et la protection des conduites, par K. H. LOGAN.

Machine d'essais de résistance à la fatigue à grande vitesse et quelques essais relatifs à l'influence de la vitesse sur la résistance à la fatigue, par G. N. KROUSE.

Interprétation des essais d'écoulement, par P. G. McVETTY.

Note sur l'adhérence des pièces en acier et en laiton dans les ajustages pressés réalisés par rétrécissement de l'élément intérieur, par W. H. SWANGER.

Quelques facteurs modifiant la mesure des tensions dans les essais des métaux, par R. L. TEMELIN.

Influence de l'épaisseur sur l'exactitude des essais des tôles épaisses à la dureté Rockwell, par R. L. KENYON.

Caractéristiques de l'extensomètre Huggenberger, par R. W. VOSE.

Influence des entailles et lois de similitude des essais des matériaux, par A. NADAI et C. W. Mac GREGOR.

A propos de conditions formelles de réception ou de refus à insérer dans les prescriptions, par H. F. DODGE.

Application de méthodes statistiques à la solution de problèmes métallurgiques dans les aciéries, par W. C. CHANCELLOR.

Ausgewählte Schweisskonstruktionen, Band 6.
Arbeiten mit dem Schneidbrenner (Types de constructions soudées, 6^e cahier. Le travail au chalumeau-coupeur)

par Ernst Wiss

Un album de 21 × 29 cm, 94 planches de figures avec textes en allemand et en anglais.

Editeur : Verein Deutscher Ingenieure, Berlin, 1934, Prix : 9 RM.

L'auteur de cet album donne dans la première partie quelques notions et principes relatifs au découpage au chalumeau. Il est ainsi amené à étudier la consommation de gaz et à décrire les chalumeaux et les machines automatiques : de nombreuses figures montrent le degré de perfectionnement auquel a atteint la construction des chalumeaux et des machines à découper. L'auteur montre également combien le découpage au chalumeau permet une bonne utilisation du métal.

La deuxième partie comporte 68 planches d'exemples d'emploi du chalumeau : Travaux de démolition. Travaux de construction de pièces de natures très différentes (longerons de locomotives, engrenages, outils, éléments de machines électriques, bielles, travaux de décoration, etc.), travaux réalisés par soudure et découpage (pièces délicates, paliers, supports de machines, blindage de moteurs électriques, bâtis de machines, de presses, etc.).

Cet ouvrage est particulièrement intéressant, tant par sa première partie théorique que par la présentation d'exemples très frappants montrant le degré de perfectionnement atteint par la technique du découpage.

Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweisste Stahlbauten mit Beispielen für die Berechnung und bauliche Durchbildung – 1. Teil : **Hochbauten** (Commentaires sur les prescriptions relatives aux constructions métalliques soudées, suivis d'exemples de calculs et de dispositions constructives – Première partie : Charpentes métalliques)

par O. KOMMERELL

Un ouvrage de 100 pages de 21 × 15 cm avec 82 figures dans le texte. Editeur : Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, 4^{me} éd., 1934, prix : 3,80 RM.

La troisième édition du règlement allemand DIN 4100 est divisée en plusieurs parties. La première partie, seule publiée actuellement est relative aux charpentes métalliques. Le docteur-ingénieur O. Kommerell lui a consacré une nouvelle édition de ses commentaires. Son ouvrage est réalisé sur le plan des éditions précédentes. Il comporte article par article des commentaires détaillés, justifiant et explicitant les prescriptions du nouveau règlement.

L'auteur étudie les matériaux à employer, le calcul, les tensions admissibles, les épreuves à faire subir aux soudeurs, les dispositions constructives, l'exécution, la surveillance et la récep-

590



tion des ouvrages. Il donne des commentaires particulièrement détaillés justifiant les prescriptions relatives aux dispositions constructives, insistant notamment sur la différence des sollicitations auxquelles sont soumises les charpentes et les ponts et montrant par des exemples les dispositions à employer.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude numérique complète de 15 exemples intéressants d'assemblages soudés d'un type courant.

Rapport final du premier congrès de l'Association internationale des ponts et charpentes, Paris 1932.

Un volume de 17 × 24 cm de 715 pages avec 300 figures dans le texte. Editeur : Association Internationale des Ponts et Charpentes, Zurich. Prix : 36 francs suisses.

Le rapport final du Congrès de Paris de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes contient un compte rendu détaillé des différentes séances ainsi que le texte complet des discussions et les conclusions auxquelles elles ont conduit. Tous les textes ont été traduits en français.

Les discussions ont porté sur les rapports présentés dans la publication préliminaire du Congrès. Leur importance et la personnalité des savants qui y ont participé en font de véritables contre-exposés des différentes questions étudiées.

Citons notamment les discussions sur les sujets suivants, intéressant la construction métallique :

La stabilité des barres comprimées par des forces excentrées.

La stabilité de l'âme et des ailes de barres comprimées.

La stabilité de l'âme des poutres sollicitées à la flexion.

Calcul et construction des charpentes métalliques soudées.

Action combinée d'assemblages rivés et soudés.

Les problèmes dynamiques dans les ponts.

Nouvelles méthodes de mesure dans la dynamique des ponts et charpentes.

Appareils servant à mesurer l'action des charges dynamiques.

Théorie des oscillations des ponts et charpentes.

La rigidité des gratte-ciel.

Les colonnes en acier enrobées de béton.

Les poutrelles en acier enrobées travaillant à la flexion.

Etude des sols de fondations.

Bulletin de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes, n° 2, août 1934.

Editeur : Association Internationale des Ponts et Charpentes, Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich. Prix : 2 francs suisses.

Ce bulletin de 60 pages de 30 × 21 cm avec de nombreuses figures contient 12 pages de renseignements organiques relatifs à l'association, 20 pages de courtes descriptions (en 3 langues) de constructions récentes (citons pour la Belgique le pont « C » d'Hérenthals⁽¹⁾ et le pont du Muide⁽²⁾, et l'Institut du Génie Civil au Val-Benoît), et 25 pages de documentation bibliographique relative aux nouveaux travaux scientifiques publiés pendant le second semestre de 1933.

Ce bulletin constitue un intéressant résumé du développement de la construction des ponts et des charpentes et de l'évolution des recherches touchant à ce domaine.

Les échanges franco-belges.

Contribution à l'établissement d'une nouvelle méthode statistique et comparative applicable aux échanges internationaux.

par Ch. CORCELLE

Un volume de 548 pages de 16 × 25 cm. Edit.: Librairie du *Recueil Sirey*, Paris. Vente en Belgique G. Thone, Liège, prix 60 francs belges.

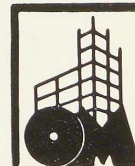
Jusqu'à présent, le simple examen d'ensemble des statistiques permettait de constater que les économies française et belge jouaient, l'une vis-à-vis de l'autre, un rôle très important ; mais jamais encore un travail réellement approfondi n'avait été entrepris pour mettre ces faits en lumière.

