

4

JUILLET - AOÛT
1933

SOMMAIRE

Les châteaux d'eau en acier.

Les transports par containers.

Renforcement d'un viaduc
pour chemin de fer en
Turquie.

La protection des construc-
tions métalliques contre la
rouille.

La déformation en palier de
l'acier.

La maison métallique de
La Hulpe (Belgique).



Château d'eau métallique à Baltimore.

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE BIMESTRIELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

Conseil d'Administration de l'Ossature Métallique

Président :

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

Vice-Président :

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

Membres :

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

Direction

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

Secrétaire : Georges THORN, Licencié en Sciences Commerciales.

Liste des Membres de l'Ossature Métallique

ACIÉRIES BELGES

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

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

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

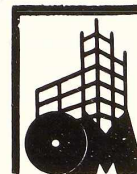
TRANSFORMATEURS

Laminiers et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
 Forges et Laminiers de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
 Forges et Laminiers de Jemappes, S. A., à Jemappes-lez-Mons.
 Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
 Laminiers de Longtain, S. A., à La Croyère, Bois d'Haine.

Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois d'Haine.
 Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
 Laminiers du Monceau, S. A., à Méry (Tilff-lez-Liège).
 Forges, Fonderies et Laminiers de Nimy, S. A., à Nimy-lez-Mons.
 Tubes de Nimy, S. A., à Nimy-lez-Mons.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

Angleur-Athus (Société Anonyme d'), à Tilleul-lez-Liège.
 Ateliers d'Awans et Etablissements François réunis, S. A., à Awans-Bierset.
 Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
 La Construction Soudée André Beckers, chaussée de Buda, à Haren.
 Ateliers de Construction Paul Bracke, 34-40, rue de l'Abondance, Bruxelles.
 John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
 La Brugeoise et Nicaise et Delcuve, S. A., La Louvière.
 Ateliers Detombay, S. A., à Marcinelle.
 Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.
 Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.
 Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes-Namur.
 Ateliers de Construction de Familleureux, S. A., à Familleureux.
 Ateliers de Construction de Hal, S. A., à Hal.
 Ateliers Emile Kas, avenue de Mai, 264-266, Woluwé-Saint-Lambert.
 Ateliers de Construction de Mortsel et Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.
 Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, à Malines.
 Ateliers du Nord de Liège, 5, rue Navette, à Liège.
 Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.
 Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).
 Ougrée-Marihaye (Société Anonyme d'), Siège social Ougrée.



Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, à Marcinelle.
 Chaudronneries A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.
 Chaurobel, S. A., à Huyssinghen.
 « Sacoméi », S. A. de Constructions Métalliques et d'Entreprises Industrielles, 78, rue du Marais, à Bruxelles.
 « Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, à La Louvière (Baume).
 Ateliers de Construction et Chaudronnerie de Viesville, S. A., à Viesville-lez-Charleroi.
 Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, à Willebroeck.
 Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

AUTRES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES

Chamebel (Le Châssis Métallique Belge), S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.
 Electro-Soudure Autogène Belge « ESAB », S. A., 32, rue du Luxembourg, Bruxelles.
 Electro-Soudure Thermare, S. A., 7, rue Gillekens, à Vilvorde.
 Farcométal (Métal déployé), 57, rue Gachard, Bruxelles.
 La Soudure Electrique Autogène « Arcos », S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Anderlecht, Bruxelles.
 Manufacture belge de Gembloux, S. A. (meubles métalliques), 7 à 15, rue Albert, Gembloux.

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

Individuellement :

Davum-Exportation, S. A., 4, quai Van Meteren, à Anvers.
 Anciens Etablissements Paul Devis, S. A., 43, rue Masui, Bruxelles.
 Oortmeyer, Mercken et C^{ie}, Société en commandite simple, 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.
 Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Mortsel-lez-Anvers.
 Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.
 Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, à Anvers.
 Fers et Aciers Pante et Masquelier, S. A., 30, rue du Limbourg, à Gand.
 Valeke Frères, S. A., rue de la Chapelle, 76, à Ostende.

Collectivement :

Union Professionnelle des Marchands de Poutrelles de Belgique, 6, rue du Poinçon, à Bruxelles.
 Chambre Syndicale des Marchands de fer, 6, rue du Poinçon, à Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

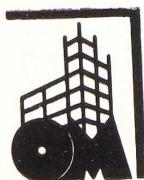
Bureau d'Études Industrielles Fernand Courtoy, Société Coopérative, 43, rue des Colonies, à Bruxelles.
 Bureau d'Études René Nicolai, quai des États-Unis, 16, Liège.
 MM. C. et P. Molitor, ingénieurs-conseils en construction métallique et soudure électrique, 100, rue Ernest Salu, Bruxelles II.
 Technische Studiebureel « Constructor », S. A., 115, avenue de France, Anvers.
 M. Van der Haeghen, ingénieur-conseil, 20, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.
 M. van Genderen Stort, ingénieur-conseil, 5, Madoerastraat, La Haye.
 MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), Bureau Technique de Construction Moderne, 21, rue des Mélézes, Ixelles-Bruxelles.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Briqueteries et Tuileries du Brabant, S. A., 21, rue de Mons, à Tubize.
 Etablissements Cantillana, S. A., rue de France, 29, à Bruxelles-Midi.
 Le Treillage Céramique Steengas, S. A., 12, avenue Saint-Ambroise, Dilbeek-Bruxelles.
 Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin, S. A., à Hennuyères.
 Les Planchers Christin, S. A., 3, place du Béguinage, Bruxelles.
 Isotherme, S. A., 48, rue Montoyer, Bruxelles.
 Société Anonyme Cofralo, à Gosselies.
 S. A. Westvlaamsche Betonwerkerij, 73, quai Saint-Pierre, Bruges.
 MM. Vallaëys et Vierin, Briques « Moler », 69, avenue Broustin, Ganshoren, Bruxelles, et 473, Grande Chaussée, Berchem-Anvers.
 Etablissements E. Günther, quai des Steamers, porte n° 6, Bruxelles-Maritime.
 Société Anonyme « Eternit », Cappelle-au-Bois (Malines).
 France et C^{ie}, (isolation, acoustique), 8, rue de la Bourse, Bruxelles.

MEMBRES INDIVIDUELS

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



Une puissance de pénétration considérable

Dans le procédé d'exécution des pieux Franki (pieux moulés dans le sol), le mouton de 3 tonnes tombant en chute libre de toute la hauteur de la sonnette brise tous les obstacles rencontrés dans le sol (vieilles maçonneries, blocs erratiques, pains de laitier de haut fourneau), et assure une pénétration rapide du tube de fonçage.



DEMANDEZ LA BROCHURE ILLUSTRÉE N° 16

PIEUX  **FRANKI**

196, RUE GRÉTRY, LIÈGE. T. 249.55 (4 L.)

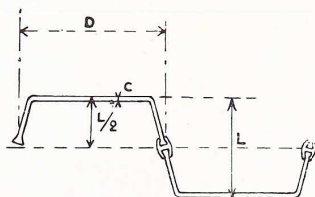
LA LICENCE DES PIEUX FRANKI
EST A CÉDER POUR QUELQUES
P A Y S E T R A N G E R S

LA NOUVELLE PALPLANCHE

BREVETÉE

S Y S T È M E

“ OUGRÉE ”



(PROFIL 1^{re} Série)

AVANTAGES :

- 1° La forme simple en fait un type **exceptionnellement économique** ;
- 2° La répartition rationnelle du métal par rapport à l'axe neutre donne une **résistance améliorée par unité de poids** ;
- 3° L'assemblage réalise la continuité des deux profils, sans excentricité et présente une **grande résistance à l'effort tranchant** ;
- 4° Le frottement des surfaces en contact dans la griffe est **au moins égal à l'effort rasant** ;
- 5° La griffe forme un **guide absolument sûr de la palplanche** ;
- 6° Le jeu réduit de l'emboîtement assure une **étanchéité incomparable** ;
- 7° La formation des **angles et des pièces de raccordement** se fait très simplement ;
- 8° La rigidité de l'assemblage évite les **inconvenients de la rotule** ;
- 9° **Les terres ne peuvent pénétrer** dans les griffes, car les palplanches « OUGRÉE » sont foncées, le bout mâle dégagé ;
- 10° Pendant le battage ces palplanches restent dans le **plan vertical du rideau** ;
- 11° Le **battage et l'arrachage** des palplanches « OUGRÉE » s'effectuent avec facilité et rapidité.

CARACTÉRISTIQUES :

NUMÉROS	D mm	L mm	L/2 mm	C mm	POIDS par m. c. y compris les griffes kgs	POIDS par m2 kgs	i par m. de largeur c^4	$\frac{i}{V}$ par m. de largeur c^3	COEFFICIENT d'utilisation I/V/P
1	440	150	75	7,5	81,2	92,3	3815	508,7	5511
2	400	200	100	10	94	117,5	8732	873,2	7410
3	400	250	125	12	122,4	153	17009	1360,8	8894
4	400	300	150	16	148,4	185,8	30391	2026,1	10904
5	400	350	175	21	191,8	239,8	51830	2961,7	12351
6	400	400	200	25	222	277,5	78450	3922,5	14133

NOTICE DÉTAILLÉE SUR DEMANDE

Monopole exclusif des ventes :

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE BELGIQUE A OUGRÉE

Adresse télégraphique : SOCOBELGE-OUGRÉE

En 1932

comme déjà

en 1907

en 1917

en 1924

**une seule
couche de**

**Ferrubron-
Ferriline**

**a suffi à protéger
totalement contre
l'oxydation,**

la Tour Eiffel

**Pour la peinture
des ouvrages
métalliques,
employez la**

FERRILINE

**fabriquée
en Belgique
par**



Photo Horizon de France

LES FILS LÉVY-FINGER Soc. An.
Belge

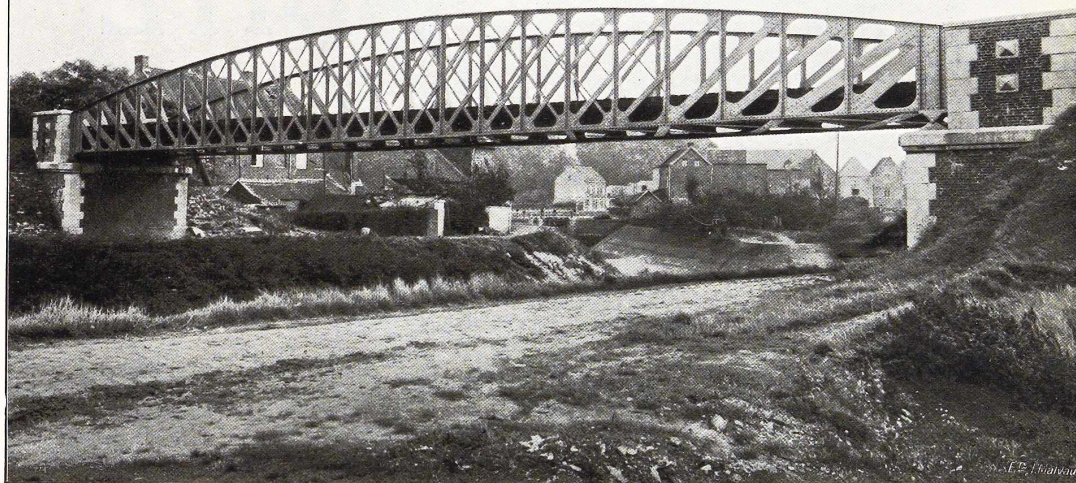
Tél. 26.39.60, 26.43.07. 32, 34, rue Edm. Tollenaere BRUXELLES II



S.A. D'ANGLEUR-ATHUS
BELGIQUE
À TILLEUR

**ATELIERS DE
CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES
PONTS ET CHARPENTES
RÉSERVOIRS, GAZOMÈTRES, ETC.
APPAREILS DE VOIES**

PFIMMER, PUBLICITÉ - LIÈGE



VUE DU PONT VICINAL
D'AERSCHOT SUR LE DÉMER

Entièrement peint en 1926 à la **COULEUR ANTI-ROUILLE**

FABRIQUÉE PAR
LES USINES DE KEYN FRÈRES S. A.
27, RUE AUX CHOUX, 27, BRUXELLES



SUR TOUTE SURFACE MÉTALLIQUE, POUR LA CUIRASSER CONTRE LA ROUILLE, APPLIQUEZ

1) UNE COUCHE DE **DEROUILLEX**. LE **DEROUILLEX** N'EST PAS UNE PEINTURE. C'EST UN PRODUIT NOUVEAU QUI, PAR RÉACTION CHIMIQUE, **TRANSFORME** LA ROUILLE EN UN CORPS INOFFENSIF ;

2) UNE COUCHE D' **ACIERINE** QUI RECOUVRIRA LA SURFACE MÉTALLIQUE D'UNE PELLICULE ISOLANTE ET SOUPLE. A BASE DE PAILLETES D'ACIER, L'**ACIERINE** EST D'UN TRÈS BEL EFFET DÉCORATIF.

L'ACIÉRINE est aussi résistante que l'ACIER

MÉFIEZ-VOUS DES CONTREFAÇONS !!

T 26

ANODITE

*UN PRINCIPE ENTIÈREMENT NOUVEAU POUR
LA PROTECTION DU FER ET DE L'ACIER
CONTRE LA FORMATION ET LA PROPAGATION
DE LA ROUILLE*

ANODITE apporte une solution basée sur les données les plus récentes de l'électro-chimie. Il est acquis, en effet, que la rouille est le résultat d'une réaction tant électrique que chimique, dans laquelle le métal joue le rôle d'Anode. Or, les enduits connus à l'heure actuelle laissent au fer ce rôle d'Anode, de telle sorte que l'oxydation reste toujours favorisée tout au moins par l'orientation électrolytique des éléments.

ANODITE, au contraire, renverse les rôles en ce sens que c'est l'enduit qui assure une fonction anodique, tandis que le métal devient cathode. On conçoit, dans ces conditions, que le phénomène électro-chimique de la formation de la rouille est contrecarré.

*De nombreuses expériences de laboratoire
et des essais pratiques répétés ont confirmé
entièrement le bien-fondé de cette inter=
prétation et l'efficacité réellement remar=
quable de l'Anodite.*

FRANCE & C^o - 8, RUE DE LA BOURSE - BRUXELLES - TEL. 11.96.55

UNE
RÉALISATION
EN
PLANCHERS
CHRISTIN



Planchers Christin

à poutrelles en acier crénelées « CHRISTIN »
provenant des usines Gilson à La Croyère.

Assemblage parfait aux ossatures métalliques, par soudure.

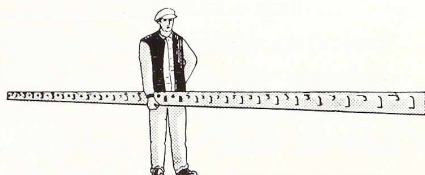
Rigidité due à l'enrobage dans le béton.

Absence d'étaçonnages, les coffrages en tôle d'acier étant directement suspendus aux poutrelles « CHRISTIN »

Plafonds unis en lattis de bambou fixés aux poutrelles « CHRISTIN »

LÉGÈRETÉ. ÉCONOMIE. PRIX TRÈS AVANTAGEUX

ETUDES ET
DEVIS GRA-
TUIIS. DE-
MANDEZ
NOTICES
E ET F

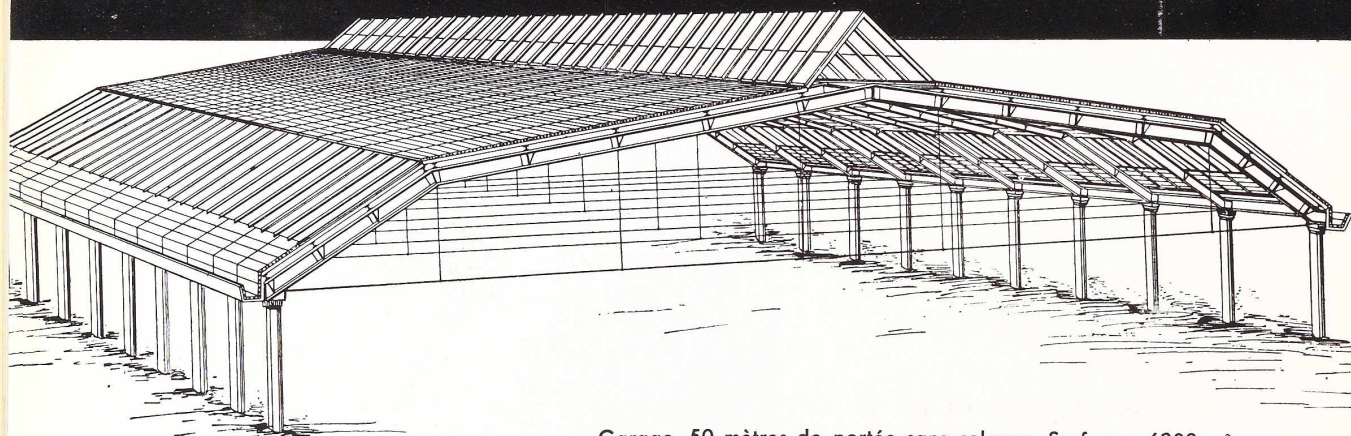


SOCIÉTÉ ANONYME BELGE DES

PLANCHERS CHRISTIN

3, place du Béguinage, BRUXELLES Tél. 11.27.32





Garage, 50 mètres de portée sans colonne. Surface : 6000 m²

TOUS LES PRODUITS CREUX EN TERRE CUITE

SPÉCIALITÉS :

Toitures : en tuiles Gilardoni, Jeandelaincourt ou Courtrais.

Sous-toitures : en terre cuite creuse, extra-légères, les plus résistantes, les plus absorbantes, les plus isolantes.

Toitures-terrasses : en terre cuite creuse, extra-légères. 30 kg. au m², surcharge rupture 1.600 kg. au m².

Planchers : hourdis creux, droits et cintrés, extra-légers, extra-résistants. 16.000 kg. de surcharge au m².

Isolation bâtiments par hourdis diatomite Francart

Toitures en aluminium "BIMEX".

Toitures en feuille de cuivre recuit.

Longueur normale de tous nos produits : 1 mètre.

GRAND PRIX EXPOSITION DE LIÈGE 1930

COMPTOIR

JOSEPH FRAN CART

RUE DE LA SOURCE, 61, BRUXELLES

Téléphone: 37.77.80. Adresse télégraphique: Francarjos-Bruxelles

Succursale à Liège: 3, rue de Namur. Téléphone: 170.01

PEINTURE CELVINE

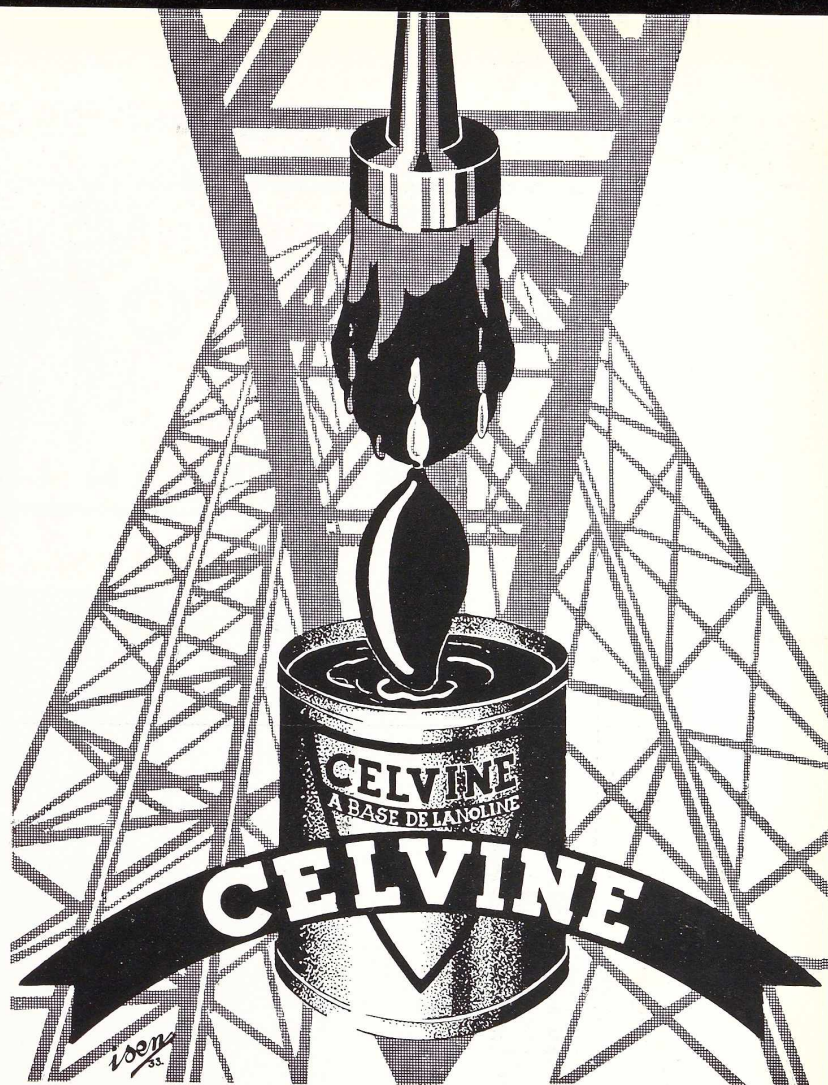
PÉNÉTRANTE
ADHÉRENTE
IMPERMÉABLE
ÉLASTIQUE
INOXYDABLE

Pouvoir couvrant inégalable. D'application facile, au pinceau ou au pistolet. Résistant à des températures élevées. Réfractaire aux agents extérieurs. Existant en toutes teintes.

CONDITIONS DE GARANTIE
ENVOYÉES SUR DEMANDE

ANDERLECHT
BRUXELLES
TÉLÉGRAM. : LANOLINES

Studio Simar Stévens



C^{IE} DES LANOLINES S. A.

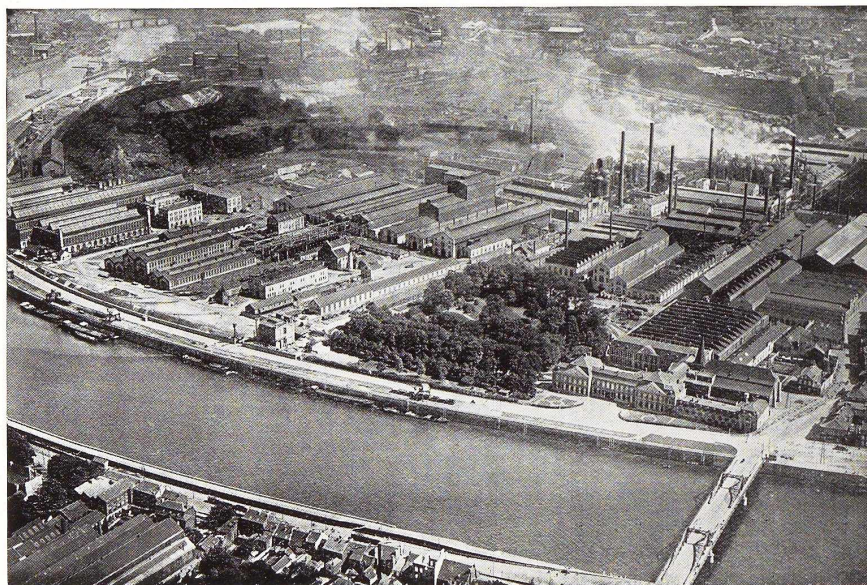
299, RUE DE BIRMINGHAM. TÉLÉPHONE 21.41.78

SOCIÉTÉ ANONYME

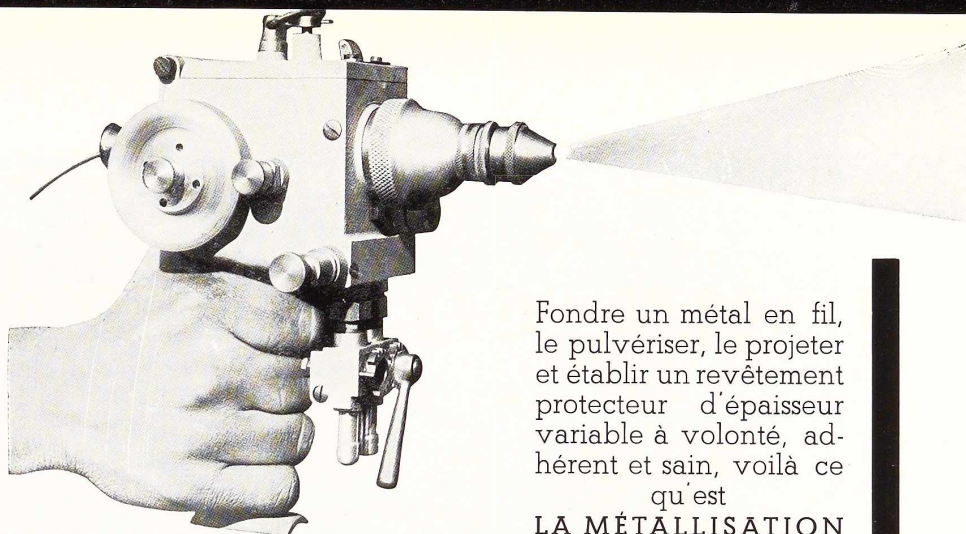
JOHN COCKERILL

SERAING (Belgique)

FONDEE EN 1817



Mines.
Métallurgie.
Constructions mécaniques et métalliques.
Constructions navales.



