



L'OSSATURE METALLIQUE

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

11^{ème} ANNÉE

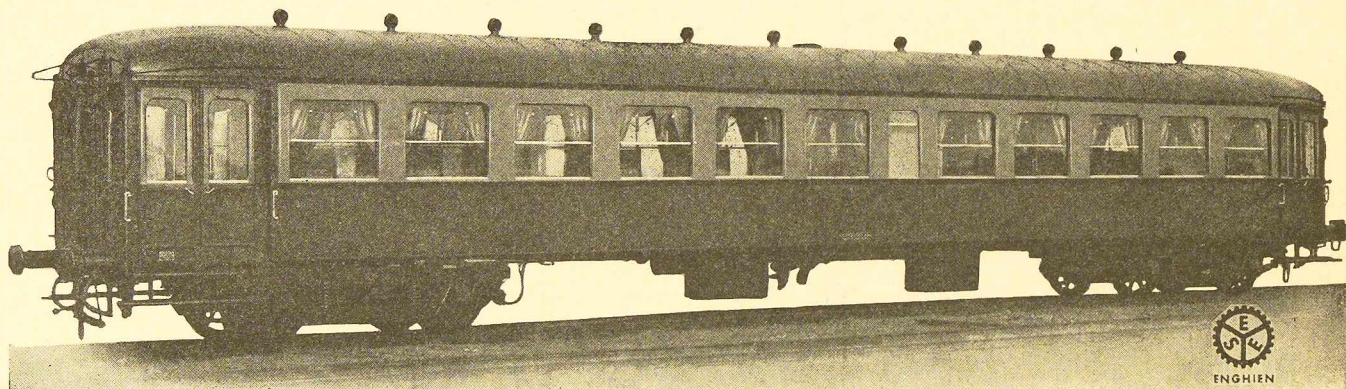
11-12

NOVEMBRE-DÉCEMBRE
1946

Société Métallurgique

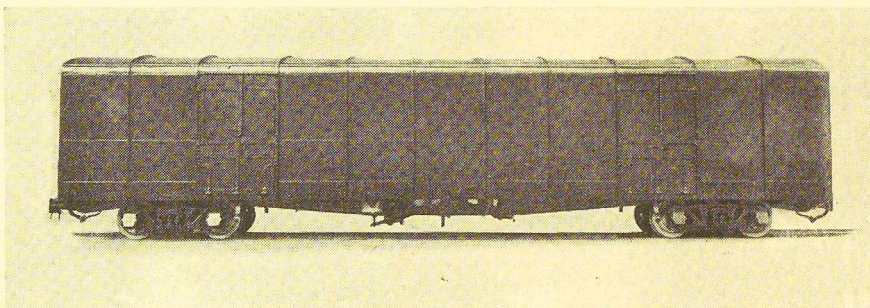
D'ENGHIEN S^T-ELOI

ENGHIEN-Belgique

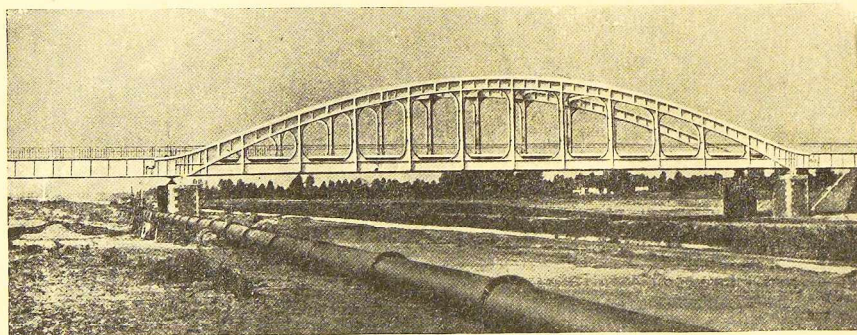


VOITURE
MÉTALLI-
QUE 22m.
A BOGIES

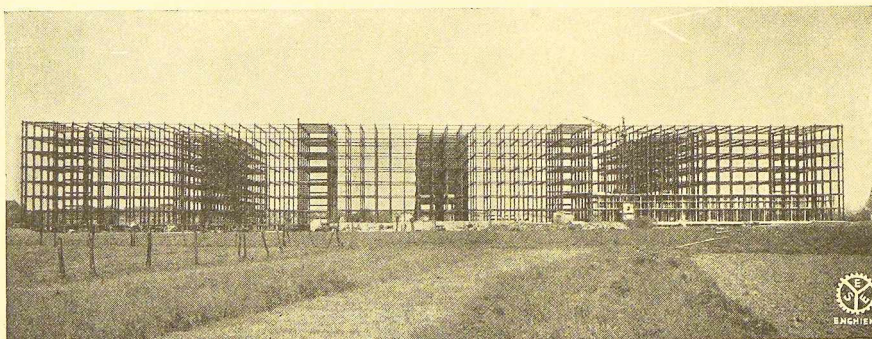
Wagons-Voitures
Ponts - Charpentes - Chaudronnerie - Appareils de levage
Produits de boulonnerie



WAGON FERMÉ MÉTALLIQUE A BOGIES



PONT SOUDÉ DE LUMMEN



HOPITAL ACADÉMIQUE DE L'UNIVERSITÉ
DE GAND. OSSATURE DE 3.000 T.

Imp. G. Thone, Liège (Belgique)

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

38, boul. Bischoffsheim, Bruxelles - Téléph. : 17.16.63 (2 lignes)

Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

11^e ANNÉE

N° 11-12

NOVEMBRE-DÉCEMBRE

1946

S O M M A I R E

Quelques considérations au sujet de la reconstruction du pont soudé de la Pêcherie à Gand, par G. De Cuyper	251
L'acier et ses applications	264
Le problème des réservoirs pour combustibles liquides, par A. Caquot	265
Le soudage d'un réservoir prototype de 3.500 m ³ - Système Caquot, par H. Gerbeaux	268
Une méthode nouvelle de relèvement de ponts, par A. Mook-Aray	275
Montage par lancement des ponts Vierendeel type B, sur le canal Albert, par V. Daniel	281
La reconstruction du viaduc d'Eauplet sur la Seine	285
Contribution à l'étude du flambage des pièces encastées et appuyées, par R. Patriarche	288
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois de septembre. - Le IX ^e Congrès des Centres d'Information de l'Acier. - Réunion du Comité permanent de l'A. I. P. C. - Exposition du Logement de Roubaix-Tourcoing. - Construction d'un pont provisoire à Chalampé (France). - La Jonction Nord-Midi à Bruxelles	291
BIBLIOTHÈQUE	296
TABLE DES MATIÈRES	297

ABONNEMENTS

1947

Voir conditions
page 6 des annonces.

ABONNEMENTS 1946 (6 numéros bimestriels) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : 100 francs belges.

France et ses Colonies : 400 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences GIRARDOT & C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions : 5 dollars, payables à M. Léon G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxembourg, Room 3055, 630 Fifth Avenue, New York 20, N. Y.

Autres pays : 175 francs belges.

Tous les abonnements prennent cours le 1^{er} janvier.

PRIX DU NUMÉRO :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 20,- ;
France : francs français 80,- ; **autres pays** : francs belges 35,-.

DROIT DE REPRODUCTION :

La reproduction de tout ou partie des articles ou des illustrations ne peut se faire qu'en citant *L'Ossature Métallique*.



Dans la construction navale

LES ELECTRODES

OK



**DES NAVIRES DE
15.000 TONNES ET PLUS
SONT ENTIEREMENT
SOUEDES AVEC NOS
ELECTRODES**

AGRÉÉES PAR LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING
BUREAU VERITAS ET AUTRES SOCIÉTÉS
DE CLASSIFICATION

ESAB

SOCIÉTÉ ANONYME
116-118, rue Stephenson
BRUXELLES Téléphone 15.91.26



CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Président d'Honneur : M. Albert D'HEUR.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

M. Léon GREINER, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges.

Vice-Président :

M. Aloyse MEYER, Directeur Général des A. R. B. E. D., à Luxembourg.

Administrateur-Conseil :

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

Membres :

M. Oscar BIHET, Administrateur-Directeur Gérant des Usines à Tubes de la Meuse, S. A.;
M. Fernand COURTOY, Président et Administrateur délégué du Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY, S. A.;
M. René DEFALQUE, Directeur de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fondries et Usines de la Providence;

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{ie}, Délégué de la Chambre Syndicale des Marchands de Fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique.

M. Hector DUMONT, Administrateur-Directeur de la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur;

M. Emile HOUBAER, Directeur de la Métallurgie de la S. A. John Cockerill;

M. Louis ISAAC, Administrateur délégué de la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi;

M. Louis NOBELS, Vice-Président et Administrateur Délégué des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Pelman;

M. Henri NOEZ, Directeur Général de la Fabrique de Fer de Charleroi;

M. François PEROT, Administrateur Directeur Général de la S. A. d'Ougrée-Marihaye, Vice-Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges;

M. Henri ROGER, Directeur Général des H. A. D. I. R., à Luxembourg.

LISTE DES MEMBRES

ACIERIES BELGES

Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.
Fabrique de Fer de Charleroi, S. A., à Charleroi.
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., à La Croyère, Bois-d'Haine.
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fondries et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIERIES LUXEMBOURGEOISES

Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.

Hauts Fourneaux et Aciéries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, Luxembourg.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
Emailleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.
Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.
La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.
Usines de Moncheret, à Acoz, Division de la S. A. des Aciéries et Minières de la Sambre.
Laminoirs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chênée.
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borguet, Flémalle-Haute.
Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 100, avenue des Anciens Etangs, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

Etablissements André & Yernaux, S. A., 51, rue Paul Pastur, Courcelles.

Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de La Croÿère, Seneffe et Godarville, S. A., à La Croÿère.

Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.

Mécanique et Chaudronnerie de Bouffioulx, Bouffioulx-lez-Châtelineau.

Ateliers de Construction de la Basse-Sambre, S. A., à Moustier-sur-Sambre.

Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.

Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis, S. A., 249-253, chaussée de Vleurgat, Bruxelles.

Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.

Société Anonyme Anciennes Usines Canon-Legrand, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.

Ateliers de Construction Paul Bracke, s. p. r. l., 30-40, rue de l'Abondance, Bruxelles.

Usines de Braine-le-Comte, S. A., à Braine-le-Comte.

La Brugeoise et Nicaise & Delcuve, S. A., à Saint-Michel-lez-Bruges.

Chaubobel, S. A., à Huyssinghen.

John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.

La Construction Soudée, Anciens Etablissements André Beckers, S. A., chaussée de Buda, Haren.

« Cribla », S. A. Construction de Criblages et Lavoirs à charbon, 31, rue du Lombard, Bruxelles.

Compagnie Centrale de Construction, S. A., à Haine-Saint-Pierre.

Les Ateliers De Meestere Frères, Heule-lez-Courtrai.

Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.

Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.

Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est, S. A., Marchienne-au-Pont.

Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamen-court & C^{ie}, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.

Ateliers Georges Heine, S. A., chaussée des Forges, Huy.

Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 59, rue des Gloires Nationales, Auvélais.

Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes-Namur.

Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse, S. A., Anc. Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.

L'Industrielle Boraine, S. A., Quiévrain.

Ateliers Emile Kas, avenue de Mai, 264-266, Woluwe-Saint-Lambert.

Ateliers de Construction J. Kihn, Rumelange (G.-D.).

Société Anonyme des Ateliers de La Louvière-Bouvy, La Louvière.

Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, Malines.

La Manutention Automatique, S. A., Machelen.

Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.

Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).

Ateliers de Construction de Mortsel et Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.

Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.

Ateliers Sainte-Barbe, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.

Constructions Métalliques Hub. Simon, 148, rue de Plainevaux, Seraing-sur-Meuse.

Chaudronneries A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.

Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.

Etablissements D. Steyart-Heene, à Eecloo.

Ateliers du Thiriau, S. A., La Croÿère.

Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont, S. A., à Tirlemont.

Ateliers Vanderplanck, s. p. r. l., Fayt-lez-Manage.

Compagnie Belge des Freins Westinghouse, S. A., 105, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.

Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, à Willebroeck.

Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

CHÂSSIS MÉTALLIQUES

Chamebel (Le Châssis Métallique Belge), S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.

« Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, La Louvière (Baume).

MEUBLES MÉTALLIQUES

Maison Desoer, S. A. (meubles métalliques ACIOR), 17 21, rue Ste Véronique, Liège; 16, rue des Boiteux, Bruxelles.

SOUDURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

Electromécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.

ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.

Philips, S. A., 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles.

L'Air Liquide, S. A., 31, quai Orban, Liège.

La Soudure Electrique Autogène « Arcos », S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Bruxelles.

L'Oxydrique Internationale, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.

Soudométal, S. A., 83, chaussée de Ruysbroeck, Forest-Bruxelles.

COMPTOIRS DE VENTE
DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Columeta (Comptoir Métallurgique Luxembourgeois), S. A., Luxembourg.

Cosibel (Comptoir de Vente de la Sidérurgie Belge), S. C., 9, rue de la Chancellerie, Bruxelles.

Davum, S. A. Belge, 4, quai Van Meteren, Anvers.

Gilsoco, S. A., La Louvière.

Société Commerciale d'Ougrée, S. A., Ougrée.

Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

Ets Georges L.-J. Alexis, 31, rue Dartois, Liège (Aciers Martin Siemens & Spéciaux exclusivement).

P. et M. Cassart, 120-124, avenue du Port, Bruxelles.

Alexandre Devis & C^{ie}, 43, rue Masui, Bruxelles.

Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, Anvers.

Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.

Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.

J. Libouton & C^{ie}, S. A., 15, rue Zénobe Gramme, Charleroi.

Util, s. p. r. l., 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.

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

Peeters Frères, 10, Marché-au-Poisson, Louvain.

Collectivement :

Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 10, rue du Midi, Bruxelles.

Chambre Syndicale des Marchands de fer, 10, rue du Midi, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Études Industrielles Fernand Courtoy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.

MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstael, Bruxelles.

M. G. Moresée, ingénieur-conseil (A.I.Lg.), Le Petit Beaumont, Ham, Esneux.

M. J. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U.I.Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.

MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A.I.Br.), 5, rue Jean Chapelié, Bruxelles.

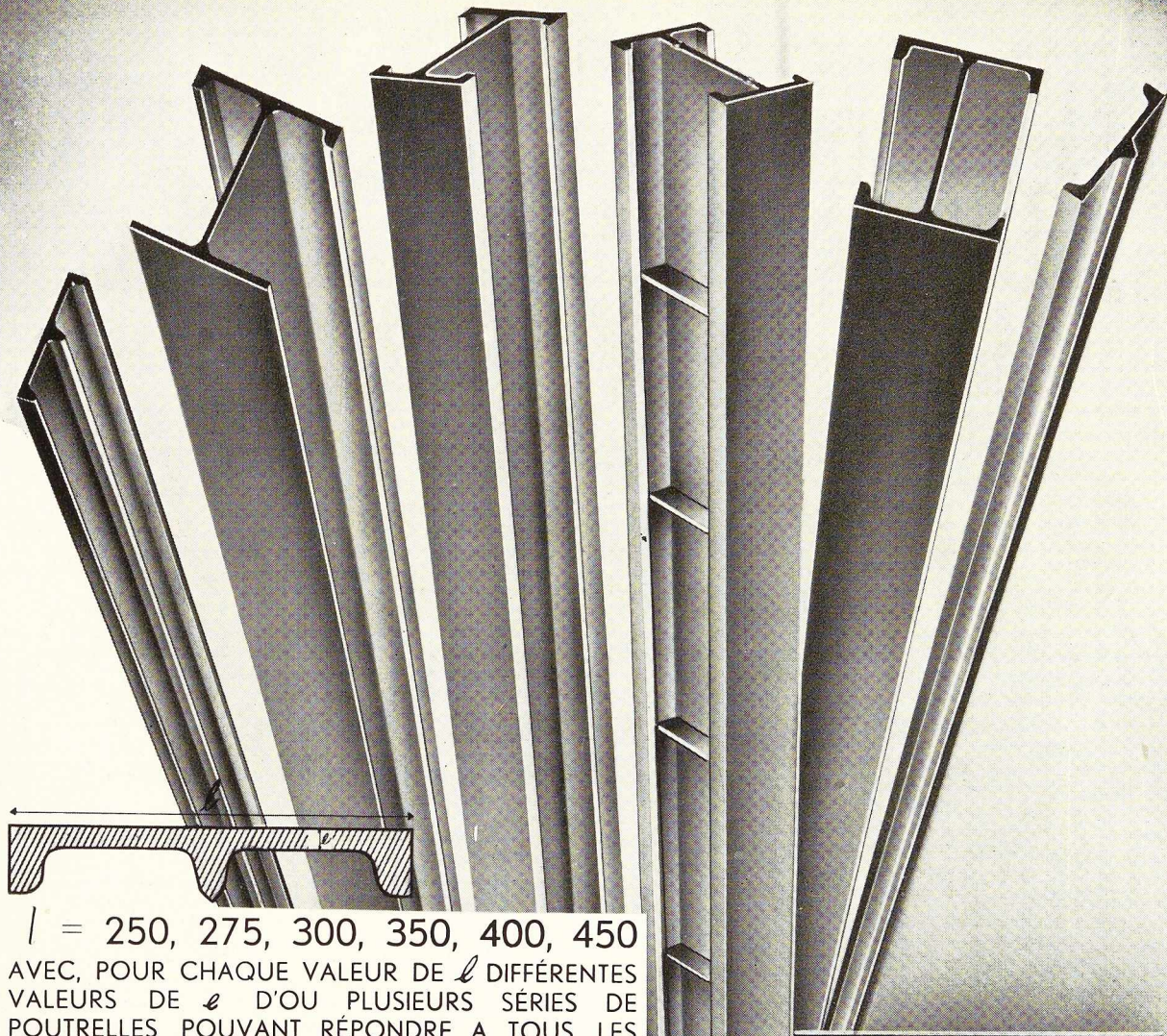
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin, S. A., à Hennuyères.

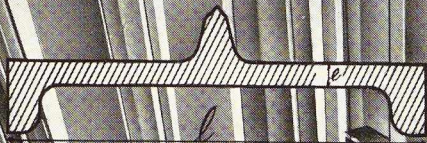
MEMBRES INDIVIDUELS

M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, 110, boulevard Auguste Reyers, Bruxelles.

M. Marcel François, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.



$l = 250, 275, 300, 350, 400, 450$
 AVEC, POUR CHAQUE VALEUR DE l DIFFÉRENTES
 VALEURS DE e D'OU PLUSIEURS SÉRIES DE
 POUTRELLES POUVANT RÉPONDRE A TOUS LES
 BESOINS COURANTS.



BREVET N° 446.942

PLAT NERVURÉ A BOULES S.A. OUGRÉE-MARIHAYE

CE PROFIL SPÉCIALE-
 MENT CONÇU POUR LA
 CONSTRUCTION DES
 COLONNES ET DES
 MEMBRURES DES
 POUTRES A AMES
 PLEINES EST UNE RÉVÉ-
 LATION DANS LA CON-
 STRUCTION SOUDÉE.

IL ASSURE UNE GRANDE
 ROBUSTESSE ET
 35 % D'ECONOMIE
 DANS LES GROS
 ÉLÉMENTS.

MONOPOLE
DES VENTES

SOCIÉTÉ COMMERCIALE D'OUGRÉE
 OUGRÉE (BELGIQUE)



NOS SPÉCIALITÉS :

Brides de tuyauteries pour hautes pressions
Tôles et accessoires galvanisés
Emboutis lourds et moyens
Ressorts - Am'Acier - Pièces en acier moulé
et pièces forgées (brutes et parachevées)

LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES S.
A.
NIVELLES

USINES A NIVELLES - TUBIZE - LA SAMBRE - MANAGÉ

Locomotives - Tenders - Wagons - Voitures - Ponts - Grues - Charpentes

EN

1947

L'OSSATURE METALLIQUE

reparaîtra mensuellement

LES CONDITIONS D'ABONNEMENT SERONT LES SUIVANTES :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : 160 francs belges, payables au compte chèques postaux n° 340.17, du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, Bruxelles.

France et ses Colonies : 700 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences GIRARDOT & C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions : 8 dollars, payables à M. Léon G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxemburg, Room 3055, 630 Fifth Avenue, New York 20, N. Y.

Autres pays : 280 francs belges.

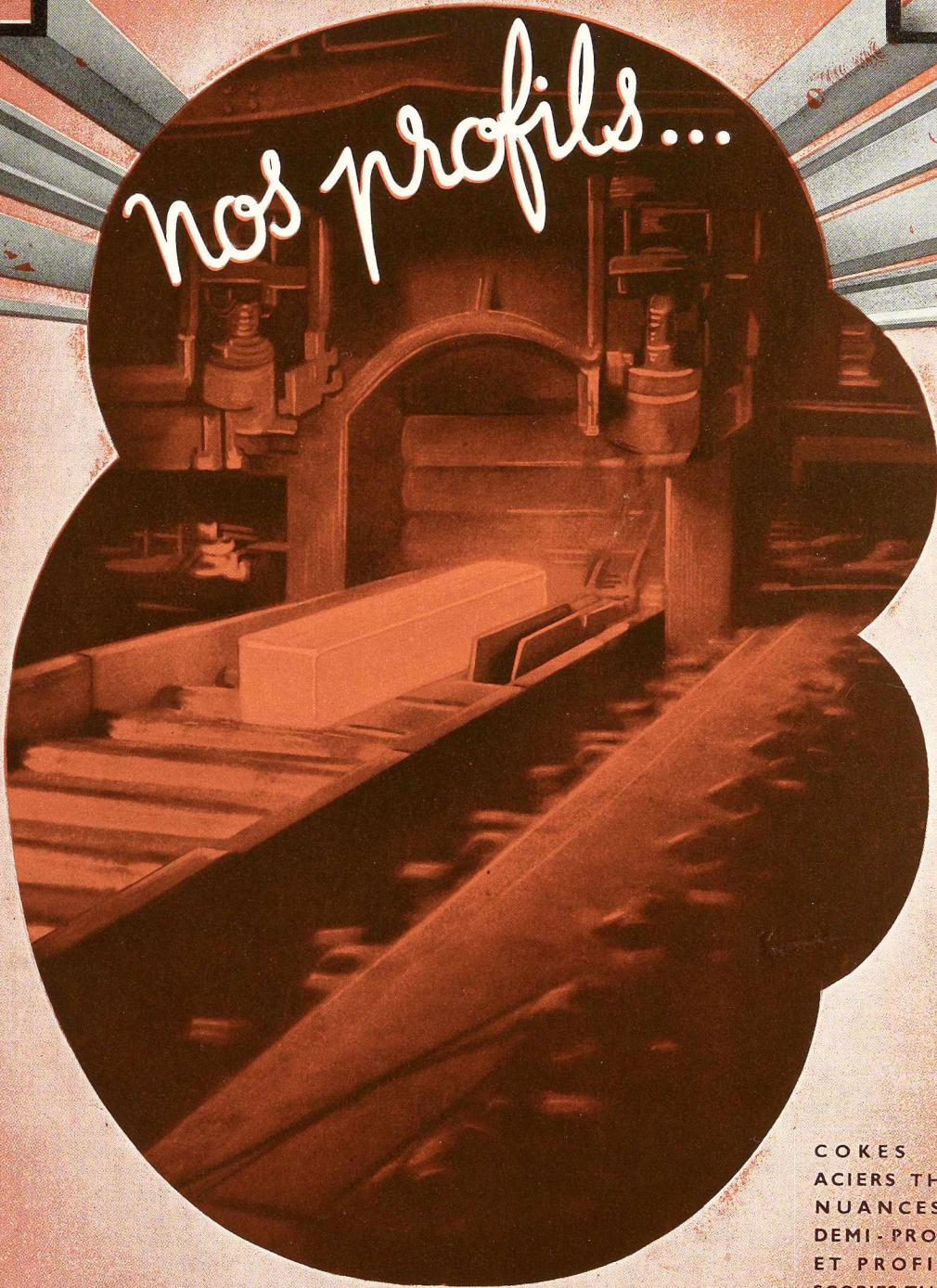
Tous les abonnements prennent cours au 1^{er} janvier.



Pour éviter toute interruption de service, veuillez nous couvrir dès à présent du montant de votre souscription.

S

nos profils...



COKES ET FONTES,
ACIERS THOMAS TOUTES
NUANCES EN LINGOTS,
DEMI-PRODUITS, BARRES
ET PROFILS SPÉCIAUX.
SCORIES THOMAS ET CIMENTS.

SOC. AN. DES HAUTS-FOURNEAUX FORGES & ACIERIES DE
THY-LE-CHATEAU & MARCINELLE

MARCINELLE : TÉL. CHARLEROI 122.93 • TÉLÉGR. WEZMIDI-CHARLEROI

Studio-Simar-Stevens

P



MEHLEN

CC

C

PALPLANCHES BELVAL

Le nouveau programme des profils ondulés de l'usine de Belval comprend :

1. **Profils normaux »N«** — Profils d'un module de 700 à 2350 cm³ pouvant suffire pour la plupart des travaux courants. Ces profils, laminés en cycle régulier par l'usine, sont livrables à très court délai.

2. **Profils renforcés »R«** — Profils normaux renforcés spécialement par rapport aux ailes et à la diagonale. Ces profils sont désignés pour le battage dans des terrains difficiles et là où une plus grande sécurité contre la corrosion est requise.

3. **Profils spéciaux.** — Dans ce groupe sont classés tous les autres profils d'une application moins fréquente. Leur laminage est sujet à l'accord préalable de l'usine.

Profitant d'une longue expérience, l'usine de Belval a perfectionné l'emboîtement des profils **Belval - Z** en se basant sur une conception nouvelle. Une plus grande solidité a été réalisée par une modification des bourrelets et par le renforcement de leurs tenants à la base ; en plus, les bourrelets ont été arrondis à la pointe de façon à obtenir un enfilage et un glissement plus faciles.

Une brochure spéciale donnant des indications détaillées sur les trois types de profils ondulés :

Belval-Z, Terres Rouges et Belval-O est envoyée sur demande.

Pour la Belgique, s'adresser à

LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE S.A.

11, QUAI DU COMMERCE, BRUXELLES

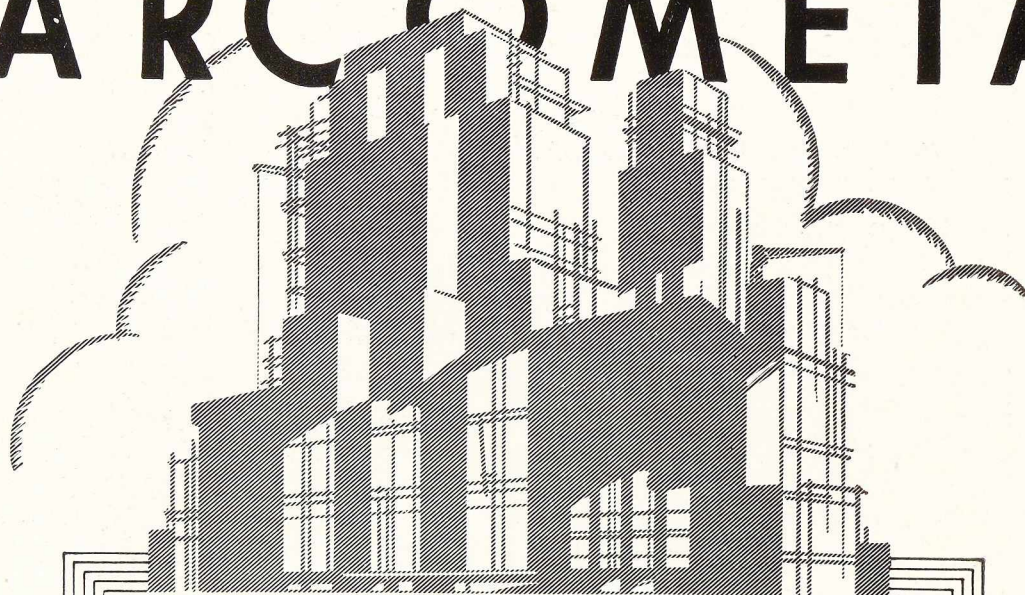
Tél. 17.22.46 - Adr. Tél. BELGOLUX BRUXELLES



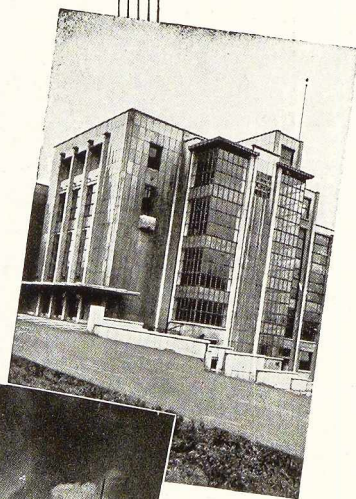
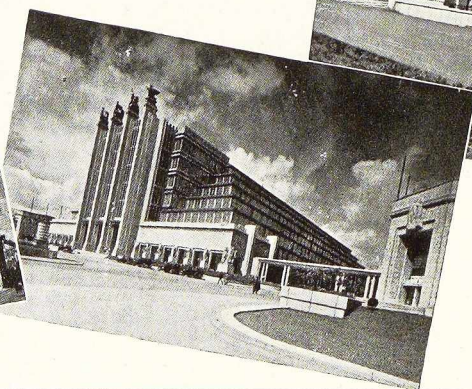
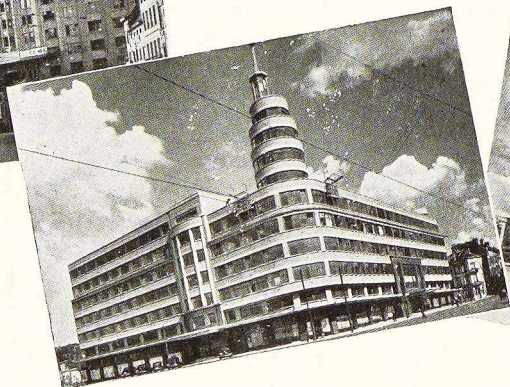
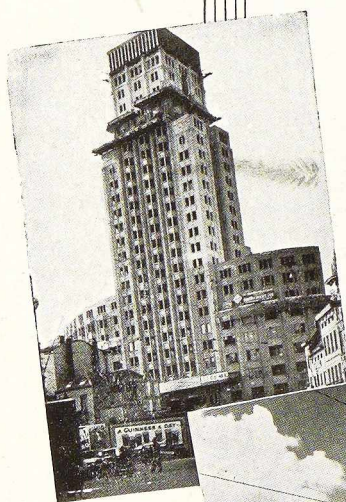
D L U M E T A

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS S.A. LUXEMBOURG

FARCOMETAL



Armature - coffrage métallique pour béton armé et lattis métallique léger pour cloisons et plafonds. • Supprime le bois de coffrage et tous ses inconvénients. " Accroche " le béton et les enduits de façon parfaite. Demandez-nous, sans engagement, notre notice détaillée.



ATELIERS DE BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS

SIÈGE SOCIAL : 249-253, CHAUSSÉE DE VLEURGAT, BRUXELLES • TEL. 44.48.80 (4 LIGNES)

USINES A BOUCHOUT ET VILVORDE



TOUS LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

120-124, AVENUE DU PORT
4-6, QUAI DES CHARBONNAGES

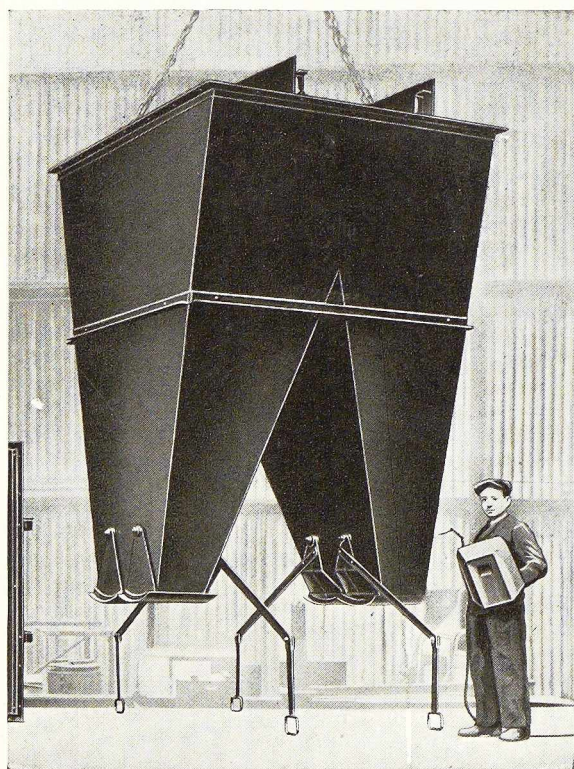
Tél. 26.98.10 (plusieurs lignes)

Tél. 26.98.17 (2 lignes)

C. C. P. 87.61

R. C. B. 10.741

PUBLINO, RUE DE WARoux, 1, LIÈGE



CONSTRUCTIONS
METALLIQUES
DE JEMEPPE-SUR-MEUSE

SOCIÉTÉ ANONYME

Anciennement: Ateliers Georges Dubois

TELEPHONES: *Liège 309.73 et 309.74.*
TELEGR. *COMEPPE Jemeppe-sur-Meuse.*

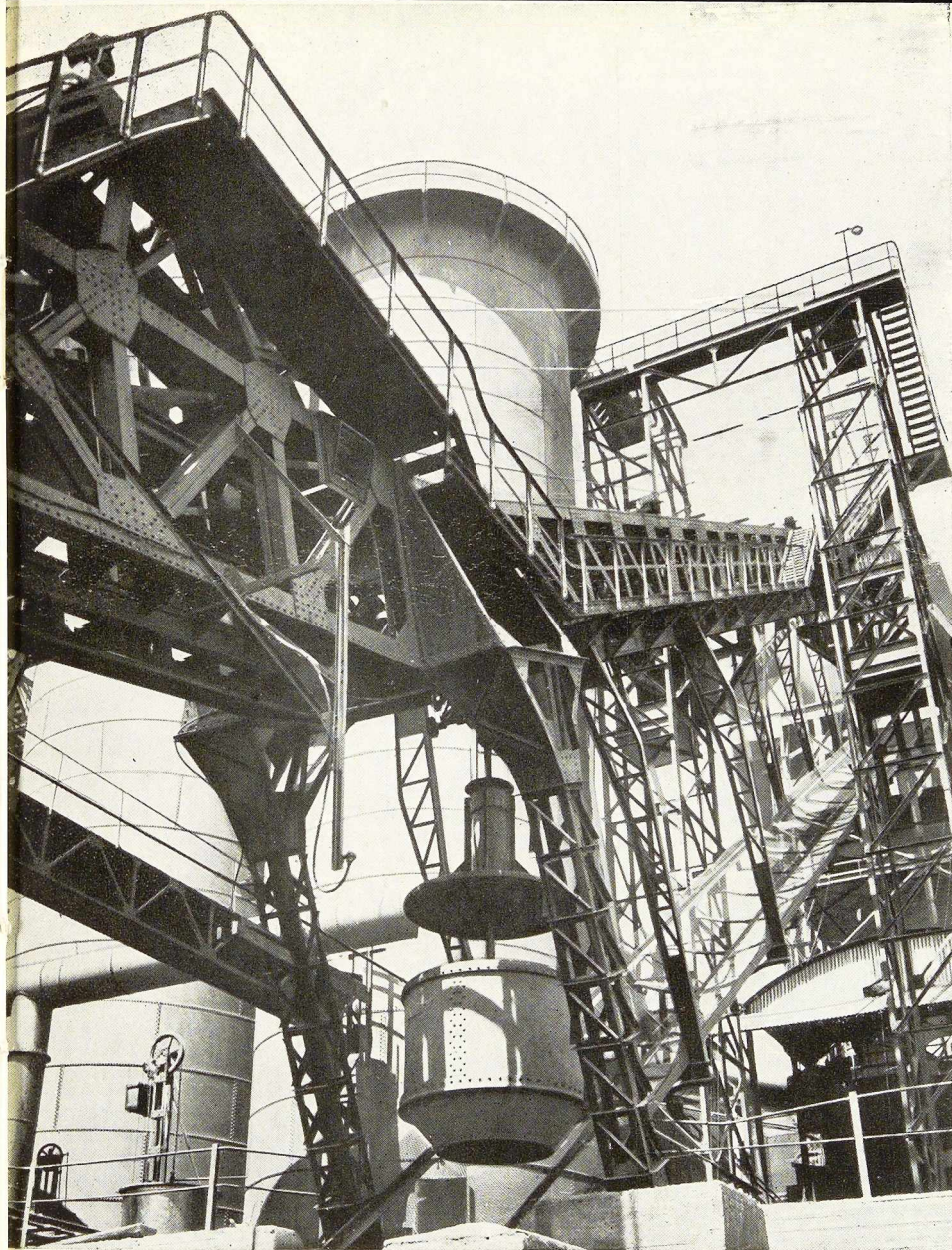


PHOTO W. KESSELS

FOURS À COKE

Cokes : industriels et domestiques. Goudron. Sulfate d'ammoniaque. Huiles légères, etc.