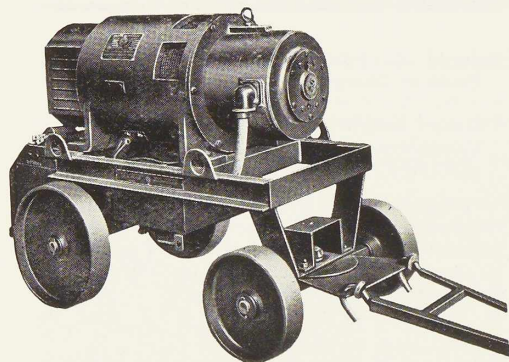
Ch. Corcelle ne s'est pas borné à une analyse sèche et rebutante des statistiques douanières franco-belges ; il a étudié, tout d'abord, les législations douanières des deux pays ; il a dressé ensuite l'inventaire comparatif de leurs productions, puis enfin il a analysé leur commerce réciproque en 1933. Dans une seconde partie de son ouvrage, l'auteur a réuni une abondante documentation statistique, où l'on trouvera notamment de nombreux chiffres relatifs à la production métallurgique, classés sous plusieurs rubriques.

Le travail de Ch. Corcelle apporte une importante contribution au problème des échanges entre la Belgique et la France.

(1) Voir également l'*Ossature Métallique*, n° 9, 1934, p. 407.

(2) Voir également l'*Ossature Métallique*, n° 6, 1933, p. 251.





GRUPE DE SOUDURE A COURANT CONTINU
à caractéristique de relèvement extra-rapide de
la tension.

TYPE WD 22, 200 Amp. et TYPE WD 23, 300 Amp.
pouvant être fournis avec moteur triphasé, moteur
à courant continu, moteur à mazout ou à essence

54, ch. de Charleroi, BRUXELLES
Tél. 373050

Pour
VOTRE MATERIEL DE SOUDURE
ADRESSEZ VOUS A
UN CONSTRUCTEUR-SOUDEUR

Notre expérience

à votre disposition

SEM
DEPARTEMENT SOUDURE ELECTRIQUE

COFFRAGES-METALLIQUES

POUR TRAVAUX EN BÉTON

PLANCHERS · DIGUES · COLLECTEURS · ÉGOUTS · ETC.

LA METAL-AUTOGENE

SOCIÉTÉ ANONYME · TÉLÉPHONE : LIÈGE 106.22
490, RUE SAINT-LÉONARD, 490 · LIÈGE

REPRÉSENTANTS GÉNÉRAUX :
F. DELAHAUT & L. LAMBERT, 55, QUAI MATIVA, LIÈGE

Documentation Bibliographique

Résumé des articles relatifs aux applications de l'acier parus dans la presse technique

L'OSSATURE METALLIQUE a publié dans son n° 1-1934, pp. 51-54,
le tableau d'indexation des matières qui a été adopté pour la présente rubrique

Généralités

10.2/6. — Mémoires techniques présentés au Troisième Congrès International pour le Développement de l'Acier (Londres, juin 1934). — *Oss. Mét.*, n° 10, 1934, pp. 491-521, 40 fig.

Résumés détaillés des communications suivantes :

Règlements relatifs à l'emploi de l'acier dans les bâtiments (L. G. RUCQUOI).

Protection des constructions métalliques contre l'incendie (E. A. VAN GENDEREN-STORT).

Centres d'habitation construits en ossature métallique (Eug. BEAUDOUIN).

Appartements d'habitations ouvrières à Rotterdam (T. ELSHOUT).

Emplois des tôles d'acier en architecture (F. LORNE).

Emploi de la tôle d'acier dans la construction des bâtiments (F. L. MAIX).

Projet de construction d'un grand Palais des Expositions à Paris (L. LERE).

Poteaux en acier avec remplissage intérieur en béton. Exposé d'une méthode mixte de construction (A. KLÖPPEL).

Ponts à grande portée (R. FREMAN).

L'architecture des bâtiments industriels modernes à ossature métallique (R. L. A. SCHÖEMAKER).

Cadres rigides dans les constructions en acier, plus particulièrement ceux constitués par des poutres à âme pleine (H. MAIERLEIBNITZ).

Essais en vraie grandeur sur des constructions métalliques à cadres (J. F. BAKER).

Tendances actuelles en Angleterre dans la construction des ponts-routes métalliques de moyenne portée (T. C. GRISENTHWAITE).

Soudure dans la construction du matériel roulant des chemins de fer polonais (A. BRANDT).

Elançons et soulèvements en acier pour les mines (S. M. DIXON et H. M. HUDSPETH).

Constructions à ossature métallique soudée en Pologne et les règlements qui les régissent (ST. BRYLA).

Calcul et applications de la poutre Vierendeel (P. C. G. HAUSSER).

L'emploi de l'acier dans les fondations de routes (N. L. ANDERSON).

11.2/18. — Prescriptions allemandes pour la cons-

truction soudée. Commentaires. — SCHMÜKLER, *Elektroschw.*, n° 8, août 1934, pp. 146-158, 19 fig.; n° 9, sept. 1934, pp. 171-177, 8 fig.

Texte de la nouvelle édition du règlement allemand relatif aux constructions soudées (DIN 4100). Les prescriptions sont suivies de commentaires se rapportant aux différents chapitres; ces commentaires sont accompagnés de nombreux exemples de calculs et d'exécutions.

12.1/12. — Le marché de l'acier pendant le mois d'août 1934. — *Oss. Mét.*, n° 10, oct. 1934, pp. 522-523, 1 fig.

Allure générale du marché. Production belgo-luxembourgeoise.

13.2/3. — Nouveaux profils à larges ailes. — E. A. VAN GENDEREN-STORT, *Tech. Gemeent.*, n° 5, août 1934, pp. 344-347, 3 fig., 3 tabl.

L'auteur étudie les profils à larges ailes dont on dispose actuellement et montre l'intérêt de la nouvelle série de poutrelles à très larges ailes laminées par Differdange.

13.2/4. — Etude comparative des profilés et des tôles pliées. — LEJAULT, *Industrie Métal.*, n° 2, juil.-août 1934, pp. 3-7, 26 fig.

L'auteur compare les deux procédés employés pour la réalisation des châssis métalliques. Il étudie les assemblages, l'économie en matière première, le point de vue esthétique, etc.

14.1/14. — Pressions dues au vent étudiées sur modèles réduits. — K. KLÖPPEL, *Stahlbau*, n° 17, 17 août 1934, pp. 129-133, 14 fig., 2 tabl.

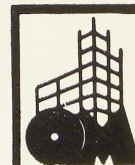
Détail d'essais effectués aux Etats-Unis: courbes de pressions obtenues pour un atelier avec ou sans lanterneau soumis à des vents avant différentes directions.

14.2/9. — Poutres continues et cadres. Etude des effets de l'égalisation des moments fléchissants. — F. KANN, *Travaux*, n° 20, août 1934, pp. 331-338.

L'auteur étudie des poutres continues sous différentes charges en partant de l'égalisation des moments sous l'effet des déformations plastiques. Il examine jusqu'à quel point cette hypothèse est admissible. Exemples d'applications.

14.2/10. — La stabilité de l'âme dans les poutres à âme pleine. — TIMOSHENKO, *Engineering*, 24 août 1934, pp. 207-209, 8 fig., 6 tabl.