Fondre un métal en fil,
le pulvériser, le projeter
et établir un revêtement
protecteur d'épaisseur
variable à volonté, ad-
hérent et sain, voilà ce
qu'est

LA MÉTALLISATION

Procédé Schoop
ou SCHOOPINISATION

MÉTALLISATION

PROTECTION
CONTRE TOUTE
OXYDATION DES
CONSTRUCTIONS
METALLIQUES



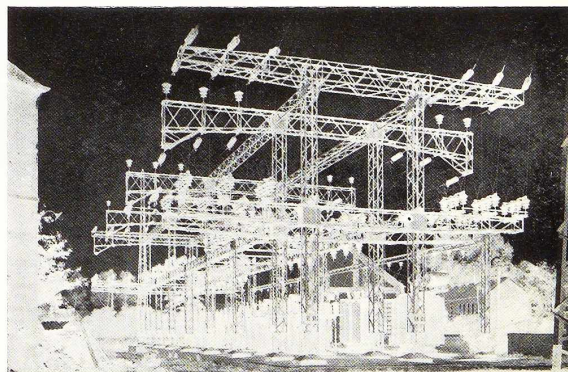
ACEMETA

SOCIÉTÉ ANONYME -- BUREAUX ET ATELIERS.
Avenue Rittweger, HAREN - BRUXELLES
Tél. Bruxelles 15.15.34 - Télégr. Acéméta Bruxelles

Poste de transformation à Louvain pour la Société d'Électricité du Nord de la Belgique.

PROCÉDÉ
SCHOOP

Travaux de métallisation à façon. Cession de licences. Fourniture d'installations complètes de sablage, de métallisation et de dépoussiérage.



TOUS ACIERS, FERS, PROFILES
POUTRELLES ORDINAIRES & GREY

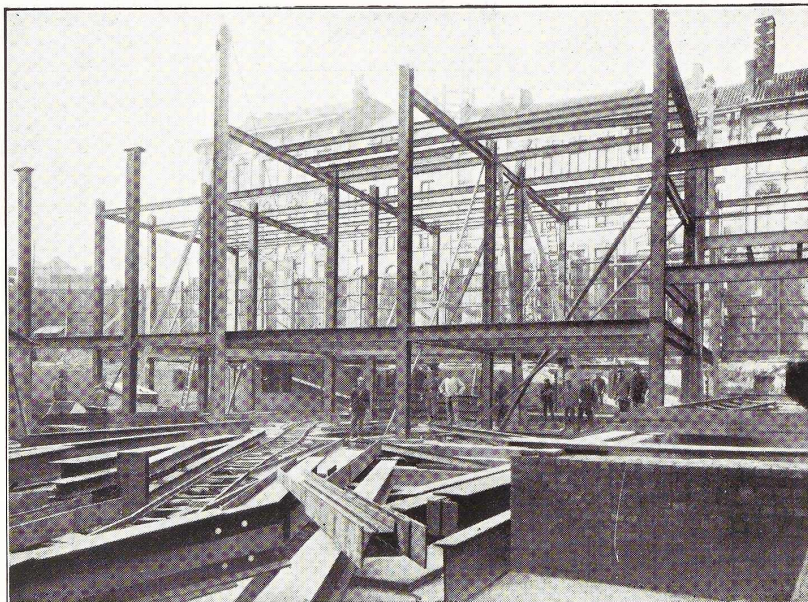


ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

PAUL DEVIS

SOCIÉTÉ ANONYME

43, RUE MASUI, BRUXELLES



LA PEINTURE ANTI-ROUILLE **BITUMASTIC**

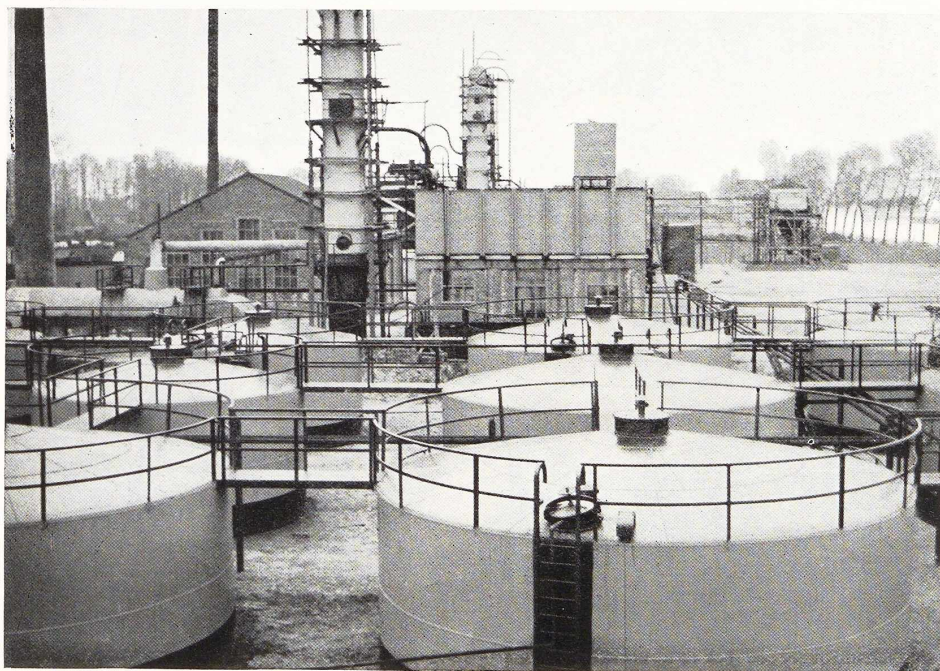
A ETABLI SA RÉPUTATION
DANS TOUS LES PAYS :

EN BELGIQUE
EN HOLLANDE
EN FRANCE
EN ANGLETERRE
EN ALLEMAGNE
EN AMÉRIQUE
AUX INDES, ETC.

par de longues années de succès,
dans des milliers d'applications des
plus diverses :

**CHARPENTES, PYLONES, PONTS
RÉSERVOIRS, TANKS
BATEAUX, PIPE-LINES**

LA MOINS CHÈRE, PARCE QUE LA MEILLEURE



Tanks à pétrole à Terdonck (Belgique), peints au **BITUMASTIC** (solution grise).

AGENTS GÉNÉRAUX POUR LA BELGIQUE : **S. A. DAVID PETRIE L^{TD}**
27-29, RUE DU BRÉSIL, **ANVERS**. TÉL. 221.75-213-27. ADRESSE TÉL. INTER-ANVERS



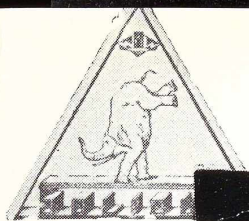
DEBBAUDT...

inégalable pour la préservation de toutes surfaces métalliques contre la corrosion, par sa composition chimique, son extrême finesse et son grand pouvoir couvrant.

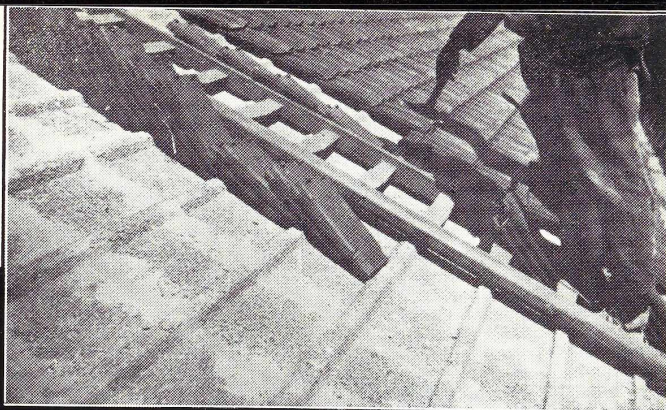
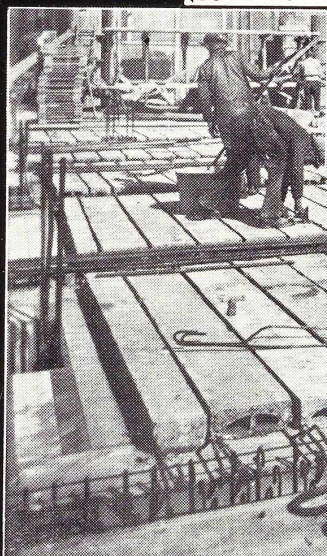
Demandez prix et renseignements à la firme

GUSTAVE DEBBAUDT & C^{IE}
35, RUE DES GOUJONS, CUREGHEM-BRUXELLES

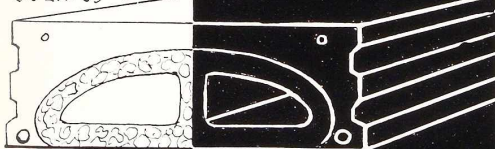
Studio Simar-Stevens



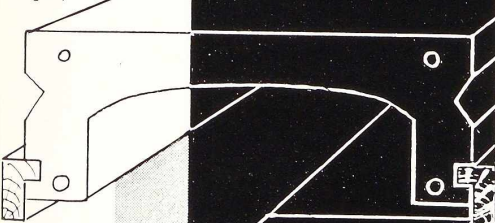
ÉCOLE
INDUSTRIELLE À
BRUGES:
2.800 m² →



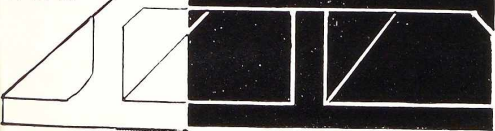
HOURDIS
SOLIDUS



HOURDIS
PRATIC



HOURDIS
WBW



Wolf
Martin

CASINO BLANKENBERGE
4000 m² HOURDIS SOLIDUS

PLANCHERS, SOUS-TOITURES, ÉLÉMENTS CREUX EN BETON-BIMS.

S. A. WEST-VLAAMSCHE
BETONWERKERIJ
QUAI ST. PIERRE, 73
BRUGES-TEL. 31032

REPRÉSENTANTS :
POUR LA BELGIQUE ET LE Grd DUCHÉ
(LES DEUX FLANDRES EXCEPTÉES)

VALLAEYS & VIERIN
INGÉNIEURS

473, GRANDE CHAUSSEE
BERCHEM ANVERS
TÉLÉPHONE N° 954.80

69, AVENUE BROUSTIN
BRUXELLES
TÉLÉPHONE N° 26 34 11

METALLISATION

LES
USINES LAUFFER FRÈRES
A HERMALLE S/ARGENTEAU

METALLISENT
A FAÇON PAR LE

PROCEDE
SCHORI

A DES PRIX QUI
DÉFIENT LA
CONCURRENCE

METALLISATION

METALLISEZ

VOUS-MÊMES

LE PROCÉDE
SCHORI

EST SIMPLE ET
ECONOMIQUE

NI COMPLICATION
MECANIQUE
NI MAIN D'ŒUVRE
SPECIALISEE

PROCEDE DE METALLISATION

SCHORI

111, BOUL. DE LA SAUVENIÈRE, LIEGE

M.D.G.



LES ATELIERS METALLURGIQUES

S.A.
NIVELLE - BELGIQUE

Pour la construction rivée ou soudée d'ossature métallique de buildings, de charpentes de tous genres (gares, marchés couverts, hangars, piers, débarcadères) ponts fixes et mobiles (Vierendeel-Strauss-Scherzer, etc.) grues, etc. vous avez intérêt à consulter la **division PONTS ET CHARPENTES** de ces usines dont l'expérience et la formidable capacité de production sont un garant sûr d'une exécution parfaite.

L'OSSATURE METALLIQUE

REVUE BIMESTRIELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

2^{me} ANNÉE · N° 4 · JUILLET-AOÛT 1933. LE NUMÉRO, 5 FRANCS

Abonnements : Belgique et Grand-Duché de Luxembourg : 1 an, 25 francs
Étranger : 1 an, 45 francs (9 belgas)

54, RUE DES COLONIES, BRUXELLES. TÉLÉPHONE : 12.30.85. CHÈQUES POSTAUX : 34.017

Sommaire

Les châteaux d'eau en acier	pages 141
Les transports par containers	146
Renforcement d'un viaduc pour chemin de fer en Turquie, par M. G. Richard, ingénieur A. I. Br.	156
La protection des constructions métalliques contre la rouille, par C. Camerman, ingénieur civil des mines A. I. Br.	161
La déformation en palier de l'acier, par le Professeur N.-C. Kist	176
Le pont levant d'Albany-Rensselaere	189
La maison métallique de La Hulpe (Belgique)	191
Chronique	193
Ouvrages récemment parus.	194

Tendances architecturales dans la construction des châteaux d'eau en acier

Au point de vue technique la construction métallique présente les plus grands avantages pour la réalisation des châteaux d'eau. L'étanchéité est assurée de façon parfaite et ne

risque pas d'être dangereusement compromise par les effets de dilatation ou de contraction dus aux variations de températures, par des tassements inégaux des fondations ou par

141

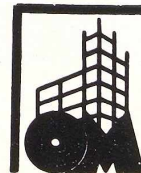




Fig. 103. Le château d'eau de Baltimore d'une capacité de 1.140 mètres cubes. Les supports en caisson sont en tôle soudée, entièrement étanches, évitant tout danger de rouille à l'intérieur. L'entretoisement des colonnes est réalisé par le balcon que l'on aperçoit au sommet et par des poutres horizontales ; on a rejeté l'emploi de toute diagonale de contreventement

d'autres causes. Le poids mort de la construction est considérablement réduit. La protection contre la rouille est assurée par des peintures qui contribuent à l'esthétique de l'ouvrage et permettent de mieux l'harmoniser avec le cadre où il est érigé.

On ne s'explique pas comment les architectes ne se sont pas attaqués plus tôt au problème de la construction des châteaux d'eau métalliques. Le matériau acier possède une souplesse remarquable qui lui permet de réaliser toutes les formes dans une hardiesse d'élancement et de légèreté inégalable.

La soudure électrique en permettant de supprimer les goussets encombrants ainsi que les rivets et les boulons saillants, les couvre-joints et autres accessoires de la construction a permis de réaliser des surfaces unies et des lignes extrêmement pures.

La revue Engineering News Record de New-York a publié dans son numéro du 30 mars 1933 la description de deux châteaux d'eau en acier, construits récemment, l'un à Baltimore (Maryland), l'autre à Tallahassee (Floride) et qui traduisent une recherche architecturale digne d'être signalée.

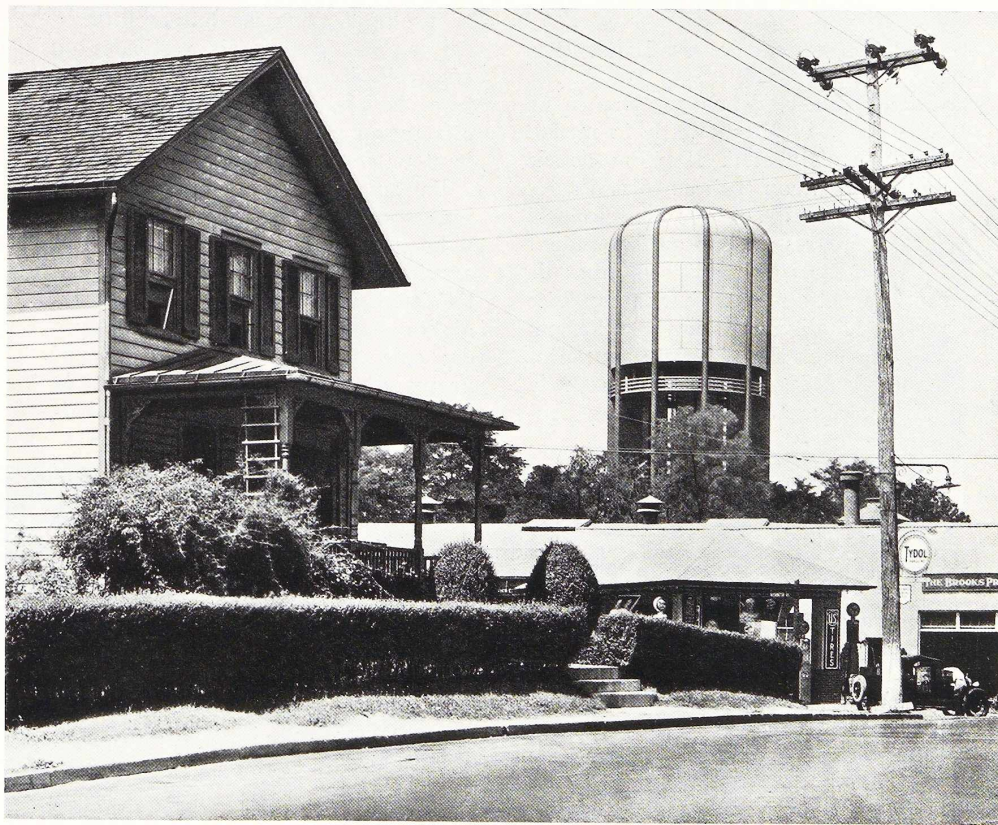


Fig. 104. Le château d'eau de Baltimore. Construit à Towson, Md., au sommet d'une colline, l'ouvrage est vu à grande distance. Son plan résulte d'un concours ouvert entre les architectes.



Fig. 105. Le château d'eau de Tallahassee en Floride. Sa construction dans un quartier résidentiel exigeait que l'on apportât à son architecture un soin tout particulier. Sa capacité est de 1.515 mètres cubes. Les colonnes de support sont des cylindres en tôle soudée de 85 cm. de diamètre. Elles ont 23 m. de hauteur, sans poutres de contreventement intermédiaires.

Le château d'eau de Baltimore

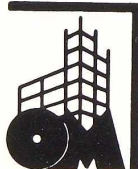
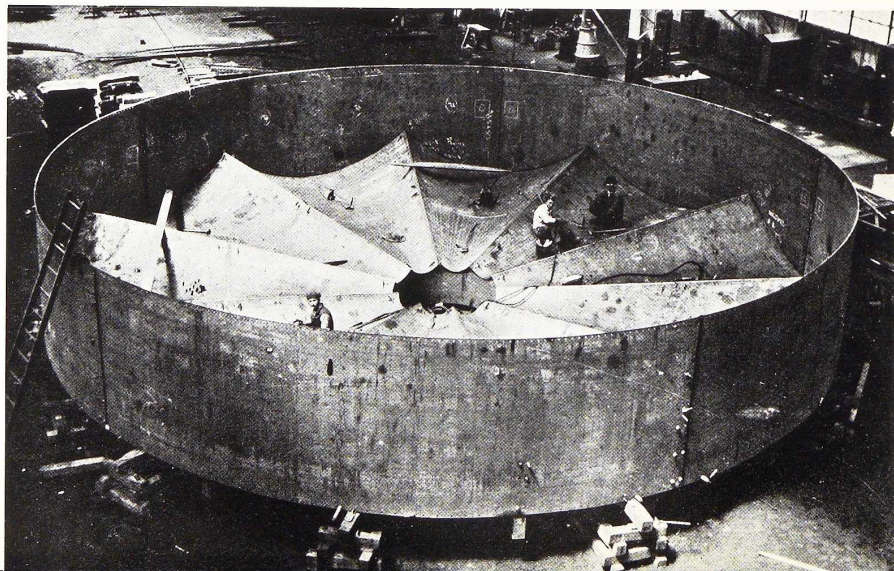
Le réservoir, d'une contenance de 1.140 m³, a un diamètre de 12 m. 80; son trop plein est à 31 m. au-dessus du sol. Il est construit en tôles d'acier rivées. Le fond conique est supporté par des poutres radiales qui s'appuient à l'extérieur sur les dix colonnes de l'ouvrage et au centre sur la conduite verticale d'alimentation d'eau. Les parois verticales du réservoir sont prolongées en dessous du niveau de la base du cône afin de cacher les pou-

tres supports et de réaliser un meilleur aspect général de l'ensemble.

Les dix colonnes supportant le réservoir sont en tôle soudée recouvrant une ossature intérieure en treillis. Leur section, de forme fuselée, comporte un demi-cercle de 0 m. 50 de diamètre du côté extérieur, ce demi-cercle se prolonge dans un but architectural le long des parois verticales du réservoir et sur le dôme de couverture. Le petit côté de la section des colonnes a une largeur de 38 cm., la hauteur de la section est de 2 m. 45.

Pour le contreventement des colonnes on n'a pas accepté de diagonales ou croix de Saint-André qui auraient donné un aspect fort peu satisfaisant. Des fers U à goussets élargis sont assemblés à la face postérieure des colonnes et constituent des anneaux d'entretoisement assurant la parfaite stabilité de l'ouvrage. Un bal-

Fig. 106. Assemblage du cône de base du réservoir du château d'eau de Baltimore. Entre les poutres radiales, les tôles sont suspendues en forme de chaînette. Noter les grandes dimensions de l'ouvrage, l'échelle étant donnée par les ouvriers travaillant à l'intérieur.



con circulaire, sous le réservoir, contribue également au raidissage des colonnes et ajoute une ligne heureuse à l'aspect d'ensemble.

Signalons que le dessin général de ce château d'eau résulte d'un concours organisé parmi les architectes par la «Chicago Bridge and Iron Works», constructeur de l'ouvrage.

Le château d'eau de Tallahassee

Ce château d'eau, plus original encore par sa forme que le château d'eau de Baltimore, a été étudié et construit par les mêmes ateliers. Les 8 colonnes en tôle d'acier soudées sont cylindriques, d'un diamètre de 85 centimètres; leur hauteur est de 23 mètres. Le réservoir a une capacité de 1.515 m³, son diamètre est de 17 m., le trop-plein est à une hauteur de 31 mètres au-dessus du sol. Les poutres radiales qui supportent le fond du réservoir sont apparentes et sont prolongées en porte-à-faux au delà du cercle de tête des colonnes d'appui. Un balcon fait le tour du réservoir à l'extérieur de ces consoles en porte-à-faux et assure notamment une liaison rigide entre les poutres radiales à ce niveau.

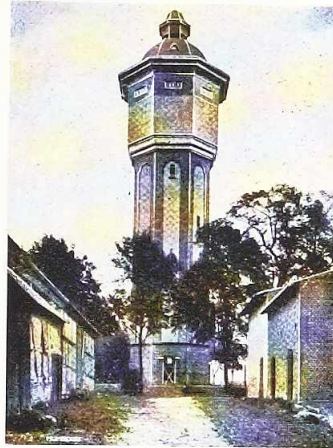
Le réservoir est en tôle rivée. Tout le reste de l'ouvrage est soudé à l'arc. On a supprimé toutes poutres de contreventement entre les colonnes. Des tirants en fers carrés de 48 mm. sont tendus en croix de Saint-André dans 4 panneaux, entre les pieds et les sommets des colonnes.