HAUTS FOURNEAUX

Fontes.
Laitiers granulés et concassés.

ACIÉRIES

Bessemer. Thomas. Martin. Electrique. Aciers ordinaires et spéciaux. Aciers à ressorts. Scories Thomas.

LAMINOIRS

Rails. Eclisses. Poutrelles I, U, L, T, etc. Tôles lisses. Tôles striées. Tôles à larmes. Grandes plats. Aciers marchands. Verges droites. Fil machine. Demi-produits.

FORGES

Bandages et essieux. Pièces de grosse forge. Aciers pour matrices.

FONDERIES

Pièces en fonte et en acier. Grosses pièces jusqu'à 25 T. Cuvelages pour puits de mines.

ATELIERS DE PARACHÈVEMENT

Usinage de pièces de fonte et d'acier. Trains montés pour voitures, wagons et locomotives.

BOULONNERIES

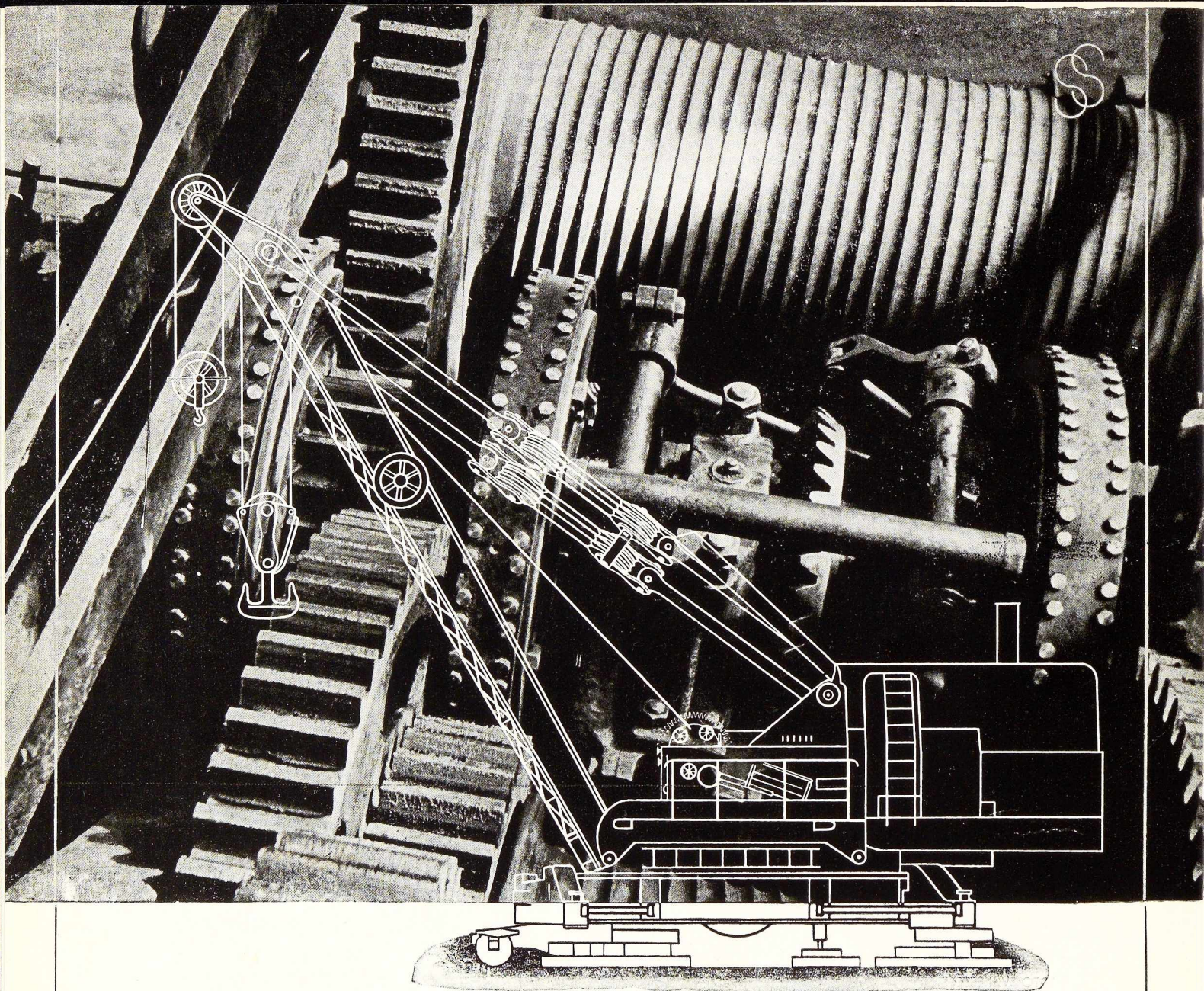
Boulons. Crampons. Tirefonds et rivets.

USINES GUSTAVE

S. A. USINES GUSTAVE BOËL
LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

Téléphones 1133, 1134, 1135, 1712 L. L. — Télégrammes : BOËL, LA LOUVIÈRE

BOËL



DETAIL DU MECANISME D'UNE GRUE ROULANTE DE
150 Tonnes FOURNIE AUX CH. D. F. FRANÇAIS

COCKERILL

SERAING

Studio Simar-Stevens

de nouveau en route!

COCKERILL

USINES MÉTALLURGIQUES A
SERAING, GRIVEGNÉE, ATHUS

PROVIDENCE

USINES MÉTALLURGIQUES A
MARCHIENNE-AU-PONT,
REHON, HAUMONT

SAMBRE & MOSELLE

USINES MÉTALLURGIQUES A
MONTIGNIES-SUR-SAMBRE ET
CHATELNEAU

fournissent par:

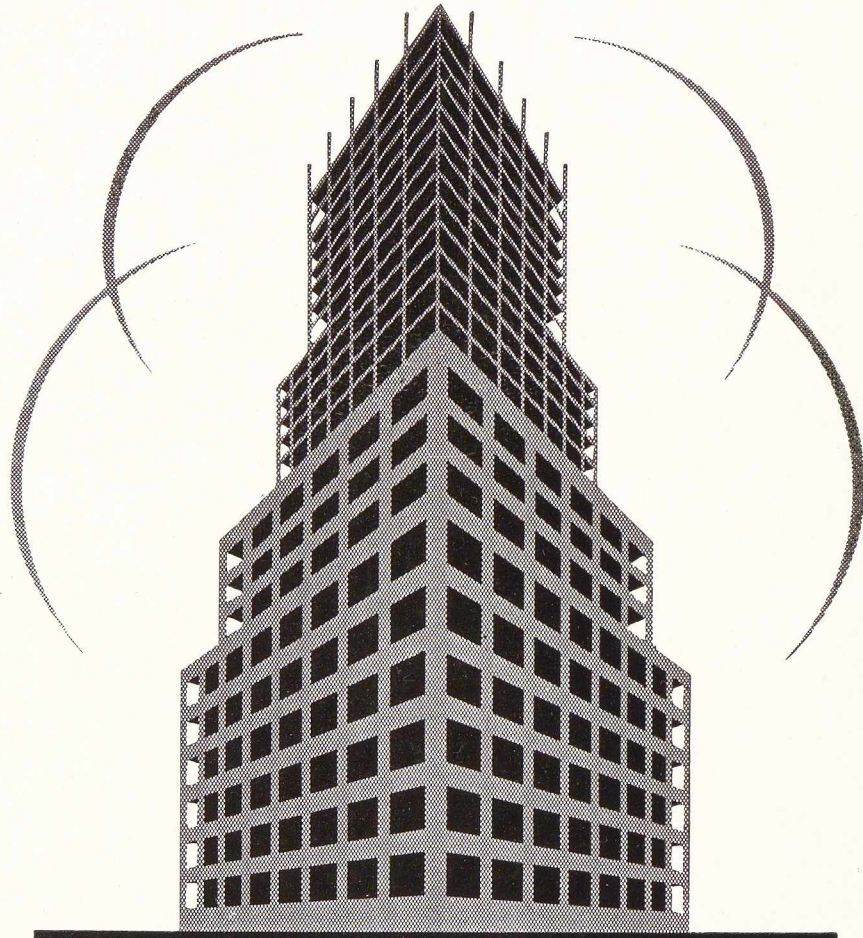
UCOMETAL

CAPACITÉ DE PRODUCTION: 3 MILLIONS DE TONNES PAR AN

tous produits métallurgiques

UNION COMMERCIALE BELGE DE MÉTALLURGIE S. A.
BRUXELLES • 24, RUE ROYALE, 24 • TÉLÉPHONE : 12.51.40

STUDIO SIMAR-STEVEN'S



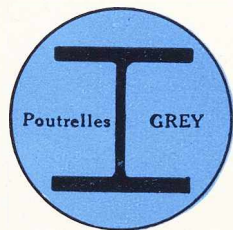
La Société Anonyme des Anciens Établissements Paul Wurth, à Luxembourg, occupe le premier rang parmi les ateliers de construction du Grand-Duché. Son activité s'étend :

- 1° **AUX PONTS ET CHARPENTES**, construction de ponts, charpentes et tous travaux de grosse chaudronnerie ;
- 2° **AUX APPAREILS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION** : ponts-roulants, palans, treuils, monorails, grues, chevalets, monte-charges, transbordeurs, chariots à laitier, chariots-automoteurs pour transport de bennes à minerai et à coke ;
- 3° **A LA FONDERIE D'ACIER ET MÉCANIQUE GÉNÉRALE**, tous moulages d'acier bruts, dégrossis et finis, toutes parties mécaniques complètes ajustées, engrenages taillés.

Chacune de ces divisions a son bureau d'études autonome dirigé par des ingénieurs spécialisés.

Une notice détaillée vous sera envoyée volontiers sur demande adressée à la

SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
PAUL WURTH • LUXEMBOURG



DE **DIFFERDANGE**

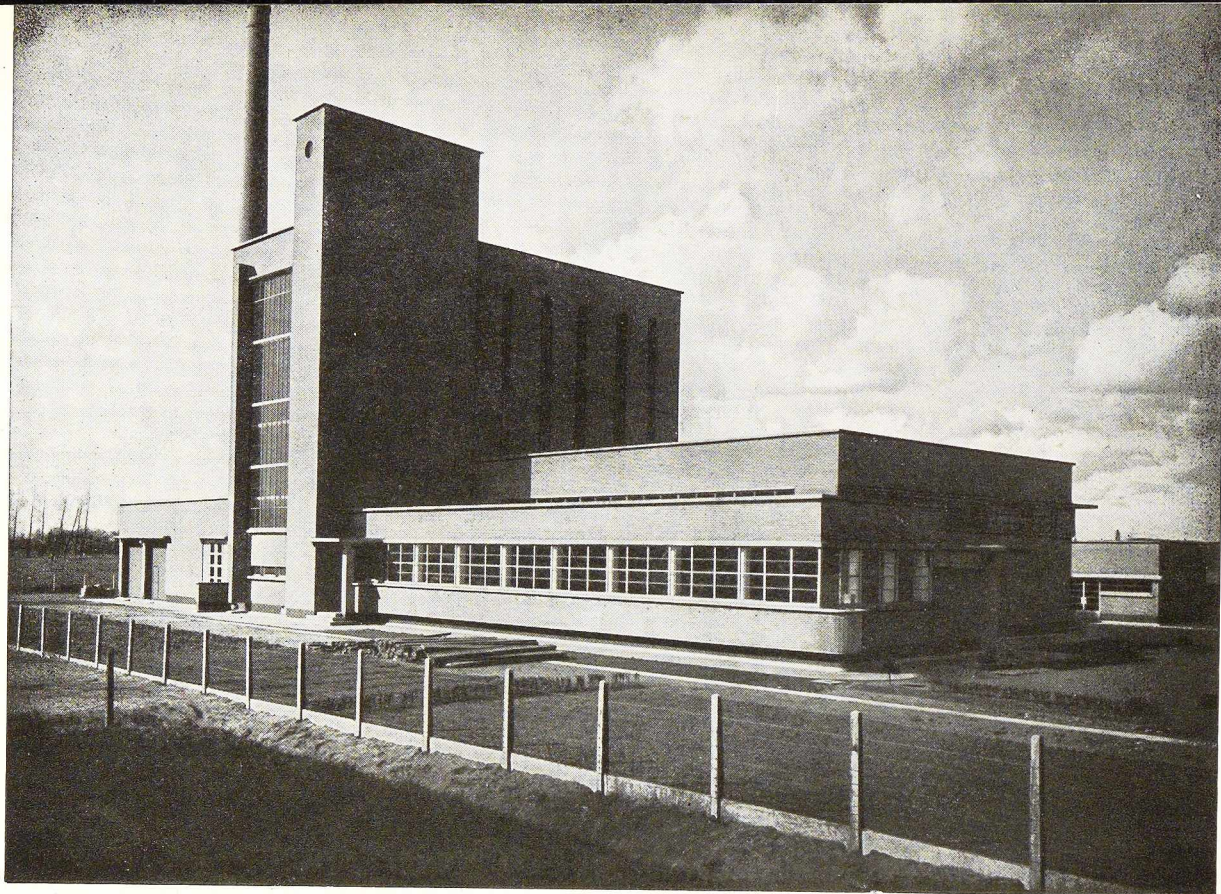
AGENCE DE VENTE POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE

DAVUM, S. A., 22, rue des Tanneurs, 22, Anvers.

Téléphone 299.17. (5 lignes) — Télégramme Davumport

Pont sur le Rhin construit en poutrelles GREY, en un délai de 8 jours,
par le Génie militaire allié.





Usine à Terdoorck

Architecte : J. Lippens, Gand

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE BAUME S. A.

SOMIEBA

TÉLÉPHONES : 279 LA LOUVIÈRE
15.81.57 BRUXELLES

LA LOUVIÈRE

MENUISERIES MÉTALLIQUES

CHASSIS, PORTES, CLOISONS EN ACIER
ANTICORODAL ET BRONZE

CHAMBRANLES ET TOLERIES
SABLAGE, PARKÉRISATION

METALLISATION

CONSTRUCTION

CHARPENTES, RÉSERVOIRS
TUYAUTERIES, POTEAUX
SOUDURE ÉLECTRIQUE

REGISTRE DE COMMERCE : MONS 378

ALEXANDRE DEVIS & C^{IE}

43, rue Masui
BRUXELLES
Tél. 15.49.40 (4 lignes)

296, rue Saint-Denis
FOREST
Tél. 44.48.50 (3 lignes)

45, rue Goffart
BRUXELLES
Tél. 11.76.38 - 11.76.98

TOUS LES ACIERS

SOUS TOUTES FORMES ET QUALITÉS



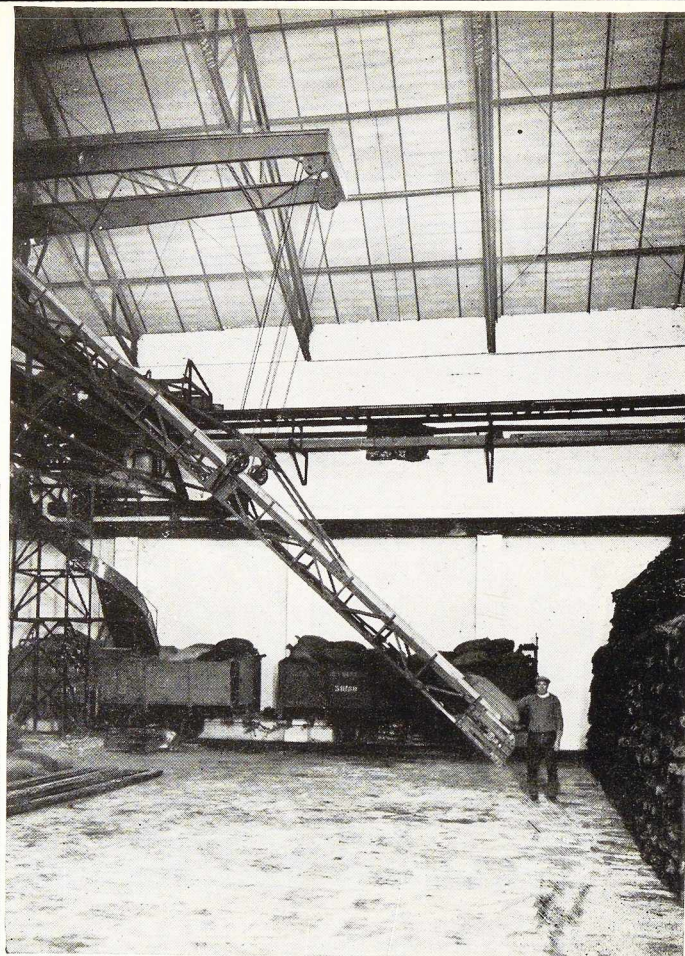
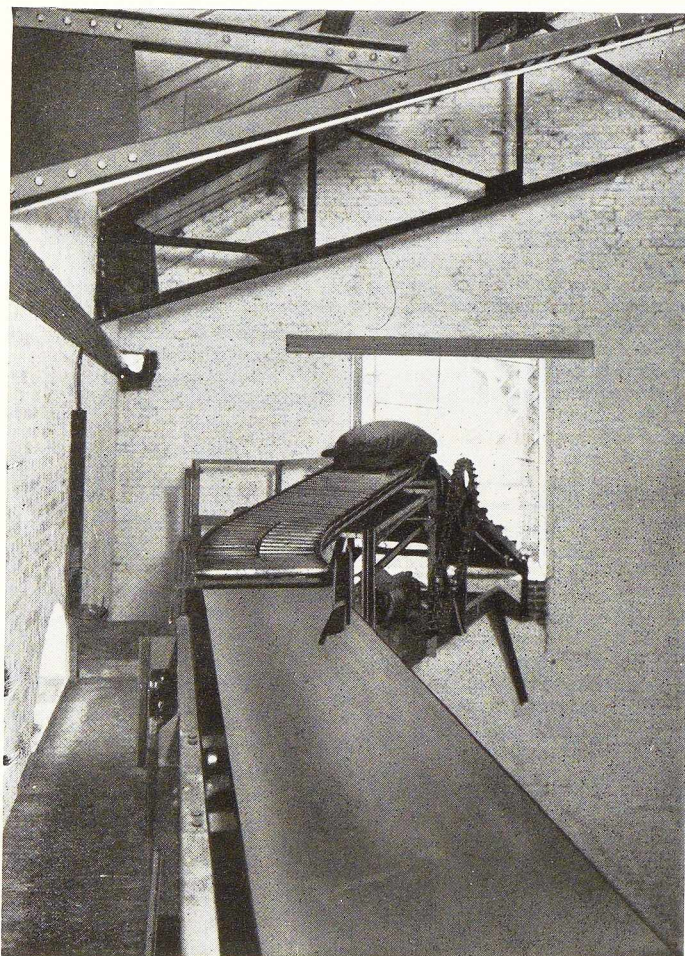
ECHAFAUDAGES TUBULAIRES

« BURTON »

CONCESSIONNAIRES EXCLUSIFS

pour la Belgique, le G.-D. de Luxembourg et le Congo Belge

ELÉVATEURS
TRANSPORTEURS
GERBEURS
TOBOGGANS
A SACS



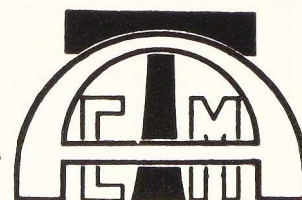
**INSTALLATION
DE STOCKAGE ET DE DÉCHARGEMENT DE SACS**

comprenant :

- Transporteur à courroie caoutchouc
- Table à rouleaux
- Transporteur à bande Sandvick le long du bâtiment
- Transporteur à bande Sandvick sur pont roulant
- Gerbeur de stockage et de reprise
- Toboggan de chargement de wagons et camions

**ATELIERS DE CONSTRUCTION
MECANIQUE DE TIRLEMONT S.A.**

ANCIENNEMENT ATELIERS J.-J. GILAIN. TÉLÉPHONE 12



L'OXHYDRIQUE INTERNATIONALE
S.A. 31 Rue P. Van Humbeek BRUXELLES



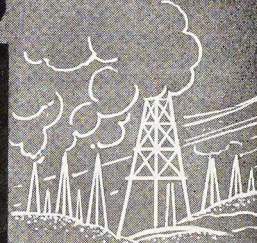
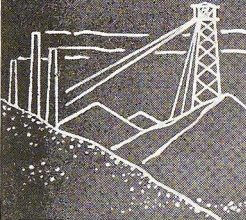
METALLISATION

A LA FLAMME OXYACETYLENIQUE

TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

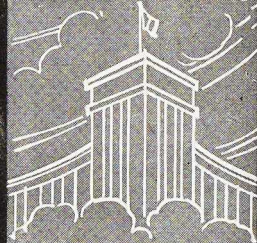
CHARBONNAGES

PÉTROLE



CANALISATIONS

TRAVAUX PUBLICS



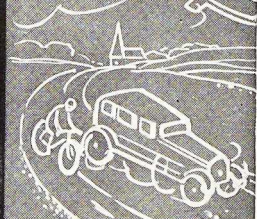
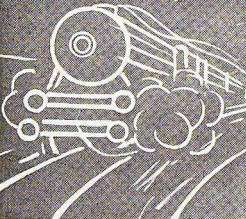
EAU

GAZ

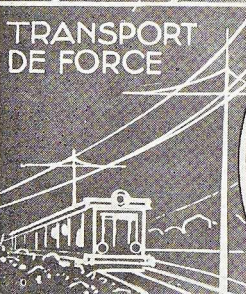
CONSTRUCTION MÉCANIQUE

TOUS DIAMÈTRES
DE 3^m/_m À 1250^m/_m
ET PLUS

SPORTS



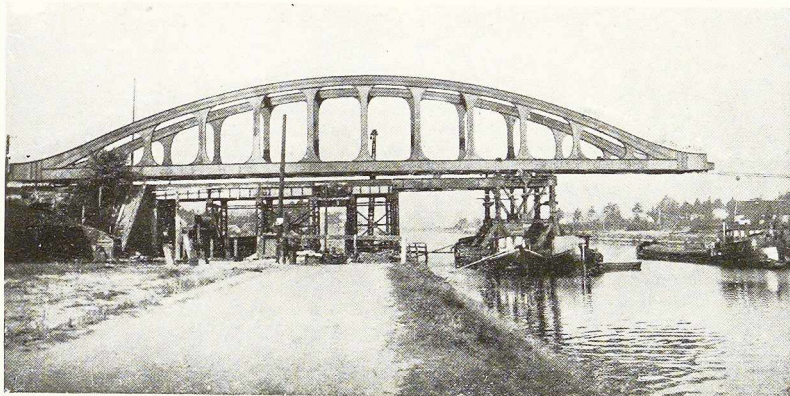
TRANSPORT DE FORCE



USINES A TUBES DE LA MEUSE

ST AMÉ FLEMALLE-HAUTE BELGIQUE

SOBELPRO



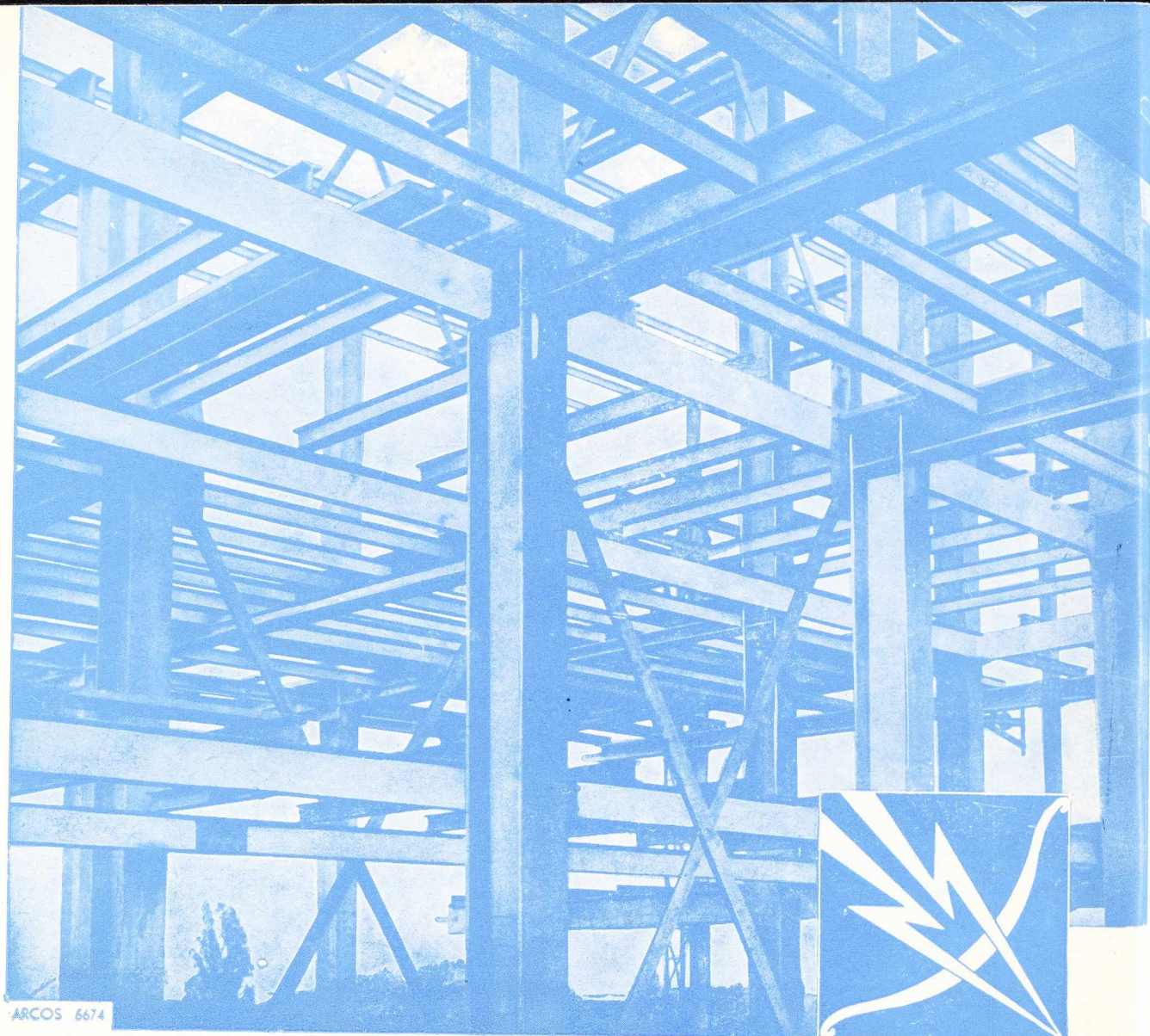
PONT DE STOCKROOIE EN COURS DE LANÇAGE

S. A. DES ATELIERS DE CONSTRUCTION DE
JAMBES-NAMUR

Anciens Établissements Th. FINET

JAMBES

PONTS
CHARPENTES
GROSSES TUYAUTERIES
OSSATURES DE BATIMENTS
MAISONS METALLIQUES



EN CONSTRUCTION MÉTALLIQUE SOUDÉE

rien que la
STABILEND

FORMULE 1946

ARCOS

60, RUE DES DEUX GARES - BRUXELLES

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE AUTOGÈNE, S. A.

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

11^e ANNÉE - N^o 11-12

NOVEMBRE-DÉCEMBRE 1946

Quelques considérations au sujet de la reconstruction du pont soudé de la Pêcherie à Gand

par G. De Cuyper,
Ingénieur en Chef-Directeur des Ponts et Chaussées

Quand, après les événements douloureux de 1940, l'Administration des Ponts et Chaussées reprit son activité, elle se trouva devant la tâche de devoir établir immédiatement les plans de certaines d'ouvrages d'art. Cette tâche aurait demandé un long délai. Il fallait passer le plus vite possible à l'exécution de manière à remettre au travail les ingénieurs, dessinateurs, contre-maîtres et ouvriers.

Dans le secteur des constructions métalliques, un contact fut établi avec les constructeurs. Un

«gentlemen agreement» fut conclu en vertu duquel il fut procédé à une répartition souvent réelle et parfois symbolique de la plupart des ponts métalliques importants. Si en temps normal l'adjudication s'impose, elle aurait fait perdre à ce moment un temps précieux. De plus, elle aurait été faussée par suite du trop grand nombre d'ouvrages mis sur le marché. En outre, il fallait améliorer la qualité du travail par des prescriptions plus sévères. Il fallait répartir équitablement le travail entre les divers ateliers et

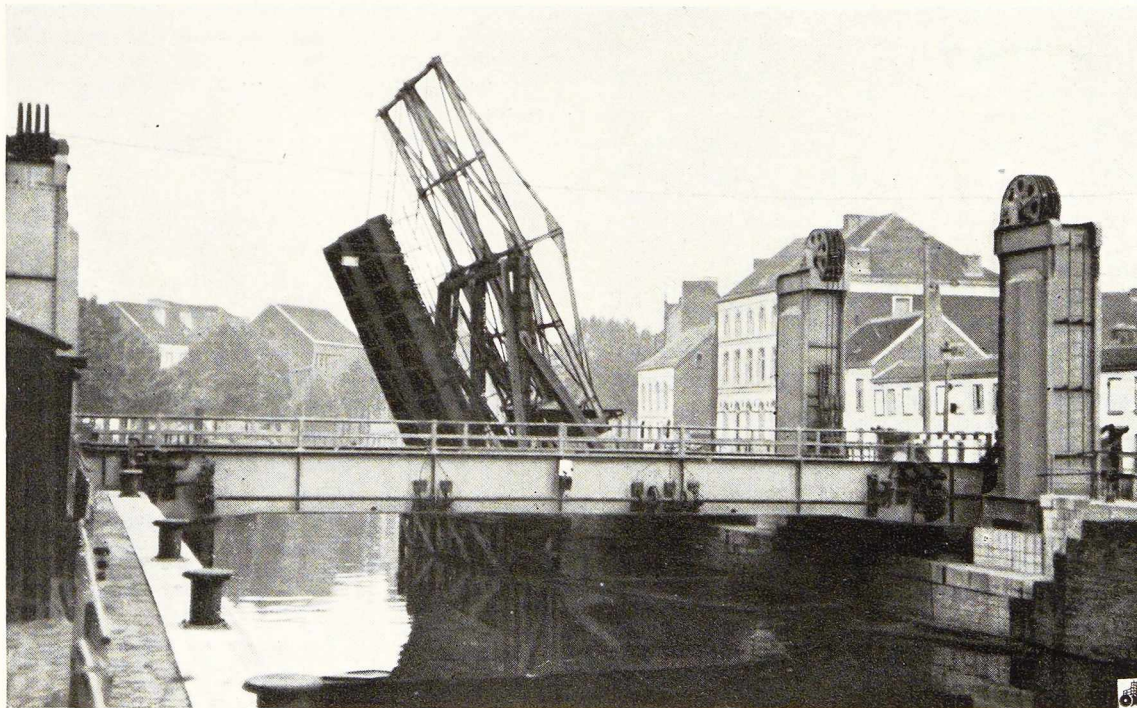


Fig. 310.

régions, pour mettre le plus de personnel et d'ouvriers au travail et réduire les frais de transport. Il fallait encore éviter que des ateliers sans travail soient réquisitionnés par l'ennemi et obligés de travailler uniquement pour lui. De plus, il y avait un intérêt majeur à investir nos matériaux et notre main-d'œuvre dans des ouvrages devant enrichir notre patrimoine.

Si cette entente et la répartition qui en résulte furent appréciées diversement en Belgique, elles ne le furent, en tout cas, pas par l'autorité occupante. En effet, quand au commencement de l'automne de 1940 les représentants des grands ateliers de construction allemands se présentèrent, soit pour offrir leurs services, soit pour exiger leur part dans la reconstruction des ponts et notamment sur la Meuse et le canal Albert, ils furent très étonnés, pour ne pas dire plus, d'apprendre que des contrats avaient déjà été passés en vue de l'étude et de la reconstruction des ouvrages qui les intéressaient. Dans la suite, ils n'insistèrent plus.

L'exposé ci-dessus montre qu'en 1940, l'Administration se trouvait devant un programme qui exigeait des solutions immédiates. C'est la raison pour laquelle la rivure avait été imposée dans les ponts à reconstruire d'urgence. Mais la reconstruction de tous les ouvrages devait nécessairement s'étendre sur plusieurs années, même si l'autorité occupante nous avait laissé disposer des quantités d'acier nécessaires. Ce furent les constructeurs eux-mêmes qui, dans la suite, demandèrent d'envisager à nouveau l'emploi de la soudure dans certains ouvrages d'art. L'Administration, après examen, estima également qu'elle devait se placer sur le terrain économique et national. En effet, à ses yeux, l'application de la soudure n'était pas uniquement un problème technique et scientifique. Dans les pays tels que l'Amérique, l'Angleterre, la Hollande, la Suède, la Suisse, la soudure continuait à être appliquée et à faire l'objet d'études systématiques. Pour éviter que deux branches importantes de notre industrie nationale, telles que la sidérurgie et la construction métallique, ne s'anéantissent dans un travail facile et routinier, il fallait leur donner l'occasion d'employer à nouveau la soudure, et cela d'autant plus qu'elles possédaient l'outillage et la main-d'œuvre qualifiée pour l'exécution. L'application de la soudure devait en outre permettre des économies de matières.

Pour répondre au vœu exprimé par les constructeurs, M. le secrétaire général Delmer constitua, au début de 1941, un comité restreint formé par MM. les directeurs généraux Deheem et Van Wetter et le soussigné, chargé en même

temps des fonctions de secrétaire. La sidérurgie et la construction métallique avaient chacune un représentant, notamment M. Desoer, de la S. A. d'Ougrée-Marihaye, et M. Frenay, de la S. A. John Cockerill. Ce comité restreint reçut pour mission d'établir un programme des travaux à soumettre à une commission plus générale, dans laquelle devaient prendre place les personnalités les plus qualifiées du monde scientifique, des grandes administrations et des délégués de la sidérurgie et de la construction métallique.