L'auteur, après rappel des différentes recherches effectuées au sujet de cette question, étudie particulièrement le cas d'un rectangle



UNION COMMERCIALE BELGE
DE METALLURGIE

UCOMETAL

24, RUE ROYALE, BRUXELLES

AGENT DE VENTE DES USINES:

ANGLEUR-ATHUS

COCKERILL

SAMBRE ET MOSELLE

PROVIDENCE

●

TÉLÉPHONE : 12.51.40 et 12.51.46 à 49
TÉLÉGRAMME : UCOMÉTAL-BRUXELLES

de tôle soumis soit à des efforts tranchants, soit à flexion pure, soit à une sollicitation mixte, parallèlement à l'un de ses côtés. Il en déduit la détermination de l'épaisseur de l'âme, celle des raidisseurs des poutres à âme pleine.

14.3/25. — **Calcul des pièces soumises à compression.** — E. CHWALLA, *Stahlbau*, n° 16, 3 août 1934, pp. 121-123, 3 fig.

L'auteur étudie des pièces à grand élanement, de sections variables, encastrées ou non. Abondante bibliographie.

14.3/26. — **Système de charges composées de charges concentrées et de charges uniformément réparties.** — A. RIGGIO, *Ingegnere*, n° 15, 1^{er} août 1934, pp. 767-772, 11 fig.

L'auteur étudie d'abord le problème en général. Il examine ensuite le cas des trains de charges mixtes prévus par le nouveau règlement italien, agissant sur une poutre à appuis simples.

14.3/27. — **Poutres à treillis en croix sans montants.** — F. CHAUDY, *Gén. Civ.*, n° 5, août 1934, pp. 110-111, 7 fig.

L'auteur montre les avantages de ce dispositif notamment pour le calcul des efforts secondaires dans les treillis : il montre que ces efforts ne sont pas négligeables.

14.3/28. — **Calcul des barres comprimées.** — E. ELWITZ, *Bautech.*, n° 25, 15 juin 1934, pp. 311-313, 4 fig.

L'auteur étudie les éléments comprimés composés de différentes pièces et dont le moment d'inertie est variable. Il donne une méthode de calcul de la charge de flambage.

14.3/29. — **Calcul des tensions dynamiques.** — R. BERNHARD, *Stahlbau*, n° 16, 3 août 1934, pp. 123-126 ; n° 18, 31 août 1934, pp. 139-142, 7 fig.

L'auteur étudie les tensions créées dans un pont par des locomotives roulant à la vitesse critique et établit une méthode pour leur détermination ; exemples.

14.3/30. — **Treillis en losange.** — A. VIERENDEEL, *Rev. Univ. des Mines*, n° 16, 15 août 1934, pp. 429-430, 7 fig.

L'auteur réfute la thèse qui considère les treillis en losange comme une évolution de la poutre Vierendeel se comportant sous l'effet des charges d'une manière analogue à cette dernière.

14.3/31. — **Le calcul des colonnes à charge excentrée.** — A. B. DAILEY, *Struct. Eng.* n° 7, juil. 1934, pp. 339-343, 1 tabl.

L'auteur propose une méthode (basée sur l'emploi d'une charge équivalente axiale) pour le calcul des colonnes chargées excentriquement : application aisée aux sollicitations dues au vent.

14.3/32. — **Détermination des moments au moyen de modèles.** — WOLF, *Stahlbau*, n° 18, 31 août 1934, pp. 143-144, 7 fig. 3 tableaux.

L'auteur établit les courbes de moments dans un portique à deux rotules, par l'étude d'un modèle en celluloïd à l'échelle 1/50.

14.4/7. — **Influence de la vitesse dans les essais de traction.** — J. M. MORRISON, *Engineer*, 24 août 1934, pp. 183-185, 5 fig.

L'auteur a effectué des essais de rupture à la traction à différentes vitesses variant de 4 jours à 0,8 sec. Augmentation de la résistance aux grandes vitesses.

15.13/5. — **Assemblages rivés excentrés.** — E. A. DUBIN, *Proceed. American Soc. of Civil Engineers*, août 1934, pp. 833-840, 4 fig.

L'auteur établit des formules et des courbes pour le calcul des assemblages rivés excentrés. Une équation générale lie la charge, l'excentricité, les efforts dans les rivets, leur distance et leur nombre.

15.30/15. — **L'emploi de la soudure en Pologne.** — St. BRYLA, *Weld. Industry*, n° 7, août 1934, pp. 219-222, 2 fig.

Résumé de la communication présentée au congrès de l'acier à Londres. L'auteur examine l'évolution de l'emploi de la soudure en Pologne et donne des exemples récents d'applications. Il commente les nouvelles prescriptions polonaises relatives à la soudure.

15.33/10. — **Calcul des tensions dans une soudure.** — JEZEK, *Stahlbau*, n° 16, 3 août 1934, pp. 126-129.

Détermination des tensions dans les cordons de soudure réunissant deux fers plats soumis à flexion dans leur plan.

15.33/11. — **Répartition des tensions dans les assemblages soudés excentriques.** — C. W. HAMAN, *Weld. Industry*, n° 7, août 1934, pp. 205-209, 11 fig.

L'auteur, après avoir examiné la répartition des tensions dans le cas de charges centrées, recherche les modifications qu'apportent les charges excentrées. Résultats d'essais.

15.33/12. — **Tensions internes dans les cordons de soudure.** — BOLLENRATH, *Stahl und Eisen*, n° 34, 23 août 1934, pp. 873-878, 10 fig.

L'auteur recherche les tensions internes dans le cordon de soudure et dans la zone environnante pour les soudures au gaz et pour les soudures électriques.

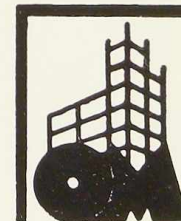
15.34/9. — **Laboratoire à charpente soudée.** — E. S. NEEDHAM, *Weld. Industry*, n° 7, août 1934, pp. 211-212, 7 fig.

Atelier à un étage : des portiques supportent cet étage et la toiture. Assemblages soudés dont notamment un angle de portique de dessin intéressant.

16.2/3. — **Le grand Palais Central de l'Exposition de Bruxelles.** — *La Cité*, n° 7, juil. 1934, pp. 101-103, 4 fig.

Les arcs sont bétonnés sur un cintre métallique qui est ripé en 6 positions successives.

17.1/7. — **Construction des fondations du pont**



ELECTRODES

ENROBEES & ENDUITES

POUR TOUTES APPLICATIONS
DE LA SOUDURE A L'ARC

Procédés agréés par la
SOCIÉTÉ NATIONALE
DES CHEMINS
DE FER BELGES



Procédés agréés par le
LLOYD REGISTER
OF SHIPPING et le
BUREAU VERITAS

S. A.

ELECTRO - SOUDURE THERMARC

RUE GILLEKENS, 7, VILVORDE

TÉLÉPHONE BRUXELLES 15.91.40. ADRESSE TÉLÉGR. THERMARC VILVORDE

de San Francisco à Oakland. — C. H. PURCELL, Ch. E. ANDREW, Gl. B. WOODRUF, *Eng. News-Rec.*, n° 8, 23 août 1934, pp. 227-233, 11 fig.