On trouvera de nombreux renseignements complémentaires sur la construction de ces deux châteaux d'eau dans l'article de l'*Engineering News Record* précédemment mentionné.

Château d'eau de 1 000 m³ à Tintah (Egypte). Construction métallique d'avant-guerre.



Château d'eau de 250 m³ à Neustettin (Allemagne). Par souci architectural la construction métallique a été entièrement enrobée d'une maçonnerie de briques.



Château d'eau de la gare d'Ehrang (Allemagne). Le réservoir sphérique en acier de 750 m³ est supporté par une tour en maçonnerie.



Château d'eau de 1 000 m³ à Rauxel (Allemagne). Bien qu'il s'agisse d'une construction d'usine, une esthétique heureuse a été obtenue, sans rien sacrifier à la sincérité de la matière, grâce à la simplicité et à la légèreté de l'ouvrage. Humboldt, Constructeur, Cologne.



Fig. 107. Evolution de l'architecture des châteaux d'eau métalliques.

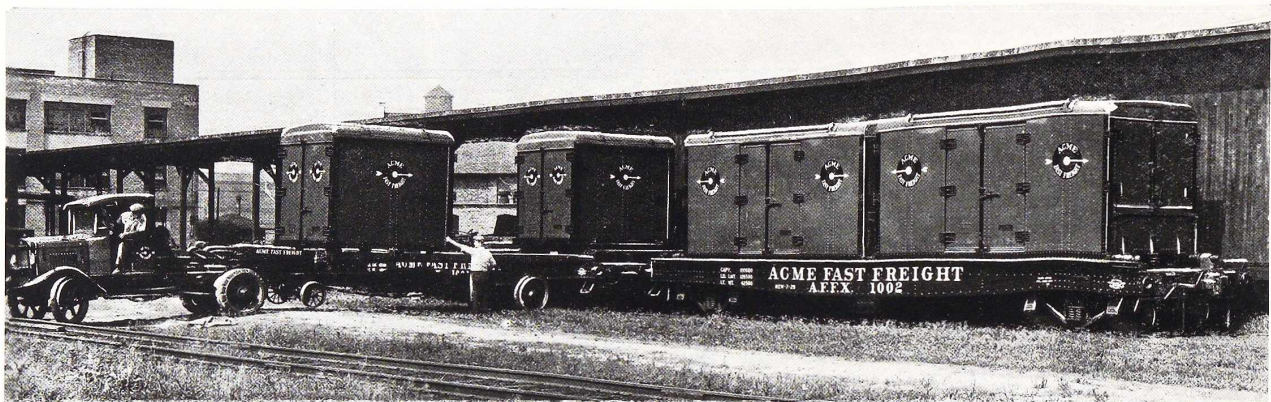


Fig. 108. Transbordement d'un container métallique de l'A. C. M. E. Fast Freight Service d'un wagon sur une remorque automobile. L'opération s'effectue à l'aide d'un câble actionné par le moteur du tracteur.

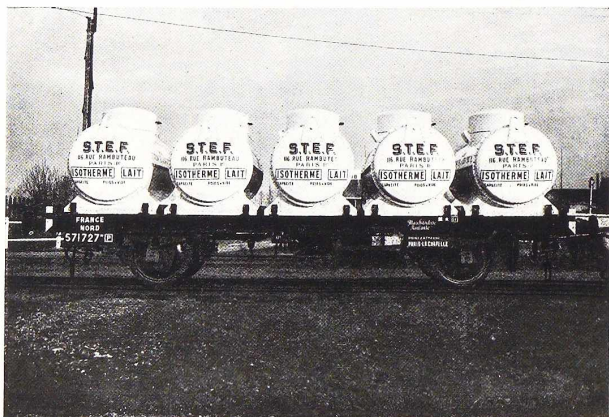


Fig. 109 et 110. Transport conjugué par chemin de fer et par route au moyen de containers isothermes.

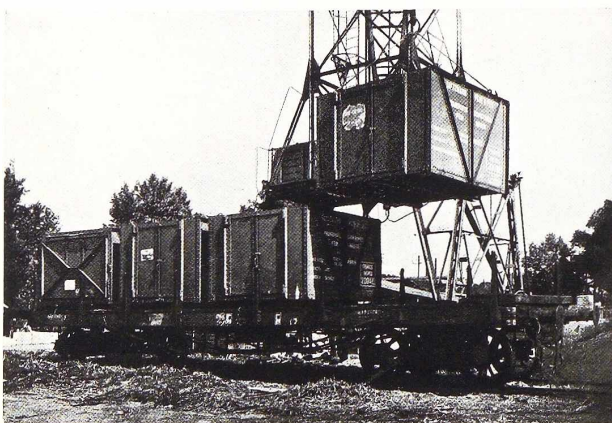


Fig. 111 et 112. Les containers métalliques sont employés dans de nombreux pays pour le transport des briques. Les containers donnent les meilleures solutions au problème des transports par rail et par route.

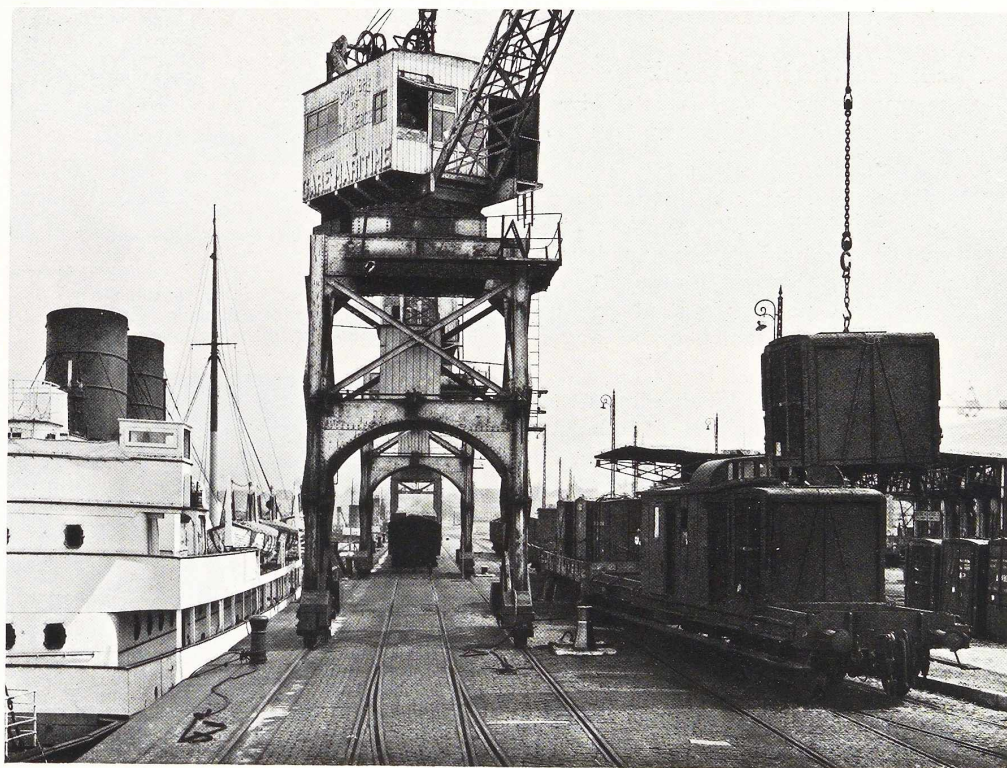


Fig. 113. Transbordement de containers métalliques au port de Dunkerque.

Photo **Lacheroy**

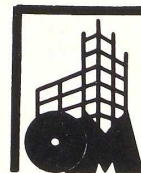
Les transports par containers à l'étranger et en Belgique

Le terme « container », définitivement admis dans le langage international, désigne des cadres ou caisses d'emballage, de dimensions standardisées, spécialement étudiés pour permettre des manutentions aisées de chargement et de déchargement sur wagons, bateaux et camions. Ces caisses résistantes n'ont pas le caractère d'un emballage précaire, mais

d'un matériel robuste mis en service par les Compagnies de transport (chemins de fer, compagnies de navigation, messageries automobiles) ou par leurs clients et capables de résister pendant plusieurs années à des expéditions nombreuses et variées.

Lorsque l'expéditeur et le destinataire sont tous deux raccordés au chemin de fer et que les tonnages à trans-

147



porter sont suffisamment importants, les wagons plats ou fermés résolvent parfaitement le problème du transport économique.

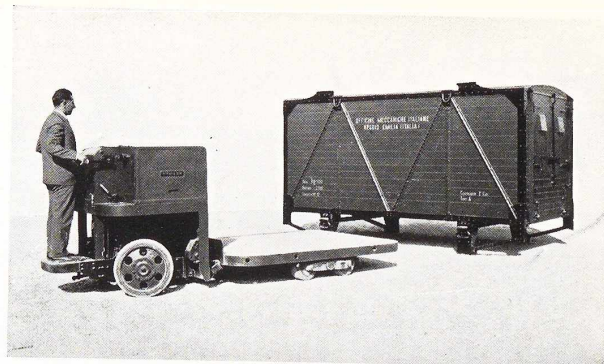
Le container se substitue au wagon soit lorsque l'expéditeur ou son destinataire n'est pas raccordé au chemin de fer, soit lorsque les quantités à transporter ne représentent pas un chargement suffisant pour un wagon entier.

La marchandise, bien garantie contre les détériorations et le vol dans des containers solides et étanches, est prise à domicile et remise au destinataire sans avoir subi aucune manipulation.

Quel que soit le nombre de transbordements à effectuer de camions sur wagons, de wagons sur bateaux, etc. les risques courus par la marchandise sont considérablement réduits et l'utilisation des différents modes de transport, par route, par fer et par eau pourra être organisée dans le sens de l'économie maximum.

A l'heure actuelle, le transport par camions automobiles, même sur de longs parcours, s'est fortement développé, précisément et surtout à cause de l'avantage considérable que procure le service «de porte à porte», sans manipulation des marchandises en cours de route. Le container procure le même avantage, tout en faisant bénéficier la marchandise de l'économie du transport par fer et éventuellement par eau sur les grandes lignes nationales et internationales.

Les Compagnies de Chemins de fer se sont rendu compte dans tous les pays des avantages de ce mode de transport par containers qui substitue,



Cliché **Economie Internationale**
Fig. 114. Container italien, manutentionné au moyen d'un chariot élévateur. Constructeur : Officine Meccaniche Italianae.



Cliché **Economie Internationale**
Fig. 115. Container fermé non démontable de la Gothaer Waggonfabrik A. G.

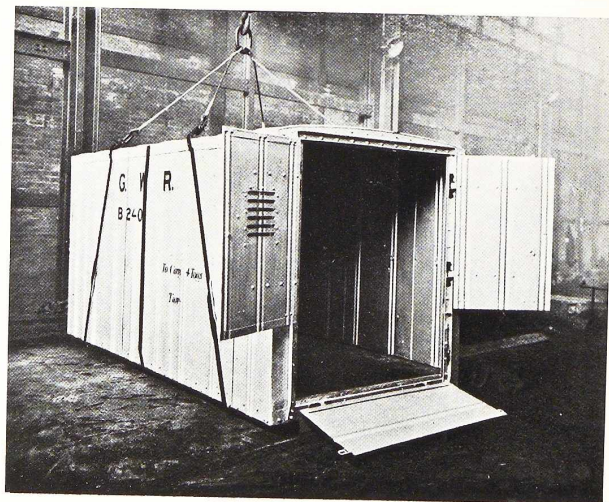


Fig. 116. Container métallique en service sur le Great Western Railway, Angleterre.

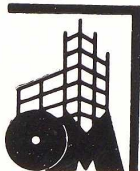
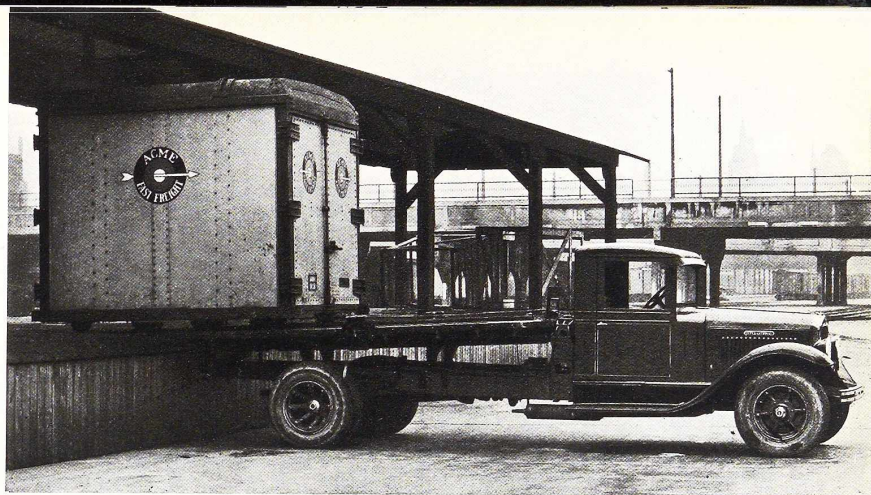


Fig. 117. Chargement d'un container à bord d'un camion automobile. Grâce aux galets dont le container est muni et grâce au plancher mobile du camion, l'opération est aisée et rapide.



à la concurrence que la route fait au rail une heureuse collaboration.

Une meilleure utilisation du matériel de chemin de fer a conduit, dans des pays, tels l'Angleterre et les Etats-Unis d'Amérique, où le transport par containers a pris depuis plusieurs années un très grand développement, à des réductions importantes du nombre de wagons en service et à des sensibles abaissements des dépenses d'exploitation. Il est donc naturel que les Chemins de fer accordent des conditions spéciales, pour les transports par containers, tant en trafic intérieur, qu'en trafic international.

Une convention récemment signée par les Compagnies de Chemins de fer européennes, a arrêté les bases de ces barèmes nouveaux. Une fraction importante de l'emballage-container est transportée gratuitement par les chemins de fer à l'aller; le retour à vide est dans bien des cas gratuit.

L'emploi des Containers aux Etats-Unis d'Amérique.

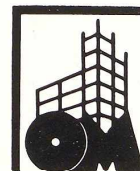
Le trafic container s'est fortement développé dès le jour où l'on a introduit un tarif basé sur le poids net du cadre, sans tenir compte de la nature des marchandises chargées. Il en ré-

sulte que le prix du transport diminue au fur et à mesure que le chargement augmente.

Les containers sont particulièrement importants dans le trafic des colis, dont le transport exige 27 % des wagons fermés des chemins de fer américains, bien qu'il ne constitue que 5 % du trafic dans son ensemble (1).

Des statistiques établies par les Chemins de fer du New-York Central, il résulte que le transport de 2.265 tonnes de colis exige 438 wagons, chaque wagon étant chargé de **5,6 t.** en moyenne, tandis que 381 wagons ont transporté 4.077 t. de colis en containers, chaque wagon portant un chargement de **11,3 t.** en moyenne.

(1) Rapport n° 21.723 de l'« Interstate Commerce Commission », cité par le Dr Paul WOLFF dans *L'Economie Internationale*, janvier 1932. Nous sommes redevables d'un grand nombre de renseignements et de photographies à *L'Economie Internationale* (n° de janvier 1932 consacré aux containers) et à la revue *Acier*, éditée par l'O. T. U. A. de Paris (« Les transports par Containers », juillet 1929 et « Les Containers en acier », 1932). Citons enfin l'importante étude *Behälterverkehr*, publiée par le « Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit », Otto Elsner, éditeur, Berlin, 1933.



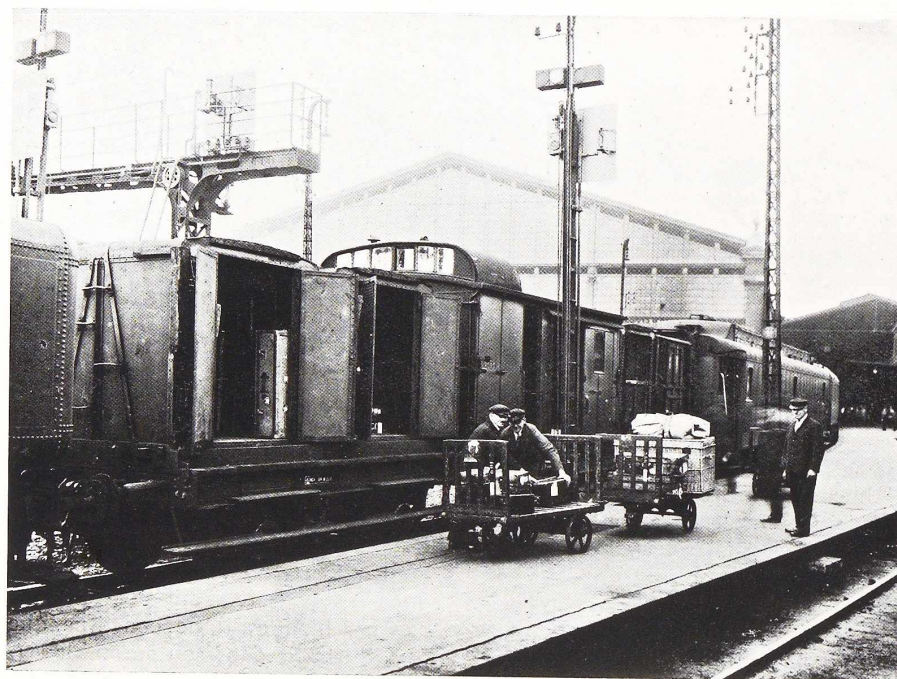


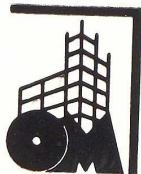
Fig. 118. Chargement à la gare du Nord à Paris des bagages accompagnés à destination de l'Angleterre. Les containers en acier seront transbordés du wagon sur le bateau, puis de nouveau sur wagons à l'arrivée en Angleterre, réalisant ainsi un gain de temps appréciable et évitant les vols, pertes et dégâts.

Les Chemins de fer de Pensylvanie ont transporté de juin 1923 à janvier 1931 63.084 containers dont 58.481 étaient chargés et 4.633 vides, ce qui représente un mouvement de containers en charge de 93 %. Le fait que ces containers étaient chargés dans cette proportion provient en partie de ce que la marchandise est managée en général par des maisons d'expédition qui sont à même d'emballer et de choisir le fret de manière à assurer des chargements plus lourds.

L'Interstate Commerce Commission estime que les économies faites par les Compagnies de Chemins de fer par l'emploi des containers s'élève à 25 %

du revenu obtenu sur un volume de fret correspondant transporté par wagons fermés.

Cette estimation semble en dessous de la vérité car elle est basée sur une analyse de transports sur des distances relativement courtes. Les chemins de fer ne sont généralement pas à même d'assurer un chargement de colis suffisant par wagon pour la même destination, d'où un nombre relativement grand de transbordements augmentant dans des proportions importantes les frais de manipulation et susceptibles d'accroître les dommages et les pertes.



Les Containers en Angleterre.

En Grande-Bretagne, les containers étaient employés avant la guerre pour les transports à travers la Manche. Depuis la guerre le trafic container a pris un rapide développement; la London Midland & Scottish et la Great Western emploient actuellement plusieurs milliers de containers, les containers fermés ayant une capacité de chargement de 2,5 et de 4 tonnes et les containers ouverts de 3 et 4 tonnes.

Les containers sont employés pour le transport de toutes sortes de marchandises : produits alimentaires, lait, textiles, briques, tuiles, faïences, machines, etc. Des containers frigorifiques permettent le transport de viandes et de produits périssables par quantités réduites.

Les containers n'ont pas, en Angleterre, pour le transport des colis, un rôle aussi important qu'en Amérique, le petit wagon anglais se prêtant davantage aux transports de grandes quantités de colis. Les containers anglais circulent dans l'Europe entière, et particulièrement en Belgique, en France et en Allemagne.

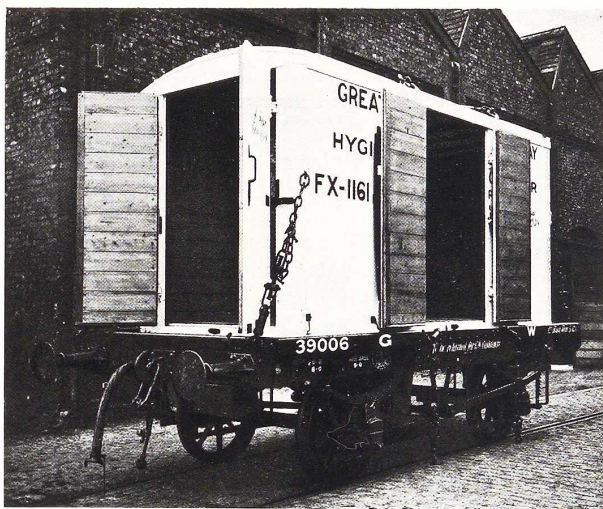
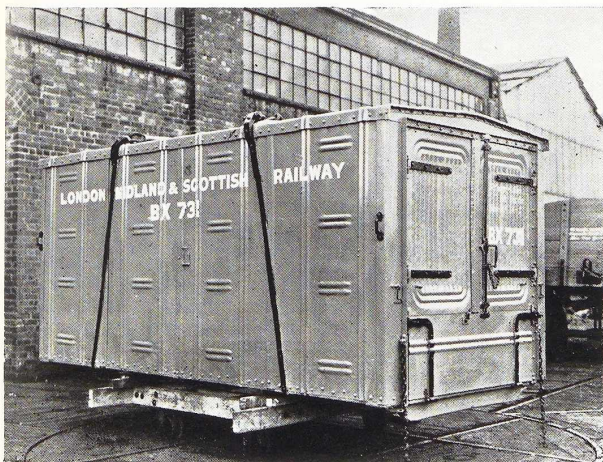


Fig. 119. Container frigorifique en service en Angleterre.



Cliché Economie Internationale

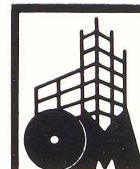
Fig. 120. Container fermé de 4 tonnes de capacité de la Great Western Railway.



Cliché Economie Internationale

Fig. 121. Container en acier de la London-Midland & Scottish Railway.

151



Les containers dans les autres pays d'Europe.

En Allemagne, en Italie et en France, notamment, les transports par containers sont déjà sortis du stade expérimental.

Sous les auspices de la Chambre de Commerce Internationale s'est constitué récemment un *Bureau International des Containers*, dont le siège a été établi à Paris et qui groupe notamment les Chemins de fers des principaux pays d'Europe.

Ce bureau a pour but de développer l'usage des containers de façon à accélérer le transport des marchandises, d'obtenir la normalisation des containers pour la circulation internationale, d'établir, à l'aide des containers, une liaison directe entre les différents moyens de transport, de faciliter l'échange des containers entre réseaux et entreprises de transport des divers pays et d'obtenir la simplification des tarifs et des formalités douanières en ce qui concerne les containers.

L'*Union Internationale des Chemins de fer* a établi les spécifications d'encombrement, résistance, modes de levage et de calage, etc., auxquels devront répondre les containers admis en trafic international pour bénéficier des tarifs spéciaux consentis sur les différents réseaux.

Les containers en Belgique.