Le comité restreint établit, en premier lieu, les prescriptions auxquelles devraient répondre les aciers, les électrodes, les soudeurs et les travaux de soudure, à appliquer aux travaux de reconstruction les plus urgents. Dans ces conditions, il était prudent, en présence de certains accidents survenus aux constructions soudées et qui à cette époque n'avaient pas encore reçu d'explication suffisante, d'être particulièrement strict dans l'élaboration de ces prescriptions provisoires destinées uniquement à quelques ouvrages particuliers.

C'est pourquoi le comité restreint prit comme base les prescriptions établies par la S. N. C. B., mais en les rendant encore plus sévères et plus restrictives. Il estima notamment qu'à cette époque il fallait, pour l'exécution des constructions soudées, rester en deçà des limites de sécurité connues, notamment pour le choix des matériaux. Ces prescriptions provisoires s'appliquent à une période de transition. Dès leur rédaction, elles étaient considérées comme susceptibles d'être modifiées et notamment d'être élargies lorsque l'expérience et les connaissances, recueillies au cours de nouvelles applications de la soudure, le permettraient.

Voici quelques propositions du Comité restreint :

1° Emploi de l'acier Siemens-Martin ou électrique calmés dans les éléments soudés;

Limitation de la largeur des larges plats à 600 mm et de leur épaisseur à 20 mm;

Limitation de la largeur des profils spéciaux tels que les plats moulurés, à 600 mm et de leur épaisseur à 30 mm;

Limitation de la hauteur des tôles à 2.800 mm et de leur épaisseur à 20 mm;

2° Application de la soudure dans les ponts mobiles, portes, vannes d'écluses, de barrages, etc. et dans les poutres à âme pleine, arcs ou éléments soumis à compression, etc.;

3° Emploi de la soudure uniquement à l'atelier;

4° Exécution d'un pont mobile à poutres soudées à âme pleine. Des essais seraient faits pour



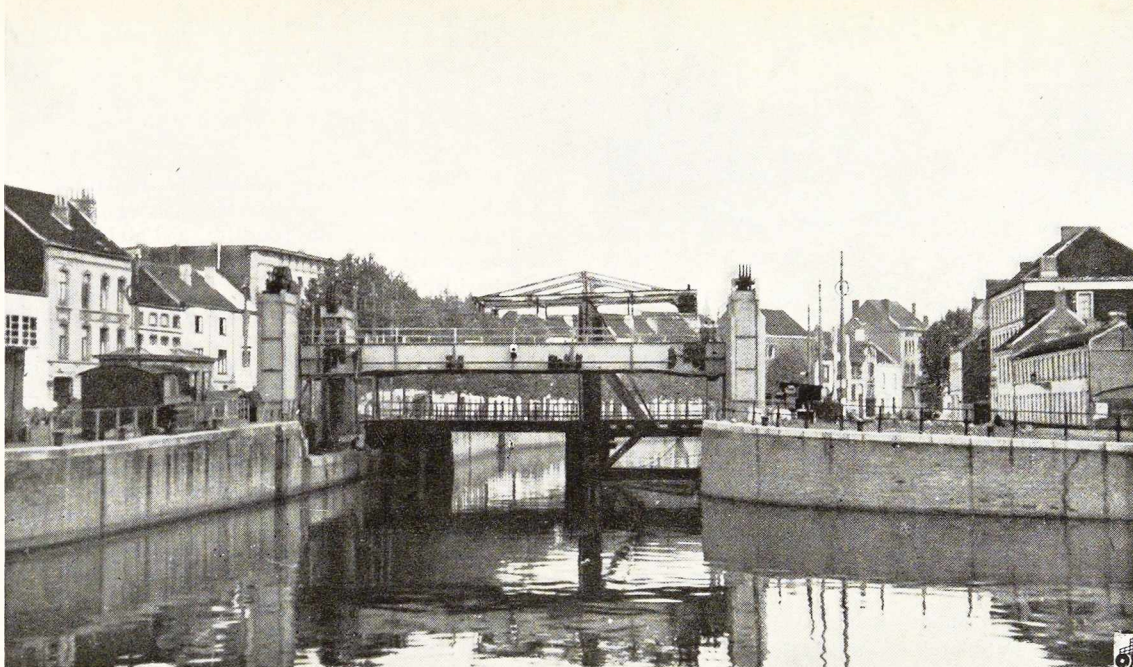


Fig. 311. Pont de la Pêcheurie en cours de construction. Position haute.

déterminer les tensions internes en fonction de l'ordre d'exécution des soudures.

Le Comité rédigea de plus une série de questions relatives au recuit des aciers, aux essais de soudabilité des aciers, aux propriétés du métal d'apport et au recuit des soudures, qui devaient être soumises à la Commission générale.

Il est peut-être opportun de justifier d'abord les propositions restrictives du Comité restreint.

Pourquoi imposer l'acier Siemens-Martin ou électrique calmés, alors qu'on se trouvait dans des conditions difficiles au point de vue des mitrilles et des éléments à additionner tels que le Mn, Cr, Mo, Ni et Cu? On voulait obtenir un acier de haute qualité et de soudabilité optimum, de manière que plus tard, en cas d'accident, sa qualité ne puisse être mise en doute. Il fallait donc un acier à texture optimum à grain fin, obtenu par un calmage à l'Al, entravant la propagation des fissures au cas où elles se produiraient malgré toutes les précautions prises. De plus les aciers calmés résistent au vieillissement et conservent leurs propriétés aux basses températures. Or, les derniers incidents aux constructions soudées s'étaient produits pendant l'hiver 1939-1940 par des températures de -15° à -20° C.

En plus l'Administration avait exécuté avant le 10 mai 1940 des constructions soudées importantes avec des aciers Siemens-Martin calmés et avait pu en apprécier la haute soudabilité. Or, malgré les circonstances difficiles dans lesquelles on se trouvait, la S. A. d'Ougrée-Marihaye offrait de fournir un acier Siemens-Martin calmé à grain

fin de haute soudabilité. Par contre, l'élaboration des autres aciers calmés était encore dans un premier stade.

En ce qui concerne la limitation des épaisseurs, il y avait plusieurs raisons. La première et la plus importante était que des essais micrographiques, faits sur des plats épais, avaient révélé dans le noyau une structure cristalline assez grossière, malgré tous les soins apportés au corroyage, laminage et traitements thermiques subséquents de ces plats épais. D'autre part, l'action défavorable d'une masse épaisse et refroidissante sur les propriétés du métal d'apport a été souvent constatée. De plus, les plats épais, de par leur grande raideur, constituent une difficulté constructive de soudure pouvant donner naissance à des tensions résiduelles importantes. Pour obvier à ces inconvénients, il aurait fallu prévoir le préchauffage et le recuit ultérieur des soudures. Or, ces deux procédés n'étaient pas au point.

L'application de la soudure aux ponts mobiles, portes, vannes d'écluses et de barrages ne doit pas être justifiée. Si on se limitait provisoirement aux poutres à âme pleine ou éléments comprimés, c'était afin de pouvoir mieux étudier les conditions d'exécution pour obtenir des constructions irréprochables et donnant toute sécurité. On voulait d'autre part éviter autant que possible des constructions dans lesquelles pouvaient naître des états de tensions de tractions doubles ou triples.

L'application de la soudure au chantier de montage avait donné lieu à des défauts. Le Co-



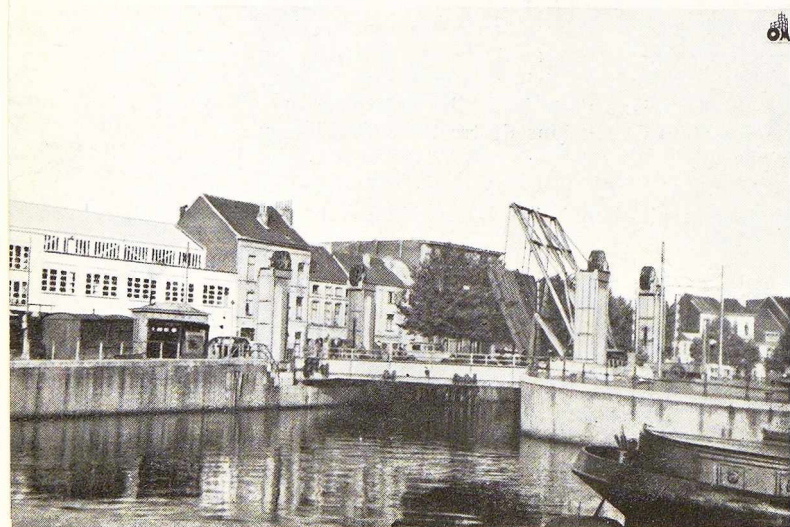
Fig. 312. Vue du pont en position ouverte.

mité estima prudent de faire procéder préalablement à l'atelier à des essais de joints de montage. Ceux-ci auraient été exécutés dans la même position qu'au montage, afin de déterminer la technique d'exécution et l'ordre de succession par la mesure des tensions résiduelles et le contrôle radiographique.

Si le Comité estima utile de proposer l'exécution d'un pont levant mobile à poutres à âme pleine, c'était afin de faire des essais sur des modèles à grandeur réelle. Antérieurement l'Administration avait fait procéder, pour certains nœuds et assemblages, à des essais statiques et de fatigue sur des modèles à échelle réduite, la réduction étant de 1/4 à 1/5. L'expérience avait montré qu'il était imprudent d'extrapoler les résultats obtenus. En effet, en diminuant dans de telles proportions les dimensions des tôles et larges plats, on modifiait les propriétés de soudabilité de l'acier. En diminuant les dimensions des cordons de soudure, le nombre de passes, le diamètre des électrodes, etc., on modifiait les tensions résiduelles. Il fallait donc opérer à grandeur réelle.

Le Comité restreint prit encore les décisions suivantes :

Fig. 313. Vue du pont en position fermée.



a) La S. A. d'Ougrée-Marihaye fournirait les aciers Siemens-Martin calmés;

b) Les travaux de soudure à l'atelier et les essais prévus seraient faits par la S. A. John Cockerill;

c) Un essai comparatif serait fait entre les électrodes convenant le mieux au métal de base. A cet effet, les essais du métal d'apport seraient faits avec les aciers à mettre en œuvre dans le pont. La préparation des aciers, la confection des éprouvettes et les essais mêmes seraient faits au Laboratoire de l'Institut du Génie civil de l'Université de Liège. Toutes les soudures des éprouvettes d'essais seraient faites par le même ouvrier soudeur;

d) Les résultats obtenus seraient publiés et ainsi mis à la disposition de tous les constructeurs belges.

Dès que le Comité restreint eut terminé ses travaux en mars 1941, M. le secrétaire général Delmer procéda à l'élargissement de la Commission. Outre les membres du Comité restreint, les personnalités citées ci-après acceptèrent d'apporter leur concours : MM. les professeurs Campus, De Smet, Gysen, Magnel, Thissen et Warnant. La S. N. C. F. B. délégua M. l'ingénieur en chef Picalausa. M. Folon repréenta le Ministère de la Défense nationale. M. l'ingénieur Louis, attaché au Bureau des Ponts, remplit les fonctions de secrétaire.

La Commission générale se réunit quatre fois au mois de mai et de juin 1941. Elle apporta en premier lieu des modifications au texte des prescriptions provisoires. Il serait trop long de rapporter ici toutes les discussions. Je signalerai cependant que la teneur maxima en carbone fut longuement discutée. Elle fut limitée à 0,15 % pour une épaisseur maxima de 30 mm. Certains membres auraient voulu la réduire davantage pour écarter le phénomène de semi-trempe. Or, on ne peut perdre de vue que les tensions admises dans le calcul des éléments du pont présupposaient une limite élastique minimum de 24 kg/mm². Les nombreux essais faits avant la guerre avaient montré qu'il existait une relation directe entre la teneur en carbone, l'épaisseur et la limite élastique. Vouloir imposer une limite élastique de 24 kg/mm² pour des épaisseurs de 30 mm tout en limitant la teneur en carbone à moins de 0,10 % est une impossibilité pratique. Signalons ici que l'expérience montre que le chiffre de 0,15 % est encore trop restrictif.

Le dosage des gaz inclus ne fut pas imposé en attendant que des méthodes pratiques et industrielles de dosage soient mises au point. Mais les essais de vieillissement furent longuement discutés. La durée de chauffage et le degré

d'écroissage optimum ne sont pas les mêmes pour tous les aciers. La S. A. d'Ougrée-Marihaye fit procéder à de nombreux essais en faisant varier la température et la durée de chauffage en fonction du degré de vieillissement. Il en résulte que l'écroissage à 5 % et une durée de chauffage à 250° C pendant 30 minutes sont des conditions très sévères.

Un recuit de normalisation fut imposé pour les aciers de toutes les catégories. La température du recuit devait dépasser de 50° C celle du point de transformation. Les considérations qui conduisirent à cette décision peuvent être résumées comme suit : pour les aciers prévus par les prescriptions provisoires, le recuit de normalisation doit être envisagé avec avantage, surtout pour les produits ayant de grandes dimensions. Les épreuves de réception doivent être effectuées sur les produits recuits et à titre documentaire sur les produits avant recuit. En cas d'emploi d'acier soudable à haute résistance et à haute limite élastique, le recuit est une opération nécessaire pour garantir que les propriétés précitées résultent de la composition des aciers et non d'un traitement thermique ou mécanique.

Pour les pièces d'épaisseur égale ou supérieure à 20 mm, le préchauffage à une température comprise entre 100° et 200° suivant l'épaisseur fut imposé dès que la température ambiante est inférieure à 10°.

La Commission apporta également des modifications aux plans du pont expérimental, non seulement en vue de simplifier les soudures et de réduire les états possibles de tensions doubles ou triples, mais également en vue de réduire et de faciliter les essais envisagés.

A la suite des études des accidents survenus, l'attention avait été attirée sur les défauts à éviter, notamment les bridages, les intersections et jonctions de soudures surabondantes, les entailles et changements brusques de section, un ordre non adéquat dans l'exécution, etc.

Signalons encore que plusieurs membres auraient préféré une poutre expérimentale en treillis avec nœuds soudés recuits, mais avec des barres assemblées aux nœuds par rivures. Ils se basaient sur le fait qu'une poutre à âme pleine est la plus hyperstatique et avait donné lieu à de nombreux accidents. Or, les déficiences étaient souvent imputables à une exagération des effets de tensions de traction doubles ou triples. Les conclusions à en tirer étaient les suivantes : il n'est pas rationnel d'imposer des clauses aussi sévères pour les éléments comprimés que pour les éléments tendus. D'autre part, la poutre à âme pleine n'est pas le type de poutre pouvant apparaître actuellement comme le moins hasardeux et le plus économique. Si finalement on

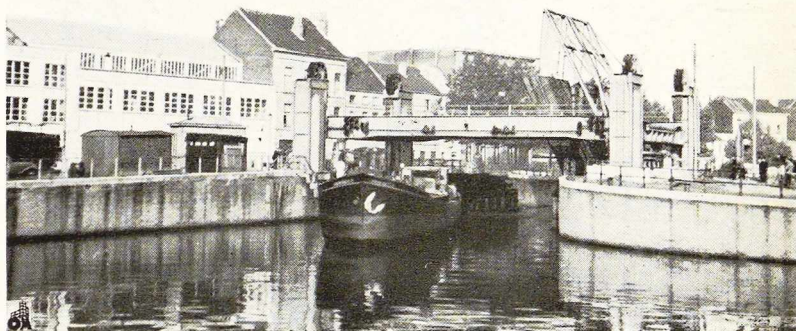
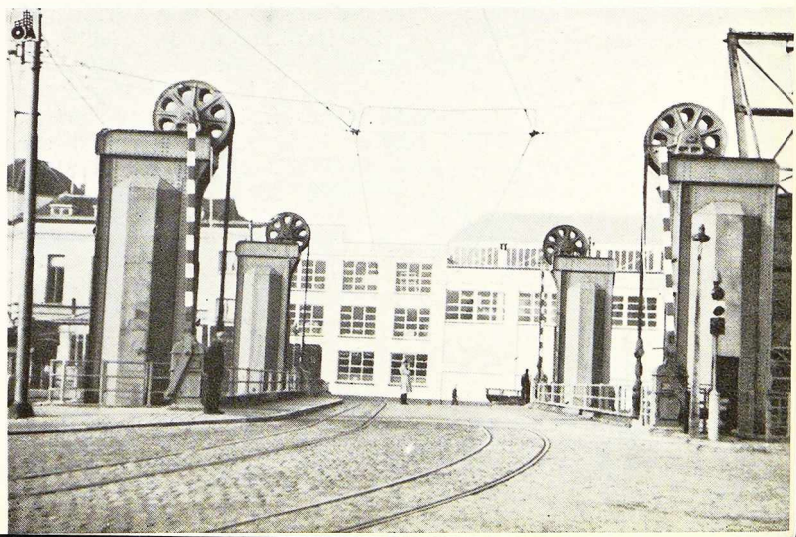


Fig. 314. Chalands passant sous le pont de la Pêcherie.

adopta néanmoins la poutre expérimentale à âme pleine, ce fut parce qu'elle reste le prototype des éléments soudés, qu'elle facilite les essais et que l'auscultation de ces poutres donne une concordance meilleure avec le calcul. Notons encore que des membres auraient voulu que la hauteur de la nervure des plats moulurés fût au moins de 40 mm et que par contre la largeur à la base fût réduite à 25 mm, ceci afin de diminuer l'effet de semi-trempe. De même on aurait voulu des raccords plus progressifs de la nervure au plat. Mais il fallait accepter les possibilités de fabrication de l'époque.

La question à laquelle la Commission consacra la plus grande attention était celle de la soudabilité des aciers. Le Comité restreint avait volontairement laissé cette question ouverte. En effet, la notion de soudabilité est très complexe parce que celle-ci dépend de nombreux facteurs indépendants de la soudabilité métallurgique proprement dite. Le Comité n'avait pas voulu proposer les essais du type Dutilleul, Kommerell et Hautmann parce qu'ils avaient donné lieu soit à de grandes dispersions, soit à des incertitudes d'interprétation. Après de longues discussions, la Commission se rallia à l'essai de soudure avec

Fig. 315. Vue d'enfilade du pont.



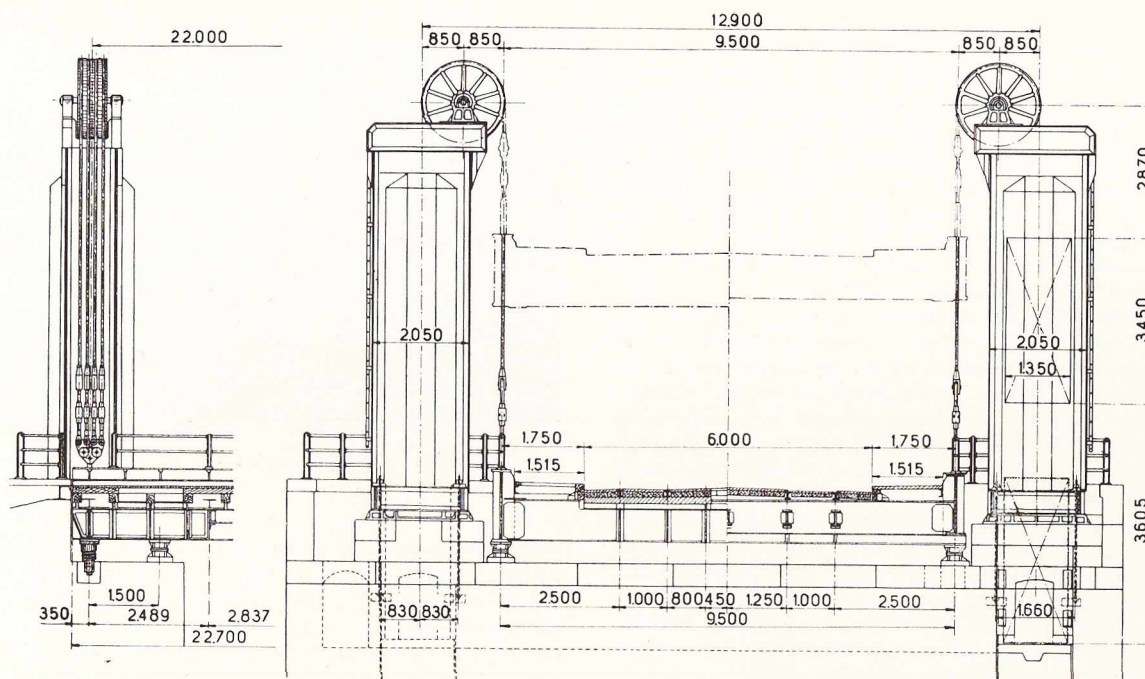


Fig. 316. Elévation et coupe du pont de la Pêcherie à Gand.

échelle transversale de duretés, préconisé par M. le professeur Gysen et à l'essai de traction statique sur éprouvette avec cordons de soudure longitudinaux ou sur éprouvette entaillée, préconisé par M. le professeur Campus.

En ce qui concerne l'essai préconisé par M. le professeur Gysen, cet essai était considéré plutôt comme un essai de laboratoire qu'un essai technologique. Il est en effet un essai d'agrément et de qualification se prêtant très bien à un examen simultané de la soudure, du métal de base et de la zone de transition. Il permet une micrographie panoramique intéressante donnant un supplément d'information.

D'autre part, en ce qui concerne les essais préconisés par M. le professeur Campus, il était entendu que ces essais devaient être considérés comme une « tentative standard » et servir en ordre principal à une documentation. Ils étaient susceptibles d'être modifiés et complétés ultérieurement par des essais dynamiques ou de fatigue, ou par des essais sur aciers écrouis et vieillis et sur aciers recuits, écrouis et vieillis. Ils ne seraient appliqués qu'après une expérience suffisante. La Commission les adopta, parce que ces essais avaient permis de différencier les aciers. Ils avaient conduit à de mauvais résultats sur l'acier des ponts accidentés et à des bons résultats sur des aciers présumés bons. Ils avaient permis de reproduire des cassures analogues à celles des ponts accidentés. La Commission estima donc

qu'un acier qui lors de cet essai donne un résultat défavorable, n'est pas apte à être soudé dans une construction importante.

Le Comité restreint avait posé également la question : Faut-il imposer des essais de résilience à basse température pour le métal d'apport et le métal de base ? En effet, de nombreux accidents aux ponts soudés étaient survenus en hiver par des températures de -15° à -20° C. En ce qui concerne le métal de base, cette condition paraît

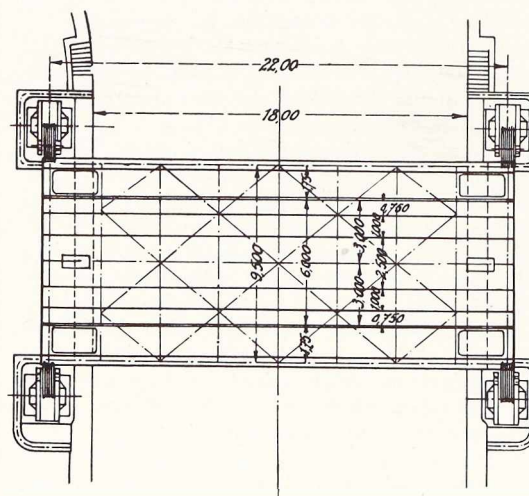


Fig. 317. Vue en plan du pont de la Pêcherie.

sait superflue eu égard aux conditions imposées notamment : acier Siemens-Martin calmé doux, à grain fin, désoxydé, peu sensible à l'écroutissage, normalisé, inapte au vieillissement, etc. Pour le métal d'apport, la question était plus difficile. Il fallait procéder préalablement à des essais de grain size et de résilience après vieillissement. La conclusion fut donc qu'on procéderait à ces essais comparatifs de façon à mettre en œuvre un métal d'apport dont la qualité se rapprocherait le plus de celle du métal de base.

L'Administration envisageant un travail optimum, ne fallait-il pas envisager un recuit des constructions soudées ? La Commission estima que le recuit devait se faire à une température supérieure à celle du point de transformation, à condition d'élever lentement la température lors du passage de la fragilité au bleu. Elle estima un recuit recommandable et cela d'autant plus que, dans les pays voisins, ce recuit se faisait déjà couramment pour des pièces importantes. Cependant elle pensa ne pas devoir l'imposer, parce que l'outillage n'existait pas en Belgique. A l'avenir cependant, l'Administration donnerait la préférence aux constructeurs qui feraient l'effort et la dépense pour acquérir des installations de recuit.

La Commission procéda encore à une comparaison avec des prescriptions récentes éditées en d'autres pays; elle maintint cependant ses conclusions.

Grâce à l'esprit de compréhension et de collaboration de tous les membres, les travaux furent donc menés rondement. Les prescriptions provisoires adoptées étaient certes pour l'époque les plus complètes et les plus détaillées.

Quand l'Administration voulut passer à l'exécution des poutres expérimentales, les travaux n'avancèrent plus aussi bien. En effet, l'autorité occupante avait introduit entretemps un système sévère de contingentement des aciers. L'obtention des aciers n'était possible que pour des ouvrages urgents à exécuter réellement. Les plans du pont type expérimental avaient cependant été établis pour pouvoir servir ultérieurement à la construction d'un pont sur l'Escaut à Audenaerde. Malheureusement, l'autorité occupante refusa l'autorisation de reconstruire ce pont. Grâce à l'aide et l'accord de M. le Secrétaire général De Cock et au concours de M. l'ingénieur en chef directeur De Naeyer, du Service spécial du Bassin fluvial de l'Escaut, le Bureau des Ponts établit les plans du pont levant de la Pêcherie à Gand. La reconstruction de cet ouvrage fut présentée comme urgente et on obtint finalement les contingents d'acier nécessaires à sa reconstruction. Malheureusement ces plans différaient sensible-

ment de ceux arrêtés par la Commission. Les soudures furent réduites à un minimum. De même, le programme des essais dut encore être réduit. On parvint cependant à maintenir une partie des décisions prises par la Commission.

Les figures 316 et 318 montrent les détails des pylônes du pont de la Pêcherie.

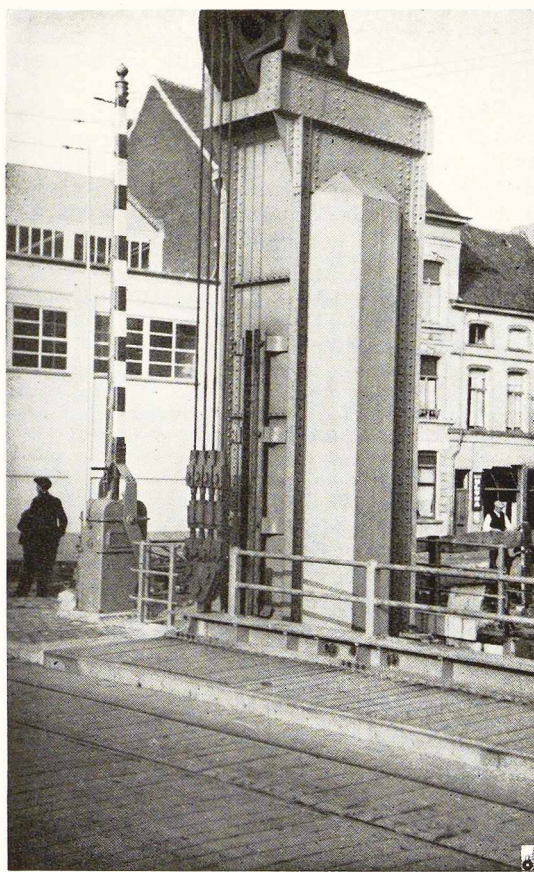


Fig. 318. Vue d'un des pylônes du pont de la Pêcherie.

A l'atelier on procéda à des essais sur un joint d'atelier et sur deux joints de montage des longerons principaux.

Le but de ces essais était quadruple :

- 1° Détermination du retrait des joints soudés (joint d'atelier et joint de montage);
- 2° Détermination des déformations dans les plats au voisinage des soudures du joint d'atelier;
- 3° Détermination de l'influence de l'exécution

d'un joint de collet sur les déformations dans l'âme et les semelles;

4° Détermination au voisinage des joints de montage des tensions dues à l'exécution des soudures.

Bien que ces essais eussent donc été réduits à un minimum, ils nécessitèrent encore plus de 5.000 lectures.

Nous nous bornerons à donner ici quelques renseignements relatifs aux qualités des aciers mis en œuvre.

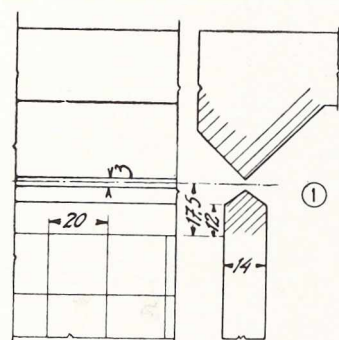
Les essais des aciers furent faits par le Laboratoire de l'Institut du Génie civil de l'Université de Liège sous la direction de M. le professeur Campus et de M. le chef des travaux Dantinne. Tous les essais furent effectués suivant les prescriptions provisoires relatives aux constructions soudées de l'Administration des Ponts et Chaussées. Ils furent faits sur cinq coulées. Les chutes furent prélevées dans des tôles, dans des larges plats et dans des plats moulurés. Tous ces produits avaient été normalisés au four dormant.

Repérage des éprouvettes :

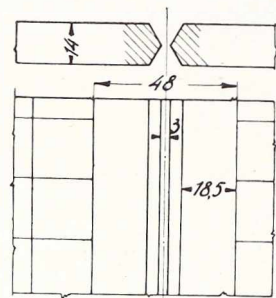
A = Tôle de 14 mm d'épaisseur.
 B = Plat de 10 mm d'épaisseur.
 C = Plat de 18 mm d'épaisseur.
 D = Plat mouluré de 30 mm d'épaisseur.
 E = Plat mouluré de 25 mm d'épaisseur.
 K = Plat de 30 mm d'épaisseur.
 L = Tôle de 10 mm d'épaisseur.

1° Analyse chimique (en %).

	B	C	D	E	L
Teneur en C	0,15	0,15	0,13	0,11	0,16
Teneur en S	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02
Teneur en P	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
Teneur en Si	0,06	0,04	0,06	0,05	0,05
Teneur en Mn	0,95	0,72	0,77	0,78	0,86
Teneur en Al	0,13	0,14	0,09	0,11	0,07



Coupe AA.



Coupe BB.

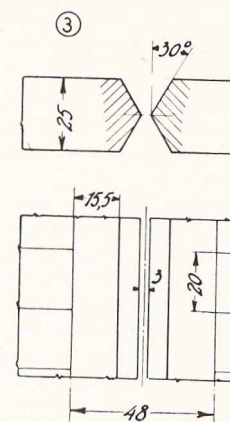
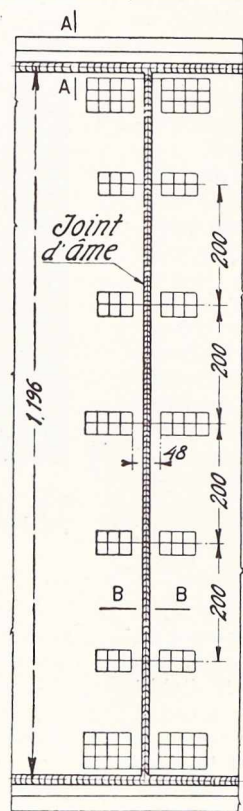


Fig. 319. Maitresse poutre. Détails constructifs :

- 1 - Coupe A-A (assemblage de l'âme à la semelle).
- 2 - Coupe B-B (joint d'âme).
- 3 - Joint de semelles.



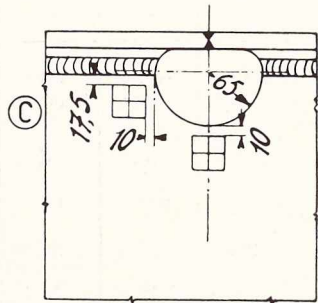


Fig. 320. Maitresse-poutre. Vue d'ensemble et détail constructif.

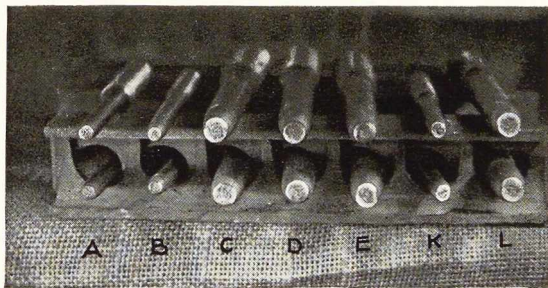


Fig. 321. Barreaux tournés après rupture par traction statique.

2° Grain size : Ces essais furent faits suivant les prescriptions de l'A. S. T. M. Chaque échantillon révéla la présence d'un grain fin 7 ou la prédominance du grain 7 en cas de grain duplex. Certains échantillons montraient des structures anormales ou avec tendance à l'anormalité.

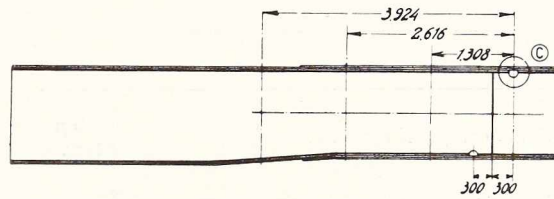
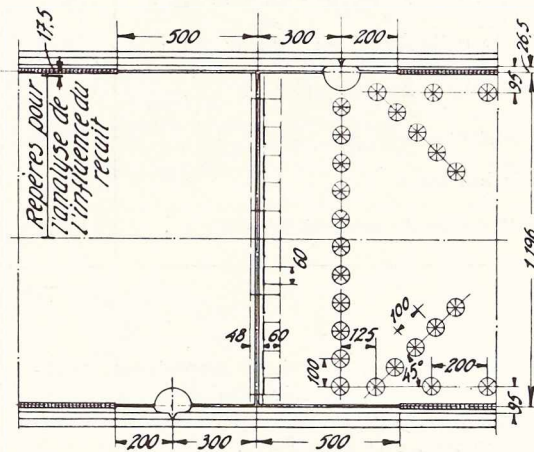
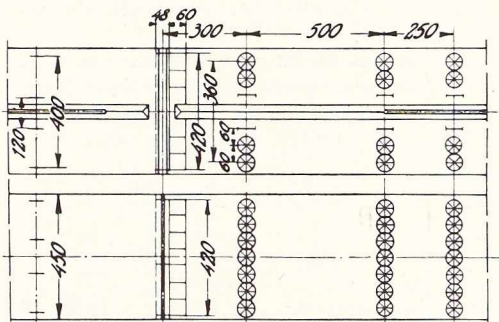


Fig. 320.

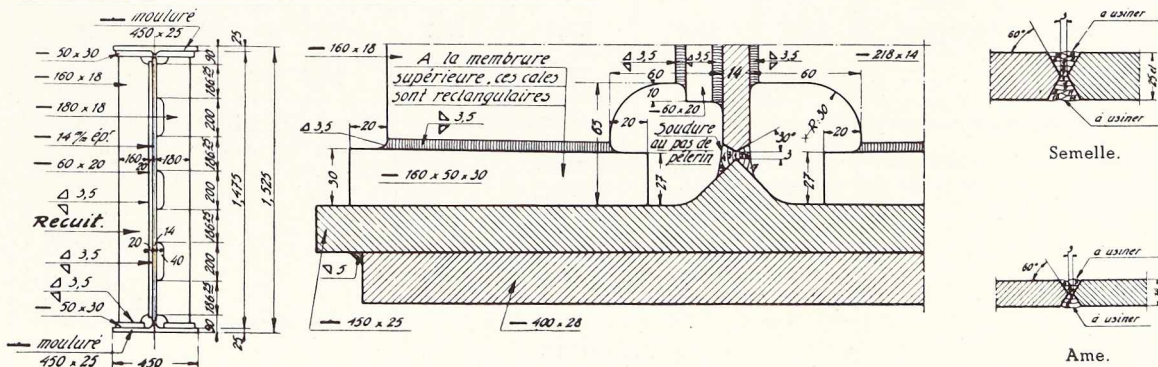


Joint dans l'âme.