Méthode par fonçage de caissons à l'air libre. Détails de la charpente de ces caissons. Emploi de batardeaux en palplanches métalliques, raidis par des poutrelles placées extérieurement.

17.2/1. — **Fonçage et résistance de différents pieux en acier et en béton et de palplanches métalliques.** — E. PAULSEN, *Bautech.*, n° 33, 3 août 1934, pp. 429-433 ; n° 34, 10 août 1934, pp. 443-445, 21 fig.

Lors du renforcement de murs de quai à Hambourg des essais ont été effectués sur des pieux en tubes en acier et en béton et sur des palplanches.

Ponts

20.11 a/8. — **Le nouveau pont de l'Avenue de la Reine à Bruxelles.** — *P-Träger*, n° 2, 10 août 1934, pp. 20-21, 5 fig.

Pont en poutrelles à larges ailes, 5 travées inégales dont les portées atteignent 24 mètres (traduction de l'article paru dans *l'Ossature Métallique*, n° 6, 1933, pp. 276-279).

20.11 a/9. — **Quelques emplois intéressants des poutrelles à larges ailes.** — W. MITTELDORF, *P-Träger*, n° 2, 10 août 1934, pp. 30-32, 7 fig.

L'auteur décrit l'utilisation des poutrelles à larges ailes pour de petits ponts-routes entièrement soudés ou rivés.

20.11 a/10. — **Projets standard pour ponts-rails des chemins de fer allemands.** — *Stahlbau*, n° 17, 7 août 1934, pp. 133-136, 5 fig.

Exposé du système de projets établis à l'avance pour les petits ponts-rails dont la portée varie de 10 à 25 m. Les tableaux établis donnent immédiatement la solution dans chaque cas particulier.

20.11 a/11. — **Emploi intéressant de poutrelles à larges ailes dans les ponts soudés.** — LÉOPOLD, *P-Träger*, n° 2, 10 août 1934, pp. 26-27, 7 fig.

Description de deux petits ponts-rails à poutres en poutrelles à larges ailes ; tablier en tôle emboutie ; assemblages soudés.

20.11 a/12. — **La reconstruction de la ligne Est du chemin de fer métropolitain de Berlin.** — H. GOTTFELDT, *P-Träger*, n° 2, 10 août 1934, pp. 23-25, 12 fig.

Description d'un viaduc composé de travées de 12 à 16 mètres. Les poutres à âme pleine sont solidaires à une de leurs extrémités d'un portique à colonnes en V ; l'autre extrémité s'appuie librement sur le portique suivant.

20.11 a/13. — **Les ponts de la ligne de Berlin au Wannsee.** — USINGER, *Bautech.*, n° 31, 20 juil. 1934, pp. 405-409 ; n° 33, 3 août 1934, pp. 427-429, 28 fig.

Description des nouveaux ponts et gares sur-

élevées construits lors de l'électrification d'une ligne urbaine. Ponts à poutres à âmes pleines. Portiques métalliques.

20.11 c/5. — **Passage supérieur de la rue de la Miséricorde à Fribourg.** — BÜHLER, *P-Träger*, n° 2, 10 août 1934, pp. 17-19, 6 fig.

Pont en poutrelles à larges ailes à tablier incliné et de largeur variable, largeur du tablier 18^m60 à 24^m74. Portée 13^m20.

20.12 a/10. — **Construction d'un nouveau pont à Budapest.** — ALGYAY-HUBERT, *Bautech.*, n° 34, 10 août 1934, pp. 435-438, 8 fig.

Pont à 4 poutres continues en arc. Les portées sont de 112 m, 154 m et 112 m. Les travées d'approche en poutres à âme pleine sont également métalliques.

20.12 b/4. — **Treillis en losange.** — A. VIERENDEEL, *Rev. Univ. des Mines*, n° 16, 15 août 1934, pp. 429-430, 7 fig.

L'auteur réfute la thèse qui considère ces treillis comme une évolution de la poutre Vierendeel se comportant sous l'effet des charges d'une manière analogue à cette dernière.

20.12 c/16. — **Ripage d'un pont de 1.200 tonnes.** — *Constr. Meth.*, n° 8, août 1934, pp. 26-29, 14 fig.

Ce pont en treillis continu, monté sur pylônes en treillis, situé à Washington, a une longueur de 225 mètres, et a été déplacé de 24 mètres en huit heures.

20.14 a/5. — **Pont primé aux Etats-Unis.** — *Eng. News-Rec.*, n° 8, 23 août 1934, pp. 248, 2 fig.

Caractéristiques du *Dr John McLoughlin Bridge* : 3 travées en arc à 3 rotules avec tirant ; portée centrale 73 m.

20.36/4. — **Construction des fondations du San Francisco Oakland Bridge.** — C. H. PURCELL, Ch. E. ANDREW, Gl. B. WOODRUF, *Eng. News-Rec.*, n° 8, 23 août 1934, pp. 227-233, 11 fig.

Méthode par fonçage de caissons à l'air libre. Détails de la charpente de ces caissons. Emploi de batardeaux en palplanches métalliques, raidis par des poutrelles placées extérieurement.

Charpentes

30.0/12. — **L'emploi de la soudure en Pologne.** — St BRYLA, *Weld. Industry*, n° 7, août 1934, pp. 219-222, 2 fig.

Résumé de la communication présentée au congrès de l'acier à Londres. L'auteur examine l'évolution de l'emploi de la soudure en Pologne et donne des exemples récents d'applications. Il commente les nouvelles prescriptions polonaises relatives à la soudure.

30.1/9. — **Laboratoire à charpente soudée.** — E. S. NEEDHAM, *Weld. Industry*, n° 7, août 1934, pp. 211-212, 7 fig.

Atelier à un étage : des portiques supportent cet étage et la toiture. Assemblages soudés dont notamment un nœud de portique de dessin intéressant.



EN STOCK



TOUTE LA GAMME DES

PROFILES.
TOLES, FONTES
FERS ET MÉTAUX



P. & M. CASSART

BUREAUX ET MAGASINS:
120-122 AVENUE DU PORT 120-122
BRUXELLES • TELEPHONE: 26.39.41 • 26.27.46

30.3/24. — **Toitures de quai entièrement soudées.** — O. BONDY, *Railw. Eng.*, août 1934, pp. 250-254, 12 fig.

Description de différentes gares de Berlin dont les quais sont abrités soit par des auvents à appuis centraux soit par des toitures supportées par des portiques. Tous les assemblages sont soudés.

30.3/25. — **Nouveau mode de construction de halle de gare.** — *Tech. Blät.*, n° 33, 19 août 1934, p. 519, 2 fig.

Courte description d'une halle à point d'appui central et à poutre Vierendeel longitudinale supportant la toiture.

31.2/18. — **Le nouveau siège de la società reale muca di Assicurazioni.** — *Oss. Mét.*, n° 10, octobre 1934, pp. 465-477, 15 fig.

Description d'un vaste immeuble à usage de bureaux, à ossature métallique. Détails de la construction, remplissage de l'ossature, aménagement.

31.2/19. — **Immeubles à Alger.** — *Chantiers* (Alger), n° 8, 1934, pp. 608-611, 5 fig.