Depuis deux ans, la *John Cockerill Line* exploite un transport par containers sur sa ligne rapide d'Ostende à Tilbury. Les bateaux de cette ligne, qui, grâce à leur vitesse de 16 à 17 nœuds, relie les deux ports en moins

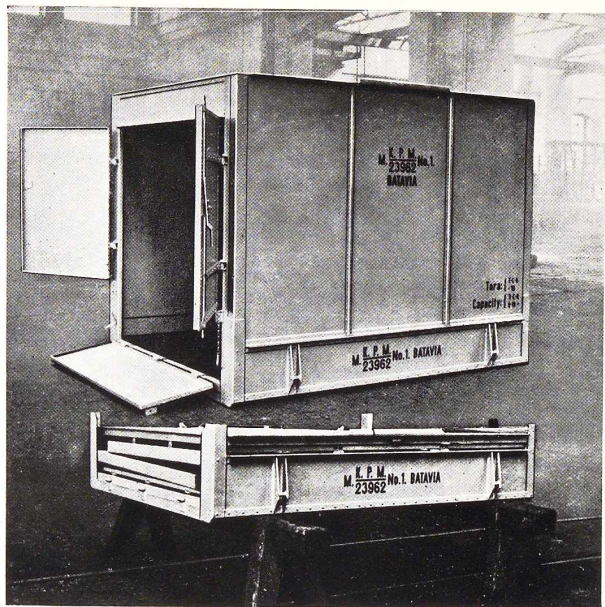


Fig. 122. Container démontable en acier de 3000 kilos de capacité pour transports maritimes.

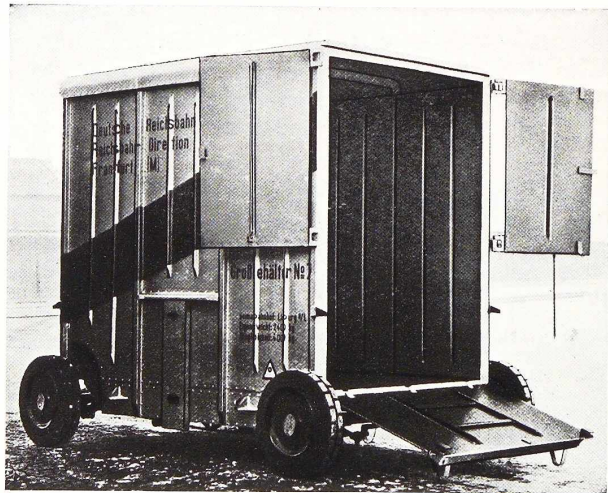
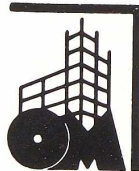


Fig. 123. Container sur roues des chemins de fer allemands d'une capacité de 4000 kilos.



de 8 heures, transportent principalement des denrées périssables provenant de Belgique, d'Italie, de Yougoslavie, etc. à destination du marché matinal de Londres.

Les petits colis, légèrement emballés, arrivent à quai à Ostende en wagons fermés, sont disposés dans les containers à claire-voie et mis à bord des bateaux à l'aide des grues du port. A Tilbury, les grues du port mettent les containers à bords de wagons plats qui sont déchargés à Londres à l'aide de grues potences, soit à quai aux entrepôts Cockerill, soit sur camions-automobiles qui vont livrer les containers chez les destinataires.

Les containers employés par la ligne John Cockerill ont une charpente en cornières et fers plats soudés, leur plancher et leur toit sont en bois, les parois latérales sont fermées par un treillis galvanisé à larges mailles. Les dimensions d'encombrement sont fixées par les possibilités d'arrimage le plus avantageux tant à bord des bateaux que sur les wagons. Le poids mort (tare) de ces containers, construits aux Ateliers d'Hoboken de la

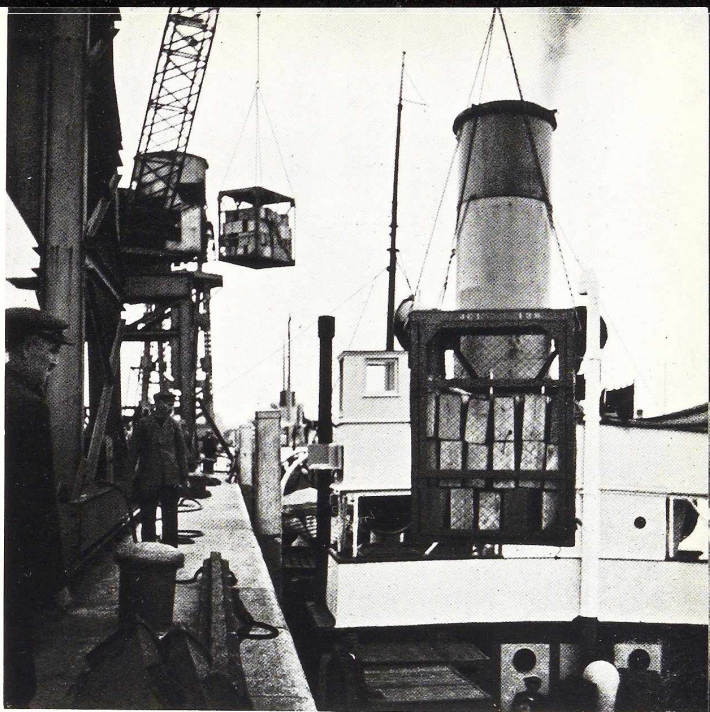


Fig. 124. Transbordement à Ostende des containers à bord d'un bateau de la John Cockerill Line faisant le service d'Ostende à Tilbury.

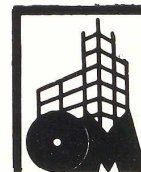
Société John Cockerill, n'est que de 350 kilos pour une capacité de chargement de 3.000 kilos en poids ou de 6 m³ en volume. Notons que la puissance des grues de Tilbury ne permet pas généralement de charger les containers à leur pleine capacité.

Il semble que les conditions tarifaires nouvelles accordées par les Compagnies de Chemin de fer pour les transports par containers permettront à la John Cockerill Line d'envoyer ses cadres vides chez les expéditeurs belges et même étrangers et d'éviter ainsi le transbordement des marchandises aux quais d'Ostende.

La Société Cockerill est la première en Belgique à avoir adopté le mode de

Fig. 125. Arrimage des containers à bord d'un navire de la John Cockerill Line.

153



transport par containers. Plus de la moitié de ses transports sur la ligne quotidienne Ostende-Tilbury se fait par container.

Les containers en service depuis deux ans sont encore tous en parfait état ; c'est une démonstration de la valeur de ce mode de transport tant pour le transporteur que pour le client. Un emballage aussi robuste et qui est toujours manipulé debout garantit le mieux les marchandises fragiles contre toute avarie.

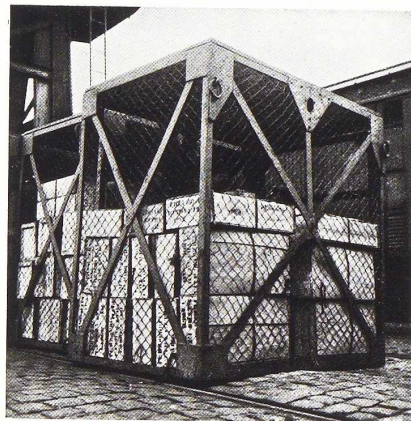


Fig. 126. Vue d'un container de la John Cockerill Line.

Disons pour terminer que la *Société Nationale des Chemins de Fer Belges*, se rendant compte de l'intérêt que présente ce nouveau moyen de transport des marchandises, s'est engagée délibérément dans la voie de ce progrès. Elle a collaboré activement aux études techniques et économiques poursuivies depuis plusieurs années par le Bureau International des Containers et l'Union Internationale des Chemins de Fer et a souscrit aux conventions



Fig. 127. Container léger tout acier en service sur les chemins de fer allemands.

internationales rédigées par ces organismes.

Elle a étudié de très près les conditions spéciales du transport des colis en Belgique, cherchant surtout à réaliser la coordination rationnelle des transports par chemins de fer, vicinaux, par camions automobiles et par bateaux et s'appliquant à assurer aux transports en transit, notamment, à destination de nos ports maritimes le maximum d'avantages et d'économie.

Les Chemins de Fer Belges acceptent

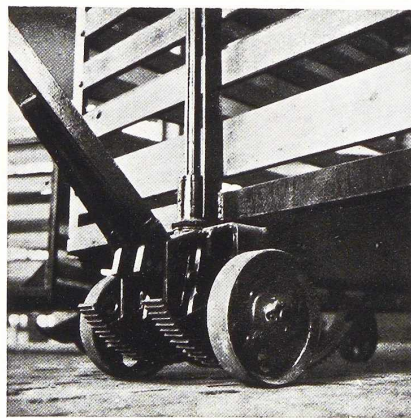
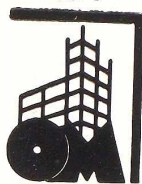


Fig. 128. Dispositif de calage des roues antérieures sur un container léger de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges.



depuis le 1^{er} juillet 1933 à des conditions tarifaires spéciales le transport sur leur réseau des containers répondant aux spécifications techniques arrêtées par l'Union Internationale des Chemins de Fer. Ces containers sont soit du « type lourd » (encombrement maximum : 3 m. 25 × 2 m. 15 × 2 m. 20) soit du « type léger » (encombrement 2 m. 15 × 1 m. 05, hauteur : 2 m. 20 ou 1 m. 10).

Un certain nombre de containers « légers » viennent d'être mis en service par la S. N. C. F. B. (fig. 129 et 130) qui les met à la disposition de ses clients à des conditions fort avantageuses. Les caisses de ces containers légers sont constituées par une ossature en acier et parois en bois ; elles sont montées sur roues ; leur manèment sur les quais et dans les magasins est des plus aisés.

Un dispositif fort simple de calage du container à sa partie antérieure (fig. 128) permet de le bloquer notamment pendant son transport à bord des wagons et des camions.

Ces containers sont destinés à voyager dans des wagons fermés ordinaires.



Fig. 129. Un container léger à cadre en acier et parois à claire voie, récemment mis en service par la Société Nationale des Chemins de Fer Belges.

Remarquons qu'à l'étranger et notamment en Allemagne, il existe des containers légers « tout acier » dont les parois en tôle assurent une étanchéité absolue aux marchandises et sont d'une résistance fort supérieure.

Il est probable que la Société Nationale des Chemins de Fer Belges, étendra davantage son programme d'exploitation par containers et mettra en service des types lourds et types légers adaptés aux différentes catégories de transports les plus courants.

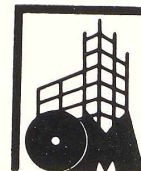
Il est certain en tous cas que les avantages du mode de transport par containers et l'économie résultant des tarifs spéciaux accordés par les chemins de fer inciteront les industriels et les messageries à mettre en service des containers leur appartenant et qui répondront au mieux aux conditions particulières de leurs problèmes de transport respectifs.

L. R.

155



Fig. 130. Container léger de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges.



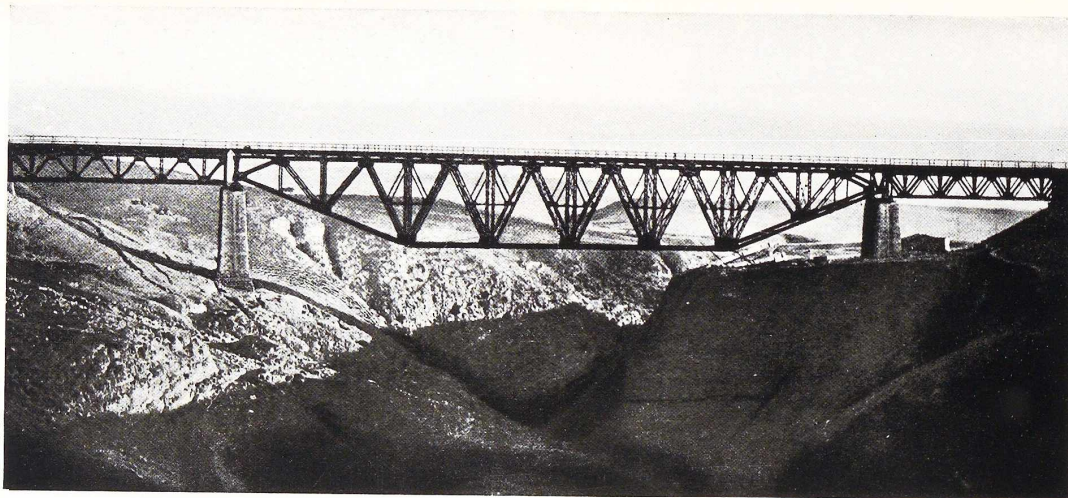


Fig. 131. Vue d'un viaduc pour chemin de fer en Turquie d'Asie. L'ancien viaduc, construit vers 1895, ne suffisait plus aux conditions actuelles du trafic. Il a fallu renforcer les travées d'approche et remplacer la travée centrale. Constructeur : S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur.

Renforcement d'un viaduc pour chemin de fer en Turquie

Remplacement de la travée centrale. Aménagement des deux travées d'approche

par **M. G. Richard,**

Ingénieur A. I. Br., Secrétaire Général des Ateliers de Construction de Jambes-Namur.

L'accroissement continu de la charge des convois et de la vitesse des trains conduit au fait que la plupart des ouvrages à passage inférieur construits à la fin du siècle dernier sont devenus insuffisants si l'on n'a pris la précaution, lors de leur établissement, de prévoir cet accroissement.

Tel était le cas du viaduc de 30 m. + 100 m. + 30 m. de longueur, construit vers 1895, dont il est question dans cet article et qui avait été conçu pour supporter des trains caractérisés par des locomotives à essieux de 13 tonnes, et dont les calculs avaient été établis par application de la Circulaire Ministérielle française de 1891.

La Direction du Chemin de Fer ayant décidé, pour des raisons d'exploitation, d'avoir recours à la double traction décapode, l'ouvrage fut reconnu insuffisant; nous fûmes chargés de l'étude, puis de la réalisation des mesures nécessaires à permettre ce trafic au droit du viaduc.

Nous exposons ci-dessous la solution donnée au problème.

Remarques préliminaires.

Afin de ne plus tomber dans le même défaut que précédemment, il fut décidé de prévoir, non seulement le passage de convois à double traction décapode, mais aussi la possibilité de passage de trains définis par la lettre E

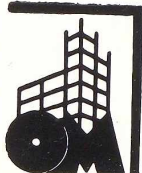


Fig. 132. Montage de la nouvelle travée centrale de 100 m. Le remplacement de cette travée s'est effectué sans interruption du trafic. La nouvelle travée fut montée sur échafaudage à côté de l'ancienne. Au premier plan, l'échafaudage et le chevalet mobile servant au montage des barres de la nouvelle travée : A l'arrière-plan, l'ancienne travée.

du cahier des charges allemand (voir figure 134).

Signalons que la ligne est à écartement normal et à simple voie.

Travées de 30 mètres.

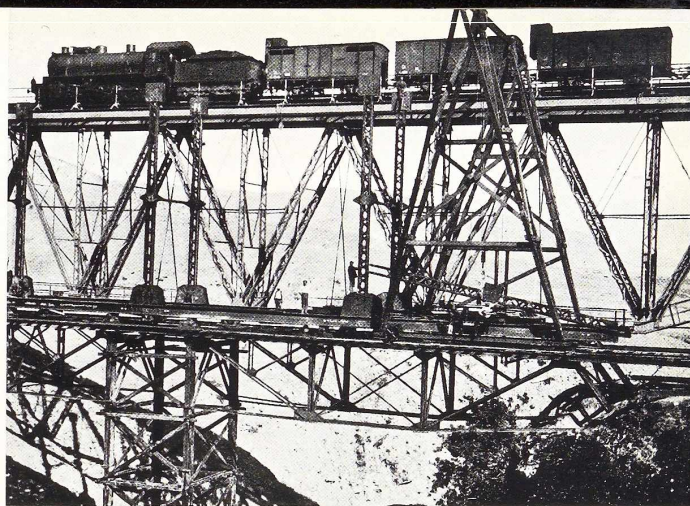
Les deux travées d'approche de 30 m. sont du type à voie supérieure. Elles sont réalisées par deux maîtresses-poutres en V, sur lesquelles reposent les entretoises ; les longerons sous rails sont encastrés dans ces dernières ; des contreventements supérieur et inférieur en K raidissent l'ouvrage (voir figure 135).

Nous avons maintenu ces deux travées en service et avons procédé à leur renforcement sans qu'il en résulte aucune sujétion pour l'exploitation.

A cet effet, nous avons placé, dans l'axe de chacune des deux travées, une troisième poutre, de même portée que les maîtresses-poutres existantes ; ce nouveau longeron fut monté d'une façon complètement indépendante de celles-ci, ce qui lui permit de prendre sa flèche propre correspondant à son poids lorsqu'il fut posé sur ses appuis extrêmes.

A ce moment, ses éléments constitutifs se trouvaient donc dans des conditions de déformation et de travail analogues à ceux des poutres existantes.

Par un dispositif spécialement prévu à cet effet, nous avons liaisonné cette



poutre aux anciennes et assuré une répartition convenable de la surcharge entre les divers éléments de l'ensemble homogène ainsi réalisé.

Vis-à-vis du système couramment employé et qui consiste à renforcer séparément chaque élément par l'adjonction de barres nouvelles destinées à augmenter leur résistance, le moyen de renforcement appliqué en l'occurrence offre l'avantage d'être moins coûteux et de présenter le maximum de sécurité.

Avec le système de la troisième poutre, en effet, nous savons d'une façon précise comment se fait la répartition des charges ; bien plus, nous sommes maîtres, dans une certaine mesure, de cette répartition. Cette liberté entraîne d'ailleurs comme corollaire, d'une part, la nécessité de déterminer avec soin les dimensions des divers éléments de cette poutre, d'autre part, l'obligation absolue d'un réglage sur place particulièrement soigné.

Il est en effet indispensable, pour que le renforcement soit efficace, que la poutre nouvelle soit calculée et réglée de telle sorte que les déformations du pont existant sous le passage des charges provoquent, pour la poutre nouvelle, la sollicitation envisagée dans le calcul.

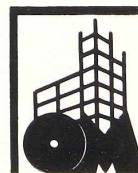




Fig. 133. Vue de la travée nouvelle de 100 m. (à gauche) au moment où elle va être ripée sur les piles d'appui. L'ancienne travée vient d'être déplacée dégageant l'appui vu au centre de la figure.

Le système adopté par nous a d'ailleurs un autre avantage : celui de ne pas nécessiter de renforcement des appuis existants, la nouvelle poutre posant directement sur des appuis qui lui sont propres.

Les essais auxquels s'est livrée la Compagnie de Chemin de Fer ont été absolument concluants ; ils ont montré, d'une façon indéniable, l'efficacité du système adopté. A l'aide de trois appareils de mesure enregistreurs, on a procédé à la détermination des flèches prises par les maîtresses-poutres anciennes et la poutre nouvelle, sous l'effet du passage du train d'épreuves. Il résulte de l'examen des mesures relevées que les trois maîtresses-poutres se sont déformées simultanément de la même quantité. Nous pouvons donc considérer que l'ensemble réalisé est parfaitement homogène et que nos hypothèses fon-

damentales de calcul se trouvent réalisées.

Travées de 100 mètres.

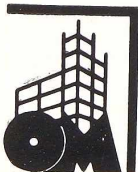
L'ancienne travée de 100 mètres présentait certaines faiblesses : l'une d'elles était l'insuffisance de rigidité, l'écartement des maîtresses-poutres n'étant que de 3 m. 200 ; malgré la présence d'une poutre horizontale de contreventement supérieur de 6 m 400 de largeur (voir fig. 136) le pont « balançait » sous l'effet du passage des trains actuels, plus lourds que ceux prévus dans le calcul de cet ouvrage. Les piles en pierre ne devant supporter qu'un pont fort étroit, étaient elles-mêmes dimensionnées en conséquence.

Il fut décidé de remplacer cette travée par un nouveau pont de même portée, mais établi pour résister au nouveau train-type imposé.

Le nouveau pont présente un écartement de maîtresses-poutres de 5 m. ; ses appuis n'auraient pu, de ce fait, poser sur la tête des piles. Afin de ne pas modifier le mode de sollicitation de celles-ci, nous avons reporté les réactions du nouveau pont à l'endroit des anciens appuis par l'intermédiaire d'un gros poitrail métallique : celui-ci travaille donc en porte-à-faux.

L'importance de la surcharge roulante, la portée du pont, l'importance relative des frais d'usinage, de transport, de frêt et de montage, vis-à-vis du prix des aciers bruts, nous ont conduits à employer pour les maîtresses-poutres un acier spécial à haute résistance.

Subsidiairement, nous réduisons ainsi les charges sur les piles, charges



Train type E du cahier des charges allemands.

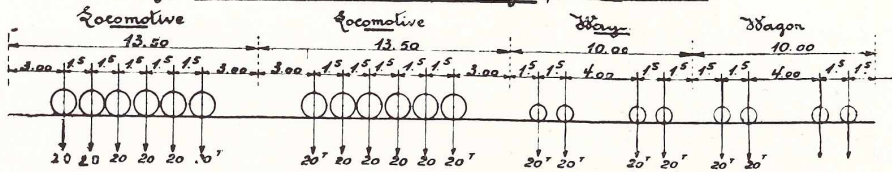


Fig. 134

Travées de 30m.

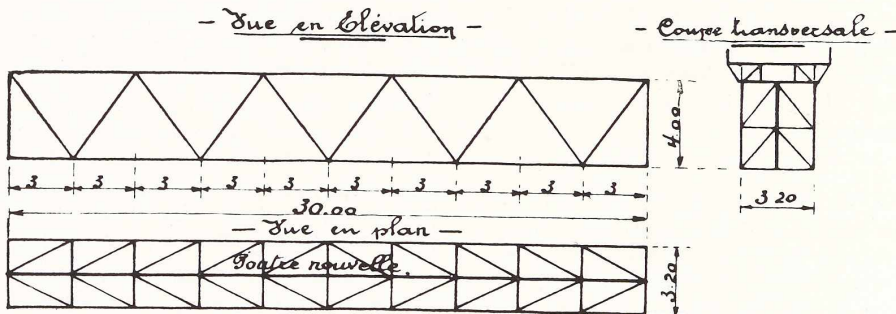


Fig. 135

Ancienne travée de 100m.

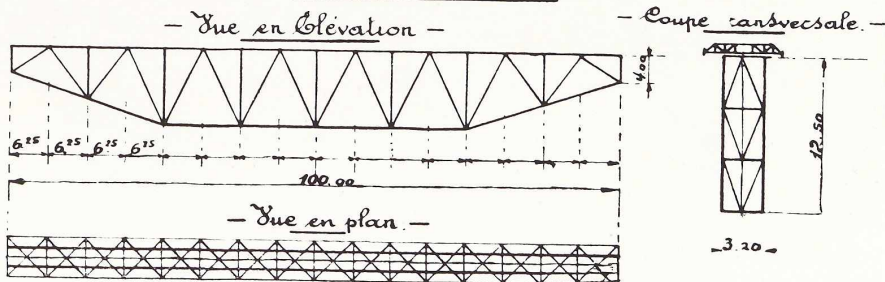


Fig. 136



déjà fortement accrues du fait du train-type fort lourd imposé dans l'établissement du nouvel ouvrage.

Alors que les éléments du plateau — longerons, entretoises — et des contreventements ont été réalisés en acier dont les caractéristiques étaient une limite de rupture de $40/47 \text{ kg/mm}^2$ et une limite élastique de 24 kg/mm^2 permettant des taux de travail de 12 à 14 kg/mm^2 suivant les sollicitations envisagées ⁽¹⁾, l'acier utilisé pour les maîtresses-poutres nous permet des fatigues maxima supérieures de près de 50 % aux précédentes.

Grâce à ce mode de réalisation, le poids total de la nouvelle travée ne dépasse pas 440 tonnes, tandis que celui de l'ancien pont atteignait 390 tonnes.

⁽¹⁾ Le cahier des charges allemand prévoit deux limites de taux de travail alors que l'on considère soit le poids mort et la charge roulante, soit ces deux sollicitations en même temps que celles résultant de l'effet du vent, du freinage des trains, du lacet, etc...

L'assemblage de la nouvelle travée s'est fait sur un échafaudage en bois établi parallèlement à l'ancien pont et situé à une dizaine de mètres environ de l'axe de celui-ci.

Après achèvement du montage et du rivetage, la travée fut posée par ses extrémités sur deux fortes palées en bois surmontées chacune d'une poutre en acier constituant chemin de ripage.

Deux palées semblables furent établies de l'autre côté des piles pour recevoir l'ancienne travée rippée.