Joint dans une semelle.

Fig. 322. Détails des assemblages soudés d'une maitresse-poutre.



Semelle.

Ame.

	A	B	C	D	E	K	L
Sens du prélèvement	en travers	en long	en long	en long	en long	en travers	en long
Diamètre en mm	8	8	13,8	13,8	13,8	8	13,8
Distance entre repères en mm . .	60	60	100	100	100	60	100
Limite d'élasticité en kg par mm ²	30,4	29,8	26	25,9	28,6	28,2	22,3
Rupture en kg par mm ²	47,7	47,4	44,9	42	43,8	46,1	41
Allongement en %	26,7	27,5	30,5	29	29	26,7	29,5
Striction en %	59,2	70,4	70,5	70,5	72	67	67,7
Coefficients de qualité R + 2,5 A .	114,5	116,2	121,2	114,5	116,3	109,2	115

TABLEAU II

3° *Macrographies.* — Les empreintes montraient la présence de très peu d'impuretés, ce qui était d'ailleurs confirmé par les teneurs très basses en soufre et phosphore.

4° *Traction sur barreaux tournés.*

Les résultats d'essais sont consignés au tableau II ci-dessus.

Les ruptures des éprouvettes ont montré dans tous les essais une structure particulière fine, donnant des strictions élevées et une texture fibreuse fine avec cassures en cuvette (fig. 321).

5° *Essais de choc sur barreaux entaillés au naturel.* — Eprouvette Mesnager (entaille perpendiculaire au plan du plat, 2 mm de profondeur).

Le tableau III résume les résultats obtenus.

6° *Essais de choc sur barreaux entaillés sur métal vieilli.* — L'écrouissage a été réalisé par compression, ce procédé présentant une déformation répartie plus uniformément sur toute la longueur de l'éprouvette. Les pièces ont ensuite été maintenues pendant 30 minutes à une température de 250° C.

	A	B	C	D	E	K	L
Résilience en kgm/cm ² .	18,1	18,35	17	21,9	19,1	16,9	19,2
Résilience en kgm/cm ² .	16,75	19,3	15,5	23,1	18,6	15,9	19,2
Résilience en kgm/cm ² .	17,1	20,3	15,5	23,7	17,5	15,2	18
Moyenne	17,3	19,3	16,25	22,9	18,4	16	19
Texture dans les cassures	Fibreuse fine	Fibreuse fine près de l'entaille, grains fins au centre	Fibreuse fine près de l'entaille, grains moyens au centre	Fibreuse fine	Fibreuse fine	Fibreuse fine	Fibreuse fine près de l'entaille, grains moyens, côté opposé à l'entaille

TABLEAU III



	A	B	C	D	E
Résilience en kgm/cm ²	13,65	14,40	10,40	18,10	15,00
Résilience en kgm/cm ²	11,40	15,40	15,20	17,50	15,40
Résilience en kgm/cm ²	11,90	17,85	13,00	18,00	15,00
Moyenne	12,25	15,85	14,90	17,90	15,10
Texture dans les cassures	Fibreuse fine près de l'entaille, grains fins au centre	Fibreuse fine près de l'entaille.	Rupture plane à grains moyens, zone fibreuse près de l'entaille	Fibreuse fine grains fins côté opposé à l'entaille.	Fibreuse fine.

TABLEAU IV

Pour les résultats, voir le tableau IV ci-dessus.
 Les coefficients de réduction de la résilience à l'état vieilli par rapport à la résilience à l'état naturel sont les suivants :

$$A : \frac{12,25}{17,30} = 0,71.$$

$$B : \frac{15,85}{19,30} = 0,82.$$

$$C : \frac{13,90}{16,25} = 0,85.$$

$$D : \frac{17,90}{22,90} = 0,78.$$

$$E : \frac{15,10}{18,40} = 0,82.$$

	A	B	C	D	E
Sections brutes en mm	28×13,7	19,95×9,35	36×18	60,3×29,3	49,95×24,6
Section fond d'entaille mm ²	345	167,5	583	1.590	1.100
Distance entre repères en mm.	160	115	205	345	290
Limite d'étirage en kg/mm ²	31,1	29,4	27,4	30,1	28,5
Rupture en kg/mm ²	51	50	48	46,4	46,2
Allongement en %	20,6	20,9	21,2	21,6	24,8
Striction en %	38	40,3	39,2	37,5	38,2
Forme et texture des cassures.	En dièdres, soyeuse	En dièdres, soyeuse	En dièdres, avec arrachements, soyeuse sur 4/5, à grains fins sur 1/5	En dièdres, soyeuse	En dièdres, soyeuse

TABLEAU V



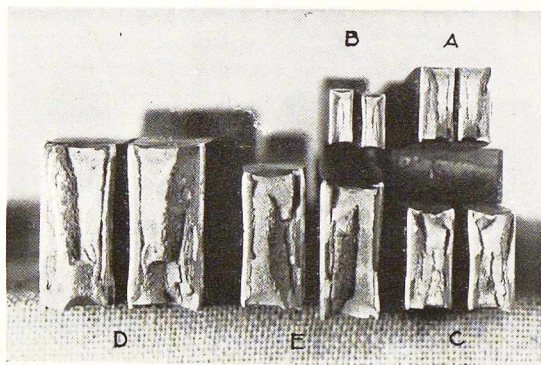


Fig. 323. Eprouvettes avec entaille rompues par traction statique.

7° Essais de traction statique sur éprouvette avec entaille. — Profondeur de l'entaille : 1/20 de l'épaisseur (fig. 323).

Le tableau V ci-avant donne les résultats des essais.

Remarque : La limite d'élongation et la tension de rupture sont calculées à partir de la section au fond de l'entaille.

8° Essais de traction statique sur éprouvettes avec cordons de soudure (fig. 324).

Voir le tableau VI ci-dessus pour les résultats des essais.

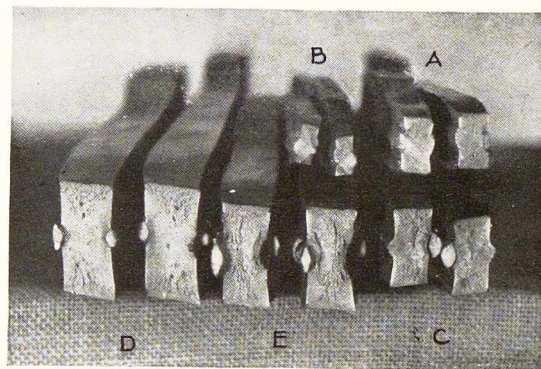


Fig. 324. Eprouvettes avec cordons de soudure rompues par traction statique.

9° Essais de pliage au naturel. — En long pour les plats. En travers pour les tôles. Sur tous les échantillons : pliage à mi-épaisseur sans crique, ni fissure.

10° Essais de pliage après trempe (925° C à l'eau à 20° C). — En long sur les échantillons A. B. C. D. E. Pliage à deux épaisseurs sans rupture, ni crique, ni fissure (fig. 326).

11° Essais de texture. — Quel que soit le procédé de rupture, il n'a pas été possible d'obtenir une cassure grenue. Sauf pour l'échantillon C, qui décele une structure homogène à grains fins.

	A	B	C	D	E
Section totale en mm ²	410	213	683,5	1.806	1.277
Distance des repères mm.	160	115	205	345	290
Limite d'élongation kg/mm ²	31,5	30,2	25,1	26,2	26,5
Rupture kg/mm ²	46,8	46,5	46	41,6	43,5
Allongement %	20,6	12,2	12,9	22,8	18,1
Striction %	52,8	55,5	39,3	46,4	49,4
Forme et texture des cassures	En sifflet régulier, soyeuse	En cônes (rupture en dehors des repères)	En sifflet, soyeuse	En sifflet, droit régulier, soyeuse	En sifflet avec arrachements, soyeuse

TABLEAU VI



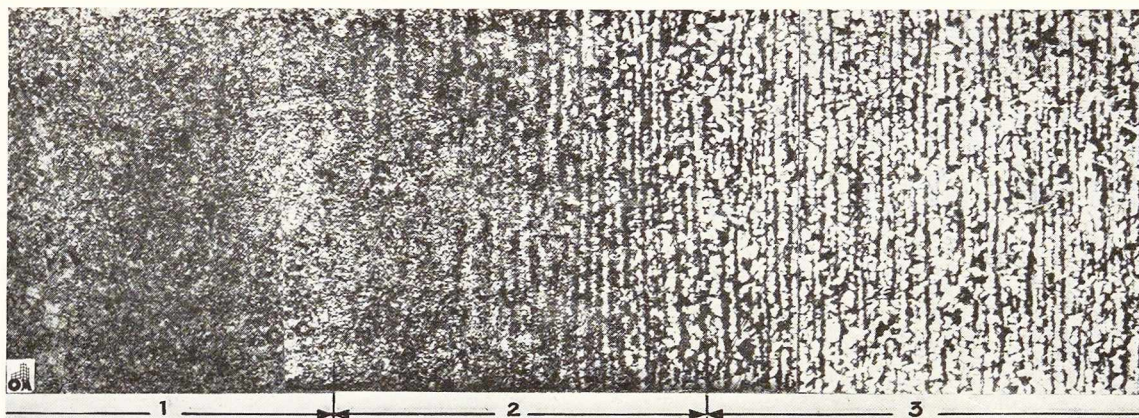


Fig. 325. Vue panoramique (grossissement : 105) montrant :

- 1) La zone directement en contact avec le cordon de soudure.
- 2) La zone de transition.
- 3) La zone du métal de base.

Noter l'absence de composés martensitique, troostique et sorbitique.

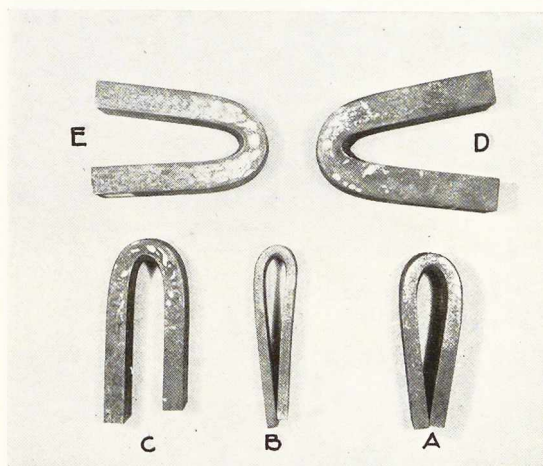


Fig. 326. Essais de pliage après trempe.

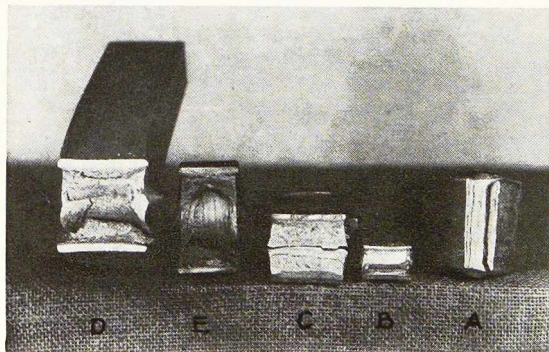


Fig. 327. Essais de texture.

les autres ruptures se sont produites par déchirement progressif. Le fait qu'il n'a pas été possible d'obtenir des structures grenues et ce malgré des entailles importantes, prouve la ductilité de cet acier et l'absence d'inclusions importantes (fig. 327).

12° Essais de soudure avec échelle transversale de dureté. — Pour chaque échantillon, l'essai de dureté a été effectué seulement sur les deux bandes d'extrémité et sur la bande centrale. Dans chaque bande, on a fait 7 points de dureté, distants de 5 mm sur une droite inclinée à 45°, sur l'axe de la soudure. Le cordon de soudure a été déposé au moyen d'une électrode de 4 mm de diamètre et avec un courant de 180 ampères.

Il serait trop long de reproduire tout le tableau. Signalons qu'en aucun point, la dureté maximum Rockwell B n'a atteint la valeur de 100 kg/mm².

Cet essai a été accompagné d'un examen micrographique de la zone où la dureté est maximum. La micrographie (fig. 325), qui donne en même temps une vue panoramique, ne révèle aucun des constituants tels que la martensite, troostite, sorbite.

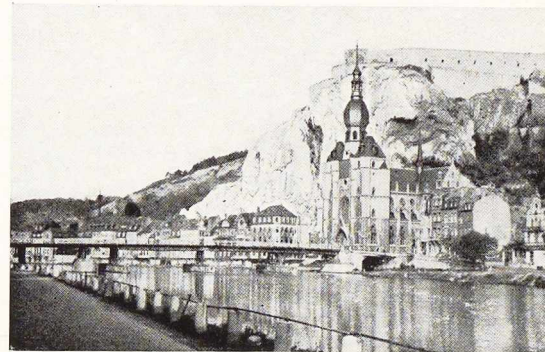
Conclusion générale. — Sauf quelques écarts minimes en ce qui concerne la teneur en carbone et la limite élastique d'un plat, cet acier satisfaisait remarquablement à toutes les prescriptions sévères. On pouvait donc admettre qu'il était particulièrement ductile et soudable.

Ajoutons que pendant sa mise en œuvre, aucun incident ne s'est produit malgré les circonstances difficiles dans lesquelles le travail a eu lieu.

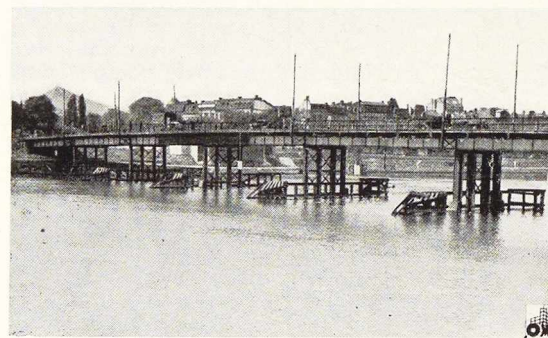
La construction du pont fut confiée à la S. A. John Cockerill; des articles relatifs à cette construction paraîtront ultérieurement. G. D. C.

L'ACIER et ses Applications

Fig. 328. Ponts métalliques provisoires à poutres à âme pleine : pont construit à Dinant sur la Meuse.

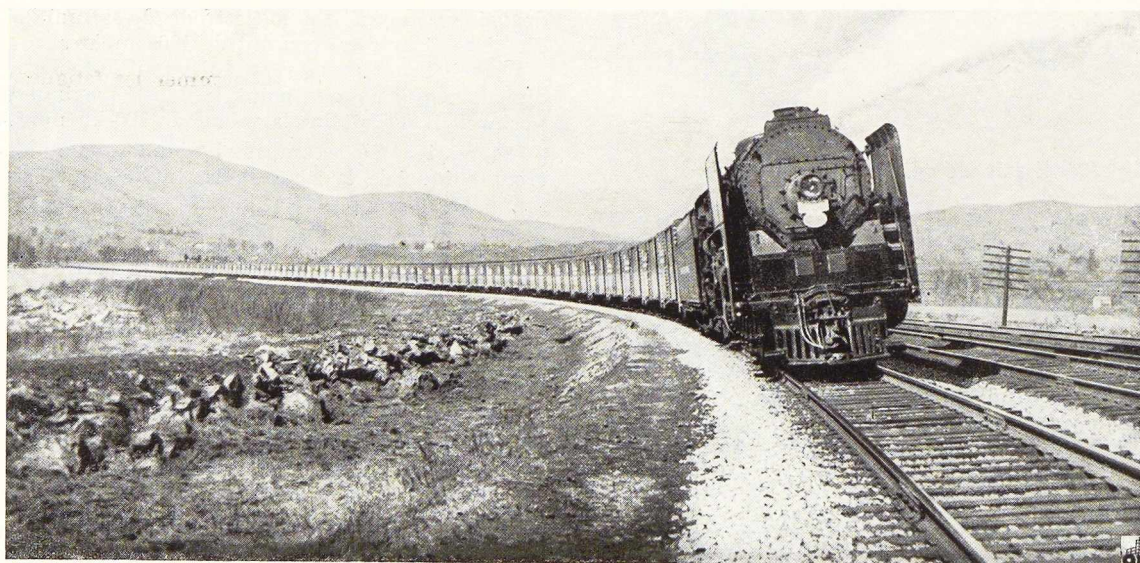


Pont construit à Liège : ce pont prend appui sur des palées métalliques.



(Photos R. Kaiser.)

Fig. 329. Train américain de 80 wagons métalliques.



(Photo Associated Press.)



Le problème des réservoirs pour combustibles liquides ⁽¹⁾

par A. Caquot,

Membre de l'Institut de France

Les combustibles liquides doivent être emmagasinés en des réservoirs étanches, supportant autant que possible une pression gazeuse au-dessus de la surface du liquide, afin d'éviter ou de limiter les pertes par évaporation.

Ces pertes ont deux effets : d'une part une perte en quantité, d'autre part une perte en qualité, celle-ci étant surtout sensible pour les essences antidétonantes.

Ces réservoirs sont constitués par une paroi continue en tôle d'acier.

La nature même de ce métal permet à la tôle de supporter des efforts égaux dans les deux directions orthogonales des contraintes principales.

Et cette propriété entraîne comme conséquence immédiate une mauvaise utilisation de la résistance de la matière, si la paroi, comme dans les réservoirs cylindriques, est uniquement utilisée dans une direction. Les surfaces doivent être à double courbure pour réaliser la condition de bon rendement du métal, à savoir l'égalité des contraintes principales maxima dans deux directions, ces maxima pouvant ne pas être simultanées, et correspondre à des cas de charge différents, par suite des variations des niveaux des tensions de vapeur.

Forme de la surface du réservoir

Le problème comporte deux solutions simples et bien connues quand le réservoir est complètement rempli de gaz sous pression, ou quand il est complètement rempli de liquide :

Dans le premier cas, la forme est une sphère;

Dans le deuxième cas, la forme est celle de la goutte d'eau reposant sur un plan, et s'appuyant sur celui-ci par une notable partie de sa surface. On sait en effet que l'équilibre est alors déterminé par la tension superficielle qui donne à l'ensemble la forme d'équilibre d'un corps rigou-

reusement fluide, totalement enfermé dans une membrane à tension constante en tous points de la surface et en toutes directions de celle-ci. C'est par conséquent la solution exacte du problème qui nous occupe mais dans un cas très particulier, et inutilisable, celui du réservoir constamment plein.

L'exploitation exige au contraire que le réservoir puisse être vidé et rempli. L'équilibre satisfaisant doit être réalisé, quel que soit le niveau de la surface libre du liquide.

Pour les gaz, l'utilisation se faisant par variation de pression, la forme sphérique est toujours correcte, et d'importantes réalisations ont été faites de telles formes, particulièrement aux Etats-Unis.

Pour les liquides, l'abaissement du niveau à partir du sommet entraîne la formation de contraintes de compression en certaines zones, particulièrement intenses sur les directions des parallèles de la surface de la paroi, qui est de révolution autour de l'axe vertical. Ces contraintes de signe opposé à celles qui agissent dans la direction du méridien, s'ajoutent à celles-ci en valeurs absolues pour déterminer les fatigues dangereuses. Il en résulte ainsi des augmentations d'épaisseurs des zones basses qui ne permettent pas une réalisation économique, d'autant plus que ces épaisseurs se trouvent en outre, dans presque tous les cas, fortement majorées par la condition de sécurité contre le flambement. Ce phénomène apparaît comme particulièrement grave quand on compare la portée diamétrale à l'épaisseur de la paroi, ce rapport pouvant atteindre 4.000 dans les cas usuels de la pratique courante. C'est pourquoi il convient tout d'abord de se rendre compte de la façon dont se comportent au flambement les enveloppes à double courbure.

Flambement des enveloppes courbes

Ce problème n'avait encore été traité par les élasticiens que dans deux cas relativement aisés

(1) Le texte ci-dessous est extrait d'une conférence présentée par l'Association française des Techniciens du Pétrole et la Société des Ingénieurs soudeurs, le 3 mai 1946.



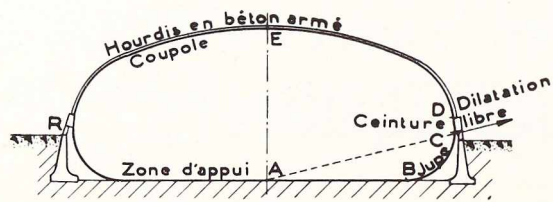


Fig. 330. Réservoir enterré.

à calculer : celui de la sphère et celui des enveloppes à simple courbure.

Les enveloppes que nous devons rationnellement utiliser sont fort éloignées de ces deux cas particuliers, de telle sorte que nous ne disposons pas des données essentielles à l'équilibre mécanique de la paroi. C'est pourquoi nous avons tout d'abord étudié la nature physique et mécanique de ce phénomène, pour en déterminer les lois.

Le flambement d'une enveloppe mince, d'une membrane suivant notre terminologie élastique, se produit de la façon suivante :

Simultanément en deux directions, apparaissent des lignes nodales dessinant sur la surface une sorte de pavage;

Alternativement chaque pavé est formé en relief puis en creux, de telle sorte que cet ensemble de creux et de reliefs apparaît comme le résultat de deux ondes croisées prenant naissance simultanément à partir de certaines conditions du tenseur des contraintes en chaque point, en fonction de l'épaisseur et des deux rayons de courbure.

Notre étude a tout d'abord réussi à déterminer ces conditions élastiques de base de la sécurité. Ayant ainsi déterminé les lois mécaniques du flambement, nous les avons discutées en fonction des épaisseurs et des courbures, et nous avons déterminé le domaine dans lequel la construction était stable, avec les coefficients de sécurité normaux habituels.

Il en est résulté la conception suivante des enveloppes pour réservoirs de combustibles liquides, et de leurs supports, conception qui a été immédiatement appliquée au réservoir de 3.500 m³ actuellement construit. Il a terminé avec un plein succès tous ses essais.

Supports des enveloppes

La forme optima, sans être identique à celle de la goutte d'eau en raison des variations de niveau, s'en rapprocherait beaucoup s'il n'y avait

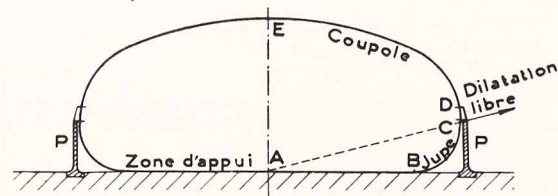


Fig. 331. Réservoir au-dessus du sol.

pas à tenir compte des conditions de flambement.

C'est cette forme optima qui est sensiblement réalisée par les réservoirs américains, la résistance au flambement étant prise en compte par des organes spéciaux formant une charpente intérieure très complexe divisant, par des réseaux, la surface en zones d'aires suffisamment faibles pour que le flambement ait une action nulle, ou très localisée. Notre étude et notre discussion nous ont permis de reconnaître la possibilité de suppression de tout organe parasite, en laissant à la paroi sa continuité et sa pureté de forme, si on fixe mécaniquement dans l'espace une zone annulaire comprise entre deux plans horizontaux voisins du parallèle maximum, du maître couple.

Cette fixation, représentée schématiquement sur les figures 330 et 331, supporte directement une partie notable du poids qui lui est amenée par traction de la partie inférieure, la jupe, tandis qu'elle reçoit un effort de soulèvement important, en sens inverse, dû aux pressions sur la partie supérieure, la coupole.

Elle a donc à supporter les efforts différentiels dus à ces deux causes.

Quant à l'enveloppe, ses efforts de compression dans les variations sont si faibles qu'ils peuvent être supportés en toute sécurité par l'enveloppe dont les rayons de courbure sont déterminés en conséquence de ces actions.

Liberté des dilatations

Pour éviter toute fatigue supplémentaire, nous avons prévu que la ceinture serait librement dilatable. Le mouvement correspondant est la résultante de la dilatation thermique du parallèle horizontal, et de celle du méridien déterminant un mouvement vertical, c'est-à-dire un mouvement radial dirigé par la droite joignant ce point au centre de la base d'appui du réservoir (fig. 330 et 331).

Si, comme dans le réservoir actuellement réalisé, la fixation est sur une zone de maçonnerie fixe, les rouleaux, ou les piliers flexibles d'appui,



doivent être sensiblement orthogonaux à cette direction (fig. 330).

Dans le cas où l'appui se fait en acier au niveau de la base, la dilatation thermique verticale est la même dans l'appui et dans le méridien, la résultante est horizontale, et le pilier d'appui doit être vertical (fig. 331).

Effort de soulèvement

Lorsque le réservoir contient seulement de la vapeur saturante, la pression de celle-ci tend à soulever la coupole, et les piliers doivent être ancrés du poids nécessaire, d'autant plus fort que le réservoir est prévu pour une plus grande pression.

C'est le grand intérêt de cette fixation dans l'espace de la ceinture au voisinage du maître couple, d'équilibrer ces efforts de sens opposé qui, autrement, auraient pour résultat d'augmenter ou de restreindre la surface directe d'appui, en fatiguant les parois d'une façon inadmissible.

Forme du réservoir

Pour réaliser la forme définitive optima, le réservoir est ainsi constitué comme surface de révolution :

1° De A à B, par une surface directe d'appui, sensiblement plane;

2° De B à C, par une jupe dont la courbure méridienne varie régulièrement avec une valeur maximum en B, l'équation de la courbe étant fonction de la pression maximum du gaz;

3° De C à D, par une ceinture reposant sur les fixations R (rouleaux ou piliers flexibles) sur maçonnerie (cas de la fig. 330) ou P (piliers métalliques) (cas de la fig. 331);

4° De D à E, par une coupole dont la méridienne est une courbe déterminée par la pression maximum, sa courbure étant maximum en D et variant régulièrement jusqu'à son minimum en E.

La ceinture CD a, d'autre part, la rigidité d'inertie suffisante pour assurer en toute sécurité l'indéformabilité absolue du réservoir.

Dispositions accessoires

La coupole peut être protégée thermiquement et mécaniquement d'une façon très simple et très efficace par un hourdis en béton armé dont la coupole sert de coffrage intérieur. Il est alors fixé sur la paroi des boucles soudées de fil d'acier noyées dans le hourdis.

Le réservoir peut être enterré et placé dans une cuve en béton armé, comme dans le réservoir

construit sous la forme schématique de la figure 330, ou peut être entièrement libre sous la forme de la figure 331.

Construction

Nous avons également étudié la construction pour qu'elle soit rapide, sûre, économique, et de haute qualité.

A cet effet nous sommes partis des éléments suivants :

a) La ceinture est un élément cylindrique en acier ou en béton armé, facilement réalisable et mis en place dès l'origine de la construction, grâce à ses piliers;

b) Le fond est construit en tôles soudées planes par les dispositions habituelles;

c) La jupe est décomposée en fuseaux dont la largeur est voisine de 1 mètre. Ces fuseaux sont mis en place dès l'origine de la construction, sans s'occuper de la coupe par le parallèle, et soudés par deux ou par trois à l'atelier, puis mis en place et soudés au fond, à la ceinture et aux fuseaux précédents. La mise en place se fait d'une façon simple et précise par le double appui sur le fond et sur la ceinture;

d) La partie supérieure du dôme est construite par fuseaux, assemblés par trois à l'atelier, puis mis en place sur une charpente très légère;

e) La partie latérale du dôme, s'appuyant sur la ceinture et sur la partie supérieure, est réalisée comme la jupe.

Mise en forme

La soudure étant terminée, le réservoir est mis en forme définitive par pression d'eau servant aux essais. Cette pression agit comme dans l'auto-pressage des canons, pour la mise en place régulière de la membrane. Cet auto-usinage est particulièrement précis.

Economie

A sécurité égale, l'économie de matière dépasse 33 %. L'économie de main-d'œuvre serait également importante dans un chantier où la série serait suffisante.

Ces travaux ont pu être menés à bien, d'une part grâce à l'administration française officielle qui a pris l'initiative de construire un premier réservoir à Amilly, d'autre part grâce aux *Entreprises métropolitaines et coloniales*, qui, aidées par les spécialistes de la soudure, ont fait preuve de confiance, d'énergie et d'efficacité.

A. C.



Le soudage d'un réservoir prototype de 3.500 m³. - Système Caquot (1)

par H. Gerbeaux,

Ingénieur Chef de Service à l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène et Institut de Soudure autogène

L'article précédent vient de développer les considérations générales et les principes d'ordre technique qui ont permis de fixer les caractéristiques du réservoir de stockage de combustible liquide.

Ce réservoir original ayant retenu l'attention des Services officiels, il fut décidé de réaliser un prototype permettant de démontrer la valeur pratique de cette conception.

M. Dubois, président des *Entreprises métropolitaines et coloniales*, fit exécuter par son Bureau d'études, suivant les directives de M. Caquot, l'étude complète des formes, tous les calculs de résistance et la recherche des principes de construction les plus rapides et les plus économiques.

Le projet définitif fut agréé par le Service spécial des Dépôts d'Hydrocarbures, qui, pour le compte du Ministère de la Production industrielle, passa commande aux *Entreprises métropolitaines et coloniales* d'un réservoir du type enterré de 3.500 m³ de capacité et pouvant supporter une pression gazeuse interne maximum de 0,4 kg/cm², à édifier sur le parc n° 1 du dépôt d'Amilly (Loiret) des Services des Essences des Armées.

Les *Entreprises métropolitaines et coloniales* assurèrent l'entière responsabilité de la construction de ce prototype et réalisèrent une construction simple, rapide et économique en utilisant, pour la robe, des tôles planes non chaudronnées, acheminées directement des laminoirs sur le chantier où elles furent débitées en fuseaux avant soudure. La mise en forme définitive fut assurée par un essai final en surpression.

Après l'exécution des essais normaux de réception entièrement satisfaisants, les constructeurs prirent l'initiative et la responsabilité de soumettre le réservoir à des essais en surpression (0,8 kg/cm², c'est-à-dire à une pression double de la pression prévue). Ces essais confirmèrent la tenue parfaite de l'ouvrage et de son enveloppe soudée donnant toutes garanties pour la généralisation de réservoirs du même type.

(1) Le texte ci-dessous est extrait d'une conférence présentée par l'Association française des Techniciens du Pétrole et la Société des Ingénieurs soudeurs, le 3 mai 1946.

Caractéristiques de l'ouvrage

La fonçure fait 13^m90 de diamètre (soit 14 mètres, compte tenu du recouvrement du joint périphérique des tôles).

Le diamètre à l'équateur est de 21^m47.

La hauteur du fond à la naissance du dôme est de 13^m60.

Le rayon de courbure de la génératrice est de 2^m95 au raccordement sur le fond et de 10^m73 au sommet.

Grâce aux formes et dispositions choisies, les efforts sur la paroi métallique sont très modérés; ainsi la ténacité de l'acier employé n'est pas une caractéristique dominante; la tenue à la corrosion, les facilités de façonnage et de soudage, l'aptitude aux adaptations par déformation plastique sont davantage recherchées. De ce fait, le choix s'est porté sur un acier extra-doux Martin avec lequel les épaisseurs à mettre en œuvre sont de 5 à 8 mm.

La construction est faite sous le contrôle général du Bureau *Securitas*. Toutefois, afin de parer à toutes les difficultés techniques pouvant résulter de l'application du soudage, les *Entreprises métropolitaines et coloniales* s'assurent la collaboration des *Etablissements Pecquet-Tesson* dont la maîtrise en construction soudée est bien connue, tandis que l'*Office central de la Soudure autogène* est chargé d'assurer la réception des matériaux destinés au soudage, le perfectionnement et l'agrément des soudeurs, la surveillance et le contrôle des opérations de soudage.

Préparation des travaux

Dès le début de l'étude de fabrication et bien qu'il soit agréable, pour simplifier, d'unifier les procédés, on observe que le soudage électrique à l'arc et le soudage oxy-acétylénique doivent intervenir conjointement, et on devra tirer parti des caractéristiques particulières à chacun des deux procédés.

Le fond, en 6 mm, comportant 103 mètres de soudures bout à bout, sera soudé à l'arc. La



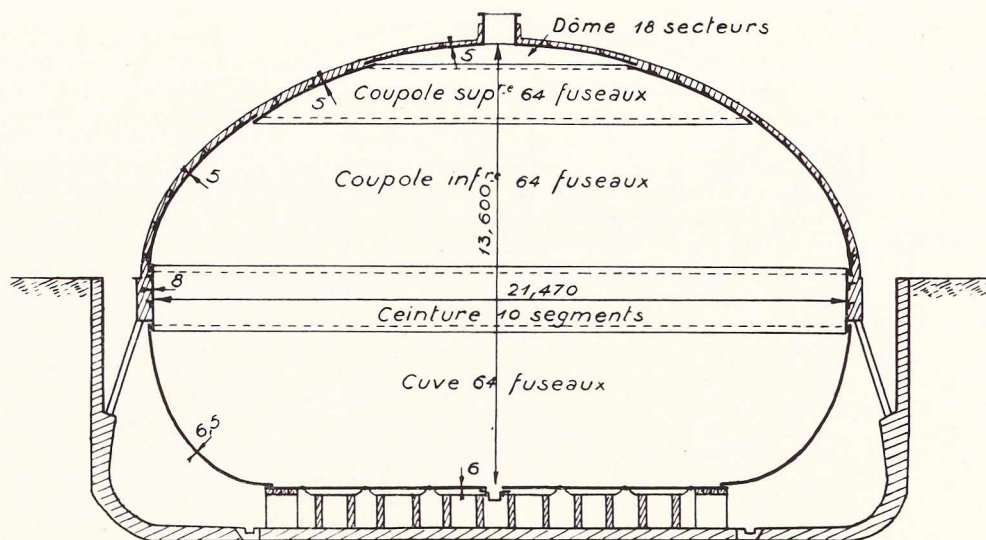


Fig. 332. Schéma d'ensemble et disposition de la tôlerie du réservoir Caquot.

tôlerie de ceinture, en 8 mm, sera constituée de 10 bandes de tôles de $7^m00 \times 1^m40$ assemblées bout à bout en place par soudure montante oxy-acétylénique.

Les fuseaux constitutifs des différentes zones dénommées arbitrairement : dôme, coupôles (supérieure et inférieure) et cuve, seront préalablement réunis en petits groupes par soudage bout à bout par l'un ou l'autre procédé, puis assemblés sur place par soudage oxy-acétylénique à deux opérateurs, seul procédé offrant pour ces épaisseurs toute garantie de qualité en dépit des inévitables variations de préparation.

Restent les assemblages circulaires des différentes zones entre elles. On renonce ici au joint bout à bout en raison des incertitudes de préparation. Les assemblages seront à recouvrement par soudure dite à double clin, et l'emploi de l'arc électrique s'imposera. Dans tous ces cas d'assemblages, une des deux soudures est parfaitement accessible et offrira toute garantie d'étanchéité. L'autre, d'exécution plus délicate, sera d'étanchéité moins certaine, mais équilibrera les efforts appliqués sur la première. Pour éviter les concentrations de tension des assemblages d'angle, les soudures seront de forme allongée dans la direction des efforts.

Un chevelu sera soudé sur tout l'hémisphère supérieur et la ceinture. Ce soudage sera exécuté à l'arc sur chaque élément de tôle préalablement découpé.