Breve description de deux immeubles à appartements, à ossature métallique.

31.2/20. — **Le centre urbain de Villeurbanne.** — FILIPPI, *Techn. des Travaux*, n° 8, août 1934, pp. 455-464, 10 fig.

Description de la construction de 8 groupes d'immeubles, entourant un hôtel de ville et un palais des fêtes. Détails constructifs de ces immeubles à ossature métallique.

31.3/13. — **Le building à ossature métallique soudée de 8 étages de la Caisse d'Epargne de Varsovie.** — ST. BRYLA, *Weld. Industry*, n° 7, août 1934, pp. 201-205.

L'auteur décrit l'exécution de ce vaste immeuble à ossature métallique soudée dont les fermes et une coupole sont en charpente tubulaire ; détails des piliers formés par des fers U.

31.4/7. — **La reconstruction du Théâtre Corso de Zurich.** Architectes : K. KNELL et E. F. BURCKHARDT. — *Schweiz. Bauz.*, n° 8, 25 août 1934, pp. 79-92, 38 fig.

Description détaillée des différents travaux exécutés et des nouveaux aménagements réalisés ; citons notamment la description de l'ossature métallique (balcon en porte-à-faux, plancher du parterre mobile, etc.) l'éclairage, le mobilier métallique, le chauffage, etc.

31.5/8. — **Le bâtiment de la Philadelphia Saving Fund Society.** — F. AUBERSONOIS, *Oeuvres*, n° 8, août 1934, pp. 13-16, 5 fig.

Courte description accompagnée de bonnes photographies de ce gratte-ciel de 35 étages, construit à Philadelphie.

31.5/9. — **Le centre Rockefeller à New-York.** — R. G. SKERRET et L. GAIN, *Chantiers* (Alger), n° 8, 1934, pp. 624-635, 20 fig.

Description de ce groupe de gratte-ciel cons-

truit suivant un plan d'ensemble. Le groupe comprend notamment un gratte-ciel de 70 étages et deux théâtres. Détails d'aménagements intérieurs.

33.0/2. — **Etude comparative des profilés et des tôles pliées.** — LEJAULT, *Industrie Métal.*, n° 2, juil.-août 1934, pp. 3-7, 26 fig.

L'auteur compare les deux procédés employés pour la réalisation des châssis métalliques ; il étudie les assemblages, l'économie en matières premières, le point de vue esthétique, etc.

33.0/3. — **Hôtel de Ville de Puteaux J. et E. Niermans,** Arch. BRUNET, *Bâtim. Illustré*, août 1934, pp. 18-24, 15 fig.

Dans ce remarquable bâtiment groupant tous les services de la ville, on note l'emploi exclusif de châssis métalliques de toutes dimensions. Excellent éclairage.

35.3/3. — **Le meuble métallique scolaire.** — *Industrie Métal.* n° 2, juil.-août 1934, pp. 8-9, 4 fig.

Description de quelques modèles en tubes ou en tôles pliées.

37.0/3. — **Manutention de charbon à Melbourne.** — *Engineering*, 3 août 1934, pp. 130-131, 2 fig.

Installation originale comportant notamment un transporteur à courroie pivotant et une grue se déplaçant sur une voie circulaire.

37.1/6. — **La grue suspendue de Boulder-Dam.** — FRANCKE, *V. D. I.*, n° 33, 18 août 1934, pp. 978-979, 3 fig.

La portée des câbles de roulement de la grue suspendue au-dessus du Boulder-Dam (E.U.A.) est de 380 m. Le chariot repose sur 48 roues réparties sur 6 câbles.

37.3/2. — **Transporteur à charbon au Pirée.** — *Engineering*, 24 août 1934, p. 195, 2 fig.

Pont portique de 106^m70 de longueur avec bras mobile en porte-à-faux.

Transports

40.10/1. — **Les ponts de la ligne de Berlin au Wannsee.** — USINGER, *Beutech.*, n° 31, 20 juil. 1934, pp. 405-409, n° 33 ; 3 août 1934, pp. 427-429, 28 fig.

Description des nouveaux ponts et gares surélevées construits lors de l'électrification d'une ligne urbaine. Ponts à poutres à âmes pleines. Portiques métalliques.

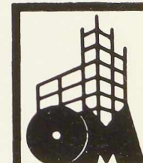
40.22/17. — **Automotrice italienne.** — *Engineering*, 3 août 1934, p. 116, 5 fig.

Description d'une automotrice à 72 places : caisse à ossature métallique.

40.22/18. — **Rame automotrice « Zéphyr ».** — *Engineering*, 24 août 1934, pp. 191-192, 8 fig.

Description détaillée d'une rame automotrice légère rapide (190 km/h.) construite aux Etats-Unis.

40.22/19. — **Rame automotrice « Zéphyr ».** — BUDD, *Civ. Engineering*, n° 8, août 1934, pp. 383-387, 8 fig.



ENTREPRISES
BLATON-AUBERT

SOCIETE ANONYME



4, Rue du Pavillon, BRUXELLES

L'auteur montre l'intérêt des rames légères pour reconquérir en faveur du rail le transport des voyageurs. Description d'une rame légère à 3 voitures (4 bogies). Performances réalisées par ce train (1.620 km sans arrêt à 125 km/h. de moyenne). Construction en acier inoxydable à haute résistance.

41.1/2. — **Barrière garde-fou pour autos le long des routes.** — P. B. SLOCK, *Civ. Engineering*, n° 8, août 1934, pp. 413-417, 12 fig.

L'auteur présente un rapport relatif aux essais effectués sur différents modèles de barrières garde-fous notamment en tôle d'acier et en câbles métalliques.

41.1/3. — **L'acier et la fonte comme revêtement de routes.** — V. D. I., n° 31, 4 août 1934, pp. 938-939, 4 fig.

Courte description de deux procédés de revêtement pour route : grillages en acier et en fonte.

41.1/4. — **Plaque d'acier pour l'exécution des routes.** — W. A. WOODWARD, *Iron and Steel*, n° 11, août 1934, p. 371-372, 3 fig.

Emploi de tôles à bords relevés et fixés l'un à l'autre ; ces tôles sont obtenues de béton ou d'asphalte. Bons résultats obtenus.

42.1/6. — **Barge entièrement soudée.** — *Welding*, août 1934, p. 346, 1 fig.

Description d'une barge construite aux Etats-Unis pour le transport de l'essence (capacité 1.340 tonnes).

42.1/7. — **Barge à pétrole soudée.** — *Electric Welding*, n° 18, août 1934, pp. 165-168, 2 fig.

Description d'une barge de 62 mètres de longueur. Capacité de chargement de 1.600 tonnes. Construction entièrement soudée.

42.2/4. — **Bateau entièrement soudé.** — *Electr. Welding*, n° 18, août 1934, pp. 175-185, 22 fig.

Description d'une barge de 36 m de longueur destinée au transport des pétroles. Détails relatifs aux différents assemblages et à leurs dispositions.

43.0/3. — **Aéroports.** — *Casa Bella*, n° 80, août 1934, pp. 24-31, 52 fig.

Etude très complète et détaillée des conditions auxquelles doivent répondre les aéroports modernes. Situation, terrain, utilisation du terrain, pistes, bâtiments, hangars, etc.