L'opération proprement dite du ripage consista à riper d'abord l'ancienne travée sur les palées destinées à la recevoir, et ensuite à riper la nouvelle travée à son emplacement définitif.

Remarquons, pour terminer, que dans le cas d'un ouvrage de l'espèce, réalisé en tout autre matériau que l'acier, le problème de l'accroissement des charges eût nécessité le remplacement de l'ensemble du viaduc ce qui eût conduit à une dépense supplémentaire considérable.

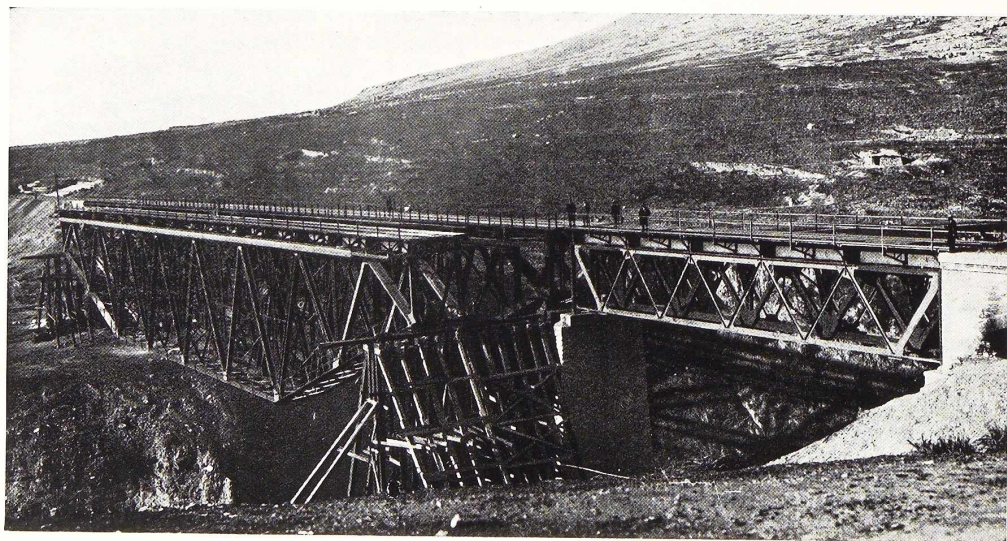


Fig. 137. La nouvelle travée de 100 m est mise en place.
À l'avant-plan, l'ancienne travée dérippée.

La protection des constructions métalliques contre la rouille

par **C. Camerman,**

Ingénieur Civil des Mines A. I. Br.

Imagine-t-on l'essor formidable que prendrait la construction en acier si l'on pouvait produire des aciers inoxydables aux mêmes prix que les aciers ordinaires actuels ? Maisons en acier, châssis de fenêtre, portes, meubles, fondations, murs de quai, barrages, ponts, tanks et réservoirs, poteaux et pylônes, wagons, machines, etc., joindraient aux qualités de résistance, de sécurité, de facilité de construction, d'adaptation et de transformation, inhérents à l'acier, une durabilité et une économie imbattables.

L'acier inoxydable au prix de l'acier ordinaire, les métallurgistes n'ont pas encore pu le produire, mais il peut être fort bien réalisé grâce aux enduits protecteurs adéquats dont il sera recouvert.

Ces enduits adéquats existent-ils ?

De nombreux produits sont offerts sur le marché et revendiquent toutes les qualités requises d'un enduit idéal. Il est malheureusement fort difficile et généralement impossible pour l'acheteur de déterminer dans chacun des cas d'application, qui constituent souvent chaque fois des cas d'espèce, lequel de ces produits convient le mieux. Comment distinguer parmi les arguments présentés par les fournisseurs entre le « bluff » ou l'exagération commerciale et la vérité objective scientifiquement établie ?

Les ingénieurs et les architectes qui ont à rédiger les spécifications pour les enduits destinés à protéger l'acier contre la corrosion sont fort embarrassés. A quelles conditions doit satisfaire un bon enduit, comment reconnaître sa qualité, quels essais de réception et de contrôle faut-il prescrire, quelles garanties est-on en droit d'exiger ?

C'est pour répondre à ces diverses questions que l'**Ossature Métallique** a décidé de mettre à l'étude le problème de la protection des constructions en acier contre la rouille.

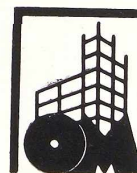
Le mémoire que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs sert en quelque sorte de rapport général d'introduction à cette étude. Il est dû à la plume compétente de M. l'ingénieur Camerman, attaché aux **Laboratoires de l'Office de Contrôle et de Recherches expérimentales concernant l'Art de Construire (OREX)**.

O. M.

Formation de la rouille. — Le fer ne se rouille pas dans l'air parfaitement sec. Pratiquement l'air renferme toujours une certaine proportion d'humidité qui suffit à produire de la rouille ou hydrate ferrique. L'action corrosive est accélérée par la présence de l'acide carbonique normalement contenu dans l'atmosphère et dont la teneur est accrue dans les villes et les régions industrielles. Dans ces régions, la combustion de la houille produit également un

dégagement d'anhydride sulfureux qui augmente le pouvoir corrosif de l'air.

Tandis que les oxydes et carbonates de la plupart des métaux (zinc et cuivre notamment) forment à leur surface une couche protectrice qui s'oppose à la continuation de l'attaque, la corrosion du fer s'accroît indéfiniment. L'hydrate ferrique, dès qu'il est formé, agit comme oxydant ; il cède de l'oxygène au fer environnant qu'il rouille et devient immédiatement apte à reprendre



à l'air l'oxygène qu'il avait perdu pour passer à l'état d'hydrate ferrique. Celui-ci peut céder une nouvelle quantité d'oxygène ; son pouvoir oxydant peut ainsi être considéré comme indéfini ; aussi voit-on souvent des pièces de fer oxydées très profondément.

Les eaux et embruns chargés de sels divers, l'eau de mer principalement, exercent une action électrolytique qui accélère l'oxydation.

Qualités que doivent présenter les revêtements anti-rouille. — On se rend compte immédiatement que les matières destinées à préserver le fer de la rouille doivent présenter les propriétés suivantes :

1° NEUTRALITÉ CHIMIQUE — vis-à-vis du fer ou même action anticorrosive ;

2° ADHÉRENCE PARFAITE AU MÉTAL ;

3° RÉSISTANCE CHIMIQUE AUX ACTIONS ATMOSPHÉRIQUES ;

4° FLEXIBILITÉ ;

5° IMPERMÉABILITÉ, non seulement aux liquides mais surtout aux gaz ;

6° RÉSISTANCE SUFFISANTE AUX ACTIONS MÉCANIQUES — auxquelles les pièces métalliques sont exposées et notamment à la projection des poussières et du sable entraînés par le vent ;

7° UNIFORMITÉ D'ÉPAISSEUR ;

8° ABSENCE DE SOLUTIONS DE CONTINUITÉ ;

Classification des revêtements anti-rouille. — Nous n'avons pas la prétention de faire une monographie complète de tous les procédés employés pour préserver le fer de la rouille. Nous nous contenterons de passer en revue les principaux de ceux-ci et nous les grouperons en quatre classes :

1° Enrobage ;

2° Métallisation ;

3° Modifications chimiques de la surface ;

4° Peintures.

1° Enrobage

Le ciment est neutre vis-à-vis du fer ; il semble même qu'il ait une certaine action réductrice et l'on constate que le fer bien enrobé dans le ciment et le béton de bonne qualité est préservé, même durant de longues années, de la rouille. Une peinture au

lait de ciment peut constituer une certaine protection ; elle n'est pourtant que d'une durée et d'une efficacité médiocre en raison de la perméabilité du ciment aux liquides et au gaz.

Un meilleur résultat est obtenu en enrobant le fer d'une couche de mortier d'une certaine épaisseur pouvant atteindre de 1 à quelques centimètres. Le meilleur procédé consiste à projeter le mortier riche en ciment au moyen d'appareils à air comprimé dénommés *Cement gun* d'où le nom de *gunitage*. La force de projection du mortier assure une bonne adhérence au fer et une forte compacité, réduisant au minimum la perméabilité. On peut d'ailleurs recouvrir le fer d'une peinture, au bitume par exemple, avant gunitage. Par suite de son épaisseur, la couche de mortier n'intervient pas seulement comme préservatif du fer, mais intervient également dans la résistance mécanique de la construction.

Par extension, on peut considérer que, dans le béton armé, le béton enrobant le fer, s'il est un des éléments principaux de la résistance mécanique, constitue également un enrobage préservatif de l'armature métallique.

Les mortiers et les bétons, ayant sensiblement le même coefficient de dilatation que le fer, suivent ses déformations sans se décoller.

2° Métallisation

La métallisation a pour but de préserver le fer en le recouvrant d'une mince couche d'un métal offrant une beaucoup plus grande résistance aux agents de corrosion.

Un certain nombre de métaux et alliages sont susceptibles de remplir cet office, principalement :

Le zinc,

L'étain,

Le nickel,

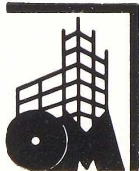
Le plomb,

Le cuivre,

Le laiton,

Le chrome.

Une des principales considérations entrant en jeu dans la métallisation est la *préservation galvanique* du fer par le métal protecteur : lorsque deux substances de polarités différentes sont immergées dans un



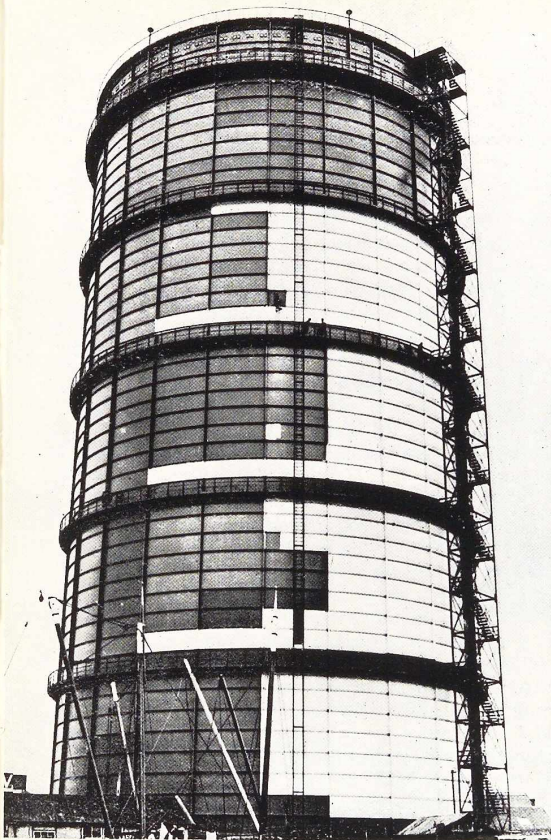


Fig. 138. Gazomètre d'Eindhoven peint au « Tornol » renfermant un pigment au titane.

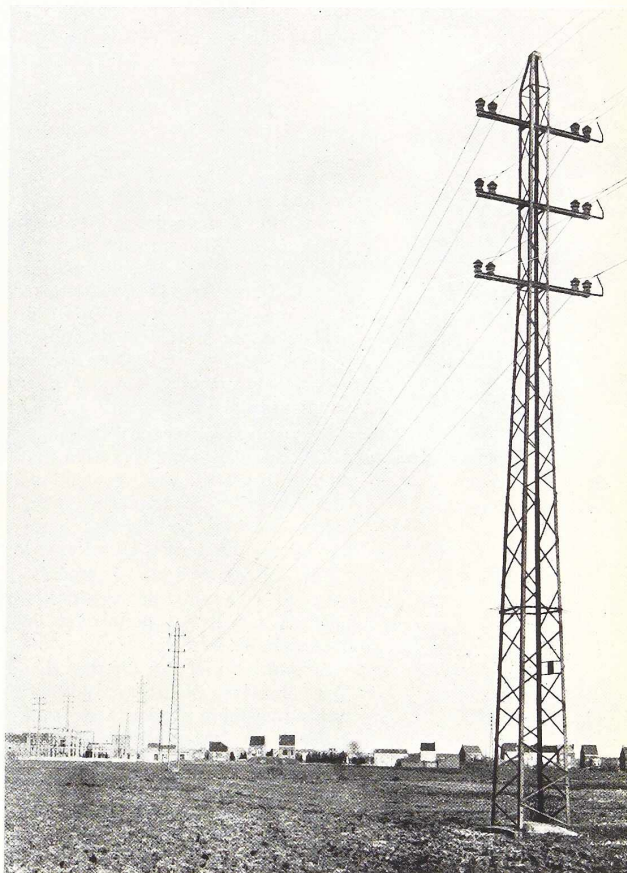


Fig. 139. Ligne à haute tension Louvain, Tirlemont, Saint-Trond, Bressoux schoopinisée.
Constructeur: La Construction Soudée A. Beckers, Haren.

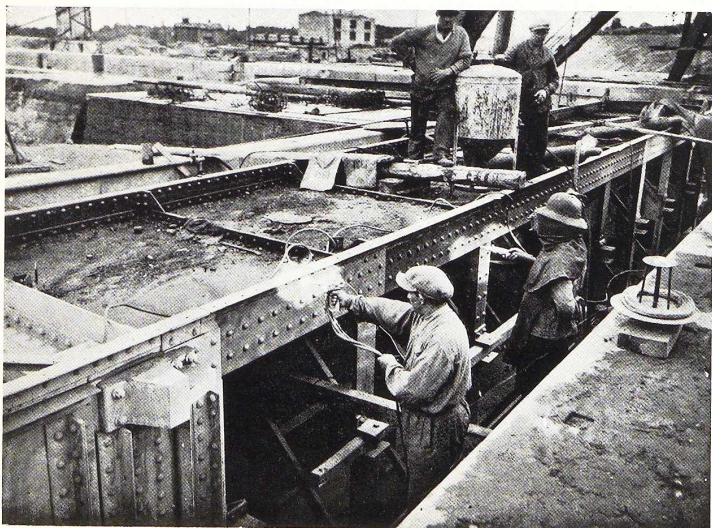
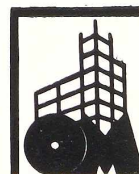


Fig. 140. Applications de la schoopinisation pour la protection contre la corrosion des portes d'écluses de Strasbourg.

163



milieu conducteur, c'est-à-dire une solution gazeuse, liquide ou solide, et pouvant donc contenir des ions libres, il se crée un courant électrique. La substance d'où part le courant (anode ou substance positive) entre en solution et se dissocie en ions négatifs ou positifs qui ont tendance à se combiner chimiquement avec des ions de polarité différente pour former des composés nouveaux. Ainsi, la rouille ou sesquioxyde de fer hydraté est due à la solution du fer sous forme d'ions ferreux qui sont oxydés par l'oxygène libre. Cette solution du fer est hâtée soit par le contact de substances électronégatives par rapport au fer, soit par la présence de substances, acides ou autres, qui augmentent la conductibilité du milieu.

Le zinc est électropositif par rapport au fer et, de ce fait, le zinc exerce, au voisinage de son contact, une protection du fer. Cette propriété est appliquée dans les chaudières marines pour éviter leur corrosion par les sels contenus dans l'eau de mer.

Les autres métaux énumérés ci-dessus sont au contraire électronégatifs par rapport au fer et ont pour effet de hâter la corrosion de celui-ci.

Si l'on soumet des plaques de fer nickelées, étamées, plombées ou zinguées dans une atmosphère oxydante et que l'on mette le fer à nu, par un trait de lime sur chacune de ces plaques, on constate que l'oxydation est accélérée pour le fer plombé, étamé ou nickelé tandis qu'elle est fortement retardée pour le fer zingué.

Résistance aux agents corrosifs. — Le zinc est un des métaux qui présentent le moins de résistance aux agents corrosifs, notamment aux acides. Les autres métaux, et surtout les peintures appropriées, lui sont fort supérieurs à cet égard.

Adhérence. — Le zinc offre l'avantage par rapport aux autres métaux de pouvoir s'allier au fer aux points de contact. L'amplitude de cet alliage dépend, dans une large mesure, du procédé de galvanisation adopté.

Flexibilité. — Le zinc est un métal relativement mou et flexible. Toutefois l'alliage du fer au zinc le rend cassant, aussi faut-il éviter dans les procédés de galvanisation que le bain de zinc dissolve trop de fer.

Résistance à l'usure. — Le zinc présente une résistance à l'usure supérieure à celle

du plomb et de l'étain. Cette résistance est pratiquement suffisante pour les usages les plus courants de la construction.

Uniformité d'épaisseur. — L'uniformité d'épaisseur dépend du procédé d'application. Le procédé électrolytique est celui qui assure l'épaisseur la plus régulière.

Absence de solutions de continuité. — Ici au contraire, le dépôt électrolytique offre le moins de garanties, la moindre impureté, la moindre trace de matières grasses à la surface de la pièce donnant lieu à des trous d'épingles.

Prix. — Le zinc est un des métaux les moins coûteux. Son bas prix le rend abordable pour la protection des constructions métalliques comportant de grandes surfaces.

Il résulte de ce qui précède que le zinc est pratiquement le seul métal susceptible d'être employé pour la préservation sur une grande échelle, de la construction métallique. Il convient pour la protection du fer contre les agents atmosphériques, mais préserve mal le fer contre les solutions corrosives, principalement les solutions acides.

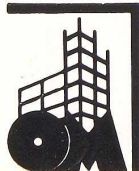
L'ÉTAIN est généralement appliqué à chaud en couche très mince par suite de son point de fusion relativement bas. La couche est brillante et d'aspect agréable. Son prix, son manque de préservation galvanique l'excluent de la construction métallique. L'absence de toxicité de ses sels rend l'étamage particulièrement propre à la conservation des denrées alimentaires.

LE NICKEL a comme avantages son brillant et son aspect agréable. Il se dépose par voie électrolytique. Il a une résistance propre à l'usure, mais son manque d'adhérence au fer nécessite l'interposition d'une couche de cuivre ou de laiton. Son action galvanique accélère l'oxydation du fer. Son emploi est limité à de petites pièces métalliques.

LE CUIVRE ne donne aucune préservation galvanique, il s'oxyde; ses sels sont toxiques.

LE PLOMB n'est presque jamais employé seul; il intervient sous forme d'alliage dans l'étamage.

LE CHROME se dépose électrolytiquement comme le nickel. Il est d'une application délicate. Le chromage prend une grande extension notamment dans la construction automobile.



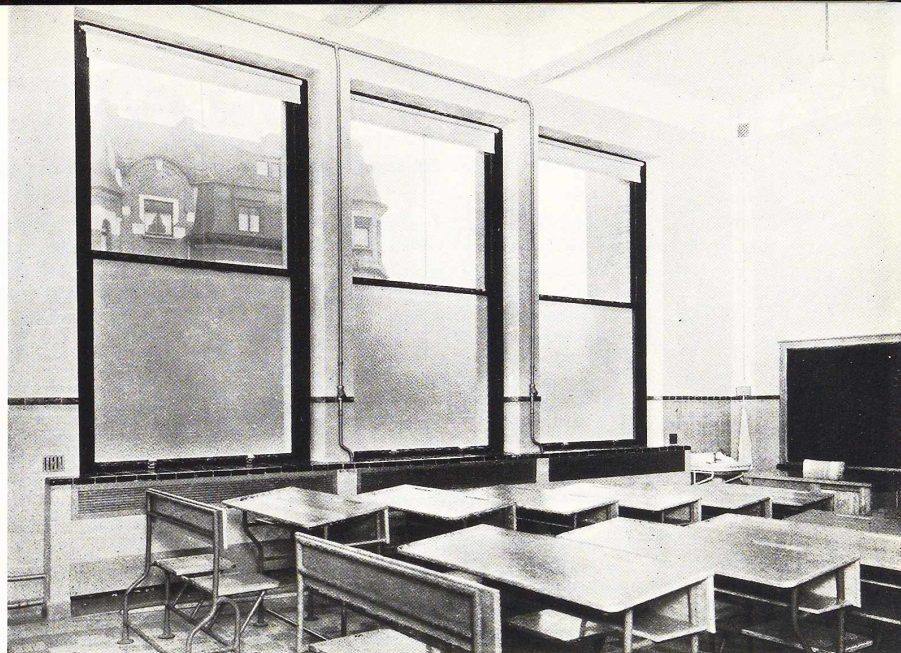


Fig. 141. Châssis métalliques parkérisés fournis à l'Athénée de Schaerbeek par la Société Chamebel de Vilvorde.

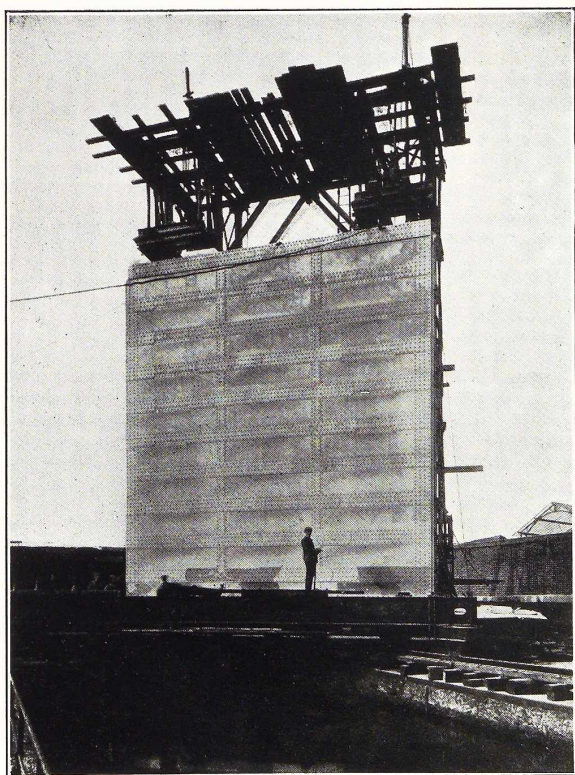
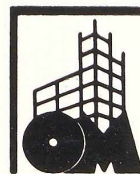


Fig. 142. La porte de l'écluse du canal de Saint-Denis à Paris, métallisée par Schoopinisation en 1922 et qui n'a nécessité aucun entretien depuis cette date.



Les procédés de galvanisation. — Les procédés industriels de galvanisation peuvent être classés en quatre catégories :

Galvanisation à chaud par trempage,
Galvanisation électrolytique,
Cémentation,
Projection.

1° GALVANISATION À CHAUD PAR TREMPAGE.

Comme son nom l'indique, ce procédé consiste à tremper les pièces à préserver dans un bain de zinc en fusion.

Décapage. — Ainsi que pour tous les procédés de métallisation, le décapage préalable présente une importance capitale. L'adhérence de la couche protectrice dépend essentiellement de la parfaite propreté du fer.

Le décapage se fait généralement par trempage des pièces dans une solution d'acide sulfurique suivi d'un lavage à l'eau chaude de manière à enlever toute trace d'acide. Les pièces sont ensuite séchées. Quand on veut obtenir un décapage parfait, on le complète souvent au *jet de sable* qui a en outre l'avantage de donner à la surface du métal une rugosité favorisant l'adhérence.

Emploi de fondants. — Quand on ne peut garantir un décapage parfait, on emploie un palliatif qui consiste à tremper les pièces, avant leur entrée dans le bain de zinc, dans des solutions métalliques réductrices généralement à base de chlorure de zinc.

On peut aussi considérer comme fondant le sel ammoniac (chlorhydrate d'ammoniaque) que l'on répand à la surface du bain de zinc en fusion. Ce sel réducteur empêche la formation à la surface du bain d'oxyde de zinc qui viendrait entourer les objets trempés et empêcherait le zinc d'adhérer.

Composition du bain. — On doit faire usage de zinc aussi pauvre en fer que possible. Le zinc ne peut renfermer plus de 0,1 % de fer ; ce métal rend le zinc cassant au pliage. Les bacs de galvanisation sont généralement en fonte ou en acier. Par l'attaque du bac ainsi que des pièces trempées, le zinc s'enrichit graduellement en fer jusqu'à devenir inutilisable ; il doit être remplacé par du zinc pur.