L'ordre suivant des travaux a été adopté :

Le fond sera d'abord soudé; les tôles de ceinture seront mises ensuite en place sur l'échafaudage servant au coffrage, puis soudées; cette tôlerie participera au coffrage de la ceinture équatoriale en béton armé; pendant la coulée et la prise du béton de la ceinture et des dalles supports, les travaux de préparation des groupes de fuseaux se poursuivront dans l'atelier voisin; il restera ensuite à faire le montage final en prenant appui sur le fond et sur la ceinture. Ce montage final (fig. 333) doit être conduit rapidement et avec précision. Pour en assurer la réussite, M. Tesson, qui cumule les compétences d'ingénieur soudeur et de spécialiste de la maintenance, édifie un appareil spécial dénommé « manège », constitué d'un fort pylône central et de deux bras opposés tournant autour du pylône et recevant à leur extrémité deux avant-bras articulés autour d'un axe horizontal équilibré et supportant chacun une balancelle.

L'évolution verticale des balancelles se fera à moteur, commandé par le soudeur. L'évolution horizontale sera accomplie au treuil à main.

Le pylône peut supporter, sur une armature convenable, la coupole supérieure, le dôme, ainsi que le plancher de travail correspondant.

Tous les joints, y compris les joints de cuve situés sous les dalles d'appui, sont parfaitement accessibles sur les deux faces.

Pour accélérer le montage, les *Entreprises métropolitaines et coloniales* prévoient la réalisation d'assemblages partiels exécutés à proximité de

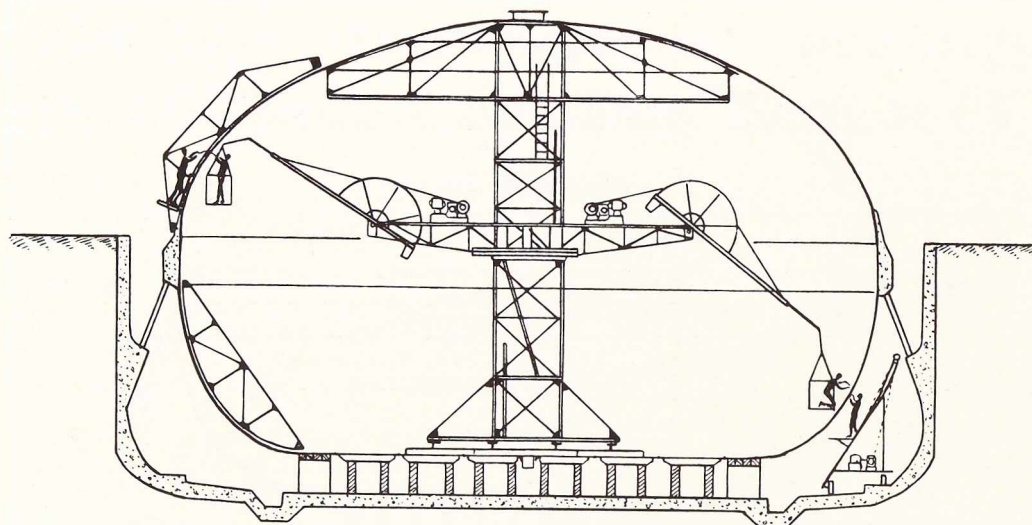


Fig. 333. Schéma des dispositifs de soudage en montage.

l'ouvrage et permettant de réduire dans des proportions considérables la longueur des lignes de soudure à exécuter en montage.

Ces éléments préfabriqués de cuve et de coupole seront mis en place, maintenus par des mannequins qui leur donnent la courbure voulue.

L'équipement puissant du chantier adopté par l'entreprise se révélera à l'usage, excellent. Il aura permis aux ouvriers de travailler aisément et sans aucun danger, condition indispensable à l'exécution de bonnes soudures; ceci vérifie la commodité et la sécurité offertes aux travailleurs de ce chantier. Du reste, tout ce matériel de chantier, utilisable pour une suite de constructions et adaptable à des sphéroïdes d'autres dimensions, peut s'amortir rapidement.

Réception des matériaux Agrément des soudeurs

Dès novembre 1943, les tôles étaient commandées suivant les spécifications suivantes :

Elaboration : acier Martin.

Composition chimique : C : 0,05 à 0,15 % ;
Mn : 0,30 à 0,60 % ; Si : traces ; S : \leq 0,03 % ;
P : \leq 0,03 %.

Caractéristiques mécaniques : R \geq 35 kg/mm² ;
 $\lambda \geq$ 28 %.

En raison des circonstances, les tôles ne sont en place qu'en février 1945, et elles offrent les caractéristiques suivantes :

C : 0,14 à 0,15 % ; Mn : 0,27 à 0,32 % ; Si : néant ; S : 0,023 à 0,045 % ; P : 0,018 à 0,023 %.
R : 38 à 44 kg/mm² ; λ : 22,5 à 28 % (long et travers).

Ces propriétés sont jugées suffisantes.

L'approvisionnement des métaux d'apport est à assurer. Les électrodes devront présenter d'excellentes caractéristiques de fusion, tant à plat qu'en position. Elles déposeront un métal compact et homogène de forme convenable de cordon, et ayant pour caractéristiques minima 42 kg/mm² de ténacité et 18 % d'allongement et pour indices de pureté S \leq 0,04, P \leq 0,04. A cette époque, les fabricants d'électrodes rencontrent de grosses difficultés d'approvisionnement et de fabrication. Sur l'ensemble des échantillons présentés, un seul donne complète satisfaction. Il s'agit d'une électrode fonctionnant sous tout courant. Cette latitude facilitera le groupement des postes nécessaires aux travaux. On réservera de préférence le courant continu aux assemblages en position.

Pour assurer rapidement cette réception d'électrodes, les essais de texture sont faits par rupture après entaillage dans des soudures exécutées dans les conditions d'utilisation; les essais mécaniques sont pratiqués sur des éprouvettes obtenues par perçage et découpage au chalumeau de deux tôles soudées sur bords droits distants de 13 mm environ. La ténacité est déduite de la rupture de deux éprouvettes à section réduite; l'allongement est mesuré au pliage jusqu'à fissuration sur



10 mm entre repères tracés sur la surface tendue de l'éprouvette prismatique.

Des électrodes non retenues pour les travaux de tôlerie seront néanmoins jugées suffisantes pour l'exécution du soudage du chevelu.

Les soudeurs à qualifier (soit au chalumeau, soit à l'arc, soit aux deux procédés) sont agréés uniquement sur examen très sévère de l'aspect extérieur et sur examen de la texture de toute la longueur d'une soudure de 40 cm de long et correspondant très exactement à chacun des types d'assemblage à réaliser.

Bien que les assemblages soient d'un type très classique, l'expérience a montré que le soudeur, même le plus adroit, n'obtient sa qualification qu'après entraînement préalable, et cette qualification est à pratiquer de préférence très peu de temps avant les travaux; il y a intérêt même, lorsque les phases d'exécution sont bien distinctes, à ne prononcer l'agrément que pour chaque cas d'assemblage et à mesure de la succession des opérations. Au cours des travaux, quelques sondages des joints pratiqués à la meule biconique permettront de vérifier, chaque fois que ce sera nécessaire, la parfaite compacité des assemblages exécutés.

Développement des travaux

Le réservoir est édifié sur la cuvette d'un ancien réservoir cylindrique enterré. Les *Entreprises métropolitaines et coloniales* établissent, sur chemins de roulement, une grue Weitz à crochet roulant de 25 mètres de hauteur de pylône et 25 mètres de longueur de volée, levant 1.500 kilos en bout de flèche. Une estacade en béton armé prolonge le chemin de roulement pour que la grue puisse, de cette extrémité, couvrir toute l'étendue du réservoir. Un tel appareil peut paraître important et encombrant. En fait, pendant toute la durée de la construction, il assurera sans retard ni défaillance le déchargement des wagons sur les voies voisines et des camions routiers, le service du chantier de bétonnage et de l'atelier de chaudronnerie voisin, ainsi que celui de la totalité des opérations de montage.

Sur le radier sont d'abord établies des murettes en béton qui reçoivent ensuite des dalles. L'ensemble est étudié de manière à rendre accessibles sur leurs deux faces toutes les soudures de fond, tant pendant la construction que pour les visites ultérieures.

Les tôles sont ensuite disposées sur le dallage. Elles sont préalablement revêtues à l'envers d'une couche de « bitumastic ». Une réserve de 10 cm est faite sur le pourtour pour le soudage. Ces

tôles ont été livrées très déformées, elles doivent subir avant assemblage une correction sommaire. Le soudage a été commencé en juin 1945.

Les tôles sont aboutées de manière à constituer de longues bandes, lesquelles sont affranchies au pyrotome et soudées entre elles. En l'absence d'électrodes appropriées au soudage soutenu par latte de cuivre, l'assemblage est exécuté en deux phases : d'abord une passe au plafond sur bords non chanfreinés distants de 3 mm, puis, après chanfreinage au burin pneumatique, soudage du dessus. Des sondages à la meule vérifient qu'il y a bien, dans tous les cas, soudage à cœur.

Ensuite, la ceinture est édifiée. Les tôles préalablement garnies de chevelu sont courbées sur place et assemblées au chalumeau, à deux opérateurs. Ce genre de soudure ne présente guère de risque de défaut d'étanchéité; cependant, en raison du bétonnage prochain rendant tout contrôle difficile, un essai d'étanchéité des joints est fait à l'air au moyen d'une cloche mobile à joint de caoutchouc assujetti sur une face de la tôle par des électrodes aimants, l'autre face est badigeonnée à une solution de Brecolane Kuhlmann.

En atelier, les tôles de fuseau sont placées sur gabarit comportant un rail de forme permettant leur découpage précis au pyrotome; la position des étriers de chevelu est repérée sur un autre gabarit; ces étriers sont soudés tandis que le fuseau est maintenu bridé sur un montage. Puis les fuseaux sont assemblés entre eux de la manière suivante :

- En totalité pour le dôme;
- Par groupe de 8 pour la coupole supérieure;
- Par groupe de 3 pour la coupole inférieure;
- Deux à deux pour la cuve.

Les poids de ces ensembles sont appropriés au moyen de levage.

Les soudures sont faites à l'arc pour le dôme et la coupole supérieure, tandis que, pour la coupole inférieure et le dôme, elles sont réalisées au chalumeau.

L'arc est choisi dans les deux premiers cas en raison de la position naturelle presque horizontale des joints. On soude bout à bout à plat sans chanfrein et on reprend à l'envers sur burinage au grain d'orge. Le sondage à la meule vérifie là encore la compacité de l'assemblage.

Pour assembler à l'arc les fuseaux de coupole inférieure ou de cuve, il eût fallu construire de grands montages pivotants. Or l'expérience du chantier montre que le soudage en montant au chalumeau à deux opérateurs est légèrement plus rapide que le soudage à l'arc pratiqué comme il a été dit, et ceci pour une égale sécurité, et les déformations sont un peu moindres (aussi éton-



nant que cela puisse paraître, ceci en raison de la courbure donnée au voile et de la simultanéité des soudages sur les deux faces des tôles). Sans hésitation donc, il convient de souder au chalumeau. Les montages seront simples, ils reproduiront à l'atelier, en bonne position, un élément de réservoir.

La figure 336 montre l'assemblage de deux fuseaux de cuve. Les fuseaux sont maintenus et mis en forme par des mannequins et prennent appui sur un dispositif reproduisant, hors du chantier de montage, une portion du fond et de la ceinture. Le soudage est exécuté, l'opérateur côté concave prenant appui sur une échelle, l'opérateur côté convexe ayant pris place sur un skip à moteur qui l'élève progressivement.

Les fuseaux de coupole inférieure sont assemblés trois par trois par le même procédé. Les deux joints sont soudés simultanément, côté concave, le skip est remplacé par un simple escalier de forme appropriée.

Au moment venu, le béton ayant été décoffré, le montage final commence. Commencé au 1^{er} novembre, il durera exactement six semaines, employant 4 soudeurs à l'arc et 6 soudeurs au chalumeau.

On assemble d'abord en place (fig. 334) les huit segments parachevés de la coupole supérieure, puis on les recouvre du dôme. Pour gagner du temps, tous ces assemblages sont faits par l'équipe des soudeurs à l'arc, car en même temps, on commence la mise en place et le soudage des éléments de cuve. Ici on a assemblé alternativement un groupe de deux fuseaux et un seul fuseau en utilisant extérieurement un skip à moteur et intérieurement la balancelle du manège ou une échelle.

Mais l'achèvement de la coupole supérieure

Fig. 334. Mise en place du dôme sur la coupole supérieure terminée.

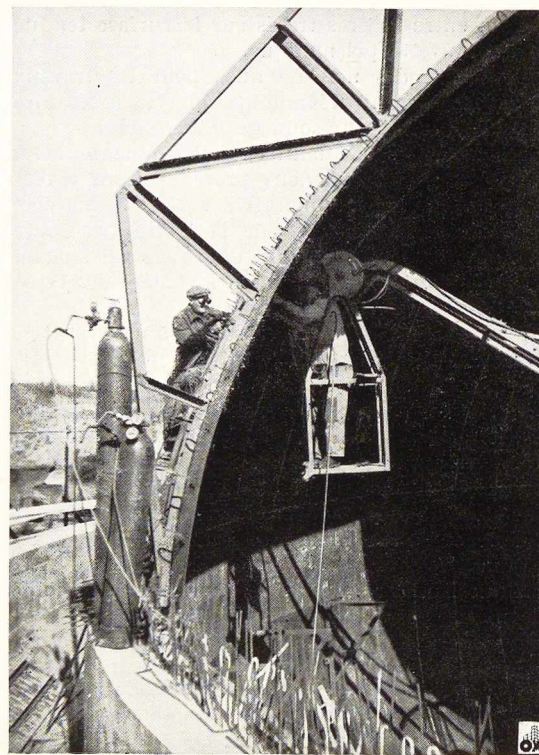
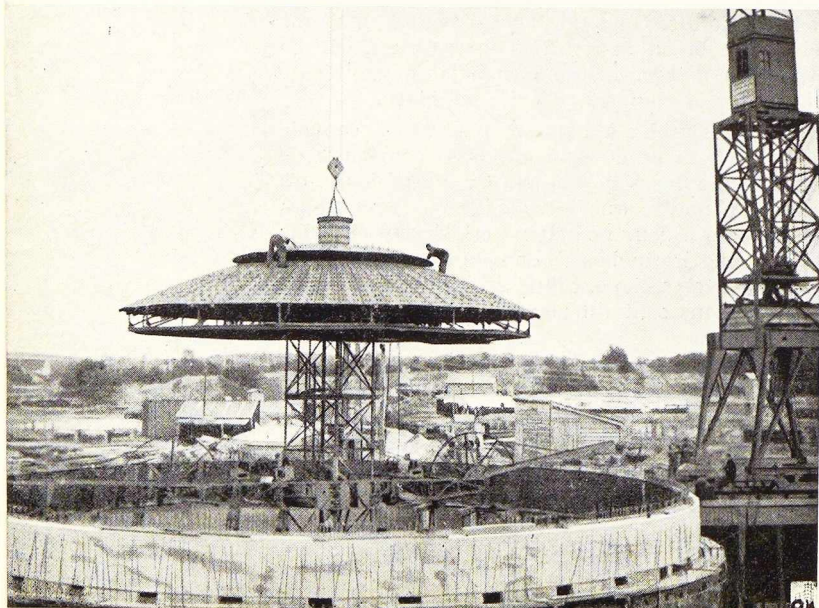


Fig. 335. Soudage oxy-acétylénique, avant montage, de fuseaux de cuve.

permet simultanément le montage de la coupole inférieure, lequel est immédiatement entrepris.

Les groupes de fuseaux sont posés et assemblés par soudure montante à deux opérateurs (fig. 335). Le soudeur extérieur, pour son travail, prend aisément appui sur les étriers soudés, tandis qu'immédiatement en vis-à-vis, son coéquipier opère intérieurement de sa balancelle.

A mesure que le travail de montage se poursuit, le réservoir prend forme peu à peu (fig. 337). La disposition du manège à deux bras opposés conduit, ce qui est d'ailleurs logique, à procéder au montage par groupes opposés de fuseaux.

Le manège poursuit méthodiquement sa lente évolution, et lorsqu'il aura achevé son tour complet, le réservoir sera terminé.

Il n'y aura plus qu'à compléter par quelques détails, puis à procéder aux essais de réception.

Essais de réception

On y procédera sans tarder. Tout d'abord des



Fig. 336. Soudage oxy-acétylénique, en montage, des éléments de coupole inférieure.

essais officiels sont accomplis pour rechercher des fuites par mise en pression de la capacité et exploration des joints au « brecolane ». Pas de fuite aux soudures oxy-acétyléniques, quelques rares perlages des soudures à l'arc. D'autre part, un autre essai, non exigé d'ailleurs, est exécuté pour plus de sécurité. Les recouvrements circulaires de chacune des zones sont soumis à une pression d'air de 5 kg/cm^2 . Des fuites sont décelées aux soudures d'angle côté plafond. Elles sont aussitôt repérées, reprises par burinage des soudures et les joints sont essayés à nouveau.

Enfin, en novembre dernier, les essais officiels de recette sont pratiqués conformément au programme suivant :

a) Essai d'étanchéité à l'air sous $0,25 \text{ kg/cm}^2$, baisse de pression tolérée $0,04 \text{ kg/cm}^2$ en 48 heures. Pour cet essai, la connaissance exacte des variations de température est indispensable. A cet effet, M. le professeur Villey contrôle la température intérieure par mesure de la variation de résistance d'un fil calibré de molybdène suspendu

à l'intérieur du réservoir. La chute de pression mesurée est de $0,0043 \text{ kg/cm}^2$;

b) Essai statique à l'eau avec surpression de $0,4 \text{ kg/cm}^2$ obtenue par adjonction d'un tube de Pascal de 4 mètres. Au cours de cet essai, une fuite est constatée au pot de purge. Elle est due à un défaut au sein de la cornière à bride d'assemblage. Ce défaut est réparé et l'essai est ensuite repris avec succès. La recette du réservoir est alors prononcée.

Essais et mesures complémentaires

Exceptionnellement, pour cette première réalisation, les constructeurs ont tenu à contrôler de façon précise les calculs de leur bureau d'études; c'est pourquoi au cours des essais précédents, des mesures dimensionnelles de deux espèces sont pratiquées :

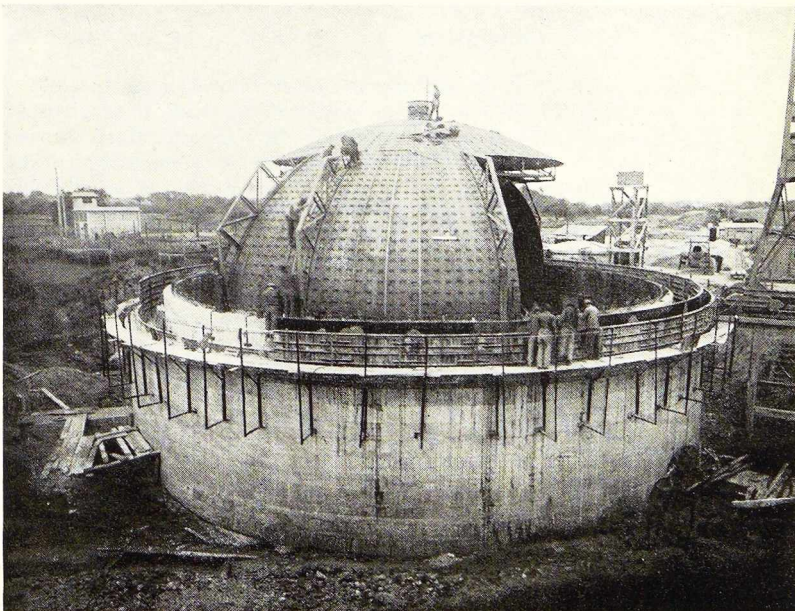
a) Contrôles des formes générales par visées de nivellement et mesures de déplacement de fils à plomb vis-à-vis de règles graduées;

b) Contrôles des tensions élastiques avec mesure, sur base de 150 mm, des déformations élastiques par emploi de plus de 250 élasticimètres Coyne à corde vibrante disposés en croix aux régions les plus caractéristiques de l'ouvrage.

Les mesures globales accusent des déformations pratiquement négligeables. Ceci vérifie que l'hypothèse de travail de l'appareil comme enveloppe mince est parfaitement contrôlée. La rigidité des formes établies permettra en toute circonstance un jaugeage simple et suffisamment précis du réservoir.

Les mesures de tensions mettent en évidence des états de contrainte de la paroi parfaitement conformes aux calculs, et ceci garantit encore l'exactitude des hypothèses prises au départ.

Fig. 337. Vue d'ensemble du réservoir en cours de construction.



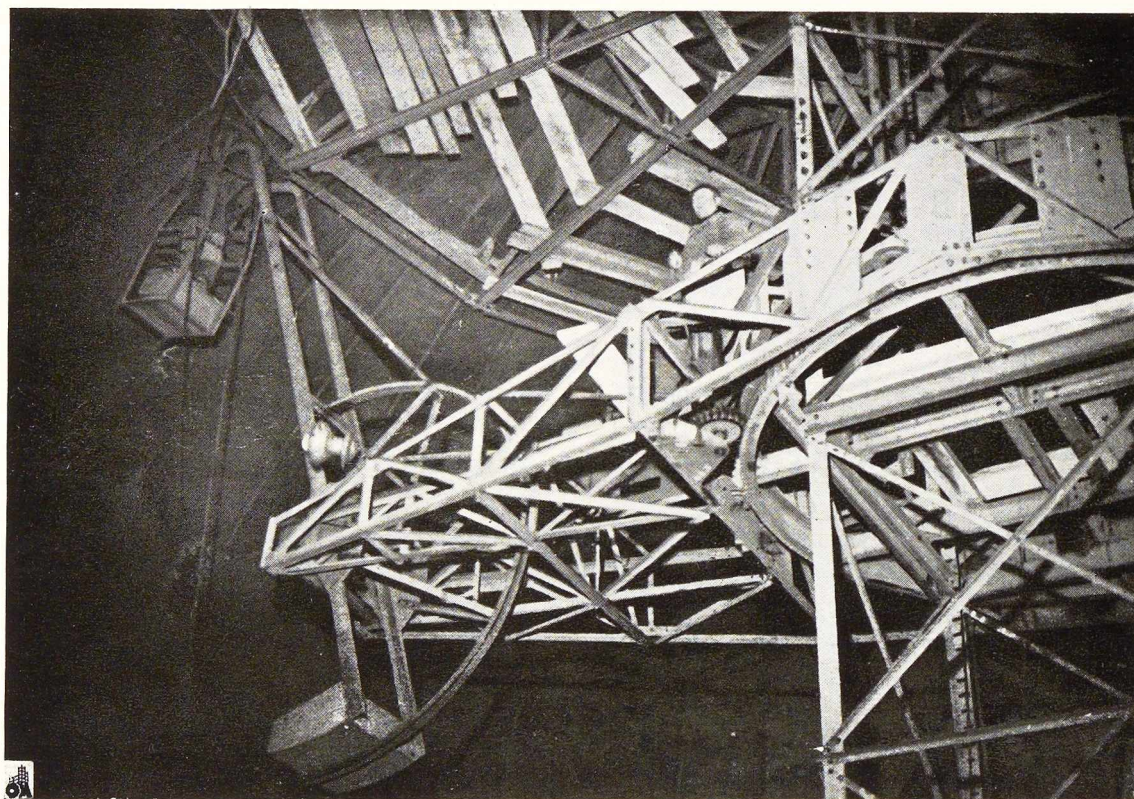


Fig. 338. Le manège, pendant l'exécution des dernières soudures.

Voici d'ailleurs une preuve nouvelle de ce que, pour des conditions normales de formes, les enveloppes à double courbure de récipients à pression travaillent comme voiles aplexiques, et nous pensons qu'il conviendrait que, hors le cas de plaques et des formes directement approchantes, tous les réservoirs à pression de révolution fussent calculés de cette manière simple, et non suivant des règles empiriques.

Conclusion

Cette œuvre s'est donc achevée avec succès.

Elle a mis en relief l'exactitude des principes originaux établis par M. Caquot, ainsi que la facilité de réalisation par des entreprises ayant le souci de l'organisation et de la qualité de l'exécution, et aussi le parti pouvant être tiré des réservoirs métalliques entièrement soudés.

Si d'autres réservoirs sont à construire, ils bénéficieront, bien entendu, de l'expérience acquise par cette première construction ainsi que

d'incontestables améliorations matérielles par rapport à ce qui pouvait être fait en 1945. Toutefois, les principes généraux de conception et de montage décrits ici se sont montrés excellents et seront conservés.

Le réservoir décrit ici était un réservoir enterré. Bien entendu, le réservoir Caquot peut être réalisé également en réservoir « aérien ». Dans ce cas, la construction est notablement simplifiée, et son prix de revient doit pouvoir rivaliser avantageusement avec les réservoirs à pression d'autres conceptions.

Ce type de réservoir, que nous venons d'examiner, constitue, par les économies de matière et de main-d'œuvre, tant pour la construction que pour l'exploitation, un des exemples des constructions rationnelles à développer. Il porte la double empreinte du génie créateur et du dynamisme des constructeurs français.

H. G.

BIBLIOGRAPHIE : *Bulletin de l'Association française des Techniciens du Pétrole*, n° 58, 1946.





(Photos Ponts et Chaussées de France.)

Fig. 339. Le Pont Galliéni, après sa destruction, à la date du 3 septembre 1944.

Une méthode nouvelle de relèvement de ponts

par **A. Mook-Aray**,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, Lyon

Peu de temps avant leur retraite, les Allemands firent sauter tous les ponts lyonnais franchissant le Rhône et la Saône. Au lendemain de la libération, la ville était coupée en trois par ses deux grands fleuves, vingt-deux de ses ponts-routes sur les vingt-quatre qu'elle possédait ayant été détruits ou fortement endommagés. A la paralysie complète sur le plan local, s'ajoutait la coupure sur le plan national de tout le Sud-Est de la France. Les services des Ponts et Chaussées de Lyon se sont mis courageusement à l'œuvre, et en cinq mois, les circulations essentielles furent rétablies. Aujourd'hui, la situation est à peu près normale. Tous les moyens disponibles ont été reportés sur les grandes constructions définitives. Parmi les ponts rendus à la circulation, il y a plusieurs ponts métalliques : le pont de la Mulatière sur la Saône, les ponts Galliéni et La Fayette sur le Rhône.

La reconstruction de ces deux derniers ouvrages

a posé aux ingénieurs des problèmes délicats, auxquels des solutions inédites ont été apportées. Dans les lignes qui suivent, nous nous proposons d'exposer d'une façon succincte les principes qui ont régi la reconstruction de ces ouvrages d'art, conduite suivant la méthode dite de « relevage intégral ».

Le Pont Galliéni

Le pont Galliéni constitue l'ensemble le plus typique de réutilisation des éléments constitutifs du pont détruit. En effet, il n'a fallu que 55 tonnes d'acier nouveau pour restaurer l'arche effondrée du pont Galliéni, de 63 mètres d'ouverture et de 20 mètres de largeur, alors qu'on a consommé pour la reconstruction du pont Wilson en béton armé, dont une arche de 55 mètres de portée et de 20 mètres de largeur avait été détruite, 90 tonnes d'acier.



Fig. 340. Relevage d'une demi-arche du pont Galliéni après coupure de la clé hors de l'eau (juillet 1945).

Au lendemain de la destruction allemande, une première remarque s'imposait à l'esprit quant à la reconstruction des grands ponts métalliques sur le Rhône. Tous ces ponts ont 20 mètres de largeur. Leur longueur, un peu supérieure à 200 mètres, est partagée en trois arches comprenant huit arcs sous chaussée ayant une portée variant de 62^m69 à 72^m50. Analogues par leur construction, ces ponts avaient également connu une destruction analogue. Les piles n'avaient eu à subir que le contre-coup de la destruction du tablier par charges superficielles.

Il paraissait tentant de mettre au point une méthode générale applicable à la restauration rapide, en série, de tous les ponts métalliques. Le procédé de la série permettait même d'amortir, dans des conditions rationnelles, l'outillage spécial qu'il pouvait être nécessaire de mettre en fabrication.

Mais le relevage d'ensemble se présentait ici avec toutes ses difficultés. On ne disposait pas, comme pour le relevage d'un cantilever, de culasses équilibrées que l'on pourrait faire pivoter autour de l'appareil d'appui. Les arcs sous chaussée au nombre de huit et les points d'application possibles des efforts de relevage se trouvaient beaucoup plus mal définis que lorsqu'il s'agit d'un ouvrage à maîtresses-poutres. Enfin, le Rhône n'a rien d'une rivière canalisée. Son régime torrentiel interdisait tout recours à la force portante de chalands équipés de water-ballasts.

Cependant, les premières mesures faites sur les parties émergées montraient que les arcs n'avaient pas subi de déformation d'ensemble, ni sous l'effet de la rupture brutale de la clé, ni sous l'effet de la chute sur le fond du lit. Par contre, il fallait se rendre à l'évidence que la coupure à la clé n'était pas complète et que les deux demi-arches restaient solidaires. Pour éviter tout travail de parachèvement de la coupure de la clé par explosion sous l'eau, travail qui aurait à coup sûr, entraîné des dommages plus grands que ceux dus à la destruction allemande, il fallait procéder au relevage de l'arche entière d'un seul coup. Même allégée de tous ses poids morts, c'était encore d'une masse de près de 800 tonnes qu'il s'agissait. On ne pouvait prétendre réussir une telle manœuvre de force sans aucun aléa. Aussi, fut-on amené à considérer que le pont Galliéni servirait en quelque sorte de chantier d'expérience.

Bien entendu, on ne pouvait recourir qu'à des moyens de levage non exceptionnels, seuls possibles à approvisionner rapidement. Il fallait fractionner la masse de 800 tonnes. Outre les points d'appui au droit des retombées, il a fallu au moins deux autres, respectivement au tiers et aux deux tiers de la portée. Ce pouvait être des palées de pieux battus à l'amont et à l'aval, mais la largeur du pont oblige alors de lancer entre ses points d'appui des poutres de levage d'au moins 22 mètres de portée. La construction



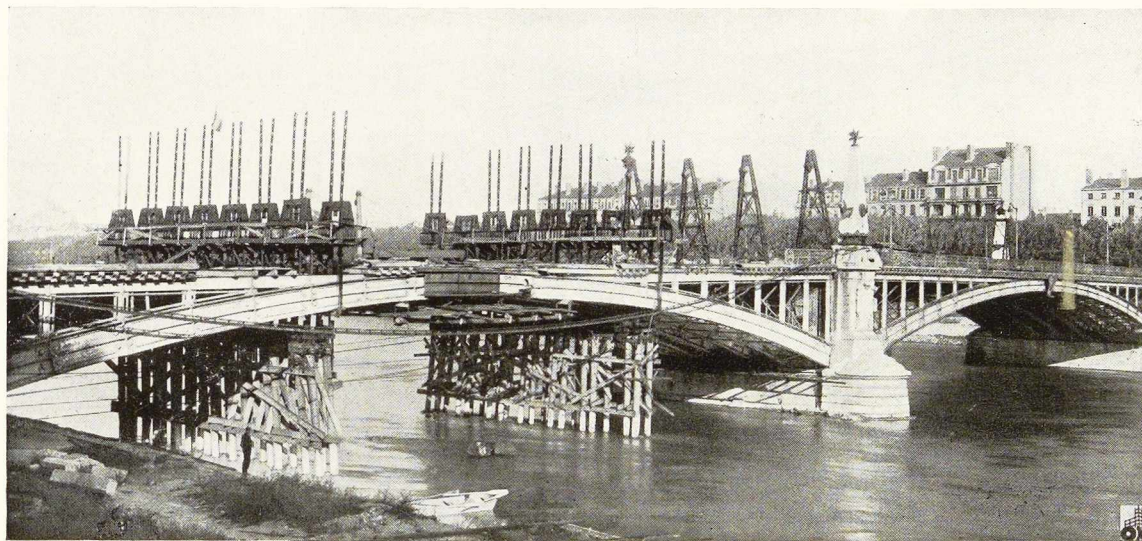


Fig. 341. Clavage des deux demi-arches relevées du pont Gallieni (octobre 1945).

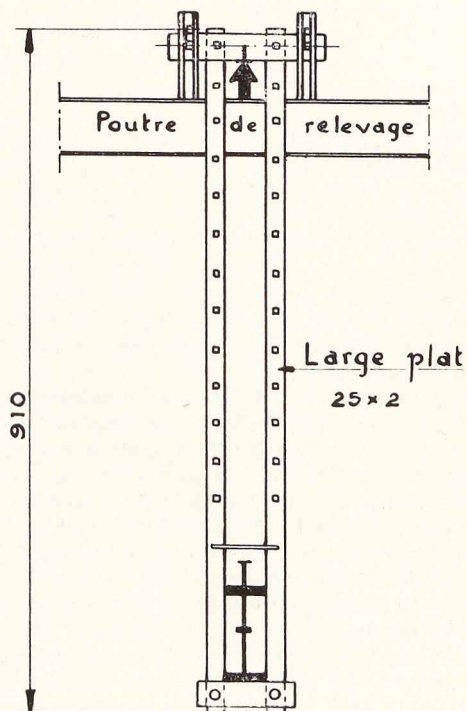


Fig. 342. Un élément du dispositif de relevage aux vérins.

de ces poutres était hors de proportion avec le but à atteindre. D'où l'idée évidente de battre des pieux à travers le tablier entre les arcs, mais là commençaient les difficultés.

Une objection extrêmement grave semblait susceptible de faire échouer le projet de relevage intégral de l'arche. L'épave n'avait pas seulement subi un mouvement dans le sens vertical, mais également une double translation horizontale : l'une dans le sens longitudinal du pont notamment par effet de succion en raison des affouillements dans les graviers du Rhône; l'autre dans le sens transversal du pont notamment sous l'effet de la poussée de l'eau. Le problème fut résolu à la fois par le mode d'implantation des pieux et par la conception même du dispositif de relevage proprement dit.

La position des pieux fut déterminée avec une grande précision, de manière à permettre tous les mouvements de l'épave : rotation autour d'un axe horizontal, translation longitudinale et translation transversale. Les cages correspondantes furent ménagées dans le tablier, soit par découpage au chalumeau sous l'eau, soit à l'explosif mis en place par un scaphandrier.

Il n'en restait pas moins que ces cages étaient très réduites, aggravant ainsi les conséquences d'un écart de battage et rendant les palées de faible empiètement très vulnérables aux crues. D'où la décision de réduire leur hauteur.