Divers

51.0/1. — **Les palplanches métalliques.** — E. A. VAN GENDEREN STORT, *Naja Nieuws*, n° 4, 1934, p. 55.

L'auteur étudie les différents systèmes de palplanches et montre l'avantage des palplanches métalliques.

51.1/4. — **Barrage à aiguilles.** — *Engineering*, 24 août 1934, p. 198, 5 fig.

Description d'une charpente mobile fixée à un portique mobile et destinée à placer ou

retirer les aiguilles d'un barrage de l'état de Vermont (E. U. A.).

51.3/5. — **Fonçage et résistance de différents pieux en acier et en béton, et de palplanches métalliques.** — E. PAULSEN, *Bautech*, n° 33, 3 août 1934, pp. 429-433; n° 34, 10 août 1934, pp. 443-445, 21 fig.

Lors du renforcement de murs de quai à Hambourg, des essais ont été effectués sur des pieux en tubes en acier et en béton et sur des palplanches.

52.4/11. — **Les conduites forcées du barrage « Boulder ».** — C. M. DAY, P. BIER, *Mech. Eng.*, n° 8, août 1934, pp. 451-465, 23 fig.

Dispositions générales, étude, fabrication et pose de conduites entièrement soudées dont le diamètre atteint jusqu'à 9 m. Essais, vérification des conduites, transports, etc.

52.4/12. — **Pipe-line sous eau à Fort Wayne (E. U. A.).** — W. C. CURD, *Eng. News-Rec.*, 9 août 1934, pp. 170-172, 4 fig.

La conduite en acier, protégée par 20 cm de béton, est posée sur des pontons, dont les corps flottants sont des éléments de tuyaux. Après la descente de la conduite, les tuyaux servant de corps flottant sont utilisés eux-mêmes pour la partie de la conduite placée à terre.

53.3/4. — **Soutènement « Moll » pour galeries de mines.** — *Ann. Mines de Belgique*, première livr. 1934, pp. 187-190, 2 fig.

Description d'un soutènement mixte acier-bois. Emploi de vieux rails coiffés de plaques d'appui spéciales recevant des longrines latérales en bois.

53.3/5. — **Le soutènement métallique dans les mines.** — V. ERNOULD, *Oss. Mét.*, n° 10, oct. 1934, pp. 478-490, 31 fig.

L'auteur montre les avantages du soutènement métallique, description détaillée des systèmes en service ; modes d'assemblages ; liaisons des cadres, etc.

53.4/3. — **Emploi de tôles d'acier pour le creusement de tunnels.** — *Eng. News-Rec.*, n° 9, 30 août 1934, pp. 277-279, 6 fig.

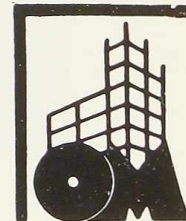
Dans l'Etat d'Indiana le revêtement provisoire de 3 tunnels est en tôles d'acier raidies par des poutrelles. Le revêtement définitif est en béton coulé sur ces tôles.

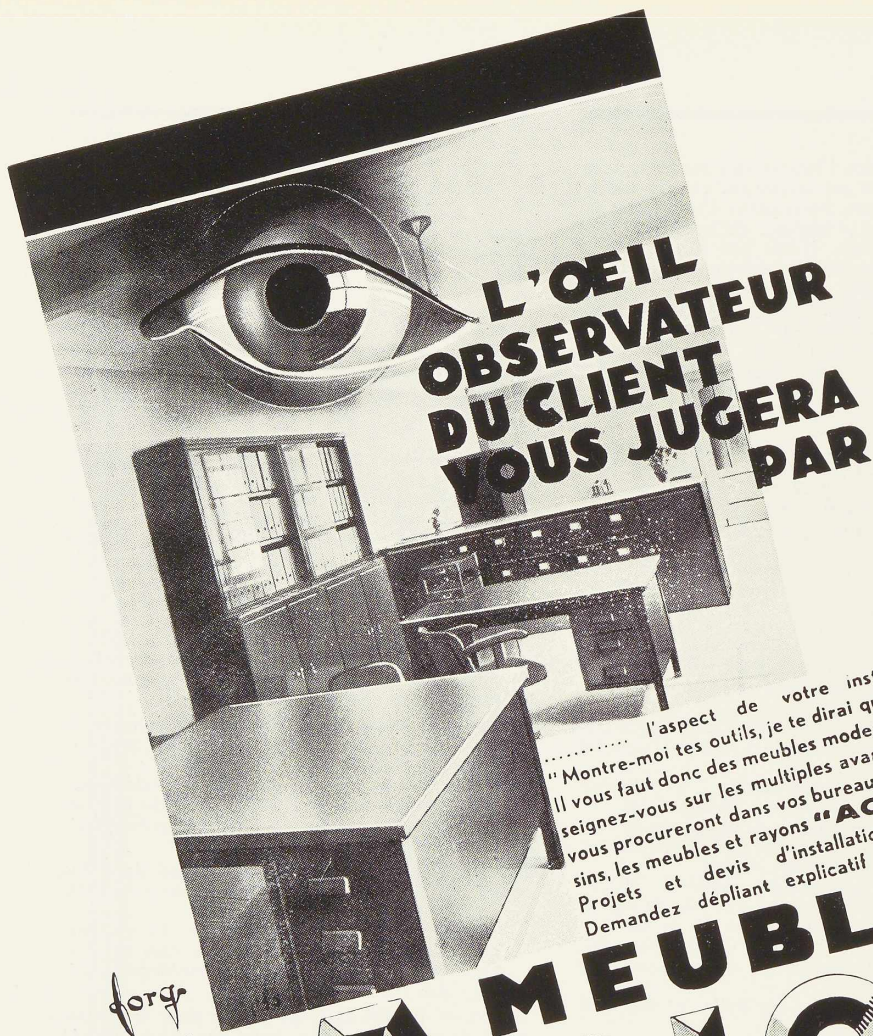
54.14/1. — **Les peintures à l'aluminium.** — *Industrie Métal.*, n° 2, juil.-août 1934, p. 19.

Caractéristiques, préparations et qualités de ces peintures.

55.1/1. — **Le plâtre.** — *Bâtim. Illustré*, août 1934, p. 42.

Relation sur les essais, effectués par la chambre syndicale des marchands de plâtre, prouvant la bonne tenue au feu des matériaux protégés par du plâtre.





**L'OEIL
OBSERVATEUR
DU CLIENT
VOUS JUGERA
PAR**

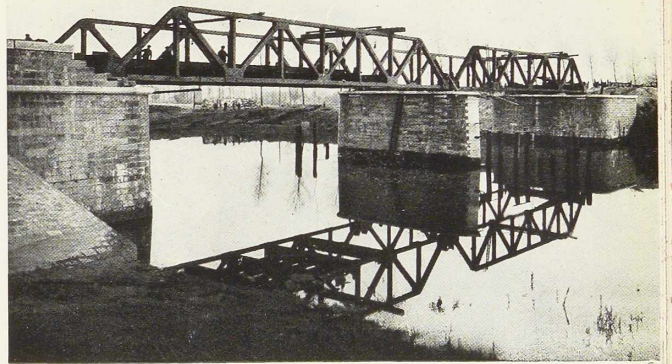
..... l'aspect de votre installation.
"Montre-moi tes outils, je te dirai qui tu es".
Il vous faut donc des meubles modernes. Ren-
seignez-vous sur les multiples avantages que
vous procureront dans vos bureaux ou maga-
sins, les meubles et rayons "ACIOR".
Projets et devis d'installation gratuits.
Demandez dépliant explicatif n° 6.