On ajoute généralement au bain un peu d'aluminium qui augmente sa fluidité et précipite une partie du fer ; la couche de

zinc est plus uniforme et cela lui communique un beau brillant.

Il importe de conserver au bain une température uniforme et aussi basse que possible, un excès de température entraîne une forte oxydation du zinc et provoque l'attaque des bacs et la formation de mattes.

Nature du dépôt. — Le zinc déposé à chaud a une forme cristalline ; il a tendance à former des « fleurs ». La structure est d'autant plus fine et l'adhérence d'autant meilleure que le zinc est pur ; ce métal peut subir des pliages répétés sans que le dépôt s'écaille.

Si le zinc est riche en fer, le dépôt est grossier, cassant et s'écaille au pliage.

La galvanisation à chaud s'applique principalement aux tôles planes ou ondulées, aux profilés des charpentes de pylones, aux poteaux, aux fils épais, aux articles de ménage et aux autres corps creux et en général aux objets présentant une grande surface par rapport à leur poids.

2° GALVANISATION ÉLECTROLYTIQUE.

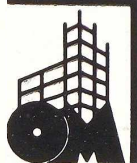
Dans ce procédé, le nettoyage préalable des pièces doit être plus parfait que dans tout autre ; la moindre tache de graisse à la surface empêche le zinc d'adhérer ; les plus petites impuretés donnent lieu au départ d'un courant d'hydrogène à l'emplacement duquel se forme un « trou d'épingle ». Le décapage se fait généralement au sable ou à la brosse.

L'électrolyte est ordinairement à base de sulfate de zinc. La galvanisation électrolytique s'applique principalement aux tubes, aux fils fins et aux petits objets.

3° CÉMENTATION OU « SHÉARDISATION ».

Ce procédé consiste à chauffer les articles à zinguer dans un mélange de poussière de zinc (gris de zinc) et de sable en dessous de 420° C. Les pièces convenablement nettoyées sont introduites dans un petit four rotatif avec du gris de zinc et du sable (4 à 5 volumes de sable fin pour un volume de gris de zinc) ; le four est chauffé extérieurement à une température comprise entre 270° et 400° C. suivant l'épaisseur que l'on désire obtenir.

Le gris de zinc utilisé dans cette fabrication est la poussière de zinc résultant de la condensation d'une partie des vapeurs de zinc dans les carneaux et les prolonges en



tôle des condensateurs employés dans la fabrication du zinc par réduction au charbon. C'est une poussière grise impalpable contenant de 75 à 90 % de zinc métallique, de 4 à 20 % d'oxyde de zinc et quelques impuretés (plomb, cadmium, fer, etc.). Par le traitement décrit ci-dessus il se forme à la surface du fer un alliage de zinc et de fer à 8 % de fer environ qui se recouvre extérieurement de zinc à peu près pur. La couche atteint de 0,05 mm. à 0,25 mm. d'épaisseur. Elle a un aspect gris à gris rougeâtre. Par suite de la formation d'un alliage avec le fer, elle présente une très forte adhérence ; par contre, elle manque tout à fait de souplesse.

Ce procédé peut convenir au traitement de petites pièces.

4° MÉTALLISATION PAR PROJECTION.

Ce procédé consiste à projeter à la surface d'un objet, même non métallique, du métal en fusion, finement pulvérisé formant une sorte de brouillard, de manière à ce que les particules se soudent les unes aux autres, recouvrant la surface de l'objet d'une couche homogène.

Dans les premiers appareils de métallisation, un filet de métal fondu était entraîné et pulvérisé par un jet de vapeur sous pression. C'étaient des appareils fixes. On a ensuite réalisé des appareils portatifs dans lesquels on employait de la poudre de métal entraînée par un jet de vapeur ou de gaz sous pression.

Dans le *procédé Schoop*, on fait actuellement usage d'un pistolet dans lequel un fil métallique est poussé au centre d'un chalumeau oxy-gaz ou oxy-acétylénique qui en opère la fusion ; un jet d'air concentrique à la flamme pulvérise et projette le métal fondu à la vitesse de 140 m. par seconde. A cette vitesse le métal n'a pas le temps de s'oxyder et on obtient des dépôts parfaitement sains.

Le pistolet Schoop permet de projeter la plupart des métaux et alliages ; zinc, aluminium, étain, plomb, cadmium, cuivre, bronze, laiton, etc. Il est employé sur une très grande échelle pour le zinguage et peut donner des dépôts de l'épaisseur désirée de quelques centièmes de millimètre à plusieurs millimètres. Grâce à sa légèreté (1 kg. 1/2) et à sa maniabilité, il permet de traiter des constructions sans limite de dimensions.

Le procédé Schoop peut servir notamment à revêtir d'une couche protectrice contre la rouille, des ponts, des pylones, des wagons-citernes, des charpentes, des bâtiments, etc. ; il s'applique fort bien aux pièces en fonte. Lors de l'opération, la température des pièces traitées ne dépassant pas 80° C., les déformations ne sont pas à craindre, et la matière conserve sa pleine résistance. Les pièces filetées, boulons, vis à bois, peuvent être métallisées sans empatement des filets.

Comme pour les autres procédés, la métallisation doit être précédée d'un décapage, mais celui-ci doit nécessairement se faire au jet de sable et doit être particulièrement soigné. Les fines particules de métal projetées sur les surfaces ainsi préparées s'incrusteront dans les infractuosités produites par le sablage et ont une adhérence parfaite.

Le procédé Schoop est un des rares qui permettent d'obtenir des recouvrements d'aluminium. Par suite de sa passivité, ce recouvrement présente un intérêt particulier pour diverses industries, notamment les brasseries, huileries, etc. Le métal appliqué par projection ayant toujours une certaine porosité superficielle, constitue une sous-couche favorable pour la peinture, qui n'est cependant pas obligatoire, la métallisation constituant par elle-même une protection suffisamment efficace.

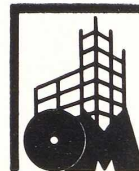
Dans le *procédé Schori*, on fait usage du métal sous forme d'une poudre qui est transportée, d'une façon continue et régulière du réservoir qui la contient, jusque dans la flamme du chalumeau oxy-acétylénique du pistolet.

La poudre métallique calibrée est contenue dans un réservoir, sorte de sablier muni d'un vibreur pour faciliter la descente de la poudre.

Le procédé Schori est employé, notamment pour la protection des ponts, charpentes, réservoirs, etc...

Résistance du fer galvanisé aux agents de corrosion

L'air sec n'a aucune action sur le zinc. L'air humide forme à la surface du zinc une mince couche de carbonate de zinc hydraté qui préserve dans une certaine mesure le zinc sous-jacent. Le zinc laminé en feuilles se recouvre d'une couche très tenace de carbonate qui le rend passif. Les tôles galva-



nisées à chaud n'arrivent pas au même état de passivité et sont détruites à la longue à raison de l'action galvanique du fer et de la présence du fer dissout dans le zinc. L'anhydride sulfureux renfermé dans l'atmosphère des régions industrielles transforme le zinc en sulfate de zinc soluble dans l'eau et active la destruction du métal.

Nous avons fait des essais comparatifs de fer galvanisé à chaud et au pistolet (procédé Schoop) dans une atmosphère saturée d'anhydride sulfureux. La corrosion du fer galvanisé a été beaucoup plus violente et plus rapide que celle du fer galvanisé au pistolet.

L'eau douce ne corrode pas le zinc si elle est exempte d'air ; par contre l'eau douce chargée d'air le corrode assez rapidement.

Les eaux dures n'ont presque pas d'action sur le zinc par suite de la formation de carbonate.

L'eau de mer a une action assez prononcée sur le fer galvanisé. Cette action a été en partie annihilée dans le procédé Schoop en provoquant avant immersion, la formation d'oxychlorure de zinc.

Les eaux acides dissolvent très rapidement le zinc. La présence de sels dans l'eau hâte en général la solution du zinc ; cependant les eaux chargées de carbonates alcalins ne dissolvent que fort peu ce métal.

Essais des produits galvanisés

On soumet généralement les tôles et fils galvanisés à des *essais de pliage* en vue de vérifier la bonne adhérence et la flexibilité du dépôt de zinc.

La *quantité de zinc déposé par unité de surface* est fréquemment spécifiée et dans ce cas on dosera la quantité de zinc par mètre carré. Une protection normale comporte un dépôt de 400 à 500 gr. de zinc par mètre carré, mais pour des pièces devant recevoir une forte protection on porte le dépôt à 600, voir même 800 et 900 gr. par mètre carré.

Un essai fréquemment stipulé consiste à soumettre les pièces galvanisées ou métallisées à des *immersions dans une solution neutre de sulfate de cuivre* à raison de 200 gr. par litre d'eau. Chaque immersion a une durée de 1 minute. On lave la pièce galvanisée après chaque immersion et on recommence jusqu'à ce qu'un dépôt adhère

rent de cuivre rouge vif persiste après lavage, signe que le zinc a été complètement enlevé et le fer mis à nu. On considère qu'une galvanisation normale doit résister à 4 à 5 immersions avant qu'il y ait dépôt de cuivre adhérent. Parfois on stipule la résistance à un plus grand nombre d'immersions si le dépôt a été renforcé.

Cet essai est sujet à critique parce que le nombre d'immersions auquel résiste la galvanisation n'est en rapport ni avec sa résistance aux agents de corrosion ni avec la quantité de zinc déposé. Pour un même poids de zinc déposé, le nombre d'immersions varie suivant le procédé de galvanisation adopté ; le fer shérardisé, par exemple, résiste à beaucoup plus d'immersions que le fer galvanisé à chaud ou électrolytiquement.

Les immersions dans le sulfate de cuivre peuvent toutefois donner une appréciation de l'uniformité du dépôt qui jointe à la détermination du poids de zinc déposé par unité de surface constituera un élément d'appréciation.

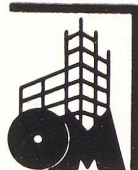
Pour comparer entre elles des pièces métallisées par différents procédés, une des meilleures expériences consiste à les suspendre simultanément dans une atmosphère corrosive composée d'anhydride sulfureux ou d'un mélange d'anhydride sulfureux, d'acide carbonique et de vapeur d'eau. Cet essai permet d'apprécier dans un délai relativement court la protection du métal contre les actions atmosphériques.

3° Modifications chimiques de la surface

Nous groupons sous ce titre un ensemble de procédés, les uns empiriques, les autres vraiment scientifiques qui ont pour objet de réaliser par des traitements appropriés, à la surface du métal, une combinaison ayant une action plus ou moins efficace contre la corrosion.

BRONZAGE

Le bronzage est une opération qui a pour but de former à la surface du fer ou de l'acier, une mince pellicule d'oxyde qui communique à cette surface une teinte agréable à l'œil. Par trempage dans des solutions diverses, dans des huiles, ou par chauffage dans des poudres de diverses compositions, on amène la surface du fer



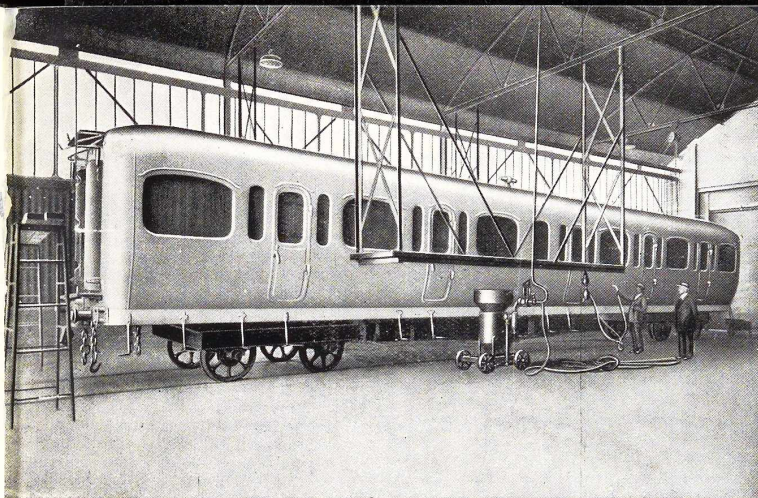


Fig. 143. Voiture métallique de la Compagnie du Nord Français métallisée au zinc avant peinture d'après le procédé Schori.

à divers degrés d'oxydation lui communiquant une teinte bleue, brune, grise ou noire.

Ces traitements s'appliquent plutôt aux petites pièces métalliques, pièces d'armurerie notamment, et n'intéressent pas directement la construction. Ils ne constituent, contre la rouille, qu'une protection médiocrement efficace.

Le bleuissage de la fonte consiste à porter les pièces au rouge vif avec ou sans cuivrage préalable et à les soumettre à l'action de gaz alternativement oxydants et réducteurs. On termine souvent par une rapide oxydation à l'air. La résistance à la corrosion est faible.

Alliages superficiels protecteurs

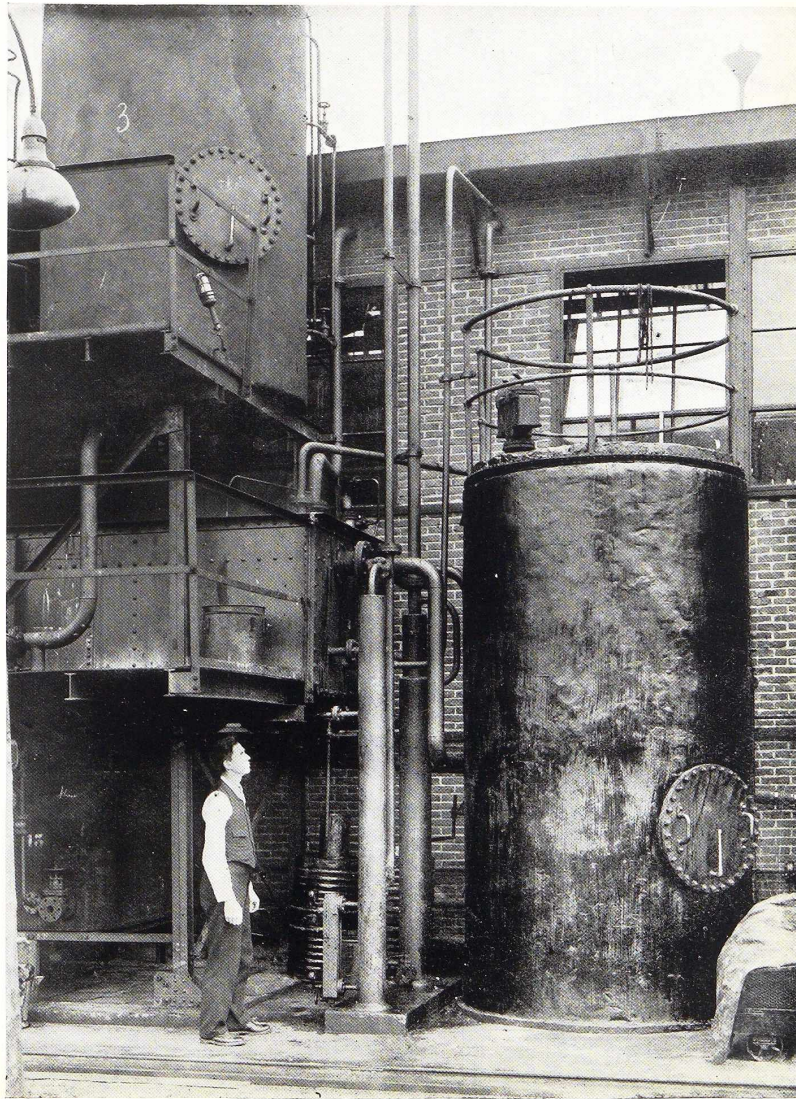
Depuis un assez grand nombre d'années on a reconnu l'efficacité de la phosphatation du fer. Celle-ci est réalisée par trempage du fer dans des solutions à base de phosphate de fer, de zinc, de calcium ou d'acide phosphorique.

LA PARKÉRISATION

La parkérisation consiste en une phosphatation de la surface des pièces. Pour l'expliquer, remarquons que,

Fig. 144. Protection des tuyauteries et réservoirs métalliques dans une grande usine de produits chimiques.

(Cliché **Flintkote**)



pour éviter la formation de la rouille, il suffit de neutraliser l'action des agents corrosifs sur le fer (les trois principaux sont, nous l'avons vu, l'oxygène, le gaz carbonique et la vapeur d'eau).

A cet effet on peut recouvrir la surface du métal d'un sel formé par un acide faible et une base forte ; en présence d'eau, le composé est hydrolysé et la base libérée neutralise l'action de l'acide carbonique. Dès 1879, ces phénomènes ont été observés en Angleterre par les frères Brown qui ont pris un brevet préconisant l'emploi de phosphate double de sodium et d'ammonium. Mais la couche obtenue était soluble dans l'eau. Les anglais Coslett et Richards ont eu l'idée de remplacer les phosphates alcalins par l'acide phosphorique et les phosphates de fer et de zinc. La couche superficielle obtenue est insoluble dans l'eau. Malheureusement, la préparation industrielle des phosphates de fer et de zinc est difficile, de sorte que la méthode n'a pas rencontré une grande faveur. La parkérisation, issue de ces premières tentatives, a résolu le problème. Elle consiste dans l'emploi de phosphates essentiellement à base de fer et de manganèse et présente les avantages suivants : le produit est un sel soluble ; le titrage des bains est aisé ainsi que leur régénération ; enfin, les résultats obtenus présentent une grande régularité.

Les pièces préalablement décapées sont soumises à l'action de la solution bouillante de phosphates ; on observe pendant un certain temps (une heure au plus) un violent dégagement gazeux ; lorsque celui-ci cesse, l'opération est terminée. La réaction s'est produite en trois stades :

- a) Attaque du fer par l'acide phosphorique libre ;
- b) Production d'une couche de cristaux de phosphates métalliques insolubles ;
- c) Arrêt de la réaction lorsque cette couche est suffisamment continue pour empêcher le contact entre l'acide et le métal de base.

La surépaisseur obtenue résultant du traitement ne dépasse pas deux centièmes de millimètre et la profondeur d'attaque est de quelques centièmes de millimètre. Au delà de cette profondeur, aucune propriété mécanique ou physique du métal n'est changée.

Pour parfaire la résistance à l'oxydation de la couche parkérisée, on imprègne les pièces de produits à base de laque ou de graisse plus ou moins complexes qui assurent à la couche une parfaite continuité ; l'enduit protecteur sert en quelque sorte à colmater tous les pores de la couche parkérisée.

Outre sa résistance propre à l'oxydation, la parkérisation se réclame de l'avantage de ne pas risquer, comme les méthodes de protection par revêtement métallique, d'amorcer, lorsque le métal est accidentellement mis à nu, des couples électrolytiques qui peuvent accélérer les attaques corrosives.

La méthode de protection Parker convient bien aux pièces de boulonnerie, visserie, accessoires divers d'automobile, d'aviation, de T. S. F., etc... ; des applications intéressantes ont été faites dans d'autres domaines tels que la menuiserie métallique, la quincaillerie, les armes, les mobiliers en acier, les appareils ménagers.

4° Peintures

Les peintures destinées à protéger le fer contre la rouille doivent répondre aux conditions suivantes :

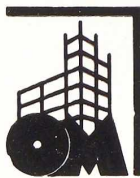
1° La couche appliquée doit présenter une épaisseur suffisante depuis le moment où elle est devenue sèche. Toutes choses égales, on conçoit qu'une couche épaisse résistera plus longtemps aux agents mécaniques de destruction et restera plus longtemps imperméable.

D'où supériorité des peintures susceptibles de s'appliquer en plusieurs couches. On proscriera l'essence de térébenthine et les produits similaires pour les couleurs suffisamment fluides pour être appliquées sans leur intervention, une peinture diluée à l'essence de térébenthine s'appliquant en couche beaucoup plus mince qu'une peinture qui en est exempte.

L'emploi d'essences volatiles n'est admissible que pour les peintures à base de gommes, trop épaisses pour être étendues sans être diluées ;

2° La couche protectrice ne peut diminuer d'épaisseur par le temps ; la peinture ne doit pas renfermer de composés susceptibles de se volatiliser à la longue ;

3° La couche protectrice doit avoir une



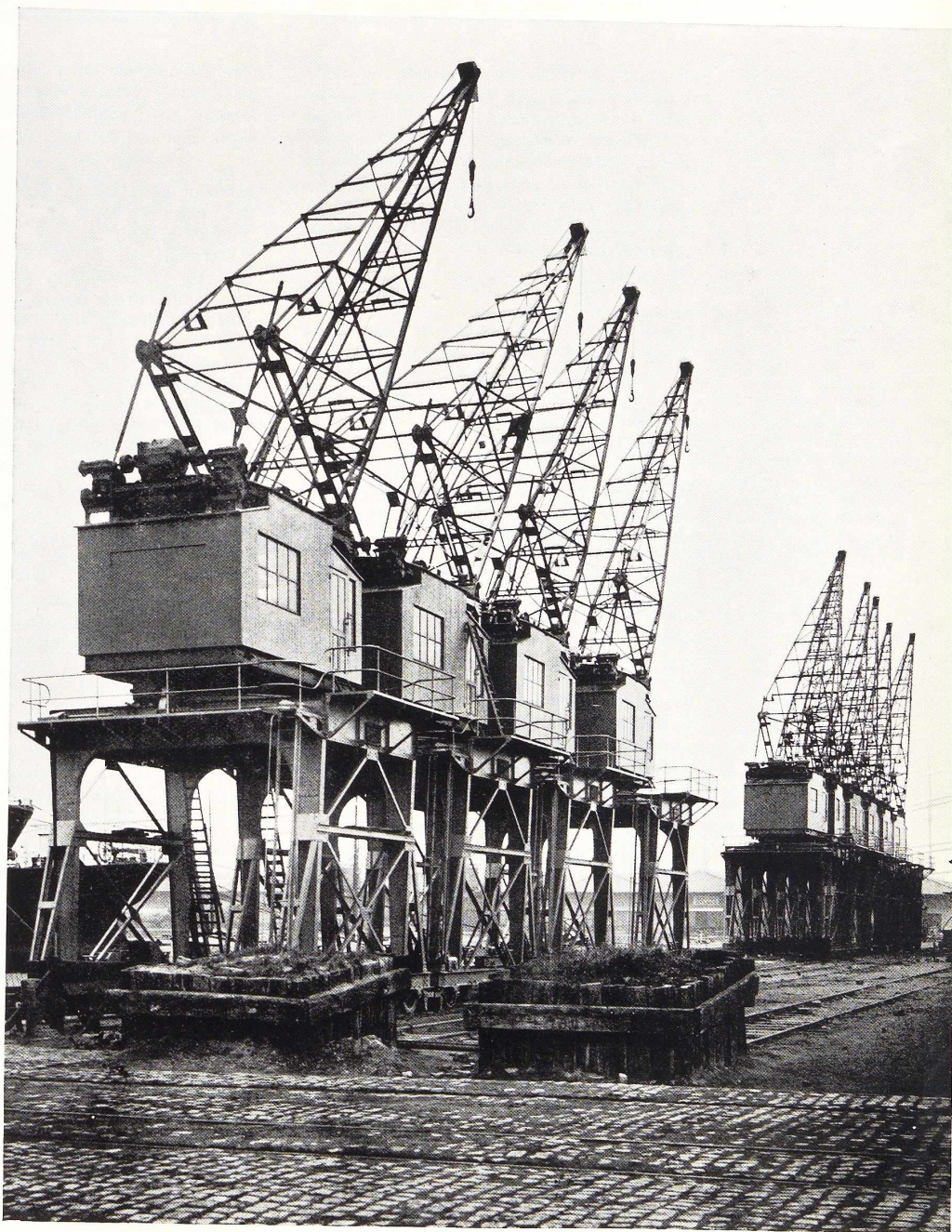


Fig. 145. Grues au port
d'Anvers peintes à la
« Ferriline ».