Le dispositif de relevage était conçu entière-

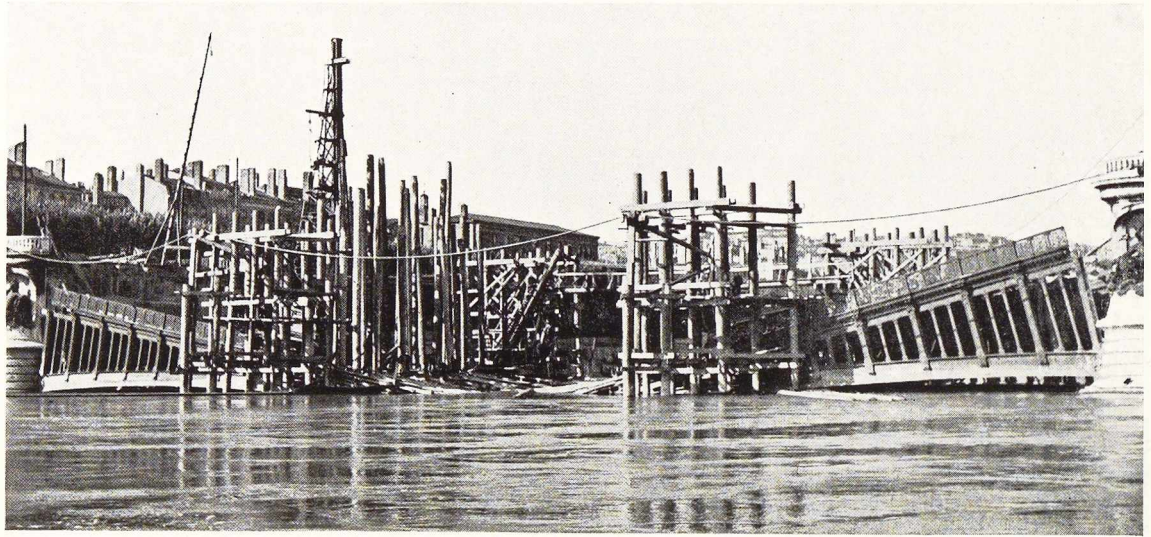


Fig. 343. Le Pont La Fayette. Vue prise en octobre 1945.

ment souple et articulé. Aux chèvres sur piles étaient suspendues des palées au moyen de câbles. L'amarrage des arcs aux traverses sur lesquelles devaient agir les vérins était constitué par des fers plats sans aucune inertie dans le sens longitudinal du pont, assemblés pour chaque arc en un parallélogramme déformable (fig. 345).

Une autre objection non moins grave résultait de la multiplicité des appareils de levage. Leur répartition représentée au schéma de la figure 345 fut la suivante : appuyés sur piles, 4 chèvres de 50 tonnes; appuyés sur bas-port, 8 calages, appuyés sur pieux, deux fois 8 points d'appui.

Il fut aisé d'amener les retombées sur leurs appuis, dès le début de la manœuvre, à leur niveau définitif. Mais il restait à manœuvrer, non seulement simultanément, mais encore avec des vitesses de relevage différentes suivant l'appui considéré, 4 treuils à main de 7 tonnes et 16 vérins de 50 tonnes. Au total, à raison de six hommes par treuil et de deux hommes par vérin, il y eut, pour certaines manœuvres, particulièrement délicates, à coordonner les efforts de 56 hommes.

Enfin, tout était à craindre des réactions du pont, dont les unes pouvaient être suppléées à l'avance, mais dont les autres restaient inconnues.

Dans l'état initial, des reconnaissances par scaphandriers avaient montré que les parties centrales étaient fortement engravées. Une surcharge assez considérable était ainsi à attendre au mo-

ment du décollage. Par la suite, avant de procéder à aucune translation verticale, il fallait, étant donné la disposition des maçonneries de la pile, fermer les deux branches du V constitué par l'épave. L'inertie restant à la clé pouvait s'opposer fortement à cette manœuvre. Ensuite, il fallait ouvrir les deux branches du V pour sortir la clé de l'eau. On devait alors constater une double poussée, vers les culées et vers la pile, susceptible d'exercer des actions dangereuses sur les palées.

Enfin, dès l'épave décollée du lit, l'ensemble de la charpente métallique de 800 tonnes se trouvait suspendu à un dispositif souple. La poussée de l'eau s'exerçait alors sans limites. Si une crue survenait, tout l'ensemble des palées de pieux pouvait être emporté.

Les grandes crues du Rhône survenues dès la fin d'octobre 1944, suivies par une période de froid intense en janvier 1945, puis par de nouvelles crues de plus faible amplitude en février, s'opposèrent pratiquement à toute activité sur le chantier pendant l'automne 1944 et l'hiver 1944-1945. Le battage des pieux commencé le 24 janvier 1945 fut fréquemment interrompu, le scaphandrier n'ayant pu entrer en action pour achever le découpage des cages ménagées dans le tablier que le 4 mars. Néanmoins, le dernier pieu fut battu le 30 mars. Le 18 avril suivant commençait la mise en place de l'outillage de relevage.

Le relevage proprement dit commença le 7 mai;



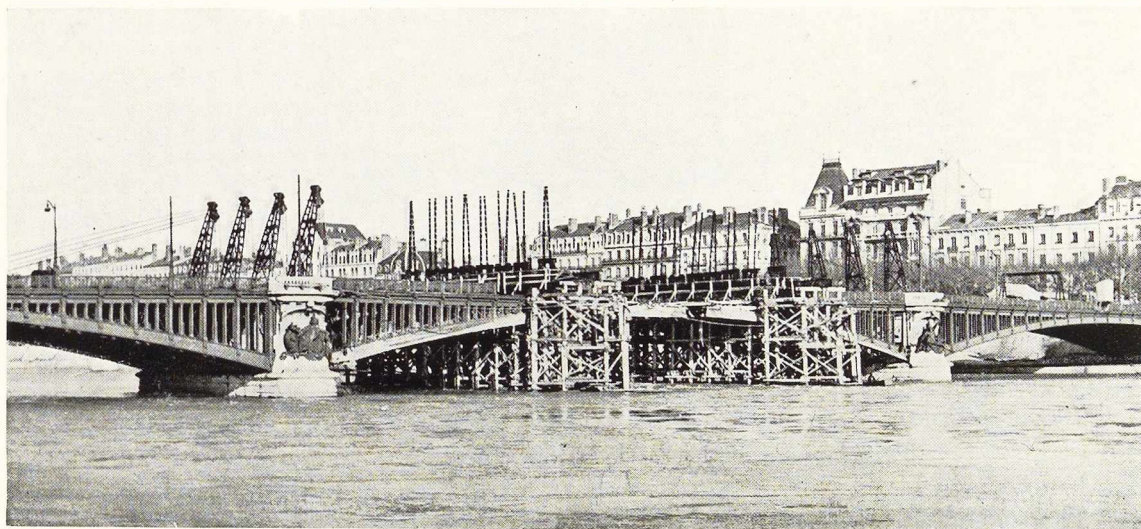


Fig. 344. Le Pont La Fayette après son relevage (janvier 1946).

un mois plus tard, le 8 juin exactement, après des péripéties diverses, le premier stade du relevage était à peu près terminé, les retombées en place, et l'épave entièrement sortie de l'eau. La période vraiment aléatoire était finie.

Le second stade de relevage fut entièrement terminé le 29 août 1945. Grâce à la méthode employée, la brèche à la clé avait pu être réduite à une longueur de 3 à 6 mètres pour 7 des arcs sous chaussée.

Les éléments de clé neufs furent fabriqués en atelier conformément aux dessins d'exécution du pont eux-mêmes.

Cependant, la distance réelle entre axes d'articulation avait varié. En effet, après rupture de l'équilibre de la pile par suite de la suppression de la poussée sur une de ses faces, un nouvel état d'équilibre avait été obtenu, faisant entrer en jeu la butée entière de 9 mètres de hauteur du gravier de la fondation.

Le calcul montre que ce nouvel équilibre, en l'absence de toute surcharge sur l'arche conservée du pont, est stable. Le taux de pression sur le sol de fondation ne dépasse pas 12,6 kg par cm^2 et les tensions dans les maçonneries 4,2 kg par cm^2 . Mais la butée n'avait pu intervenir qu'après un déplacement fini de la fondation se traduisant par un affaissement visible de l'arche conservée voisine, affaissement qui atteignit à son maximum 7 centimètres.

Le rapprochement correspondant des appuis de l'arche à restaurer fut compensé, dans une cer-

taine mesure, par le rabotage des coins de réglage des rotules dans les appareils d'appuis sur piles et sur culées. On put ainsi gagner, sur la portée de 62^m58, 18 à 32 mm suivant les arcs.

En outre, le clavage fut régulier avec une contre-flèche supplémentaire de 11 centimètres au lieu de 5 centimètres correspondant à l'affaissement de la clé sous les charges permanentes. Grâce à ces dispositions, le clavage put être mené à bonne fin sans difficultés, le 17 octobre 1945.

Entre le début et la fin de la mise en charge des arcs, la clé de l'arche restaurée s'affaissa de 82 mm, dont 20 mm au plus correspondaient à l'affaissement sous le poids propre.

Simultanément, la clé de l'arche voisine conservée se relevait de 12 mm. Enfin, depuis lors, c'est-à-dire de novembre 1945 à mars 1946, un nouvel affaissement de la clé de l'arche restaurée a pu être constaté. Il n'est pas inférieur à 76 mm dont 40 au plus sont imputables à l'affaissement sous le reste de la charge permanente et des surcharges roulantes. Simultanément, de même, la clé de l'arche voisine s'est encore relevée de 15 mm supplémentaires.

La chaussée de l'ancien ouvrage était constituée par un pavement en bois de 14 cm de hauteur sur dalles de béton. Ces pavements furent remplacés par un revêtement en béton bitumineux de 6 cm d'épaisseur.

Le 16 décembre 1945, le pont était mis en service. Pour restaurer les 713 tonnes de la charpente métallique de l'arche, il n'avait fallu appor-

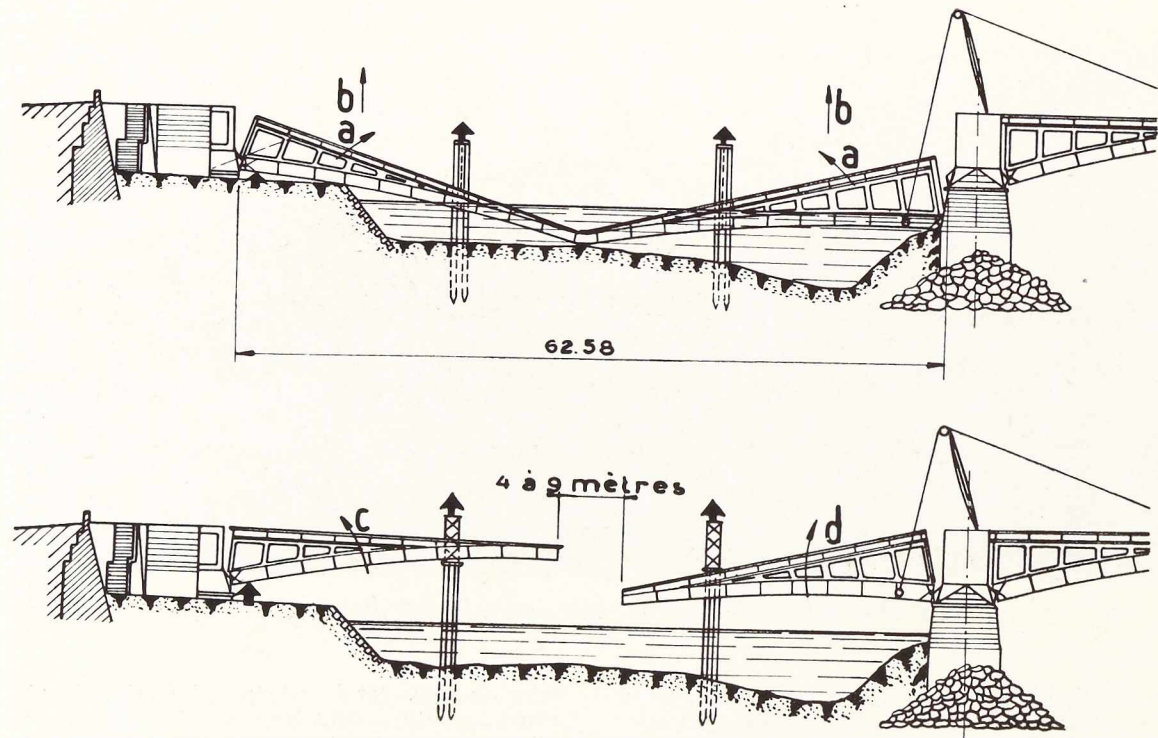


Fig. 345. Schéma de relevage du pont Gallieni à Lyon.

ter à la clé que 55 tonnes d'aciers neufs, poids auquel il convient d'ajouter 30 tonnes environ correspondant aux réparations diverses causées d'ailleurs pour une grande part par le mauvais état d'entretien du pont.

L'ensemble des travaux de relevage, comprenant l'allégement de l'épave, la construction des palées, l'amortissement de la fabrication de l'outillage spécial du relevage, la mise en place de ce même outillage, et les manœuvres du relevage proprement dit, — et de restauration de la charpente métallique, — avaient coûté 9.800.000 francs français : le déblaiement proprement dit, se montant à 5.700.000 francs français pour un poids total en déblaiement de 1.450 tonnes, revenait ainsi à fr. 3,92 le kilo. La remise en service de la charpente métallique s'élevant à 4.100.000 francs français revenait, de son côté, à fr. 5,74 le kilo.

Le pont La Fayette

L'expérience faite au pont Gallieni allait être mise à profit immédiatement. Dès le 15 août 1945 furent entrepris tous les travaux prélimi-

naires au relevage intégral du second grand pont métallique : le pont La Fayette.

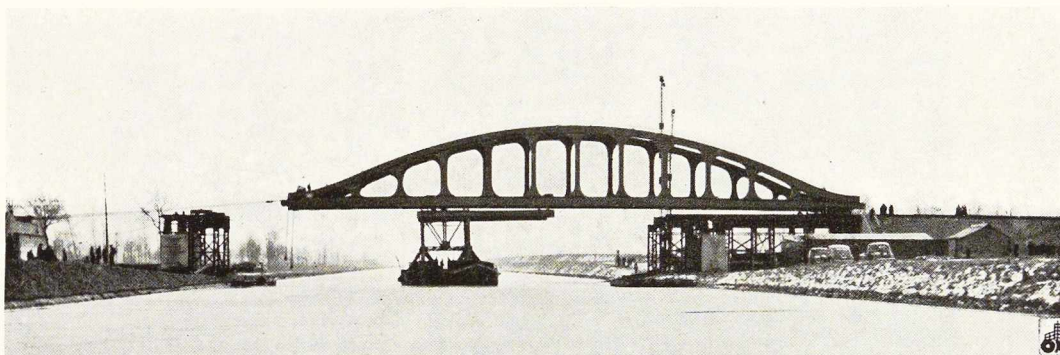
Pour ce pont, la manœuvre de relevage se trouvait être, d'ailleurs, beaucoup plus dangereuse, puisqu'on se trouvait en plein courant du Rhône, et qu'on ne disposait plus de la sécurité des appuis fixes pris sur le bas-port. En outre, le déplacement transversal de l'ouvrage était voisin de 1 mètre en certaines sections du tablier. Aussi, l'implantation des palées de pieux battus à travers le tablier dut-elle être notablement modifiée. Grâce aux dispositions adoptées, la période aléatoire de relevage put être réduite au strict minimum. C'est ainsi que la manœuvre commencée le 10 décembre 1945 fut entièrement achevée, après un plein succès, et malgré une assez forte crue du Rhône, le 9 janvier 1946.

Ainsi s'achèvent, les unes après les autres, les restaurations de ponts dans leur état antérieur.

En raison du danger présenté par ces sortes de travaux, un système complet de mesures de sécurité a été adopté et son application contrôlée par les organisations syndicales ouvrières. La méthode a porté ses fruits : la sécurité a été quasi-absolue.

A. M.-A.





(Photos R. Kaiser.)

Fig. 346. Vue du pont Vierendeel de Meerhout en cours de lançage.

Montage par lançage des ponts Vierendeel type B, sur le canal Albert

par V. Daniel,

Ingénieur aux Ateliers de Construction de Jambes-Namur

Parmi les ponts Vierendeel rétablis sur le canal Albert après les événements de 1940, il y a cinq ponts métalliques du type B dont la construction et le montage furent confiés par l'Administration des Ponts et Chaussées aux *Ateliers de Construction de Jambes-Namur*.

Ces cinq ponts sont presque identiques. Chacun se compose d'une travée centrale de 61 mètres de portée et de deux travées d'approche, chacune de 15 mètres de portée environ. Leur largeur, entre axes des maîtresses-poutres, est de 9^m50. Le poids de l'ossature métallique d'un pont, sans appuis ni garde-corps, se décompose comme suit :

Travée centrale	340 tonnes;
Deux travées latérales	70 tonnes.

Pour le montage des travées centrales de ces ponts, l'un des deux procédés suivants s'imposait :

1° Montage sur pont de service, posant sur pieux battus dans le canal;

2° Montage sur l'une des berges et lançage.

Le second procédé exigeait un matériel spécial important, mais qui en l'occurrence pouvait être amorti sur les cinq ponts. C'est ce procédé qui, présentant en outre les avantages suivants, a été admis :

1° L'assemblage, le réglage et le rivetage des

travées centrales pouvait se faire sur terre ferme, c'est-à-dire dans des conditions beaucoup meilleures que dans la première hypothèse;

2° On supprimait tous les ennuis du battage et de l'arrachage des pieux dans le canal;

3° On évitait les aléas que pouvait présenter l'approvisionnement en pieux et en bois d'échafaudage;

4° Le prix total du montage par lançage était inférieur au prix du montage sur pont de service.

La figure 349 donne le schéma de montage et du lançage de la travée centrale. Celle-ci est montée, réglée et rivée sur quelques calages en bois d'environ 1 mètre de hauteur, placés directement sur la route d'accès.

Pendant le rivetage de la travée centrale, on installe le chemin de roulement en poutrelles renforcées par plats et raidisseurs; ce chemin de roulement se compose de plusieurs sections différentes :

1° Sur la route, à l'endroit même où la travée centrale a été montée, et directement sous les maîtresses-poutres de cette travée;

2° Entre la culée et la berge du canal, sur des palées métalliques;

3° Au delà de la dernière palée métallique sur la berge, une palée flottante constituée par deux bateaux accouplés de 250 tonnes chacun qui



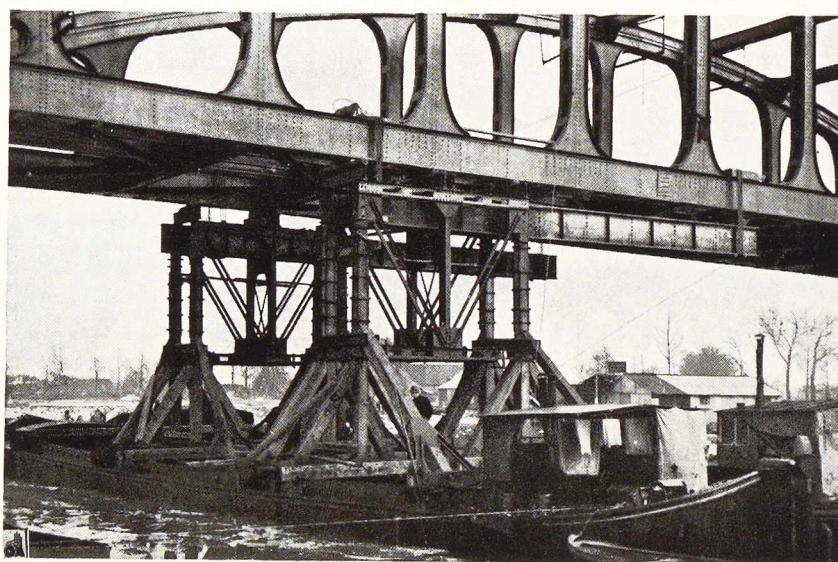


Fig. 347. Palée flottante utilisée pour le lancement des ponts Vierendeel sur le canal Albert.

portent deux chevalets mixtes en fer et bois sur lesquels prend appui la partie avant du pont pendant la traversée du canal (fig. 347). La réaction totale du pont sur ces deux chevalets est égale à $2 \times 120 = 240$ t environ. Cette réaction est transmise par les deux chevalets à plusieurs files de poutrelles Grey, placées longitudinalement dans le fond des deux bateaux sur presque toute leur longueur, pour répartir aussi uniformément que possible les 240 tonnes transmises par les chevalets.

La poutre mobile prend appui, comme il est indiqué plus haut, d'une part sur la dernière palée métallique située au bord du canal et, d'autre part, sur la palée flottante. Le premier appui est pourvu d'une rotule autour de laquelle la poutre mobile peut osciller dans le plan vertical, lors de l'enfoncement progressif de la palée flottante. La poutre mobile, qui est inclinée au début du lancement (fig. 348), prend finalement la position à peu près horizontale;

4° Sur la rive opposée (d'arrivée), entre le bord du canal et la pile, sur des palées métalliques.

Dès que le rivetage est terminé, on soulève la travée centrale avec quatre vérins hydrauliques et on la pose sur quatre chariots à quatre galets chacun, placés sur le chemin de roulement aux endroits indiqués sur la figure 349 (première phase).

On tire le pont avec un treuil électrique ou des treuils à main jusqu'à ce que la partie avant du

pont atteigne le bateau. On soulève alors le pont, au moyen de vérins, pour retirer les chariots avant, on les place sous le troisième montant du pont et on continue la traction jusqu'au moment où le pont occupe la position indiquée à la figure 349 (deuxième phase). On retire à nouveau les chariots avant et on cale le pont sur la palée flottante. On transporte les deux chariots ainsi libérés sur l'autre rive du canal, on décroche la poutre mobile de son appui sur la berge et, en tirant simultanément sur le pont et sur la palée flottante, on effectue la traversée du canal pour arriver à la position indiquée sur la figure 349 (phase 3). La traversée du canal se fait en une heure environ (fig. 346). Ensuite, en lestant les deux bateaux avec de l'eau, on les dégage, on les retire puis on continue la traction du pont sur une longueur de quelques mètres en le faisant rouler sur le dernier tronçon du chemin de roulement placé sur la voie d'arrivée, jusqu'à son emplacement définitif au-dessus des piles en maçonnerie préalablement rehaussées de calages en fer et bois de 2^m50 de haut. Enfin, à l'aide de quatre vérins hydrauliques, on retire les quatre chariots et on descend le pont de 2^m50 sur ses appuis définitifs.

On procède alors au montage des deux travées d'approche et des garde-corps.

Toutefois cette modalité de lancement de la travée centrale n'est possible qu'à la condition d'appuyer celle-ci sur la palée flottante avec un



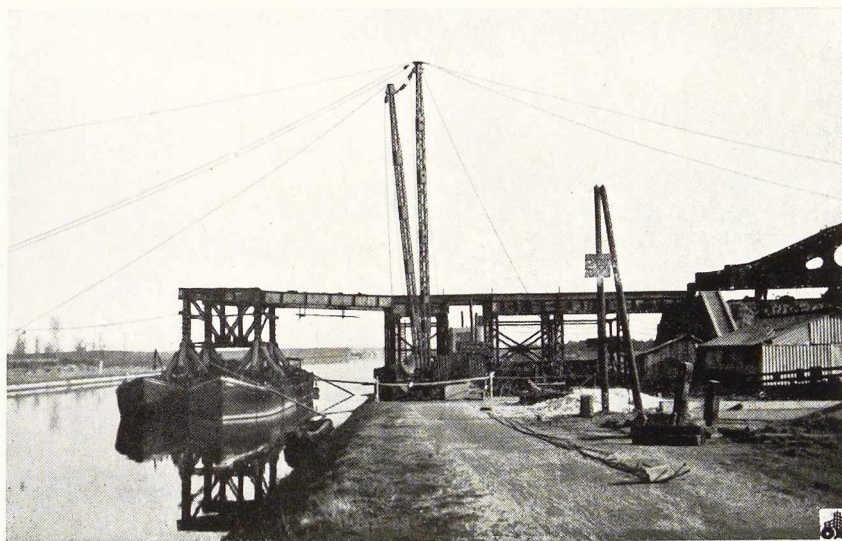


Fig. 348. Pont de Tessenderloo :
Chemin de roulement sur palées fixes et poutre mobile sur la rive de départ.

porte à faux de 15 mètres, comme indiqué à la figure 349 (phase 2). En effet, le profil en travers du canal ne permet pas d'approcher la palée flottante de la berge d'arrivée plus près qu'il n'est indiqué à la figure 349 (phase 3). En tout premier lieu, il a donc fallu s'assurer qu'un porte à faux de 15 mètres ne créait pas de tensions excessives dans le pont. Ces ponts ont été calculés à l'aide des lignes d'influence données dans l'ouvrage du professeur G. Magnel, intitulé *Le Calcul pratique des poutres Viereendeel*. Or cet ouvrage ne donne pas le calcul des poutres Viereendeel avec porte à faux, et toutes les lignes d'influence, qui se trouvent dans les trois albums annexés à l'ouvrage, se rapportent à des poutres Viereendeel posant sur deux appuis sans porte à faux.

Pour tourner cette difficulté, nous avons décomposé l'état de sollicitation réel en deux états fictifs tels que pour chacun d'eux, on trouve des lignes d'influence dans l'ouvrage précité (poutre sans porte à faux) et que leur superposition donne l'état réel de charges (poutre Viereendeel avec un porte à faux); la décomposition est parfaitement possible et, dans le cas qui nous intéresse, se fait comme indiqué à la figure 350.

En ajoutant aux 340 tonnes que pèse l'ossature métallique de la travée centrale, un poids de 20 tonnes provenant de charges accidentelles qui pourraient se trouver sur le pont lors du

lançage, le poids propre à considérer doit être de 360 tonnes, soit 180 tonnes par poutre.

Les réactions sur les chariots valent respectivement :

$$R_1 = 180 \times \frac{30}{45} = 120 \text{ t}$$

$$R_2 = 180 \times \frac{15}{45} = 60 \text{ t}$$

Ajoutons en A deux forces verticales diamétralement opposées, égales chacune à 90 tonnes et en B deux forces verticales diamétralement opposées, égales chacune à 30 tonnes, et décomposons le système ainsi obtenu en deux autres suivant les schémas 1 et 2 de la figure 350.

En se servant des lignes d'influence établies par le professeur Magnel, on trouve (les deux systèmes étant représentés respectivement par les indices ' et ") (1) :

a) Montants

Le Z_{\max} se produit dans le quatrième montant; on a les valeurs suivantes :

(1) Dans cet ouvrage, le professeur Magnel utilise les notations suivantes :

Z_n = effort tranchant dans le montant n .

M_n = moment fléchissant des forces extérieures au droit du centre de gravité du panneau n .

N_n = effort longitudinal dans le montant n .

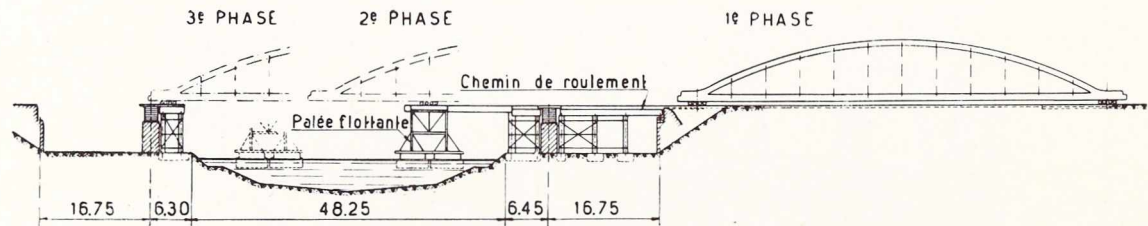


Fig. 349. Schéma des différentes phases de lançage.

$$\begin{aligned} Z_4' &= 120.000 \times 0,301 = 36.000 \text{ kg} \\ M_4' &= 36.000 \times 3,20 = 115.000 \text{ kgm} \\ Z_4'' &= 0 \\ M_4'' &= 0 \\ N_4' &= 120.000 \times (-0,092) = -11.000 \text{ kg} \\ N_4'' &= 15.000 \times 1 = 15.000 \text{ kg} \\ N_4 &= N_4' + N_4'' = 4.000 \text{ kg} \end{aligned}$$

à l'encastrement :

$$I/v = 14.000 \text{ cm}^3 \quad S = 46.000 \text{ mm}^2$$

$$R = \frac{115.000}{14.000} + \frac{4.000}{46.000} = 8,3 \text{ kg/mm}^2$$

à la rivure (par rapport à l'axe vertical):

$$I/v = 17.250 \text{ cm}^3$$

$$R = \frac{115.000}{17.250} = 6,7 \text{ kg/mm}^2$$

Pour le troisième montant, pour lequel se produit le N_{\max} , on a les valeurs suivantes :

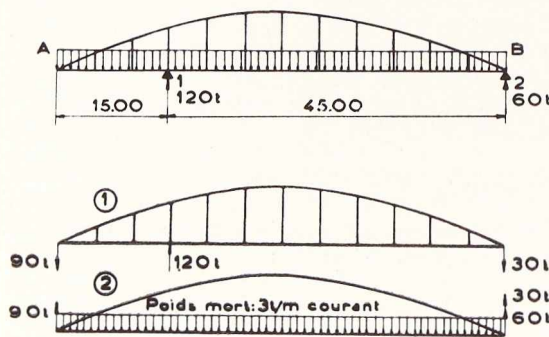


Fig. 350. Décomposition de l'état réel de sollicitation en deux états fictifs 1 et 2.

$$\begin{aligned} N_3' &= 120.000 \times (-0,592) = -71.000 \text{ kg} \\ Z_3' &= 120.000 \times (-0,182) = -22.000 \text{ kg} \end{aligned}$$

ce qui donne, dans la section d'épanouissement (à 0,850 du centre du moment), un moment

$$M_3' = 22.000 \times 0,850 = 18.700 \text{ kgm}$$

$$N_3'' = 15.000 \times 1 = 15.000 \text{ kg}$$

$$N_3 = N_3' + N_3'' = -56.000 \text{ kg}$$

$$M_3 = M_3' = 18.700 \text{ kgm}$$

$$I/v = 7.000 \text{ cm}^3 \quad S = 40.300 \text{ mm}^2$$

$$R = \frac{18.700}{7.000} + \frac{56.000}{40.300} = 4,1 \text{ kg/mm}^2$$

b) Membrures

Le moment maximum se produit à droite du troisième montant; on a les valeurs suivantes :

$$M'_{a3} = 120.000 \times 0,016 \times 60 = 115.000 \text{ kgm}$$

$$M'_{3-4} = 120.000 \times (-1,562) = -187.500 \text{ kgm}$$

$$M''_{a3} = 0$$

$$N''_{3-4} = 15.000 \times 11,250 = 168.500 \text{ kg}$$

$$M_{a3} = M'_{a3} + M''_{a3} = 115.000 \text{ kgm}$$

$$N_{3-4} = N'_{3-4} + N''_{3-4} = -19.000 \text{ kg}$$

$$I/v = 10.600 \text{ cm}^3 \quad S = 41.400 \text{ mm}^2$$

$$R = \frac{115.000}{10.600} + \frac{19.000}{41.400} = 11,5 \text{ kg/mm}^2$$

Sur les cinq ponts dont la construction fut confiée aux Ateliers de Construction de Jambes-Namur, quatre ont été montés dans le délai prévu d'après la méthode décrite ci-dessus. Les événements militaires ont retardé la mise en service du dernier pont.

V. D.





Fig. 351. Viaduc d'Eauplet sur la Seine. Vue prise pendant les essais de charge.

La reconstruction du viaduc d'Eauplet sur la Seine

La Société Nationale des Chemins de Fer Français procède actuellement à la reconstruction du viaduc d'Eauplet sur la Seine. L'ouvrage principal, à deux voies, biais à 79°, franchissait le fleuve en amont de Rouen. Il était constitué par un tablier métallique à poutres latérales de hauteurs variables comportant deux groupes de deux travées solidaires de 93^m20 et 83^m96 de portées respectives.

Les maîtresses-poutres étaient en treillis à âme double avec pièces de pont et longerons simples; les voies étaient posées sur des longrines.

Les poutres principales reposent sur des piles et des culées en maçonnerie. Le pont a subi des avaries qui ont été causées d'une part par les

bombardements de juin 1944 et, d'autre part, par des destructions opérées par les Allemands au mois d'août de la même année.

La situation, en septembre 1944, se présentait de la façon suivante (schéma de la figure 352) :

1^o *Groupe des deux travées, rive gauche (côté Paris).* — Le tablier était sectionné partiellement dans chacune des deux travées d'une part entre les nœuds 39 et 41 (travée de rive), d'autre part entre les nœuds 19 et 21 (travée intermédiaire).

L'ouvrage était resté en place, maintenu seulement de façon précaire par les membrures supérieures incomplètement détruites;

2^o *Groupe des deux travées, rive droite (côté Le*

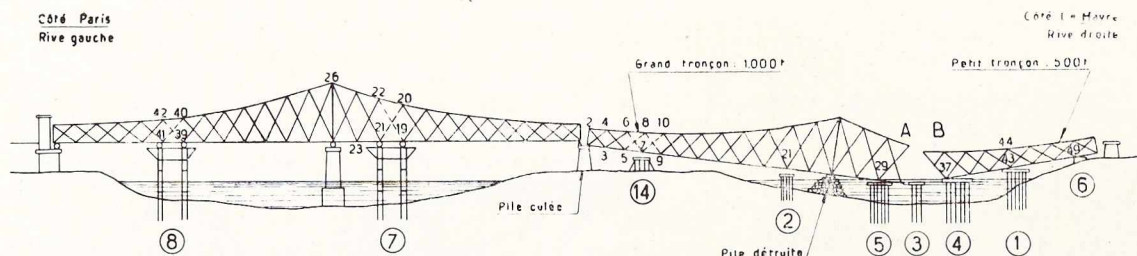


Fig. 352. Schéma du viaduc d'Eauplet après sa destruction au cours des hostilités.

Havre). — La pile côté Rouen a été détruite entièrement et les deux travées métalliques s'étaient effondrées. Le tablier reposait toujours sur la pile de la culée (côté Paris) mais avait quitté ses appuis côté Rouen pour reposer sur le sol après déplacement transversal de l'ordre de 2^m50.

De très grosses avaries ont été constatées entre les nœuds 3 à 9 et 37 à 45 et une destruction complète entre les nœuds 31 et 37. De plus, de nombreux éléments avariés devaient être remplacés dans l'ensemble de l'ouvrage.

Relevage du pont.

1^o Groupe des deux travées, rive gauche.

En vue de permettre la réparation des éléments avariés de ce groupe, on avait mis en place des palées de soutien 7 et 8.

2^o Groupe des deux travées, rive droite.

Après calage du pont dans sa position de destruction sur la palée n^o 1 (nœud 43) d'une part, et sur les palées n^{os} 2 (nœud 21) et n^o 14 (nœud 7) d'autre part, on avait effectué le découpage des éléments avariés entre A et B scindant ainsi en deux tronçons d'inégale importance le tablier initial.

Petit tronçon. — Un premier relevage du petit tronçon d'un poids de 500 t a été effectué en agissant au nœud 43 (palée n^o 1) après réfection des éléments endommagés indispensables à la cohésion de la charpente.

Une rotation du tronçon a été effectuée ensuite en prenant appui sur la palée n^o 1 pour remplacer celle-ci dans son axe longitudinal. Un second relevage a alors été exécuté pour sortir de l'eau l'extrémité du tablier et pour mettre ces tronçons dans une position horizontale.

Grand tronçon. — Après réfection partielle des éléments endommagés, un premier relevage du grand tronçon, pesant 1.000 t, a été réalisé en prenant appui sur les palées n^{os} 2 et 14. On a procédé ensuite à un ripage latéral pour replacer le tronçon dans son axe longitudinal.

Pour effectuer le relevage complet des tronçons, et permettre ensuite la circulation en deux fois sur l'ouvrage, il fallut établir de nouvelles palées de relevage, palées 4 et 5 sur pieux et 6 sur la rive et une palée n^o 3 destinée à soutenir les tabliers auxiliaires de raccordement.