PHOTO
PIROM

MEUBLES ACIOR

**FABRIQUÉ EN BELGIQUE PAR LA
MAISON DESOER**

BRUXELLES, 16, rue des Boiteux - Tél. 17.28.40
LIEGE, 17, rue Sainte-Véronique - Tél. 17.73.49
149.00



PONT-ROUTE DE WAESMUNSTER

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES

NOBELS-PEELMAN

SOC. AN. SAINT-NICOLAS/WAES, BELGIQUE



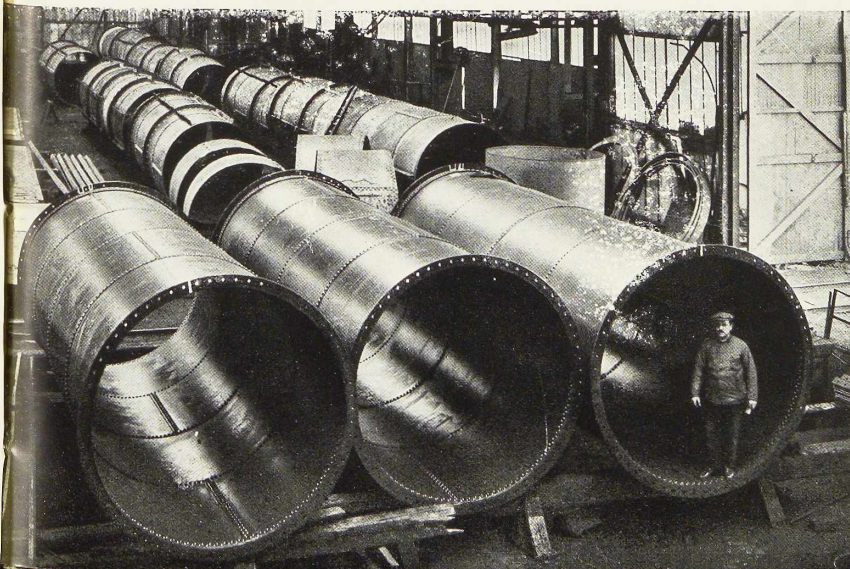
Ponts, Charpentes, Pylones

Réservoirs, Tanks, Tuyauteries rivées

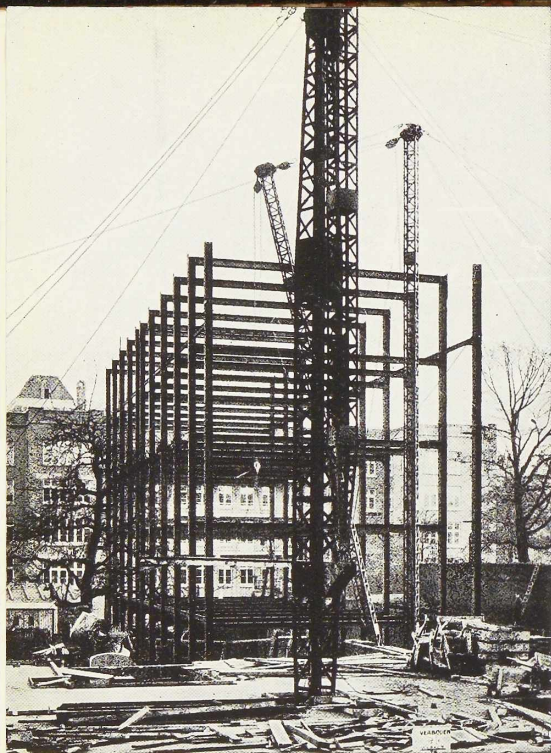
Transporteurs-monorails

Wagons - citernes, wagons-jarres

Wagons-trémies



TUYAUTERIES RIVÉES
A DESTINATION DU
MAROC



ENTREPRISES GENERALES DE MONTAGE

F. FAILLET & A. LECLERCQ

SOCIÉTÉ EN NOM COLLECTIF
19, avenue des Azalées

BRUXELLES (3)

TÉLÉPHONE: 15.81.01
Nombreuses références

MONTAGES MÉTALLIQUES
DÉMONTAGES
DÉMOLITIONS. MANUTENTIONS

Travaux récents effectués : Ponts de Luttre. — Agence Maritime place de Meir, Anvers. — Institut Saint-Raphaël à Louvain. — Magasin Priba, Anvers. — Pont du Muide à Gand, etc., etc.

Travaux en cours : Montage des Ponts d'Hérenthals y compris le pont Cockerill de 3.500 Tonnes.

FARCOMETAL

BREVETE EN TOUS PAYS

Armature coffrage métallique pour béton armé — Supprime le bois de coffrage avec tous ses inconvénients — Lattis métallique léger pour murs, cloisons et plafonds — Adhérence parfaite des enduits — Suppression des fissures — Système le plus rapide, le plus scientifique, le plus facile et le plus économique — Coffrage amovible métallique pour hourdis nervurés — Hourdis isolants en béton de ponce à haute résistance armé de

FARCOMETAL (BREVET TIRIFAHY)

50.000 m² de terrasses et planchers en construction aux Grands Palais de l'Exposition de Bruxelles.

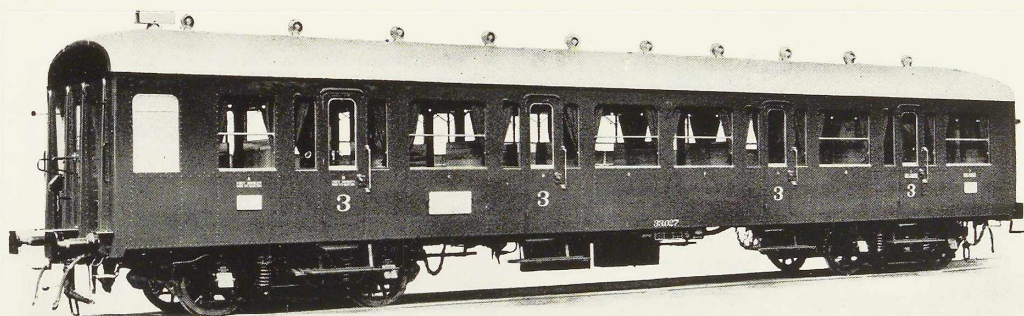
Planchers de voitures métalliques pour chemins de fer. Ponce de Valenzy pour isolation.