élasticité suffisante pour se prêter aux mouvements de dilatation et de contraction du métal sans se crevasser ;

4° Elle doit présenter une résistance suffisante à l'usure et une dureté lui permettant de résister aux chocs des poussières et du sable entraînés par le vent. On donne la dureté et la résistance à l'usure aux peintures par l'incorporation de pigments minéraux.

La pellicule molle d'huile de lin séchée est beaucoup plus sujette à l'usure, et par conséquent à la perméabilité, que cette même pellicule additionnée d'un pigment. La peinture à l'huile de lin pure ne se justifie que dans certains cas exceptionnels, par exemple pour la première couche des assemblages métalliques qui doivent être soumis à un examen pour juger du fini d'exécution longtemps après la mise en œuvre.

Dans ce cas, il est recommandable d'appliquer sur le fer décapé de l'huile de lin ayant bouilli et aussi chaude que possible. En cet état, l'huile de lin entre en combinaison avec le fer et réalise avec le métal une liaison et une adhérence parfaites ;

5° La couche d'enduit ne doit pas être sujette à se lézarder et à présenter des solutions de continuité ;

6° Les pigments doivent être intimement unis à l'enduit liquide ;

7° Ni l'enduit, ni le pigment ne doivent être chimiquement attaquables par les agents atmosphériques.

A la lumière de ces considérations, il nous sera possible de faire un examen critique des principaux types de peintures en usage pour préserver le fer de la rouille.

PEINTURES AU GOUDRON. — Le goudron peut être étendu à chaud ou dilué par un dissolvant approprié tel que le benzol. Le goudron étendu à chaud donnera une couche plus épaisse. Le goudron, à l'état de dissolution, donnera une couche mince par suite de l'évaporation du dissolvant. Il est illusoire de vouloir épaissir considérablement la couche par superposition de couches successives, car le dissolvant de la deuxième couche délaie et enlève une partie de la première. Les peintures au goudron s'appauvrissent par évaporation lente des huiles de goudron. Il reste un brai qui

durcit par oxydation et devient cassant. La peinture perd toute élasticité et se fissure, laissant ainsi pénétrer les agents de corrosion.

PEINTURES AU BITUME. — Les bitumes naturels ou extraits par distillation et raffinage des pétroles bruts présentent beaucoup plus de stabilité que les goudrons. Ils ne renferment pas de constituants volatils et ne sont pas oxydables, aussi conservent-ils très longtemps leur élasticité. Les enduisages de bitume sont beaucoup plus efficaces que ceux de goudron. L'enduisage à chaud, comme pour le goudron, est préférable à l'emploi de solutions.

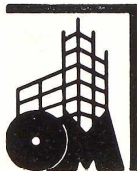
Les bitumes employés ne devront pas présenter un point de ramollissement trop bas sous peine de rendre les peintures collantes ou même de les voir couler à la chaleur ; on peut aussi étendre le bitume sous forme d'*émulsion*, avec l'eau. Le bitume est maintenu en suspension dans l'eau par addition de savon, de matières mucilagineuses ou d'argile (Flintkote). Par évaporation de l'eau il reste un enduit de bitume. Contrairement aux solutions de bitume, les émulsions présentent l'avantage de pouvoir s'appliquer en plusieurs couches successives.

L'agent émulsificateur de certaines émulsions, restant incorporé au bitume après évaporation de l'eau, l'émulsion dans certaines conditions est susceptible de se reformer et d'être délavée par l'eau. C'est pourquoi il ne faut faire usage que d'émulsions de qualité éprouvée.

PEINTURES À BASE D'HUILE DE LIN. — L'huile de lin, par ses propriétés de siccativité, constitue par excellence la base de la plupart des peintures.

L'huile de lin est un glycéride de deux acides gras : l'acide linoléique et l'acide linoléinique.

L'huile de lin liquide se solidifie par la fixation d'oxygène et se transforme en une pellicule solide, souple et élastique, dénommée *linoxine*. Cette solidification s'appelle vulgairement *dessication*, mais il doit être entendu qu'elle ne provient pas comme dans les cas usuels de l'évaporation d'un dissolvant volatil, mais au contraire d'*addition* d'oxygène. L'huile de lin, en se solidifiant, augmente de poids.



La dessiccation des huiles de lin crues est assez lente et peut varier dans une large mesure selon leur origine.

On épaissit et on augmente la siccativité des huiles de lin par vieillissement et par cuisson. On améliore surtout ces propriétés en faisant bouillir l'huile de lin en présence de litharge et de peroxyde de manganèse. Il se forme du linoléate de plomb et de manganèse agissant probablement comme catalyseurs pour favoriser l'oxydation de l'huile en même temps qu'une polymérisation de l'huile.

On peut obtenir un résultat analogue par l'emploi de substances dites siccatives telles que le résinate de manganèse. L'expérience montre que les préparations au résinate de manganèse sont sujettes à se dépolymériser et les couleurs qui en renferment sont sujettes à poisser et à crevasser. On recommandera donc l'emploi de l'huile de lin cuite au peroxyde de manganèse ou à la litharge à l'exclusion d'essence de térébenthine et de résinates.

PIGMENTS. — Un certain nombre de pigments doivent être éliminés par suite de leur manque de résistance aux actions chimiques de l'atmosphère et principalement des gaz sulfureux ; tels sont l'oxyde de zinc, le sulfure de zinc, les lithopones (mélange de sulfure de zinc et de sulfate de baryte). Beaucoup de pigments présentant une parfaite inaltérabilité chimique donnent cependant de mauvais résultats par suite de leur inaptitude à se lier à l'huile de lin et à communiquer à la peinture un bon pouvoir couvrant. Les composés de plomb et les oxydes ferriques sont parmi les pigments les plus efficaces, ce qui paraît dû à leur aptitude à entrer en combinaison avec l'acide linoléique. La texture physique, notamment la texture lamellaire de certains pigments, semble aussi jouer un rôle favorable.

Voici les pigments les plus couramment en usage pour la préservation du fer et dont une longue expérience a consacré les qualités.

LE MINIMUM DE FER. — Oxyde de fer naturel auquel on fait subir une cuisson à température élevée. On en modifie la teinte du brun rougeâtre au violet foncé suivant le degré de cuisson. La qualité d'un mi-

nium est en raison de sa teneur en oxyde ferrique. Celle-ci peut aller de 60 à 85 % et même au delà.

Un minimum à 75 % d'oxyde ferrique est considéré comme de bonne qualité.

On falsifie les minimums par substitution ou addition de pyrites grillées renfermant des sulfures non décomposés et des sulfates susceptibles de corroder le fer ; aussi prohibe-t-on la présence de soufre dans le minimum.

L'OLIGISTE LAMELLAIRE est un oxyde de fer naturel cristallisé en petits cristaux lamellaires d'aspect métallique. C'est un excellent pigment, base des couleurs dites « ferriline » ou similaires. Une bonne oligiste doit renfermer au moins 85 % d'oxyde ferrique.

LE MINIMUM DE PLOMB est constitué par un mélange de protoxyde et de bioxyde de plomb. C'est une poudre d'un rouge vif. On exige qu'il renferme au moins 25 % de bioxyde. La quantité de substances étrangères ne doit pas dépasser 2 %. L'addition de colorants organiques est interdite.

LA CÉRUSE, constituée principalement par un hydrocarbonate de plomb est également un pigment de qualité éprouvée.

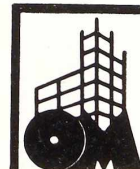
Une bonne céruse doit renfermer au moins 85 % de plomb calculé en protoxyde et au maximum 2 % d'acide acétique sous forme d'acétate de plomb.

L'OXYDE DE TITANE et les *blancs de titane* sont des pigments à pouvoirs couvrant et colorant élevés et de grande résistance aux agents chimiques.

L'OXYDE DE TITANE — matière première coûteuse — trouve son application dans diverses industries, notamment celle des laques et couleurs cellulosiques.

LES BLANCS DE TITANE résultent de la précipitation d'oxyde de titane sur du blanc-fixe ou sulfate de baryum précipité.

Dans des compositions à base d'huile de lin, les blancs de titane ne sont pas employés isolément ; ils donneraient lieu à farinage vu leur neutralité vis-à-vis de l'huile ; il est préférable de les combiner avec du blanc de zinc, ce qui permet l'obtention de peintures laissant des films de



grande souplesse et se prêtant avec aisance aux mouvements de dilatation et de contraction du métal.

Utilisés seuls, les blancs de titane offrent moins de danger de farinage avec des liants de conception plus moderne tels que l'huile de bois de chine combinée aux gommés naturelles ou synthétiques, les résines synthétiques, etc.

L'ALUMINIUM en paillettes extrêmement fines constitue un très bon pigment. La préparation des paillettes a une importance capitale. Elles sont obtenues par bocardage de rognures d'aluminium en feuilles minces en présence d'un lubrifiant ; les paillettes sont ensuite tamisées et soumises à l'opération du brillantage, destinée à leur conférer un pouvoir réfléchissant suffisant et la faculté de feuilleter, c'est-à-dire de s'orienter parallèlement à la surface du support. Les lames doivent avoir une très faible épaisseur (1 à 2 microns).

Les peintures à l'aluminium, d'un grand pouvoir couvrant et d'un grand pouvoir réfléchissant s'emploient beaucoup pour le revêtement des constructions métalliques, des locaux sombres, des constructions aéronautiques et navales, pour la décoration d'intérieurs, etc.

LE GRAPHITE est un excellent pigment à condition d'être réduit en poudre impalpable. Il doit renfermer au moins 50 % de carbone.

PEINTURES À BASE DE GOMMES. — L'addition de gommés, soit naturelles, soit artificielles, peut améliorer sensiblement la qualité des peintures. Elle augmente aussi notablement leur prix. Leur emploi se justifie pour des constructions métalliques exposées à une atmosphère particulièrement corrosive.

On introduit dans les peintures des gommés naturelles en usage dans la fabrication des vernis et des gommés synthétiques résultant de la condensation du formol et des phénols ou d'une série de substances organiques. On y incorpore fréquemment de l'huile de bois de Chine polymérisée.

Ces peintures complexes donnent un film épais auquel on parvient à donner à la fois une grande résistance à l'usure, un coefficient d'élasticité élevé, une grande imperméabilité aux liquides et aux gaz et une

résistance remarquable aux agents chimiques de corrosion.

Mentionnons également les peintures que l'on réalise depuis peu au moyen de *caoutchouc-chloré*. Sous cette forme, le caoutchouc est soluble dans divers solvants permettant son incorporation dans les peintures.

Celles-ci présentent une grande élasticité et une bonne résistance aux acides et aux alcalis.

L'emploi de plus en plus étendu des gommés synthétiques révolutionne actuellement la fabrication des peintures. Les résultats déjà obtenus permettent d'affirmer qu'un grand progrès résultera de leur emploi judicieux.

Essais des peintures.

Les considérations qui précèdent montrent l'importance qu'il y a à contrôler sévèrement les produits employés pour la peinture et notamment à vérifier la pureté des pigments, huiles et essences mis en œuvre. On y adjoindra utilement des essais physiques, notamment la détermination du *pouvoir couvrant* et de la *siccativité*.

Les peintures à base de gommés, échappant souvent à l'analyse chimique par suite de la complexité de leur composition, seront utilement soumises à des essais physiques d'une certaine sévérité, notamment :

Essai d'absorption d'eau : la quantité d'eau que peut absorber une peinture pouvant varier de 2 à 30 % donne une idée de sa perméabilité et par conséquent de son pouvoir protecteur.

Essais d'élasticité et d'adhérence par pliage de minces tôles de fer enduites de peinture.

Essais de traction sur films de peinture

Essais de dureté au moyen de scléromètres appropriés (scléromètres de Clemen).

Pour comparer la résistance de peintures aux agents atmosphériques, on les soumettra à une atmosphère chargée d'anhydride sulfureux.

Enfin, les peintures exposées à l'action de certains liquides : eau de mer, solutions acides ou alcalines, seront soumises en laboratoire à des immersions dans des solutions de même nature.

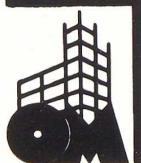


Fig. 146. Pont sur le canal à Boom peint à l'Acierine.

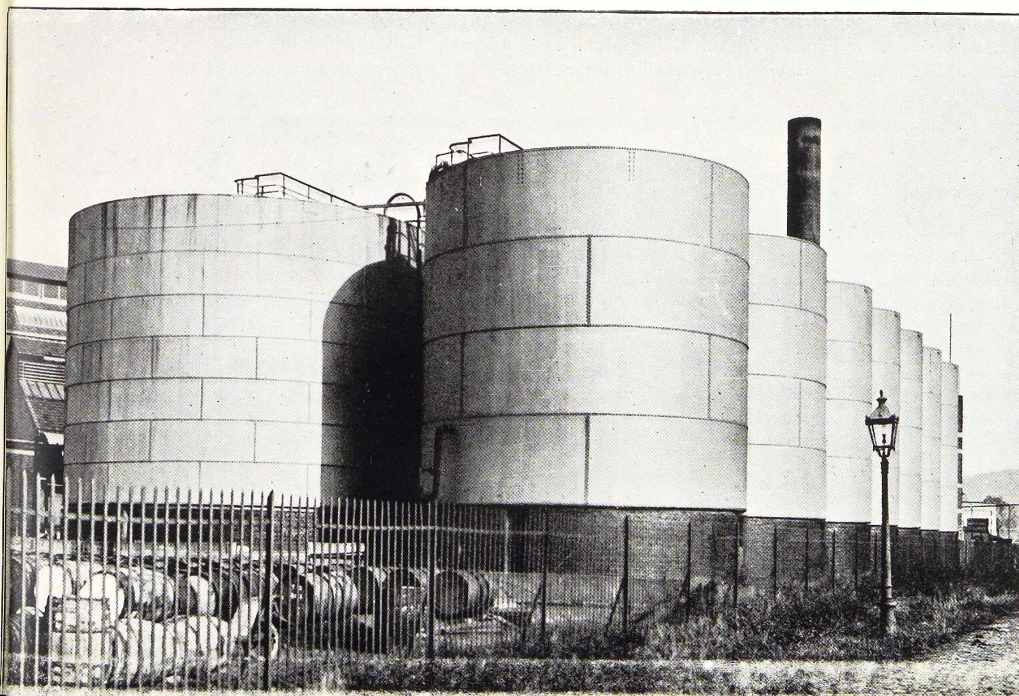
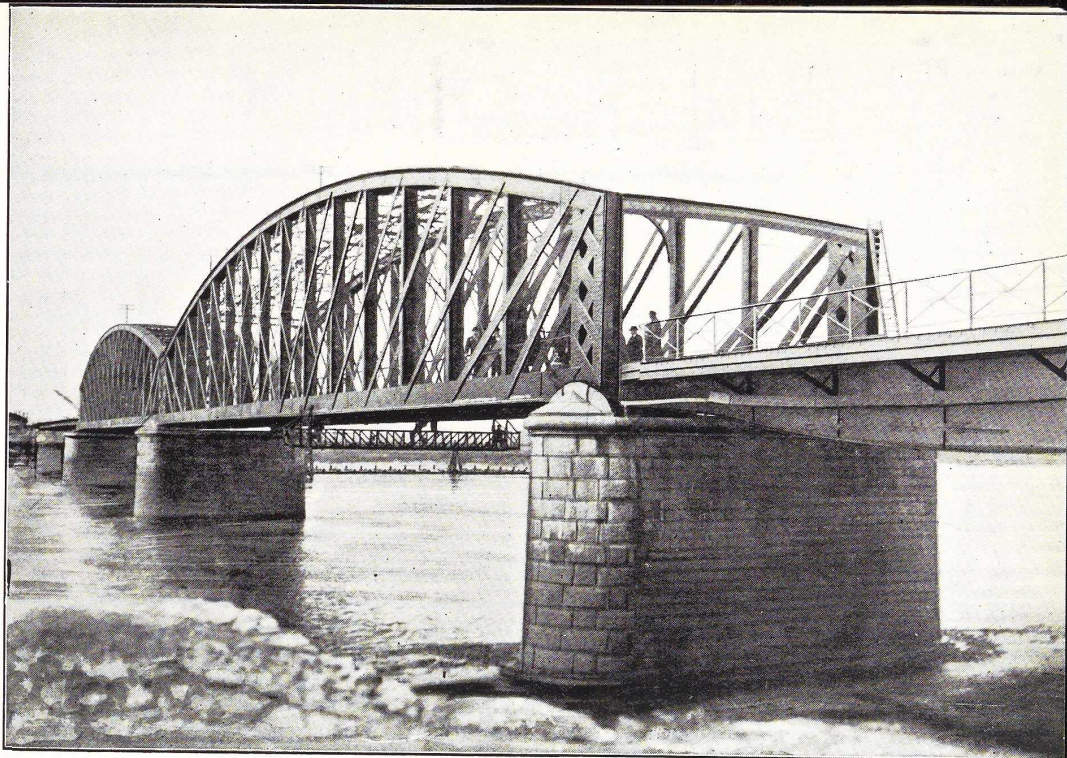
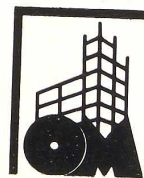


Fig. 147. Tanks à huile des Savonneries Lever Frères (Usine de Forest) peints à l'Acierine.

175



La déformation en palier de l'acier substituée à la loi de Hooke comme base de calcul de la résistance des ponts et charpentes métalliques

par **N.-C. Kist**,
Professeur à l'Université Technique de Delft.

L'acier est loin d'avoir donné la mesure de ses possibilités. Nous savions tous confusément que l'acier doux ordinaire de construction offrait les plus grandes garanties de sécurité; mais ce sera l'honneur du professeur néerlandais **N.-C. Kist** d'avoir mis en éclatante lumière les bienfaits de la **ductilité**. Grâce à elle, les constructions hyperstatiques en acier se prêtent automatiquement aux imperfections de nos hypothèses et de nos modes de calcul; il n'y a plus lieu de prendre en considération ces fameux efforts secondaires dont il fut tant question; il faut noter en outre que les sections transversales, sollicitées par flexion, sont mieux utilisées qu'on ne le supposait et réalisent une sécurité bien supérieure à celle calculée par la loi de Hooke. **Le métal ductile, en se déformant, permet de tirer parti des réserves de résistance là où elles se trouvent.** La ductilité explique la bonne tenue étonnante des ponts rouillés et sollicités bien au delà de leur capacité supposée; elle seule peut rendre compte de la résistance insoupçonnée des poutrelles enrobées dans le béton.

L'**Ossature métallique** est heureuse de pouvoir présenter à ses lecteurs le mémoire de M. Kist tel qu'il a été publié récemment par la revue **Science et Industrie**.

Différentes contributions nouvelles à l'étude de la ductilité, émanant de professeurs et d'ingénieurs belges les plus qualifiés, feront prochainement l'objet de communications à l'Association belge pour l'Étude, l'Essai et l'Emploi des Matériaux (A. B. E. M.) à Bruxelles. Notre revue publiera les comptes rendus détaillés de ces communications et des discussions qui les auront suivies.

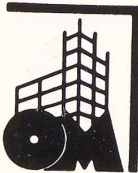
O. M.

Le sujet que je vais traiter concerne les calculs, conçus d'une manière nouvelle, de la résistance des charpentes métalliques.

L'un des fondements classiques de ces calculs est la loi de proportionnalité entre la force qui agit et de la déformation qui en résulte. C'est, comme on sait, l'Anglais Hooke qui l'a énoncée en 1672 en ces termes: « *Ut tensio sic vis* ». Il ne serait pas étonnant toutefois que cette loi ne fût pas exactement applicable à nos constructions en acier. J'espère démontrer, même, qu'elle ne

l'est pas et qu'on ne l'applique qu'en apparence aux calculs de la résistance des ponts et charpentes métalliques.

Le rapport entre la force qui agit et la déformation qui en résulte est, comme on sait, très compliqué. La figure 151 est un diagramme qui indique les allongements subis par une éprouvette quelconque, en acier doux, travaillant à la traction. Les ordonnées représentent les efforts, les abscisses représentent les allongements. On voit que la relation entre efforts et déformations qui



en résultent est loin d'être simple ; elle est même trop compliquée pour qu'on puisse élaborer une méthode de calculs qui la prenne pour base. On doit donc chercher une simplification. D'après Hooke, on obtient cette simplification en adoptant l'hypothèse de la « proportionnalité ».

Mon intention est de démontrer que, pour calculer la résistance des ponts et charpentes en acier, il vaut mieux se servir d'une autre hypothèse. Cette hypothèse est basée sur la « déformation au palier » ; je l'énoncerai un peu plus loin de façon précise.

Mais, tout d'abord, je désire montrer qu'on établirait les dimensions des ponts en acier, bien autrement qu'on ne le fait si, en faisant l'étude, on applique « rigoureusement » l'hypothèse de la proportionnalité de la force et de la déformation, au calcul des efforts, comme on prétend le faire et comme essaierait de procéder un jeune ingénieur, bon élève, frais émoulu des écoles, auquel on aurait confié un premier projet de pont en acier du type courant, qu'il voudrait calculer en appliquant les règles qu'on lui a apprises à l'école. Dans un tel pont, les poutres principales sont des poutres triangulées ; elles portent un tablier situé entre leurs membrures inférieures. Le tablier consiste en pièces de pont qui relient les nœuds inférieurs des deux poutres principales, et en longerons, qui sont fixés aux pièces de pont. Il y a, de plus, un contreventement qui réunit les membrures supérieures des poutres principales, et un deuxième contreventement qui réunit les membrures inférieures. Ce deuxième contreventement est situé dans le plan au-dessous des membrures inférieures des poutres principales et au-dessous des semelles inférieures des pièces de pont. Les assemblages sont rivés. C'est donc bien là un pont du type absolument courant.

Les poutres principales du pont sont des poutres triangulées. On calcule de telles poutres, comme si les éléments dont elles sont composées étaient articulés en leurs extrémités. En procédant ainsi, l'élaboration du calcul des poutres est simplifiée de beaucoup, et ce calcul montre que les forces ont pour lignes d'actions les lignes axiales des éléments. A la vérité, les nœuds ne sont pas articulés ; ils sont au contraire rivés, donc rigides. Il en résulte que dans la

réalité les éléments subissent des efforts de flexion qui majorent d'autant les efforts fournis par le calcul.

Notre jeune ingénieur ne négligerait nullement les moments fléchissants ainsi créés et son étude conduirait à des éléments dont les sections seraient plus fortes que celles auxquelles conduisent les calculs habituels. Le calcul des moments fléchissants précité est difficile, mais il n'est pas impossible, comme l'a déjà montré l'ingénieur néerlandais, Dr Schroeder van der Kolk, en 1889. Ce dernier a calculé et construit des ponts d'après une méthode dans laquelle la majoration des efforts causés par les moments fléchissants en question est prise en considération. La publication de ces calculs date de 1890. On a beaucoup admiré les travaux de Schroeder van der Kolk, on en a beaucoup parlé ; mais il est curieux de constater que l'on continue à calculer les poutres triangulées comme si leurs nœuds étaient articulés et, en Hollande même, on n'a pas appliqué le schéma de Schroeder van der Kolk aux treillis des ponts construits ultérieurement.

Passons maintenant aux pièces de pont. En calculant ces pièces, on considère comme nuls les moments fléchissants dans leurs assemblages avec les montants. Mais ces joints sont des assemblages rivés ; donc rigides. La pièce de pont fléchit sous la sur-

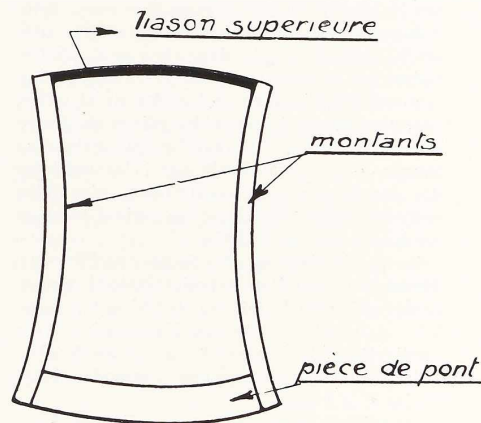
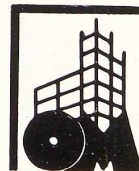


Fig. 148. Schéma montrant le fléchissement des montants, produit par le fléchissement des pièces de pont.



charge. De ce fait, ses extrémités s'inclinent et les montants fléchissent, comme l'indique la figure 148. Notre jeune théoricien tiendrait compte des moments fléchissants des montants, ce qui le conduirait finalement à établir ces montants à un équarrissage plus fort qu'on ne le fait d'ordinaire.