Les deux tronçons ont donc été relevés jusqu'à leurs niveaux définitifs en prenant appui sur les

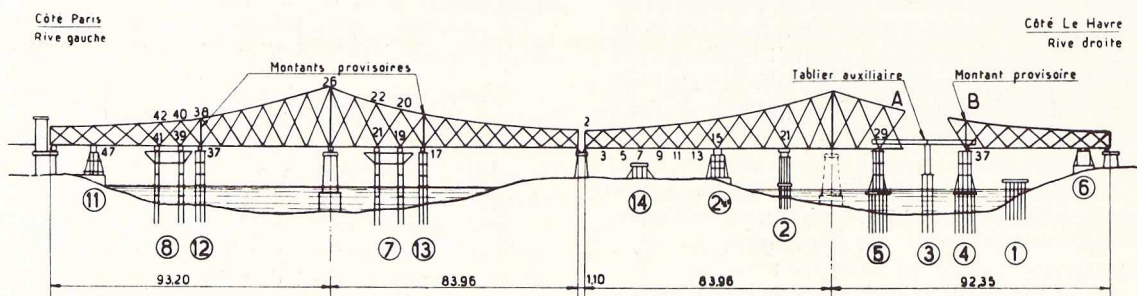


Fig. 353. Schéma du pont-rails d'Eauplet reconstruit par les services techniques de la S. N. C. F.



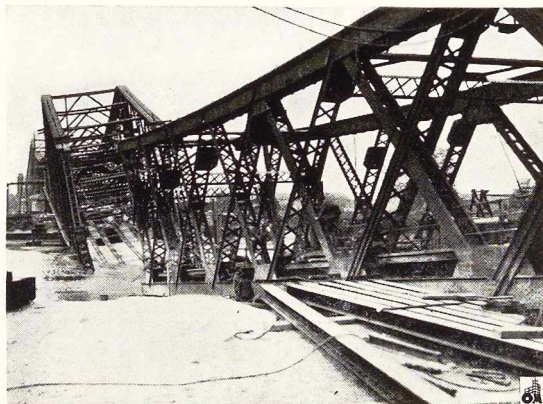


Fig. 354.
Le viaduc d'Eauplet après sa destruction.

palées 4 et 6 pour le petit tronçon, et sur la palée 5 et la pile culée pour le grand tronçon.

Le petit tronçon a été ensuite ripé longitudinalement pour prendre définitivement appui sur la culée côté Rouen.

Circulation provisoire à deux voies

Les pièces du pont et longerons endommagés ont été réparés ou remplacés sur l'ensemble de l'ouvrage. La brèche entre A et B a été franchie par deux tabliers auxiliaires reposant sur la palée n° 3 et sur les entretoises du pont au droit des palées n° 4 et 5 (fig. 353).

Pour permettre le passage à deux voies sur les parties réutilisées du grand tronçon, on a dû établir une palée en 2bis en vue de réduire la portée entre la pile culée et la palée n° 2 et de diminuer la réaction au droit de cette dernière palée.

Les réparations prévues dans le groupe des deux travées rive gauche n'étant pas complètement

terminées au moment de la mise en circulation, les palées 11 et 12 et 13 ont été établies (fig. 353).

Enfin, des montants provisoires ont été placés au droit des palées 12, 13 et 4 pour soulager les diagonales issues des montants correspondants.

Réparation définitive et raccordement des tabliers

Ces opérations, ne présentant aucune difficulté, s'effectuèrent normalement sans interruption de la circulation.

La mise en place des pièces du pont et des longerons s'effectua sous les tabliers auxiliaires. La réparation des grandes poutres latérales situées en dehors du gabarit fut réalisée élément par élément.

La pile détruite sera reconstruite à l'abri d'un batardeau en palplanches métalliques appliquées conjointement contre la partie saine des fondations.

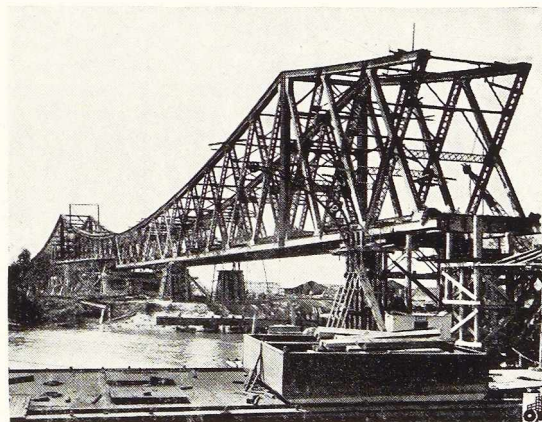


Fig. 355.
Le viaduc d'Eauplet après son relevage.

A paraître prochainement :

Le chevalement de mine du charbonnage de Maurage.

Le nouveau théâtre de Malmö (Suède).

Le pont Reine Alexandrine au Danemark.

L'acier dans l'agriculture.

Le pont sur la Hawkesbury River (Australie).

Essais sur modèles des colonnes de l'ossature métallique du Palais des Soviets, à Moscou, par N. V. KORNOUKHOV, P. M. VARNÁK et V. G. CHUDNOVSKI.

Contribution à l'étude du flambage des pièces encastrées et appuyées

par R. Patriarche,
Ingénieur Technicien (U. T. Charleroi),
Architecte adjoint à la S. N. C. B.

Cette étude a pour but de montrer qu'il est possible, par une méthode semi-graphique, d'étudier les pièces encastrées à une extrémité et appuyées à l'autre (fig. 356).

La méthode suivante permet de résoudre ce problème, que le moment d'inertie des pièces soit constant ou variable.

L'équation de déformation est la suivante :

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} + Py - Q(l-x) = 0.$$

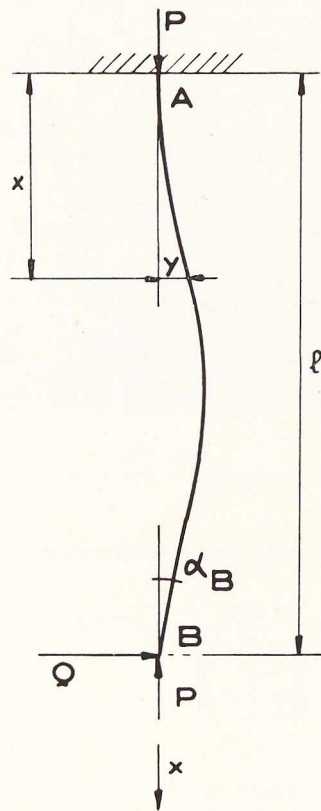


Fig. 356.

On en déduit l'équation générale, solution de l'équation ci-dessus :

$$y = A \cdot \cos Kx + B \cdot \sin Kx + \frac{Q}{P}(l-x) \quad (1)$$

avec

$$\frac{dy}{dx} = -A \cdot K \cdot \sin Kx + B \cdot K \cdot \cos Kx - \frac{Q}{P} \quad (2)$$

En tenant compte des réactions d'appuis et des liaisons, on peut écrire :

$$(y)_{x=0} = 0 \quad \left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=0} = 0 \quad (y)_{x=l} = 0.$$

L'équation (1) devient pour ces trois conditions aux limites :

$$A + \frac{Ql}{P} = 0 \quad (3)$$

$$KB - \frac{Q}{P} = 0 \quad (4)$$

$$A \cdot \cos Kl + B \cdot \sin Kl = 0. \quad (5)$$

La résolution de ce système d'équations donne :

$$\operatorname{tg} Kl = Kl$$

ce qui nous donne une solution par l'intersection de la courbe $y_1 = \operatorname{tg} Kl$ avec la droite $y_2 = Kl$ (fig. 357), c'est-à-dire $Kl = 4,5$.

En remplaçant K par sa valeur dans l'équation (4), on trouve :

$$4,5 \frac{B}{l} - \frac{Q}{P} = 0. \quad (6)$$

Nous savons que y_1 est maximum pour $\frac{dy}{dx} = 0$, c'est-à-dire pour :

$$-A \cdot K \cdot \sin Kx + B \cdot K \cdot \cos Kx - \frac{Q}{P} = 0$$

En tenant compte des valeurs de A et B tirées des équations (3) et (4), on a

$$\frac{Q \cdot l \cdot K}{P} \sin Kx + \frac{Q}{P} \cos Kx - \frac{Q}{P} = 0$$

En remplaçant Kl par sa valeur numérique, et après simplifications :

$$4,5 \sin Kx + \cos Kx - 1 = 0. \quad (7)$$



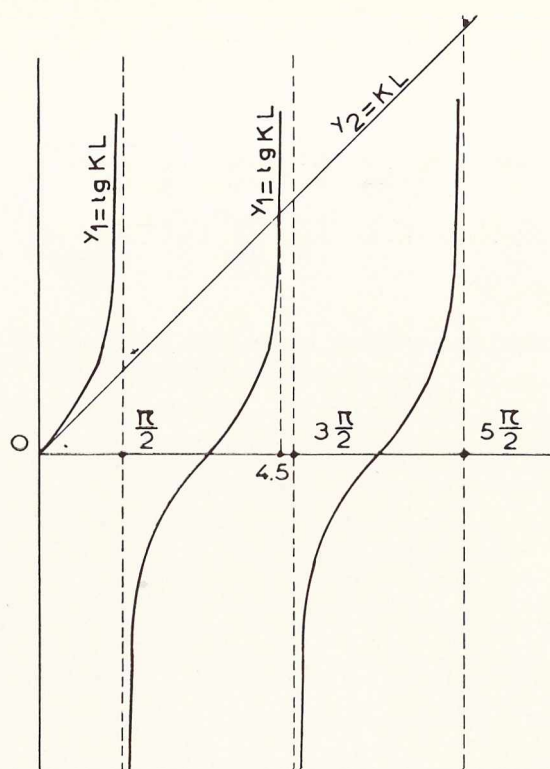


Fig. 357. Résolution graphique de l'équation $\operatorname{tg} Kl = Kl$.

Cette équation se résout facilement en posant :

$$\cos Kx = X$$

$$\sin Kx = Y$$

et en tenant compte de la relation $X^2 + Y^2 = 1$, nous pouvons en déduire l'angle :

$$\Sigma = Kx = 155^\circ,$$

exprimé en unités trigonométriques (radians), on a :

$$Kx = 155 \cdot \frac{\pi}{180} = 2,7.$$

Comme d'autre part $K = \frac{4,5}{l}$, on en déduit le x correspondant au y maximum

$$x = \frac{2,7}{4,5} l = 0,6 l.$$

REMARQUE

En négligeant la réaction horizontale Q , on trouverait la valeur maximum de y pour $x = 0,7 l$.

Tracé de la courbe

Nous pouvons, en remplaçant dans l'équation (1) les coefficients par leurs valeurs respectives, tracer l'élastique de proche en proche en don-

nant différentes valeurs à la variable x (fig. 358).

Valeurs particulières :

en A $y = 0 \quad \frac{dy}{dx} = 0$

en B $y = 0.$

Du côté de l'encastrement, l'élastique s'accroît surtout à partir du point C.

Procédé graphique pour le tracé de T, M, α, y

Si nous reprenons l'équation (2), en remplaçant A et B par leurs valeurs respectives données par les relations (3) et (4), il vient :

$$\alpha_B = \left(\frac{dy}{dx} \right)_{x=l} = \frac{Q \cdot l \cdot K}{P} \sin Kl + \frac{Q}{P} \cos Kl - \frac{Q}{P}.$$

Nous pouvons assimiler la courbe des y à une parabole du troisième degré, celle des $\alpha = \frac{dy}{dx}$ à une courbe du deuxième degré, celle des $M = \frac{d\alpha}{dx}$ à une oblique et enfin celle des $T = \frac{dM}{dx}$

à une parallèle à l'axe des x . Il s'ensuit que :

Le polygone de la ligne des y aura trois côtés se coupant sur les points trisecteurs;

Le polygone de la ligne des α aura deux côtés se coupant sur l'anticentre H de la poutre;

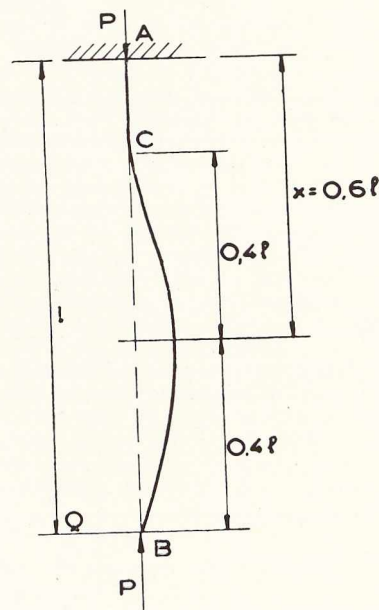


Fig. 358. Tracé de la courbe.

La recherche des M et T n'offre rien de particulier; on les obtient par dérivations successives des lieux des α et des M.

A) Poutre à moment d'inertie constant.

Dans le cas d'une poutre à moment d'inertie constant, les points trisecteurs de la ligne des y sont distants des appuis d'une longueur égale à $l/3$.

L'anticentre H de la ligne des α se trouve au milieu de la portée. Les différentes courbes sont données sur la figure 359.

B) Poutre à moment d'inertie variable ⁽¹⁾

Les points G, G', G'' sont obtenus par la méthode de l'intégration graphique; pour cela, il suffit d'intégrer graphiquement trois fois la courbe représentative des $\frac{1}{EI}$ (fig. 360).

La première donne la valeur de

$$\omega = \int_0^l \frac{1}{EI} ds.$$

La seconde détermine le centre de gravité G à l'intersection des tangentes extrêmes.

De la troisième, on déduit les points G' et G''. L'ordonnée en B de cette intégrale représente

$$\frac{1}{2} I_B = \frac{1}{2} (I_G + \omega x^2).$$

D'autre part, l'ordonnée en B de l'intégrale

⁽¹⁾ Ces calculs sont extraits du cours de stabilité de M. Lebeau.

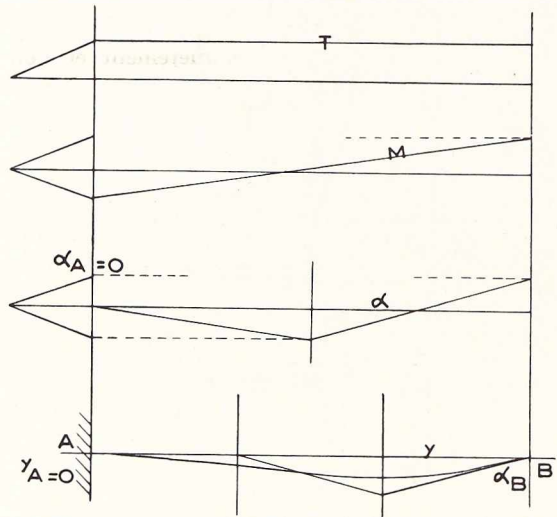


Fig. 359. Procédé graphique dans le cas d'une poutre à moment d'inertie constant.

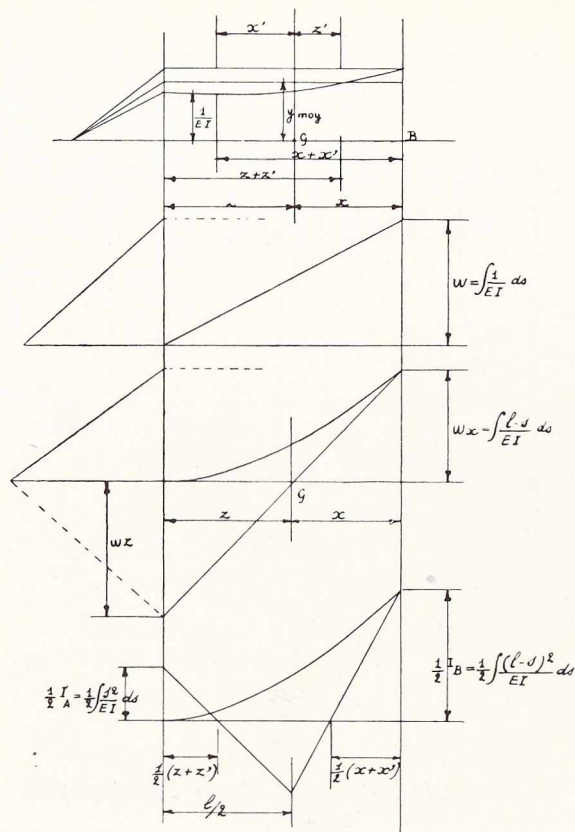


Fig. 360 Procédé graphique dans le cas d'une poutre à moment d'inertie variable.

seconde représente wx ; en divisant ces deux ordonnées, on obtient

$$\frac{1}{2} (x + x').$$

Remarques :

L'angle α_B étant très petit, nous pouvons négliger la valeur de Q par rapport à P, valeur qui peut du reste être déterminée par dérivations graphiques successives. On peut donc, dans la pratique, négliger l'effort tranchant dans la pièce.

D'autre part, dans le cas d'un moment d'inertie variable, le calcul exact de Q et de α_B peut présenter certaines difficultés; on pourra obtenir des valeurs suffisamment approchées en prenant une valeur moyenne

$$I_{\text{moyen}} = \text{Constante.}$$

Les diverses valeurs de y , α , M et T s'obtiennent alors graphiquement comme dans le premier cas, à moment d'inertie constant.

Ce procédé peut également être utilisé pour la détermination des efforts dans les pièces soumises à flambage ou pour l'étude du flambage des poutres à moment d'inertie variable.

R. P.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois de septembre 1946

En dépit des difficultés d'approvisionnement en matières premières, la production d'acier-lingot marque une légère progression tant en Belgique qu'au Luxembourg.

	Production acier lingot en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
Septembre	201.641	130.352	331.993
Janv.-Sept.	1.576.297	910.975	2.487.272

Certains estiment cependant que durant les mois d'hiver au moins, il n'y a pas lieu d'espérer que cette progression s'accroisse, car les attributions en charbon restent réduites. En ce qui concerne les approvisionnements en minerais, ils se présentent dans de meilleures conditions, et on constate que les importations de minerai de Suède ont légèrement augmenté. Les difficultés d'approvisionnement en charbon risquent notamment d'avoir des répercussions sur les quantités de produits laminés. A noter qu'il y a toujours pénurie de mitraille.

Marché intérieur

Les besoins du marché intérieur restent élevés et les attributions prévues par le Comité de priorité s'avèrent insuffisantes pour faire face à la demande, bien qu'elles atteignent les quantités fournies au marché intérieur avant la guerre.

La demande en produits sidérurgiques provient de tous les secteurs, et notamment du bâtiment où l'on constate une timide reprise des travaux : c'est surtout la construction métallique dont les besoins restent grands. Le problème des prix complique la situation car on se trouve devant des tendances contradictoires. Pendant les mois de septembre et octobre, les prix officiels décrétés par le gouvernement en août dernier ont été suspendus dans l'attente d'une décision officielle.

On note également que la construction métallique a demandé une augmentation de ses contingents en vue de faire face à des possibilités d'exportation de produits manufacturés, possibilités qui sont des plus favorables dans les circonstances présentes. La demande en charpentes, ponts-roulants, grues, ponts, matériel roulant, machines-outils, est extrêmement vive de tous les pays étrangers.

Exportation

La concurrence à l'exportation reste faible et les prix ont toujours tendance à la hausse. Les engagements pris par la sidérurgie il y a quelques mois sont exécutés régulièrement et l'on constate même une tendance à une augmentation des fournitures, qui est fonction de la progression de la production.

La concurrence anglaise n'est pas active pour l'instant, car les besoins intérieurs du pays jouissent d'une grande priorité. D'autre part, la concurrence américaine ne se fait pas sentir; les grèves ayant retardé le programme de fournitures intérieures, les usines américaines préfèrent satisfaire leur clientèle habituelle.

Les exportations belges et luxembourgeoises ont pour destination l'Amérique du Sud, le Proche-Orient, l'Afrique du Sud, la Chine. D'ici la fin de l'année, contact aura été repris avec plus de quarante pays, pour la plupart clients réguliers de la sidérurgie nationale avant guerre.

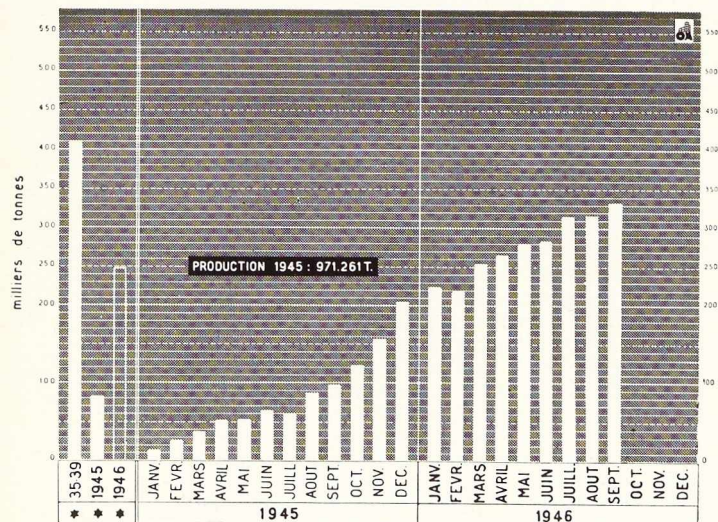


Fig. 361. Production des aciéries belges et luxembourgeoises.

*** Moyennes mensuelles des années 1935-1939, 1945 et des neuf premiers mois 1946.



IX^e Congrès des Centres d'Information de l'Acier (Bruxelles et Luxembourg du 25 au 29 septembre 1946)

Les dirigeants des Centres d'Information de l'Acier ont renoué l'utile tradition de se rencontrer en un rapide congrès annuel, tradition interrompue par la guerre.

C'est à Bruxelles que cette première réunion d'après-guerre a été ouverte, sous la présidence de M. le professeur Eugène François, administrateur-conseil du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier.

Des délégués des Etats-Unis d'Amérique, de France, de Grande-Bretagne, de Hollande, d'Italie, de Pologne, de Roumanie, de Suisse et de Tchécoslovaquie avaient été invités à cette réunion.

Les représentants des organismes d'information et de documentation de l'acier de France, de Grande-Bretagne, de Suisse et de Tchécoslovaquie ont participé aux différentes séances, tandis que les organisations américaines, italienne, polonaise et roumaine étaient empêchées, mais faisaient parvenir des rapports.

La première journée de travail a été consacrée à l'examen des méthodes de travail et des problèmes essentiels posés à chacun des organismes présents. Parmi les questions qui ont été étudiées, il y a lieu de noter les points suivants :

1^o *Organisation des Centres d'Information de l'Acier.* — Dans les pays qui sont à la fois producteurs et consommateurs d'acier, il est apparu que l'existence d'un organisme indépendant, en contact étroit avec les deux genres d'industries, présente l'intérêt de permettre à celles-ci de mieux connaître les besoins du marché, et, d'autre part, de signaler à ce marché, et spécialement aux grandes administrations, les possibilités de production de l'industrie.

2^o *Utilisation de l'acier dans le bâtiment.* — On a pu constater, dans la plupart des pays intéressés, un développement régulier des applications de l'acier dans le bâtiment, développement qui est intensifié par l'évolution actuelle de la préfabrication. On constate, en effet, que sans envisager partout la préfabrication complète de la maison, une tendance générale se manifeste à préfabriquer les éléments d'habitation.

L'organisation qui se développe dans le bâtiment, et qui, peu à peu, rend plus moderne une technique restée très traditionnelle, favorise l'emploi de ces éléments préfabriqués, mais tous les organismes ont été d'accord pour constater qu'il y a moyen, par une organisation méthodique des chantiers, l'établissement avant exécution des travaux, de plans détaillés, comportant toutes les indications nécessaires à l'exécution, l'étude d'un planing de travail, de rendre beaucoup plus intéressante l'introduction d'éléments préfabriqués.

Il faut par conséquent que le bâtiment en Europe voie se développer les pratiques américaines, où l'étude préalable est longue et minutieuse, à l'égal de l'étude d'une voiture de chemin de fer, véritable habitation roulante. Cette étude préalable doit comporter tous les détails relatifs à l'exécution et à l'équipement du bâtiment. Elle doit permettre la construction, dans des délais records, du bâtiment lui-même.

D'autre part, l'expérience de la guerre a montré l'avantage considérable que présentaient les constructions métalliques en cas de démolition. Ces constructions conduisent à un coefficient de récupération et de réutilisation important, tandis que la destruction des ouvrages en béton armé entraîne de grands frais. Ajoutons que dans bien des cas, les ouvrages métalliques se sont avérés parfaitement récupérables.

Ces remarques prennent toute leur importance si l'on considère qu'une habitation, dans une ville moderne européenne aussi bien qu'américaine, est complètement modifiée dans un espace de temps extrêmement court, en général inférieur à 30 ans. Les frais de transformation qui sont engagés à ce moment sont souvent très élevés.

3^o *Tendance vers l'allégement.* — Dans la plupart des pays producteurs d'acier, on voit se développer une tendance régulière vers un allégement des charpentes, et spécialement des constructions métalliques mobiles. Cette tendance se développe d'une part par une étude plus poussée, l'emploi de profils plus légers, d'autre part par l'utilisation d'acier à haute résistance.

4^o *Protection contre l'incendie.* — Les incendies, notamment dus à des faits de guerre, provoqués au cours des dernières années, ont montré que les règlements en matière de protection contre l'incendie, étaient trop stricts. Une tendance se manifeste, à l'heure actuelle, pour les alléger. L'expérience a montré qu'un bâtiment moderne, dont les surfaces horizontales sont presque toujours en matériaux ininflammables, et même en matériaux coupe-feu, tels que du béton armé, est très peu sensible à un incendie éventuel; lorsque celui-ci se présente, son extension est pratiquement impossible. Une commission anglaise déposera prochainement un rapport sur ce sujet.

Les délégués ont consacré une journée à l'étude du problème de la maison métallique. Nous ne nous étendrons pas outre mesure sur cet aspect moderne de la construction métallique, car les derniers numéros de la revue L'OSSATURE MÉTALLIQUE ont décrit les réalisations les plus récentes de l'étranger. Il est cependant intéressant de noter qu'il existe depuis près de 20 ans des milliers de maisons métalliques en France, et qu'elles se comportent fort bien à l'épreuve du temps. D'autre part, en Grande-Bretagne, le gouvernement a passé commande de 35.000 maisons d'un type métallique semi-préfabriqué, dont une partie importante sera déjà achevée en 1946. D'autres



types de maisons sont également commandées en plusieurs milliers d'unités, en attendant que le gouvernement passe des commandes pour la construction d'un type entièrement préfabriqué, dont l'exécution est reportée par suite du manque mondial de tôles fines.

Il est intéressant de noter qu'à la suite d'un accord entre les constructeurs et une série de sociétés d'entreprises, ce type de maison métallique, qui a fait l'objet d'une commande de 35.000 unités, est entièrement réalisé par des entrepreneurs traditionnels.

Les délégués ont visité l'Exposition du Bâtiment organisée au Parc du Cinquantenaire à Bruxelles, exposition qui a fait l'objet d'une description antérieure dans L'OSSATURE MÉTALLIQUE.

5° *Protection contre la corrosion.* — Un rapport extrêmement important sur le développement des méthodes de protection contre la corrosion en Grande-Bretagne, a été présenté par M. Davies. Ce rapport traite notamment des nouvelles méthodes de décapage utilisées en Angleterre, et des peintures mises en œuvre. Il fera l'objet d'une publication intégrale dans le n° 2-1947 de L'OSSATURE MÉTALLIQUE. Nous espérons également pouvoir, à ce moment, donner des précisions sur un type de contrat constituant assurance pour la tenue des peintures, étudié en France.

6° *Spécification des aciers pour constructions soudées.* — M. Nihoul, directeur du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier a commenté les nouvelles spécifications des aciers pour constructions soudées qui viennent d'être établies en Belgique. Ces spécifications donnent pour la première fois des indications sur les conditions auxquelles doit répondre un acier destiné à des constructions utilisant largement la soudure, comme moyen d'assemblage. Elles feront l'objet d'une publication intégrale dans le n° 1-1947 de L'OSSATURE MÉTALLIQUE.

*
**

Les délégués ont visité le samedi 28 septembre les usines de Differdange de la Société HADIR, où ils ont assisté au laminage de poutrelles à larges ailes de 700 mm de hauteur d'âme. Ils ont en outre visité la division Belval des ARBED dont l'importance les a vivement impressionnés.

Un dîner a été offert par le Groupement des Hauts Fourneaux et Acières belges et la Fédération des Entreprises de l'Industrie des Fabrications métalliques à Bruxelles, le jeudi 26 septembre; de hauts fonctionnaires des grandes administrations belges y assistaient ainsi que les dirigeants des deux industries. M. Léon Greiner, président du Groupement des Hauts Fourneaux et Acières belges, dans son allocution, a demandé aux Centres d'Information de l'Acier de poursuivre la recherche systématique des nouveaux domaines d'application de l'acier. Il leur a demandé d'examiner également dans quelles con-

ditions pourrait être étendue, dans des pays non producteurs, leur action.

M. Bekaert, président de la Fédération des Entreprises de l'Industrie des Fabrications métalliques, a montré la nécessité d'apporter à l'utilisation de l'acier un perfectionnement plus grand, de façon à en rendre l'emploi plus judicieux.

À Luxembourg, au cours d'un dîner offert aux délégués par le Groupement des Industries sidérurgiques luxembourgeoises, M. Meyer, président de ce groupement, a rappelé quelques exemples heureux des résultats obtenus par les Centres d'Information de l'Acier, plus spécialement dans le domaine du bâtiment.

Réunion du comité permanent de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes (A.I.P.C.), 4 octobre 1946, Bruxelles

Avant que la guerre vint interrompre totalement les relations internationales, l'Association internationale des Ponts et Charpentes (A. I. P. C.) avait uni les savants, professeurs et constructeurs de la plupart des nations du monde, spécialisés dans le domaine des ponts et charpentes. Cette association préparait en 1939 son troisième grand congrès, qui devait avoir lieu en 1940 à Varsovie.

Dirigée par son Comité permanent, elle avait tenu pour la dernière fois séance à Zurich en juin 1939, réunion au cours de laquelle les derniers détails relatifs au congrès de 1940 avaient été mis sur pied. La guerre est venue interrompre tous ces travaux, et l'on pouvait se demander ce que deviendrait l'Association internationale après la guerre.

Il faut se féliciter que les contacts aient été repris relativement rapidement, et aient permis, tout en modifiant les bases de l'association, de renouer une activité internationale fructueuse pour tous. C'est pourquoi le groupe belge de l'A. I. P. C. a accepté d'inviter le Comité permanent à se réunir à Bruxelles au début du mois d'octobre 1946.

Cette réunion, à laquelle étaient représentés les délégués de douze nations, s'est tenue sous la présidence du président de l'Association internationale des Ponts et Charpentes, M. Andreae. Les comptes des exercices 1939 à 1945 ont été approuvés ainsi que le rapport présenté par le secrétaire général, M. Stüssi, au sujet de l'activité assurée pendant la guerre par le secrétariat de Zurich.

À l'unanimité, les membres présents ont décidé de modifier les statuts de l'Association et de limiter la participation aux membres des pays alliés ou neutres. À l'unanimité également, le Comité permanent a constitué le Bureau de l'Association comme suit :

M. Andreae, de Zurich, président;



MM. Pigeaud, de Paris, Campus, de Liège, et Andrews, de Londres, vice-présidents;

MM. Cambournac, de Paris, G.-O. Amman, de New-York, et Bijlaard, de La Haye, experts-techniques. Un quatrième expert-technique sera désigné sur proposition des groupes scandinaves.

MM. Stüssi et Lardy, de Zurich, secrétaires généraux;

M^{lle} Gretenner, de Zurich, secrétaire.

Le Comité permanent a décidé en outre de tenir à très brève échéance un congrès international. Le lieu de ce congrès n'a pas été fixé. Il aura lieu dans le courant de l'été 1948. Les thèmes et les rapporteurs de ce congrès seront incessamment proposés aux différents membres du Comité permanent. Cette question sera examinée lors de la prochaine réunion du Comité permanent, fixée au mois de mai 1947 à La Haye. Mandat a enfin été donné au bureau de prendre toutes les dispositions pour la reprise prochaine des publications de l'A. I. P. C. et de ses volumes de mémoires.

Rappelons que la Belgique était représentée à cette réunion par M. Van Welter, président du groupe belge et MM. de Stexhe, Dutron, Desprets, Mathieu, De Cuyper, Dumont, Eug. François, R. Nihoul, délégués au Comité permanent.

Cette réunion du Comité permanent a été accompagnée d'une réception officielle à l'Hôtel de Ville de Bruxelles et d'une journée de visites au cours de laquelle les congressistes ont visité les travaux de la jonction Nord-Midi, le nouveau chevalement de mines du puits Marie-José à Maurage, en charpente soudée d'une technique audacieuse et nouvelle, enfin le grand pont en béton armé de Leuze.

Construction d'un pont semi-provisoire à Chalampé

M. O. Leduc, ingénieur en chef à la S. N. C. F. F.

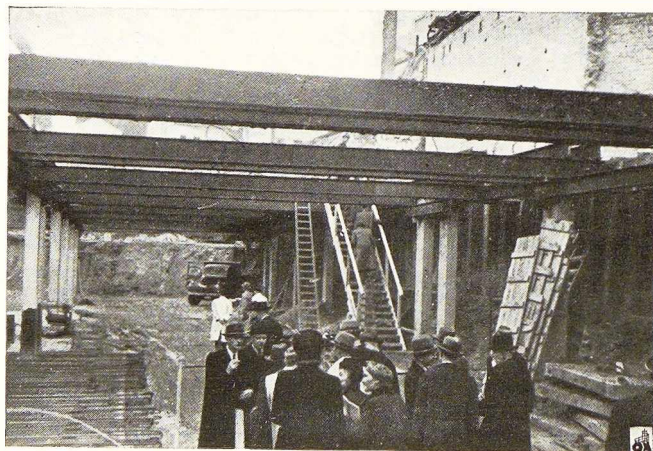


Fig. 362. Les membres de l'A. I. P. C. examinant le chevalement de mines au charbonnage de Maurage.

a publié, dans le n° 9-10 de L'OSSATURE MÉTALLIQUE, une étude particulièrement intéressante sur la construction d'un pont semi-provisoire à Chalampé. Il y a lieu de préciser que les travaux de construction sur les péniches de l'échafaudage devant supporter les éléments de la travée de Neuf-Brisach, le chargement de ceux-ci, le transport, le déchargement et la mise en place à Chalampé, furent confiés, par l'intermédiaire du Comité suisse de participation pour la reconstruction européenne, à des entreprises suisses : la Compagnie Suisse de Navigation sur le Rhin, les Entreprises de Travaux publics Locher, de Zurich et Bell, de Lucerne.

Fig. 363. Visite des travaux de la Jonction Nord-Midi par les membres du comité permanent de l'A. I. P. C.



Exposition du Logement de Roubaix-Tourcoing (France)

Le Comité interprofessionnel du Logement de Roubaix-Tourcoing et environs (C. I. L.) a organisé une Exposition du Logement dans la Cité expérimentale édiflée sur le territoire de Mouvoux.

Le but du C. I. L. est de remplacer les îlots insalubres de l'agglomération par des maisons saines et confortables dont l'accession à la propriété est facilitée aux travailleurs par l'application de l'allocation-logement, acceptée par la plupart des patrons de la région Roubaix-Tourcoing.

Au cours de la Journée belge qui a lieu le 25 octobre, des personnalités belges, ayant à leur tête le sénateur Mazereel et le général Lemerrier, ont visité l'Exposition sous la conduite de MM. A. Prouvost, Debus et Lapchin, respectivement président, directeur et architecte du C. I. L.

Le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier était représenté par M. G. N. Balbachewsky, ingénieur.