LEON TIRIFAHY, INGENIEUR

BUREAU TECHNIQUE ET COMMERCIAL :

57, RUE GACHARD, A BRUXELLES. TÉLÉPHONE 48.69.54

Catalogues, Tarifs, Echantillons, tous renseignements sur demande

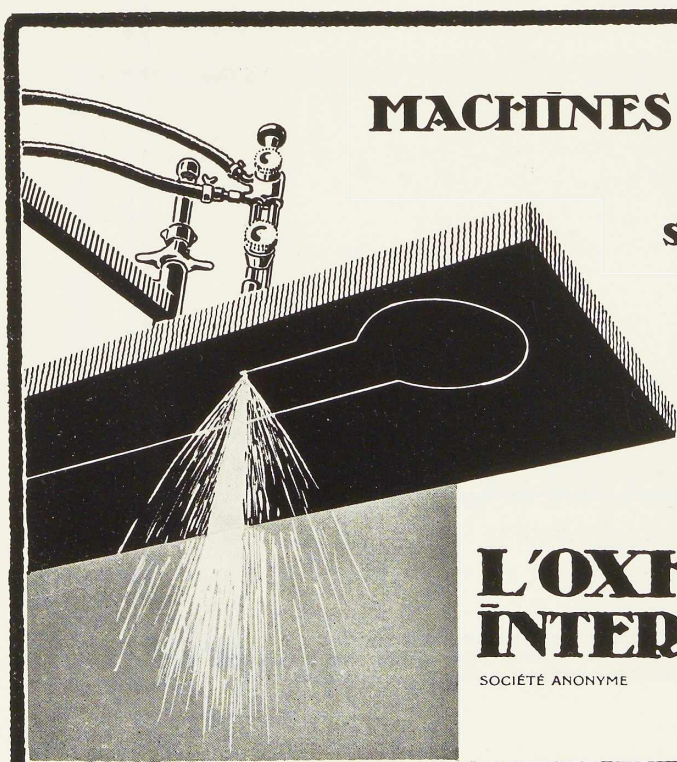


COMPAGNIE CENTRALE DE CONSTRUCTION

HAINÉ - SAINT - PIERRE

Matériel roulant de chemins de fer. - Voitures à voyageurs, wagons à marchandises de tous types. - Pièces détachées pour ce matériel. - Changements et croisements de voies. - Ponts et charpentes métalliques de toutes portées. - Spécialité d'appareils frigorifiques pour boucheries, pâtisseries, hôtels, restaurants. - Tuyaux à ailettes en fonte. - Pièces en fonte résistant aux acides et au feu.

Administrateur-Directeur : Pierre HIARD
Adresse télégraphique : HIARD-HAINÉ-SAINT-PIERRE



MACHINES A DÉCOUPER

**AUTOMATIQUES ET
SEMI-AUTOMATIQUES**

**POUR TOUTES
APPLICATIONS**

L'OXHYDRIQUE INTERNATIONALE

SOCIÉTÉ ANONYME

RUE PIERRE VAN HUMBEEK, 31, BRUXELLES

CLICHES

POUR TOUTES IMPRESSIONS

ETABLISSEMENTS DE PHOTOGRAVURE

TALLON & C°S.A

22-26, RUE SAINT-PIERRE, BRUXELLES

TÉL. : 17.08.82. CH. POST. : 251. R. C. BRUXELLES 560

L O N D R E S . L I L L E

SOCIÉTÉ
BELGE DES

**COULEURS
ET VERNIS**

S. A.

SPÉCIALISÉE EN TOUS
LES GENRES DE PRODUITS
DE PROTECTION ET DE
DÉCORATION DES MÉTAUX

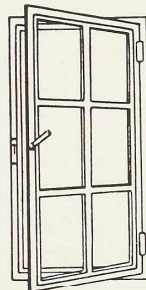
11, RUE BISSÉ BRUXELLES

**SOCIÉTÉ COMMERCIALE
DE BELGIQUE**

SOCIÉTÉ ANONYME A OUGRÉE
MONOPOLE DE VENTE DES PRODUITS:
LAMINOIRS D'ANVERS A SCHOOTEN
USINES DE MONCHERET A ACOZ

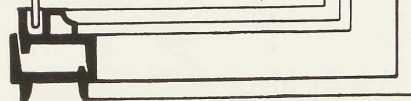
SECTIONS
P O U R
FENÊTRES

L T U
A ANGLES
VIFS



SECTIONS
SPÉCIALES
POUR LA
MENUISERIE
MÉTALLIQUE

MOULURES,
MAINS-COURANTES,
NEZ-DE-MARCHES, ETC.

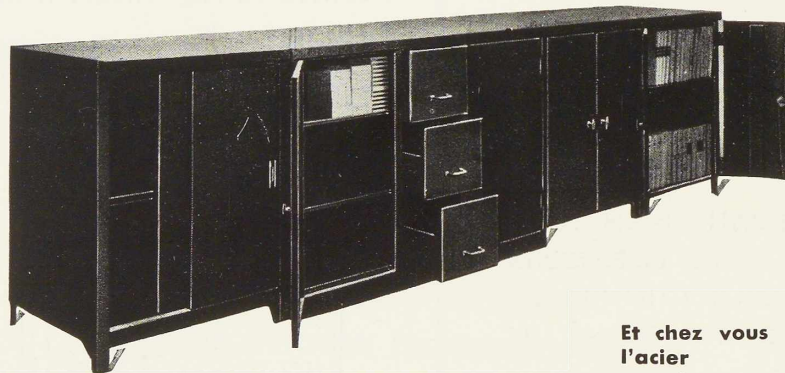


*Cette revue est tirée
par l'Imprimerie*

**GEORGES
THONE
A LIEGE**

S. A. DES MÉTAUX USINÉS

8, RUE DE LA STATION, JUPILLE-LIÈGE



Et chez vous aussi
l'acier
remplacera
le bois

MEUBLES EN ACIER ET TUBES

ARMOIRES VESTIAIRES MÉTALLIQUES

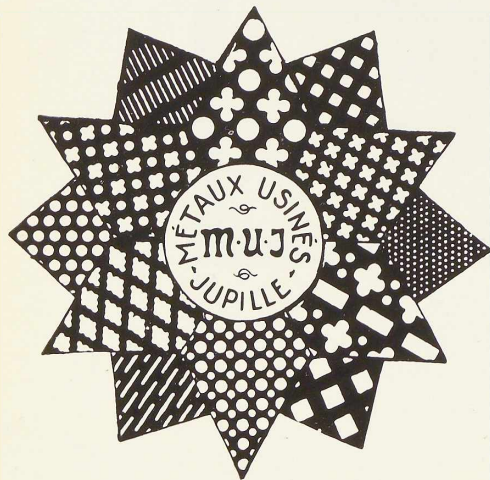
MEUBLES DE BUREAUX, TYPES : LUXE, ÉCONOMIQUE, INDUSTRIEL. PORTES DE CABINES, COFFRES A OUTILS, ETC.

CONSTRUCTION ENTIÈREMENT BELGE

DEVIS SUR DEMANDE POUR TOUS MEUBLES SPÉCIAUX

PERFORATION MECANIQUE DE TOUS METAUX

FAUX-FONDS POUR BRASSERIES, DISTILLERIES, ETC.
PIÈCES DÉCOUPÉES ET EMBOUTIES. RONDELLES



S. A. DES MÉTAUX USINÉS
RUE DE LA STATION, JUPILLE-LIÈGE. TÉL. 705.26