L'Exposition de Roubaix-Tourcoing présente de nombreuses réalisations intéressantes et notamment deux maisons préfabriquées métalliques.

La première, construite par les Ateliers Schwartz-Hautmont, a une ossature métallique modulée en tôle pliée. Le revêtement extérieur est en éléments de pierre artificielle et les cloisons isolantes en carreaux de plâtre. Les planchers sont en tôle pliée garnie de béton de pouzzolane. Toutes les menuiseries sont métalliques.

La deuxième maison construite par Brissonneau et Lotz, est entièrement métallique. Elle est constituée d'éléments en tôle pliée boulonnée. Le



Fig. 364. Maison préfabriquée système Schwartz-Hautmont à l'Exposition de Roubaix-Tourcoing.

revêtement extérieur est en tôle émaillée. Quant aux planchers, ils sont en tôle pliée, avec revêtements en sous-face en tôle.

La Jonction Nord-Midi à Bruxelles

Des expériences fort intéressantes ont été faites aux chantiers de la Jonction Nord-Midi après la libération en vue de la reprise des travaux. Les ateliers de construction proposèrent de substituer aux poutrelles qu'il était impossible de se procurer, des poutrelles en treillis formées de plats assemblés par soudure.

MM. Verdeyen et Moenaert, ingénieurs-conseils de l'entreprise Gillion, étudièrent un type de poutrelles métalliques composées comme suit : âme de 9 mm, évidée dans la partie centrale de la poutre et remplacée par des étrépillons plats de 80×15 à 17, formant semelle comprimée supérieure — un plat de 300×15 à 17, formant semelle inférieure, et renforcée dans la partie centrale de la poutre. L'âme et les étrépillons sont soudés aux plats semelles par des soudures d'angles, les deux plats constituant la semelle inférieure sont soudés entre eux sur tout le pourtour du plat de renfort. La longueur maximum des poutrelles était de 8^m75 (8^m45 entre appuis), la charge 7.000 kg par m^2 dans de l'acier à traction, 910 kg par cm^2 , compression du béton, 75 kg par cm^2 . Au total, il fut exécuté 145 poutrelles qui, en plus des essais mécaniques et chimiques des aciers, furent soumises à un contrôle radiographique effectué par l'Association Vinçotte. En classant les soudures par ordre de mérite, décroissant de 0 à 4 (0 = soudure sans défaut, et 4 correspondant à une soudure non acceptable), l'Association Vinçotte a pu classer comme suit les 145 poutres :

0 : 41 poutres.	3 : 50 poutres.
2 : 49 poutres.	4 : 5 poutres.

Suite à cette classification, il a été jugé nécessaire de renforcer, au moyen de couvre-joints rivés, les soudures les plus fatiguées de la partie des 145 poutres cataloguées sous les numéros 2 et 3 et d'alterner lors de la mise en place des poutres renforcées avec celles de la catégorie 0. Comme dans le sens longitudinal, les semelles supérieures et inférieures des poutres étaient aussi soudées, il a été décidé de munir également de couvre-joints les soudures principales très fatiguées de toutes les poutres. La quantité de métal nécessaire au renforcement signalé ci-dessus ne dépassait pas ce qui est admis comme tolérance de poids dans la plupart des cahiers des charges.

Ces poutres allégées, enrobées, d'un type nouveau, ont été soumises à des essais de résistance qui ont eu lieu au laboratoire de l'Université de Bruxelles, sous la direction du professeur Baes. Ces essais ont donné entière satisfaction.

Bibliothèque

Nouvelles entrées ⁽¹⁾

Die Luxemburger Eisenindustrie (L'industrie sidérurgique luxembourgeoise)

par Marcel STEFFES

Un volume relié de 159 pages, format 15 × 22 cm, illustré de 70 figures. Edité par Kremer-Muller, Esch-Alzette (Grand-Duché de Luxembourg) 1946. Prix : 190 francs belges.

L'industrie sidérurgique luxembourgeoise joue un rôle de tout premier plan dans la vie économique et sociale du Grand-Duché. Son importance n'a pas sa pareille dans aucun autre pays. Le livre de M. Steffes est consacré à l'histoire de l'industrie métallurgique grand-ducale dont il retrace les étapes avec autant de compétence que de précision. Les chapitres qui défilent sous les yeux du lecteur ont pour sujet tour à tour : les minières, la fabrication de la fonte et de l'acier, l'histoire des grandes firmes sidérurgiques luxembourgeoises, l'étude des produits métallurgiques, la conduite économique des installations, vue sur le passé et sur l'avenir de l'industrie sidérurgique.

Excellamment préfacé par M. P. Frieden, Ministre luxembourgeois de l'Education nationale et accompagné d'un important index bibliographique, l'ouvrage de M. Steffes constituera pour ceux qui le liront une documentation de premier ordre sur la principale industrie-clé du Grand-Duché.

Architects', Builders', and Civil Engineers' Technical Catalogue (Catalogue Technique pour Architectes, Entrepreneurs et Ingénieurs Civils)

Un volume relié de 736 pages, format 20 × 28 cm, illustré de très nombreuses figures. Edité par Country Life Ltd., London 1946. Prix : £ 2.5.0.

Cet important volume, luxueusement présenté, constitue une véritable encyclopédie de documentation technique destinée aux spécialistes du bâti-

⁽¹⁾ Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent être consultés en notre salle de lecture, 14, rue Van Orley, à Bruxelles, ouverte de 9 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis de 9 à 12 heures).

ment : architectes, ingénieurs, entrepreneurs. Les différents chapitres, rédigés par des compétences en la matière, reflètent tous les aspects de l'industrie du bâtiment. Citons au hasard de la table des matières, les sections suivantes : ciments et bétons, briques, plâtre, bois, isolation thermique et phonique des immeubles, couleurs et vernis, toitures, installations sanitaires, quincaillerie, pieux et fondations, charpente métallique, constructions métalliques soudées, béton armé, préfabrication, châssis de fenêtres, échafaudages, coffrages, chauffage et ventilation, protection contre le feu, etc., etc.

Les chapitres sur la construction métallique et la soudure, rédigés par l'ingénieur L. Scott White, contiennent des données basées sur la récente pratique britannique et étrangère et ne manqueront pas d'intéresser les lecteurs de L'OSSATURE MÉTALLIQUE.

Dictionary of science and technology in English, French, German, Spanish (Dictionnaire scientifique et technique en anglais, français, allemand, espagnol)

par M. NEWMARK

Un volume relié de 386 pages format 15 × 23 cm. Edité par Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd., Londres, 1946. Prix : £ 1.10.0.

Pour se tenir au courant des progrès de la technique mondiale, l'ingénieur moderne doit lire des livres et revues rédigés en langues étrangères. Cette lecture, à moins qu'on ne possède parfaitement plusieurs langues étrangères, nécessite l'emploi de bons dictionnaires techniques. Et c'est ici que commencent souvent les difficultés, car les dictionnaires techniques vieillissent terriblement vite au xx^e siècle. En s'inspirant de ces considérations, l'auteur, professeur à la section des langues modernes de l'Ecole technique supérieure de Brooklyn (U. S. A.), a composé un dictionnaire contenant environ 10.000 termes actuellement en usage en technique. L'importance de l'ouvrage permet de couvrir les principaux champs de l'art de l'ingénieur : aéronautique, architecture, électricité, fonderie, mécanique, travaux publics, etc.

L'ouvrage de M. Newmark rendra de précieux services aux ingénieurs qui doivent rester en contact avec la documentation étrangère.



Table des Matières

Tome XI. Janvier-Décembre 1946

Classement méthodique

Pages	Pages
Calculs, théories, études générales, essais	Maison métallique « Hill » 135
Calcul, par la méthode des souplesses, d'une maille plane fermée, sollicitée dans son plan, par L. BLANJEAN 29	Maison métallique « Howard » 211
Contribution à l'étude du flambage des pièces encastées et appuyées, par R. PATRIARCHE 288	Maisons métalliques système Jean Prouvé 133
Influence de la rigidité de la superstructure d'une construction en arc, par B. ENYEDI 231	Maisons ouvrières préfabriquées 131
Préfabrication vue par un architecte, par A. PUISSANT 110	Ponts
Problèmes actuels de la reconstruction, par J. PAQUAY 101	Construction d'un pont semi-provisoire, à Chalampé (France), par O. LEDUC 203
Reconstruction (Solutions belges et étrangères), par R. A. NIHOUL 73	Esthétique des ponts métalliques, par D. B. STEINMAN 1
Constructions à ossature	Méthode nouvelle de relèvement de ponts, par A. MOOK-ARAY 275
Ateliers de réparation des chemins de fer L. M. S. (Les nouveaux) 159	Montage par lançage des ponts Vierendeel type B, sur le canal Albert, par V. DANIEL 281
Immeuble à ossature métallique, avenue de France, à Verviers 160	Nouveau système belge de poutres de ponts, par E. ROBERT et L. MUSELLE 83, 179
Portiques rigides dans les bâtiments industriels, par O. BONDY 11	Ponts métalliques construits aux Etats-Unis en 1941 (Les plus beaux) 20
Stade couvert de Zurich (Le nouveau) 23	Pont de Saint-Cloud sur la Seine (Le nouveau) 49
Emploi de l'acier dans les maisons d'habitation	Pont soudé des chemins de fer fédéraux suisses sur la Birs, près de Bärschwil, par F. BÜHLER 155
Bungalow préfabriqué « Idéalogi », par A. G. J. HOFFMANN 119	Pont de Tordera (Espagne) 70
Construction des logements ouvriers préfabriqués au Grand-Duché de Luxembourg, par T. BIWER 128	Quelques considérations au sujet de la reconstruction du pont de la Pêcherie, à Gand, par G. DE CUYPER 251
Exposition des logements, à Bruxelles 17	Reconstruction du pont de Choisy-le-Roi, par R. GONON 151
Maison « Acia », par L. H. DE KONINCK 115	Reconstruction des ponts de Moerdijk (Pays-Bas) 64
Maisons « D. V. » 125	Reconstruction du pont de Moerdijk, par H. G. ROMELN 163
Maison métallique « Coventry » 137	Reconstruction du pont Prince Joseph Poniatowski, à Varsovie 214
	Reconstruction du pont-rails de Saint-André-de-Cubzac (France) 167



	Pages
Reconstruction provisoire du pont mobile de Zeebrugge, par C. WETS et A. PADUART	65
Reconstruction du viaduc d'Eauplet, sur la Seine	285
Reconstruction du viaduc de Nevers (France)	221

Transports

Cargo à moteur « Bastogne »	81
Nouvelles voitures métalliques des chemins de fer espagnols	61

Divers

Abris de quai préfabriqués en Angleterre	78
Acier et ses applications	230, 264
Assemblée générale annuelle du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier	88

	Pages
Concours pour la construction d'un immeuble de bureaux, à Bruxelles	149
Dix années d'essais de corrosion atmosphérique en Hollande, par H. VAN DER VEEN	169
Emploi rationnel des rivets et boulons, par F. H. FRANKLAND	217
Exemples d'utilisation de profils en feuillards, par A. C. RAES	223
Isolation thermique des constructions métalliques	140
Nouveau système de cheminée métallique soudée	7
Nouveau type de château d'eau, par R. M. DOWE	227
Problème des réservoirs pour combustibles liquides, par A. CAQUOT	265
Résistance des ossatures métalliques aux bombardements	57
Soudage d'un réservoir prototype de 3.500 m ³ , par H. GERBEAUX	268

Classement par noms d'auteurs

L. BLANJEAN. — Calcul, par la méthode des souplesses, d'une maille plane fermée, sollicitée dans son plan	29	B. ENYEDI. — Influence de la rigidité de la superstructure d'une construction en arc	231
T. BIWER. — La construction des logements ouvriers préfabriqués au Grand-Duché de Luxembourg	128	F. FRANKLAND. — Emploi rationnel des rivets et boulons	217
O. BONDY. — Les portiques rigides dans les bâtiments industriels	11	H. GERBEAUX. — Le soudage d'un réservoir prototype de 3.500 m ³	268
F. BÜHLER. — Le pont soudé des chemins de fer fédéraux suisses sur la Birs, près de Bärschwil (Suisse)	155	R. GONON. — La reconstruction du pont de Choisy-le-Roi	151
A. CAQUOT. — Le problème des réservoirs pour combustibles liquides	263	A. HOFFMANN. — Le bungalow préfabriqué « Idéalogi »	119
G. DE CUYPER. — Quelques considérations au sujet de la reconstruction du pont de la Pêcherie, à Gand	251	O. LEDUC. — Construction d'un pont semi-provisoire, à Chalampé (France)	203
V. DANIEL. — Montage par lancement des ponts Vierendeel type B, sur le canal Albert	281	A. MOOK-ARAY. — Une méthode nouvelle de relèvement de ponts	275
L. DE KONINCK. — La maison « Acia »	115	L. MUSETTE et E. ROBERT. — Un nouveau système belge de poutres de ponts	179
R. DOWE. — Un nouveau type de château d'eau	227	R. NIHOUL. — La reconstruction (Solutions belges et étrangères)	73
		A. PADUART et C. WETS. — Reconstruction provisoire du pont mobile de Zeebrugge	65



	Pages
J. PAQUAY. — Problèmes actuels de la reconstruction	101
R. PATRIARCHE. — Contribution à l'étude du flambage des pièces encastrées et appuyées	288
A. PUISSANT. — La préfabrication vue par un architecte	110
A. RAES. — Exemples d'utilisation de profils en feuillards	223
E. ROBERT et L. MUSELLE. — Un nouveau système belge de poutres de ponts	179

	Pages
H. ROMELIN. — La reconstruction du pont de Moerdijk	163
D. STEINMAN. — L'esthétique des ponts métalliques	1
H. VAN DER VEEN. — Dix années d'essais de corrosion atmosphérique en Hollande	169
C. WETS et A. PADUART. — Reconstruction provisoire du pont mobile de Zeebrugge	65

Chronique

1. Activité des Associations Scientifiques et Techniques

Activité de la Commission n° IV de l'A. B. E. M.	246
Activité de l'Institut belge de la Soudure	97
IX ^e Congrès des Centres d'Information de l'Acier à Bruxelles	197, 292
Création d'un bureau de l'industrie sidérurgique et de l'industrie des fabrications métalliques de Belgique et de Luxembourg, à New-York	143
Réunion du Comité permanent de l'A. I. P. C.	294
Semaine de conférences techniques internationales	144
Voyage d'études dans la région parisienne	195
Voyage d'études en Suisse	143

2. Emploi de l'acier dans les ponts

Construction d'un pont semi-provisoire à Chalampé (France)	295
Ponts en béton armé ou ponts métalliques?	197
Pont du Forth en Ecosse	97
Reconstruction du pont de la Boverie, à Liège	196

3. Emploi de l'acier dans les chemins de fer

Reconstruction des chemins de fer de l'U. R. S. S.	142
Résistance des wagons métalliques au choc	44
Sécurité des voitures métalliques	144
Wagons métalliques en Grande-Bretagne	97

4. Emploi de l'acier dans le bâtiment

Exposition du logement de Roubaix-Tourcoing	295
Résistance des maisons métalliques à l'épreuve du temps	195

5. Renseignements économiques

Consommation d'acier de l'industrie des fabrications métalliques en Belgique	44
Marché de l'acier pendant les mois de janvier et février 1946	43
Marché de l'acier pendant le mois de mars 1946	96
Marché de l'acier pendant les mois d'avril et mai 1946	142
Marché de l'acier pendant les mois de juin et juillet 1946	194
Marché de l'acier pendant le mois d'août 1946	245
Marché de l'acier pendant le mois de septembre 1946	291
Plan de modernisation de l'industrie française	97
Production industrielle en U. R. S. S.	195
Production sidérurgique japonaise	44
Production sidérurgique sud-africaine	144
Remise en activité des installations sidérurgiques de Dniepropetrovsk (U. R. S. S.)	97

6. Divers

Décès de M. Barbanson	145
Deuil dans la sidérurgie luxembourgeoise	98
Esthétique des ponts	97
Isolation des maisons métalliques	44
La jonction Nord-Midi à Bruxelles	295
Spécification des produits sidérurgiques	144

Bibliothèque

Agenda du Bâtiment, par A. Nachtergal	99
Anstrengungshypothesen (Hypothèses concernant la résistance des matériaux), par C. F. Kollbrunner et M. Meister	249
Architects', Builders', and Civil Engineers' Technical Catalogue (Catalogue technique pour Architectes, Entrepreneurs et Ingénieurs civils)	296
Architecture (La nouvelle), 2 ^e édition, par A. Roth	145
Architettura e democrazia (L'architecture et la démocratie) par F. L. Wright	146
A. S. T. M. methods of chemical analysis of metals	

(Méthodes de l'Association américaine pour l'essai des matériaux, relatives aux analyses chimiques des métaux)	148
Bâtiments métalliques sur colonnes (calculs des), par R. Libert	248
Baustatik (La statique des constructions), tome I, par F. Stüssi	248
Bethlehem structural shapes	148
British trade and industry (Le commerce et l'industrie britanniques)	147
Builders of the bridge (Les bâtisseurs du pont), par D. B. Steinman	45



Conoscere l'acciaio (Connaître l'acier), par I. Bartoli et F. Masi	147	blissement pratique des constructions métalliques soudées), par H. M. Priest	99
Construction (code de) des récipients sous pression intérieure ou extérieure non soumis à l'action de la flamme	247	Pratique de la soudure autogène, 3 ^e édition, par C. F. Keel	98
Constructions civiles (Traité de), par E. Barberot	198	Pressure welding of light alloys without fusion (Sou- dure par pression des alliages légers sans fusion), par R. F. Tylecote	147
Constructions hyperstatiques, 2 ^e édition, par A. de Marneffe	198	Procedure handbook of arc welding design and prac- tice (Manuel de calcul et de pratique de la sou- dure à l'arc)	148
Constructions hyperstatiques (Etude des) par les théo- rèmes de Castigliano et par la méthode de Beggs, par M. Rocha	248	Publications de l'Association suisse des Ateliers de construction de Ponts et Charpentes (V. S. B.)	249
Dictionary of metallography (Dictionnaire de la métal- lographie), par R. T. Rolfe	100	Publications de la British welding research association Publications du Centre d'études du Génie civil de l'Institut supérieur technique de Lisbonne	147 248
Dictionary of science and technology in English, French, German, Spanish (Dictionnaire scienti- fique et technique en anglais, français, allemand, espagnol), par M. Newmark	296	Publications de la Société Conrad Zschokke : « Mit- teilungen über Forschung und Konstruktion im Stahlbau »	249
Elapes (Les grandes) de l'esthétique, par P. Fierens	100	Quasi-Arc welding manual (Manuel de soudure de la Société Quasi-Arc)	100
Fatigue des métaux. 2 ^e édition, par R. Cazaud et L. Persoz	46	Red-Fox heat-resisting steels (Aciers Red-Fox résis- tant aux hautes températures)	148
Fire protection of structural steelwork (La protection contre le feu des charpentes métalliques)	100	Report (first) of the marine corrosion sub-committee of the corrosion (1 ^{er} Rapport de la Sous-Com- mission de la corrosion marine de la Commission de la corrosion de l'Iron & Steel Institute britan- nique)	99
Guide des charbonnages	46	Schrumpfspannungen und Dauerfestigkeit geschweisster Trägerlösse (Tensions résiduelles et résistance à la fatigue des joints de poutres soudés), par F. Stüssi et C. F. Kollbrunner	249
Guide théorique et formulaire pratique pour ouvriers, contremaîtres et chefs d'atelier, par A. Roland	248	Science and practice of welding (Science et pratique de la soudure), 3 ^e édition, par A. C. Davies	100
Handbook for electric welders (Manuel pour soudeurs à l'arc électrique)	146	Sektor-Hakenschütze des Kraftwerkes Rupperts- wilen Auenstein (La vanne secteur double pour l'usine hydro-électrique de Rupperts-wilen Auenstein), par C. F. Kollbrunner et M. Meister	249
Histoire des techniques, par P. Ducassé	147	Skorosnaja avtomaticheskaja svarka pod slojem flussa (Soudure automatique rapide sous une couche de poudre), par E. O. Patton	247
Indicateur des moments et son application aux mo- dèles de construction à deux dimensions, par E. A. Henriques dos Reis	248	Soudeur au chalumeau (Pour le) et le découpeur, par L. Mendel	146
Ingénieurs et techniciens dans le monde, par A. An- toine	249	Soudure à l'arc électrique appliquée aux constructions (Conférences sur la), par H. Louis	248
Investigation of the welding of ships' structures (Re- cherches concernant la soudure dans la construc- tion navale), par J. Turnbull	147	Soudure oxy-acétylénique (Les applications de la)	148
Karlebo handbok (Manuel Karlebo), 6 ^e édition	100	Statistiques économiques belges 1929-1940	146
Le Corbusier	147	Steel and its practical applications (L'acier et ses applications pratiques), 2 ^e édition, par W. Barr et A. J. K. Honeyman	46
Le Corbusier et P. Jeanneret 1934-1938, 2 ^e édition, par M. Bill	247	Suplemento técnico de engenharia e arquitetura 1944 (Supplément technique à la revue <i>A Casa</i> , relatif au génie civil et à l'architecture)	198
Luxemburger Eisenindustrie (Die) (L'industrie sîde- rurgique luxembourgeoise), par Marcel Steffes	296	Symposium on stress-corrosion cracking of metals (Congrès sur la fissuration des métaux par cor- rosion sous tension)	247
Making, shaping and treating of steel (Fabrication, façonnage et traitement de l'acier), 5 ^e édition	99	Teknisk ordlista svensk-lysk-engelsk-fransk (Vocabu- laire technique suédois, allemand anglais, fran- çais)	148
Materiallehre (Etude des matériaux) par H. Christen	45	Traité de plasticité pour l'ingénieur, par F. K. Th. van Iterson	46
Matériaux de construction (Catalogue de la branche)	142	Unités de mesure scientifiques et industrielles, par J. N. Bingen et R. Crombez	99
Matériel roulant des chemins de fer français, par M. Bailleul	198	Wiederaufbau (Reconstruction), par M. Bill	147
Mémoires de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes, vol. VII	645		
Metals and alloys data book (Le livre des métaux et alliages), par S. L. Hoyt	248		
Moment distribution method for rigid frame steel structures loaded beyond the yield point (Méthode de répartition des moments pour constructions métalliques à cadres rigides chargées au delà de la limite élastique), par M. R. Horne	147		
Ponts militaires	249		
Practical design of welded steel structures (L'éta-			

Bibliographie

Documentation bibliographique — Indexation des matières	199	Liste des périodiques reçus par le Centre belgo-luxem- bourgeois d'Information de l'Acier établie au 1 ^{er} janvier 1946	47
--	-----	---	----



P



our tout ce qui concerne

La Soudure Electrique.

Electrodes
Transformateurs statiques
Groupes convertisseurs
Génératrices & alternateurs
Groupes électrogènes

Soudeuses par résistance
Soudeuses par points
Soudeuses continues
Soudeuses par rapprochement

Matériel de soudure automatique
Sous flux électro-conducteur

Agents exclusifs de la
Société Anonyme Française **UNIONMELT** à Paris

consultez

L'AIR LIQUIDE

Société Anonyme

Reg. de Commerce Liège, N°1056

LIÈGE

Quai Orban, 31.
Tél: 62580.

GAND

Rameau des Capucins, 5.
Tél: 53340.

BRUXELLES

Rue J.B. de Cock, 71.
Tél: 26.71.30.

Demandez devis & renseignements sans aucun engagement
Nos services techniques sont à votre disposition & vous conseilleront utilement.



*C'est en forgeant
qu'on devient forgeron*

PLUS D'UN DEMI-MILLION D'OUTILS
ONT ÉTÉ TRAITÉS PAR NOUS DANS NOS

FOURS ÉLECTRIQUES

QUI SONT PARFAITEMENT AU POINT.
A CE JOUR, PLUS DE 100 FOURS SONT
INSTALLÉS OU EN FABRICATION.

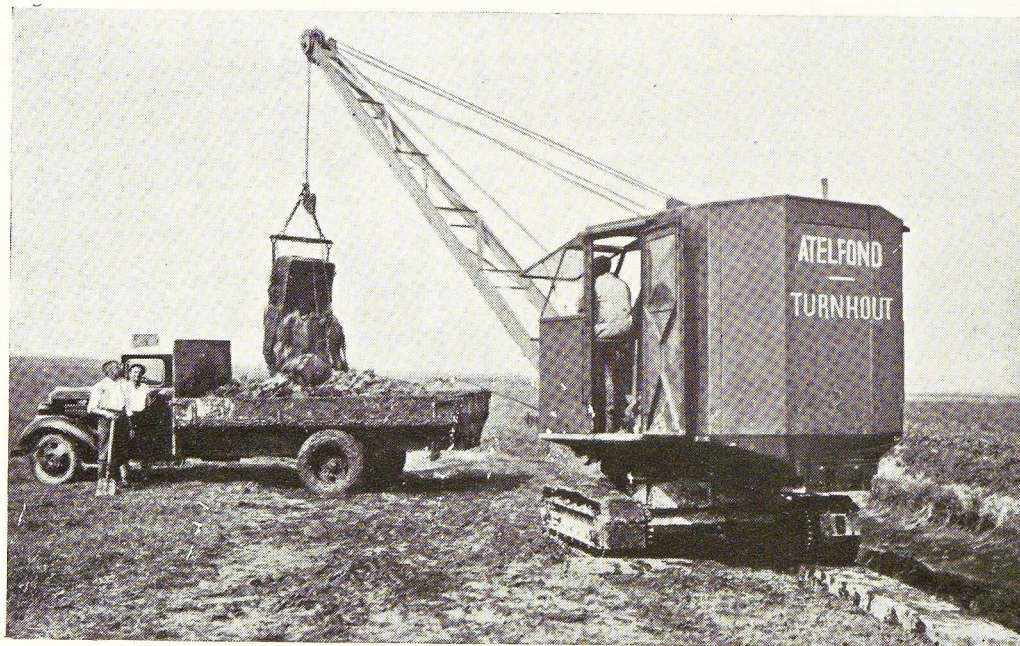
VOUS POUVEZ PROFITER DE
NOTRE GRANDE EXPÉRIENCE.
N'HÉSITEZ PAS, ÉCRIVEZ-NOUS.



ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI

S. A. ATELIERS DE CONSTRUCTION « **ATELFOND** »
TURNHOUT

Grues - Constructions métalliques



Draglines - pelles mécaniques

ENROBAGES COMPRIMÉS A LA PRESSE

*Pourquoi ? — Qualité !
Régularité !*

SOUDOMETAL S. A.

LICENCE DES PROCÉDÉS OERLIKON

SPÉCIALITÉ D'ÉLECTRODES DE HAUTE QUALITÉ
POUR ACIERS DOUX ET SEMI-SPÉCIAUX

SOUDOMÉTAL, SOCIÉTÉ ANONYME

Adm. Dél. : Daniel LAGRANGE
ingénieur A. I. Br. - A. I. Lg.

BUREAUX ET USINES :
83, CHAUSSÉE DE RUYSBROECK
FOREST-BRUXELLES
TÉL. 43.45.65 R. C. B. 108.263

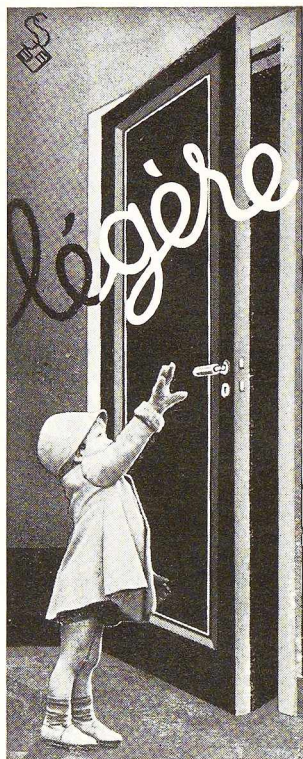
TELEGRAPHIEZ OUTRE-MER

VIA BELRADIO

La voie nationale belge rapide
et sûre vers tous les continents

Renseignements et dépôt des
messages dans tout bureau
télégraphique belge

TELEPHONES : A BRUXELLES 12.30.00 ; A ANVERS 399.50

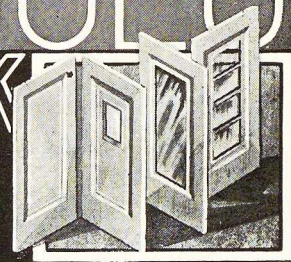


légère, indéformable standardisée pour l'intérieur
PORTES

METALLIQUES

VANDERPLANCK

(Tel.: MANAGE 124) FAYT · LEZ · MANAGE
S. P. R. L.



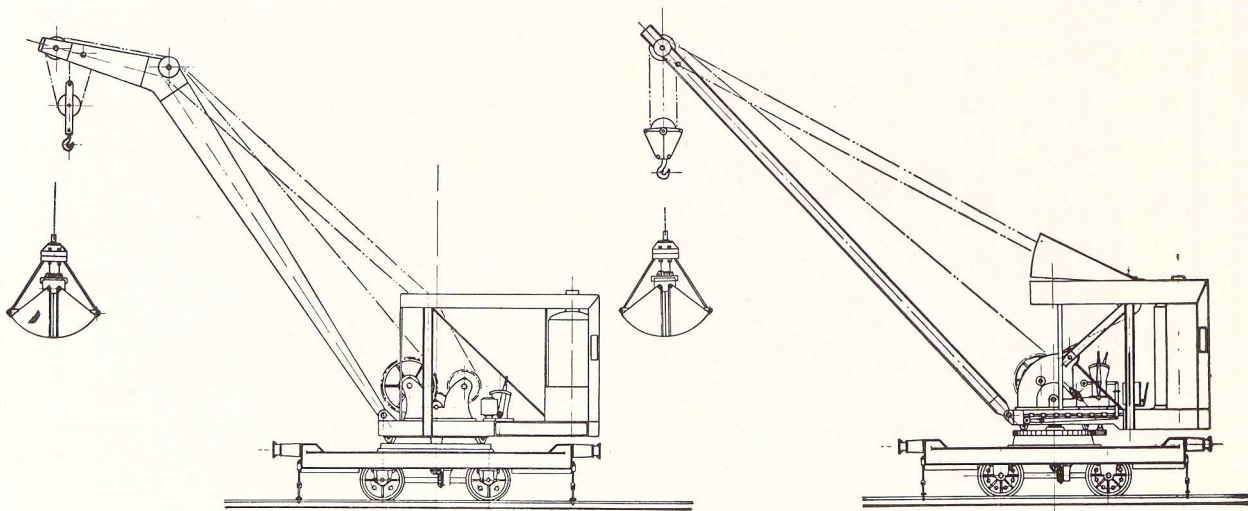
MÉCANIQUE ET CHAUDRONNERIE DE BOUFFIOLX

Société Anonyme

Anciennement « LA BIESME »

BOUFFIOLX (lez Châtelineau)

GRUES-LOCOMOTIVES à vapeur et électriques
SAUTERELLES, TRANSPORTEURS, GRAPPINS, APPAREILS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION
Mécanique Générale - Chaudronnerie



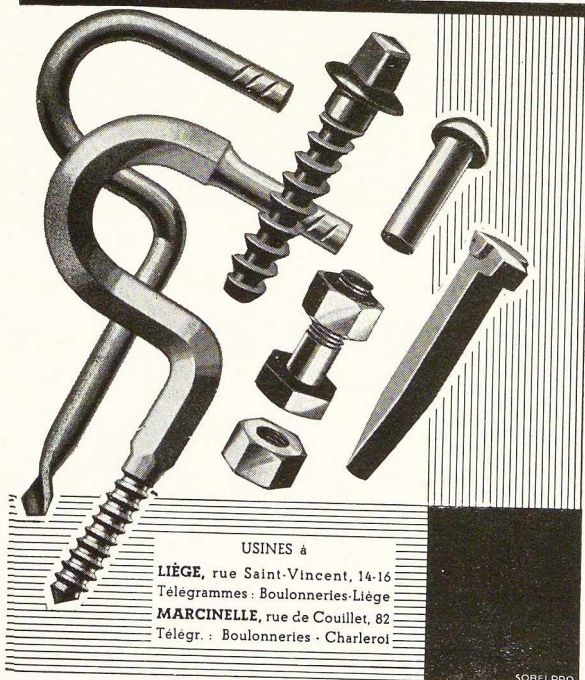
Les Ateliers de construction

Ventola

S. A. GAND, 155, Haut-Chemin. Tél. 516.19

VENTILATEURS - TOLERIE - AÉROTHERMES SECHAGE
TRANSPORT PNEUMATIQUE - FILTRAGE - ETC., ETC.

STÉ A ME DES BOULONNERIES DE LIEGE
ET DE LA BLANCHISSERIE



INDUSTRIELS

La concurrence s'annonce âpre.
Abaissez vos prix de revient!



Spécialisé en
ÉLECTRICITÉ
MÉCANIQUE
THERMO-DYNAMIQUE
GÉNIE CIVIL
Se charge d'étudier
L'ORGANISATION
L'AMÉLIORATION
la TRANSFORMATION
L'AGRANDISSEMENT
de vos usines

Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY
S. A. — 43, rue des Colonies, BRUXELLES

SOUDURE ÉLECTRIQUE

PAR ARC ET PAR RÉSISTANCE



Electromecanique S. A.

19, RUE LAMBERT CRICKX BRUXELLES

CLICHES

POUR TOUTES IMPRESSIONS

ÉTABLISSEMENTS DE PHOTOGRAVURE

TALLON & C^o 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

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A.C.E.C.	26	E.S.A.B.	2
A.C.M.T.	20	S. A. Ateliers de Construction Jambes	
L'Air Liquide	25	Namur	23
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	14	Constructions Métalliques de Jemeppe- sur-Meuse, S. A.	12
Ateliers Métallurgiques Nivelles	6	Marigrée, Société Commerciale d'Ou- grée	5
Atelfond	26	Nobels-Pelman.	couv. IV
B.E.I.	29	L'Ossature Métallique	6
Belradio	27	L'Oxydrique Internationale	21
Usines Gustave Boël	13	Someba	18
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis.	10	Soudométal	27
Mécanique et Chaudronnerie de Bouf- fioulx, S. A.	28	Tallon	30
S. A. des Boulonneries de Liège et de la Blanchisserie	29	S. A. Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle	7
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve	couv. III	Usines à Tubes de la Meuse	22
P. & M. Cassart	11	Ucométal	15
Cockerill	14	Ateliers Vanderplanck, S.P.R.L.	28
Columeta	8-9	Ventola	29
Davum	17	Anciens Ets Paul Würth	16
Alexandre Devis & C^o	19		
Electromécanique	29		
Société Métallurgique d' Enghien-Saint- Eloi	couv. II		



LA BRUGEOISE et NICAISE & DELCUVE

SOCIÉTÉ ANONYME

Usines à Saint-Michel-lez-Bruges
et à La Louvière (Belgique)
Direction Générale à St-Michel-lez-Bruges

**ACIERIES, FORGES ET
ATELIERS DE CONSTRUCTION**



TÉLÉPHONE : N° 13
ADR, TÉLÉGRAPHIQUE :
ATELIERS St-NICOLAS
(WAAS) BELGIQUE
BELGIUM

ANC. ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES (S. A.) • METAALWERKHUIZEN VOORHEEN (N. V.)

NOBELS-PEELMAN

TANKS • WAGONS • PONTS • CHARPENTES • PYLONES
BRIDGES • STEELWORKS • BRUGGEN • KAP- & KETELWERKEN