Voyons maintenant comment se comporte le contreventement inférieur sous l'effet de la surcharge verticale du pont (non pas sous l'action du vent). Dans la plupart des ponts, ce contreventement inférieur est composé de croix de Saint-André, prises dans des rectangles, formés par les membrures inférieures des poutres principales et par les semelles inférieures des pièces de pont. Par l'effet de la surcharge du pont, les membrures inférieures et les semelles inférieures des pièces de pont travaillent à la traction et s'allongent simultanément. Le rectangle s'agrandit, comme l'indique la figure 149.

Mais il faut alors que les diagonales du rectangle s'allongent de même et dans la même proportion. De ceci, il résulte que les barres du contreventement inférieur travaillent à la traction par l'effet de la charge verticale du pont, de la même manière que les membrures et que les pièces de pont.

On ne tient pas compte de ce travail dans les calculs ; il est cependant, et à lui seul, très considérable, et il faut encore lui ajouter le travail dû aux efforts du vent. Ordinairement ce sont ces derniers efforts qui seuls sont envisagés dans le calcul. Notre théoricien ferait autrement ; il élargirait les sections des membrures inférieures et celles des semelles inférieures des pièces de pont, afin de restreindre l'agrandissement du rectangle, et il agrandirait aussi les sections des barres du contreventement, de telle sorte que le travail total ne puisse monter au-dessus du taux admis.

Ce que je viens de mentionner suffit pour démontrer que l'on calculerait tout autrement qu'on ne le fait, si, en faisant le projet, on tenait compte des déformations par application rigoureuse de la loi de Hooke.

J'ajouterai encore un exemple bien typique.

On admet généralement que l'effort dans une plaque, percée d'un trou de rivet, se répartit uniformément dans la section du métal conservé autour du trou. En 1908,

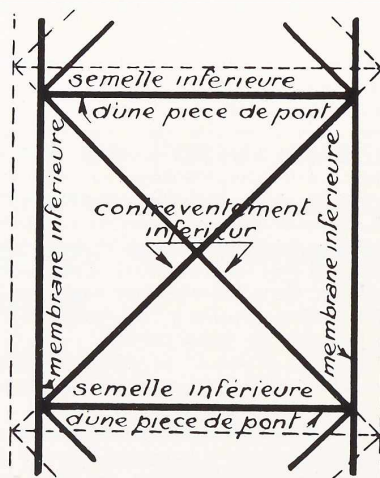
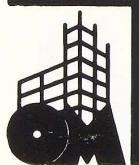


Fig. 149. Schéma montrant le travail du contreventement inférieur produit par la charge verticale du pont.

le Dr Alphonse Léon a démontré que ceci est faux et que les efforts moléculaires dans le métal situé au bord d'un trou circulaire, percé dans une large tôle, atteignent le triple des efforts qui se produiraient dans le métal si la tôle n'avait pas été entamée. Quelle différence entre la réalité et la façon habituelle d'établir le calcul ! Ainsi, pour une pièce de 10 centimètres de largeur, percée d'un trou de 2 centimètres, le travail aux bords d'un trou dépasse de 200 % (au lieu de 25 %) le travail dans une partie non entamée. Le Dr Léon est arrivé à ce résultat, en appliquant la théorie de l'élasticité, c'est-à-dire en considérant les déformations des particules infiniment petites autour du trou et en appliquant la loi de Hooke. Le résultat mathématique des recherches de Léon n'est pas contestable et est connu de tous. On n'en a jamais tenu compte cependant en construisant des ponts ou des charpentes. La figure 150a montre la répartition des efforts dans une coupe de la tôle en travers du trou, d'après les calculs du Dr Léon.

Notre jeune ingénieur tiendrait compte minutieusement des résultats acquis par le Dr Léon, et il adopterait, pour les pièces percées de trous, c'est-à-dire pratiquement pour toutes les pièces, des sections plus de deux fois plus grandes que celles dont fait choix un ingénieur habituel.



limite d'élasticité apparente

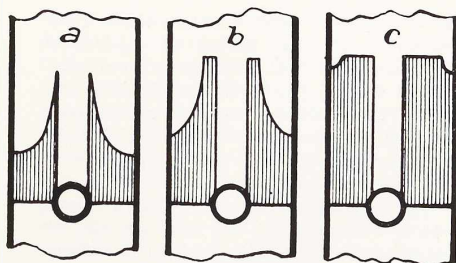


Fig. 150. Répartition des efforts moléculaires dans une plaque percée d'un trou.

La conclusion que j'ai tiré de tout ceci c'est qu'en beaucoup de cas (on peut dire en règle générale), on ne tient pas compte de la déformation en calculant le travail dans les ponts et les charpentes. Il faut cependant reconnaître qu'il y a des exceptions dont je parlerai plus loin.

Il est remarquable de constater par ailleurs qu'en adoptant et utilisant bon nombre de règles pratiques qui sont en contradiction avec les résultats d'un calcul minutieux, on n'a jamais compromis l'équilibre de la construction, soit dans son ensemble, soit dans l'une de ses parties. Or, ces règles pratiques ne s'appliquent qu'à des constructions hyperstatiques. En calculant une poutre triangulée, comme si les nœuds étaient des articulations, on ne compromet pas l'équilibre. Pas plus qu'on ne le compromet en négligeant, soit le moment fléchissant dans l'assemblage d'une pièce de pont à un montant, soit la tension du contreventement inférieur par suite de l'allongement des membrures inférieures. On ne compromet pas non plus l'équilibre, en admettant que l'effort, dans une section percée d'un trou, se répand uniformément sur l'aire qui reste.

L'évaluation des grandeurs, qui ne sont pas déduites de l'équilibre, c'est-à-dire des grandeurs hyperstatiques, se heurte à de grandes difficultés et ne peut donc pas être poussée à fond. On pourrait cependant arriver à des approximations beaucoup plus grandes que celles adoptées généralement. Il serait très possible, par exemple, d'évaluer le moment fléchissant agissant dans l'assemblage des montants aux pièces de pont, en considérant l'ensemble de deux montants avec la pièce de pont ainsi que

la liaison des montants au-dessus du tablier, comme un portique. On pourrait faire entrer dans les calculs l'allongement des barres du contreventement inférieur causé par la charge verticale du pont. Il serait aisé d'appliquer le résultat des recherches du D^r Léon. On le ferait en supposant que le travail d'une pièce, percée d'un trou, égale le triple du travail dans une section normale non entamée. La difficulté de l'évaluation exacte des forces hyperstatiques est sans doute la cause de l'adoption de tant de règles pratiques ; mais elle ne justifie pourtant pas de tels procédés et ce dilemme se pose : ou bien les ingénieurs calculent mal, ou bien la théorie, appliquée rigoureusement, est mauvaise. Le fait que l'on arrive à des résultats satisfaisants, en se contentant de calculer imparfaitement, conduit à accepter la seconde supposition.

La théorie est basée sur deux principes irrécusables :

1^o Les forces qui agissent sur une construction, ou sur une de ses parties, sont en équilibre ;

2^o Après déformation produite par les efforts, de même qu'avant, l'ensemble repose sur ses appuis et ses diverses parties sont adaptées l'une à l'autre.

La nécessité de l'équilibre est indiscutable et il est également indiscutable qu'aussi bien après qu'avant déformation due aux efforts, la construction porte sur ses appuis, et les parties en lesquelles on peut imaginer qu'elle est divisée s'adaptent l'une à l'autre. La seule question douteuse, c'est l'estimation de cette déformation. Etant donné que la relation entre la force et la déformation qui en résulte est très compliquée, on ne saurait venir à bout du calcul si l'on se basait sur la relation réelle. Il faut donc recourir à une simplification de cette relation. D'après Hooke, la simplification consiste à adopter la relation linéaire. Comme nous venons de le voir, cette simplification est très loin de la réalité.

Considérons de nouveau le diagramme qui représente les allongements subis par une tige en acier doux travaillant à la traction. Ce diagramme est dessiné dans la figure 151 avec deux lignes AD et BC dont je parlerai d'ici peu.

Les abscisses représentent les allongements



en pour cent de la longueur, et les ordonnées représentent les efforts correspondants. On a mesuré les allongements sur 200 millimètres de la partie centrale d'une éprouvette en acier doux quelconque. L'essai a été exécuté dans un des laboratoires de l'Université technique à Delft, en Hollande, avec un appareil qui indique les allongements d'une façon plus précise que ne le font les appareils ordinairement employés pour la recette des matériaux.

L'appareil d'essai est agencé de telle sorte qu'en faisant croître graduellement la longueur de l'éprouvette, l'appareil dessine automatiquement le diagramme des allongements et des efforts simultanés qui agissent sur l'éprouvette.

Examinons ce diagramme. Dans la première partie, les allongements sont si minimes qu'à l'échelle de la figure princi-

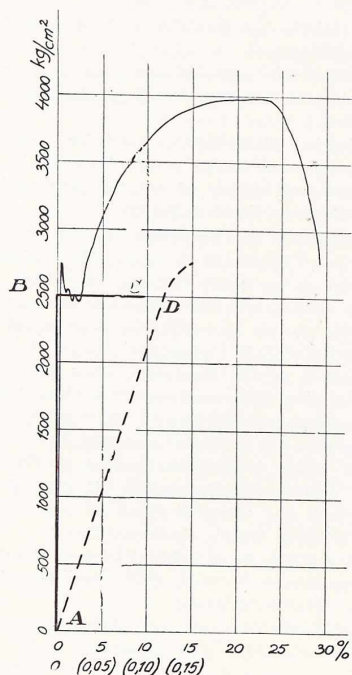
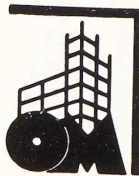


Fig. 151. Diagramme montrant les allongements d'une éprouvette en acier travaillant à la traction et les hypothèses pour simplifier ce diagramme.

pale ils sont presque imperceptibles. Pour cette raison, cette partie est également représentée par un diagramme auxiliaire, qui est dessiné par la ligne pointillée AD. Les abscisses de ce diagramme auxiliaire sont 100 fois plus grandes que celles de la figure principale. Dans cette partie de la courbe, la relation proportionnelle de Hooke se vérifie pratiquement bien. Jusqu'à ce que le travail ait atteint 2.000 kilogrammes par centimètre carré, on ne peut pas constater de déviation de la ligne droite, c'est-à-dire d'écart par rapport à la loi de Hooke. Entre 2.000 et 2.700 kilogrammes par centimètre carré, l'écart par rapport à la proportionnalité est encore si faible qu'il ne peut influencer grandement la répartition des efforts dans une construction. En faisant croître l'allongement, on constate une chose bien singulière, c'est que la force tombe un petit peu, sans que la résistance de l'éprouvette soit épuisée. Au contraire, l'éprouvette doit subir une force bien plus grande avant de casser. Si l'on fait croître l'allongement, celui-ci monte de 0,15 % jusqu'à 2,5 %, tandis que l'effort reste le même, sauf quelques fluctuations peu importantes. Quand l'allongement a atteint à peu près 2,5 %, la force de résistance de l'éprouvette va monter à nouveau, jusqu'à ce qu'un second maximum soit atteint, qui est voisin de 4.000 kilogrammes par centimètre carré. L'allongement est alors de 25 %. Faisant croître encore l'allongement, la force va décroître jusqu'à ce que, pour une valeur d'allongement égale à 29 %, la barre se rompt. Si l'on recommence l'expérience avec une autre barre en acier doux, on obtient des chiffres quelque peu différents, mais l'allure du phénomène ne varie pas. C'est également le cas avec des aciers plus résistants que l'acier doux ordinaire, sauf que les efforts sont plus grands et les allongements correspondants plus petits.

En faisant porter l'essai sur une barre en acier de l'espèce de celui utilisé dans la construction des ponts et des charpentes, on est conduit invariablement au phénomène décrit ci-après.

Dans la première partie du diagramme, les allongements sont minimes. En un certain point, appelé, comme on sait, « limite d'élasticité apparente », la force, sauf quelques fluctuations, reste la même, tandis



que l'allongement s'accroît de 0,1 ou de 0,2 % jusqu'au décuple ou davantage même. Cette dernière portion du diagramme constitue le « palier ». En faisant croître l'allongement, la force va encore augmenter, atteindre le maximum, pour décroître ensuite jusqu'à ce que l'éprouvette se brise.

La loi de Hooke n'est juste que pour la première partie du diagramme, pour laquelle les allongements sont élastiques et proportionnels à la force appliquée. Cette loi est représentée par la portion AD du diagramme auxiliaire (abscisses multipliées par 100). La loi de Hooke est donc une simplification, limitée à la première partie du diagramme.

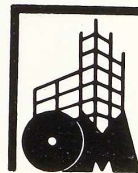
En appliquant la loi de Hooke, la déformation au palier et celle qui lui fait suite sont négligées. *Cependant la déformation au palier constitue une particularité très heureuse des propriétés de l'acier.* En effet, si en surchargeant une construction, on atteint l'effort au palier, l'acier va se déformer quelque peu en cet endroit, *tout en continuant à résister.* Il arrivera alors que d'autres parties de la construction, ou la même partie, mais en des endroits avoisinants, résisteront à l'excès de charge. Non seulement la fibre qui, suivant les calculs basés sur l'hypothèse de la proportionnalité, doit prendre la plus grande charge, mais aussi d'autres fibres avoisinantes, travailleront à l'effort du palier, avant qu'il ne se produise une déformation excessive.

Considérons, par exemple, la surtension autour d'un trou. Supposons que la charge de la plaque percée aille en croissant, jusqu'à ce qu'il y ait une déformation inadmissible. Au début, il se produit une répartition des efforts conforme aux calculs du Dr Léon (fig 150a). Ceci se poursuit jusqu'à ce que les efforts au bord du trou aient atteint la limite d'élasticité apparente. En augmentant davantage la charge, la déformation continue à augmenter, mais les efforts aux bords du trou restent sensiblement les mêmes, puisque, pour des allongements allant de 0,2 à 25, %, l'effort reste à peu près constant. En des endroits un peu éloignés du trou, la déformation augmente également et, en ces points, les efforts atteignent celui du palier. Ainsi la zone où cette valeur d'effort a été atteinte s'élargit, comme l'indiquent successivement les figures 150b et 150c. Cependant,

tant que les fibres extérieures de la plaque n'ont pas atteint le taux d'effort du palier, la déformation reste limitée. Il n'y a pas de déformation qui puisse être nuisible, tant que la déformation aux bords extérieurs de la section reste en dessous de celle de la limite d'élasticité apparente, c'est-à-dire au-dessous d'à peu près 0,15 %. Mais, si l'effort aux bords extérieurs de la plaque atteint celui du palier, il pourra se produire un allongement de plusieurs pour cent. La charge qui cause un tel effort représente la « charge critique ». On obtient sa valeur en multipliant l'aire de la section nette par la valeur de l'effort du palier. *Au moment critique, l'effort dans toute la section est celui du palier. A ce moment la force est uniformément répartie, sauf les différences peu importantes du travail en divers points du palier.* Autrement dit, au moment critique, la répartition de l'effort dans la section traversant le trou est en accord avec la règle pratique, mais n'est pas en accord avec le calcul rigoureux, basé sur la proportionnalité.

Envisageons maintenant le travail d'un élément d'une poutre triangulée, causé par la charge du pont. L'élément subit une force statique et un fléchissement hyperstatique, causé par la rigidité des assemblages. Supposons que la force, à elle seule, produise un effort qui tombe justement en dessous de la limite d'élasticité apparente. La rigidité des assemblages aux extrémités occasionnera un fléchissement de l'élément qui est limité par l'effet de cette rigidité même. Le fléchissement se traduira par une déformation plastique sur une partie des sections de l'élément. Mais, comme l'autre partie de ces sections ne subit pas d'augmentation d'effort, celui-ci restera, en cette autre partie, au-dessous de la limite d'élasticité apparente, et la déformation en cet endroit restera en dessous de 0,15 %. De ce fait, la déformation de l'élément est limitée et inoffensive.

Considérons à nouveau maintenant le fléchissement des montants, causé par le fléchissement des pièces de pont, représenté par la figure 148. D'après les règles pratiques habituelles, on suppose qu'il ne se produit que des efforts axiaux dans les montants. Supposons qu'il s'agisse d'une trac-



tion. Le fléchissement occasionne des efforts de traction du côté intérieur des montants, ce qui augmente les efforts primaires. Supposons que les charges du pont aillent en croissant jusqu'à ce qu'il se produise un allongement inadmissible des montants. Au début, les efforts dans les bords intérieurs sont beaucoup plus grands que ceux dans les bords extérieurs ; tous deux augmentent, cependant ; mais, quand les efforts des fibres intérieures ont atteint la limite d'élasticité apparente, ces efforts n'augmentent plus. Dans une section d'un montant, il se forme une zone, de plus en plus large, dans laquelle l'allongement continue de croître, mais où l'effort, étant celui du palier, reste stationnaire. L'allongement du montant reste limité tant que les zones dans lesquelles la limite d'élasticité apparente a été atteinte ne s'étendent pas jusqu'aux fibres extérieures du montant. Ce n'est que lorsque les efforts dans ces fibres extérieures ont atteint celui du palier que la tendance à la production d'un allongement inadmissible, de plusieurs pourcents, va se manifester. C'est là le moment critique. A ce moment, dans toute l'aire des sections, les efforts sont ceux du palier et sensiblement égaux entre eux. Ainsi donc, pour connaître la charge critique du montant, il faut multiplier l'aire de sa section par l'effort du palier. Le fléchissement ne produit pas une diminution de la charge critique.

De même, les allongements des éléments du contreventement inférieur, causés par l'allongement des membrures inférieures des poutres principales et par celui des semelles inférieures des pièces de pont, ne sont pas fâcheux. Après avoir subi un petit allongement, ces éléments peuvent résister aux efforts, causés par le vent, tout aussi bien qu'avant.

Appliquer rigoureusement la loi de la proportionnalité serait exact pour une construction en verre, mais ne l'est pas pour une construction faite avec un métal ductile.

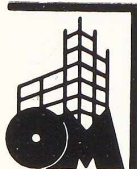
On peut faire entrer la plasticité de l'acier dans les calculs. Le calcul devient même très simple, si l'on néglige, d'une part, la petite déformation qui se manifeste avant que la limite d'élasticité apparente n'ait été atteinte et, d'autre part, l'augmentation de l'effort au-dessus du palier. Dans ces

conditions, le diagramme de résistance suit la ligne ABC de la figure 151. Pour commenter cette hypothèse, je suppose que la surcharge augmente progressivement jusqu'à l'affaissement de la construction. Les déformations seront, au début, proportionnelles aux efforts, et tous deux augmenteront proportionnellement à la surcharge. Ce phénomène se continue jusqu'à ce qu'en un certain endroit la limite d'élasticité apparente ait été atteinte. La surcharge continuant à croître, l'effort n'augmente plus en cet endroit, mais il augmente en tous les autres endroits. En beaucoup de points, la limite d'élasticité sera atteinte ainsi successivement et, en ces points, l'effort n'augmentera plus, mais bien la déformation. Celle-ci reste faible cependant, aussi longtemps qu'elle reste solidaire de la déformation aux endroits où la limite d'élasticité n'a pas encore été atteinte et où la déformation est dès lors minime. La déformation importante, provoquant l'affaissement de la construction, n'apparaît que lorsque la surcharge, et la déformation qui en résulte, auront progressé de telle sorte que, dans toutes les parties coopérant au soutien de la charge, la limite d'élasticité apparente aura été atteinte. Il suffit donc de rechercher la surcharge pour laquelle le travail est celui qui correspond à la limite d'élasticité apparente dans les parties coopérant au soutien, ou, plus exactement, et pour des raisons de sécurité, d'admettre une surcharge moindre.

En procédant ainsi, on arrive à une répartition des forces telle que le travail est le même dans toutes parties coopérantes, donc à la répartition la plus favorable, pour la résistance de la construction, s'alliant à l'équilibre.

C'est là une conclusion de la plus haute importance. Nous y sommes arrivés en cherchant la valeur de la surcharge critique qui produirait l'affaissement du pont. Afin d'introduire un surcroît de sécurité dans les calculs, il faudrait réduire la plus grande charge ainsi obtenue en multipliant sa valeur par un coefficient de réduction approprié.

Avec les méthodes habituelles, on introduit le surcroît de sûreté dans les calculs, en n'acceptant qu'un taux de travail qui tombe de beaucoup au-dessous de la limite d'élas-



licité apparente. Cette dernière façon de procéder mène à appliquer l'hypothèse de Hooke. Il n'est pas logique cependant de procéder de cette manière. L'unique question est de savoir si le pont tiendra ou non, et non pas si le taux de fatigue dépassera une certaine valeur.

Etant donné que la répartition des efforts est celle qui, tout en s'alliant à l'équilibre, est la plus favorable pour la résistance de la construction, il n'est pas fâcheux que l'ingénieur, qui établit un projet, adopte, pour les grandeurs hyperstatiques, des valeurs arbitraires et détermine ensuite les dimensions de telle sorte que le taux admis pour le travail ne soit pas dépassé. Ceci permettra toujours une répartition des efforts, telle que ce taux ne soit pas dépassé. C'est celle qui est en accord avec les valeurs adoptées pour les grandeurs hyperstatiques.

On pourrait faire la remarque que la répartition des efforts, qui résulte des valeurs hyperstatiques adoptées par le constructeur, ne conduit pas nécessairement aux valeurs les plus favorables pour le projet étudié. Notamment, si certaines parties ont été prises plus fortes que ne l'indiquent les calculs, une répartition plus favorable des efforts est souvent possible. S'il en est ainsi, le surcroît de sécurité est un peu plus grand qu'il n'est normalement, ce qui ne peut faire de mal.

Nous voici donc amenés à la conclusion qui suit :

En faisant le calcul pour établir un projet, toute supposition concernant les forces hyperstatiques est valable.

Ainsi donc le calcul, qui résulte de l'hypothèse unique de la déformation au palier, est beaucoup plus aisé à effectuer que celui qui résulte de l'hypothèse de la proportionnalité. En suivant le premier, on n'a pas à évaluer les valeurs des forces hyperstatiques, on peut adopter ces valeurs arbitrairement, en établissant le projet. Mais, nous voici tout bonnement amenés à résoudre les calculs qui sont bien ceux que les constructeurs de ponts et de charpentes appliquent en réalité. Dans tous les cas d'espèce, dont j'ai fait mention au début, l'ingénieur qui établit un projet adopte sans calculs une répartition des efforts en rapport avec les conditions d'équilibre et détermine ensuite les

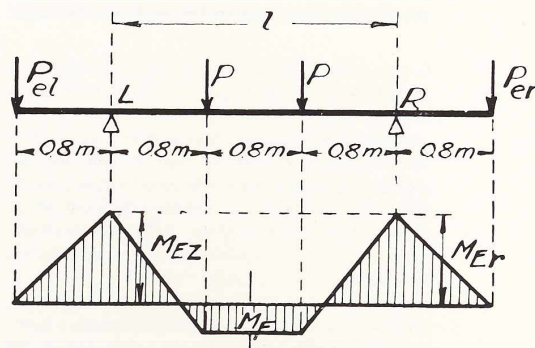
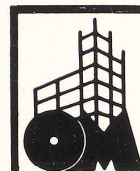


Fig. 152. Ligne représentative des moments fléchissants agissant dans une poutre encastree.

dimensions de telle sorte que le travail ne dépasse pas le taux admis.

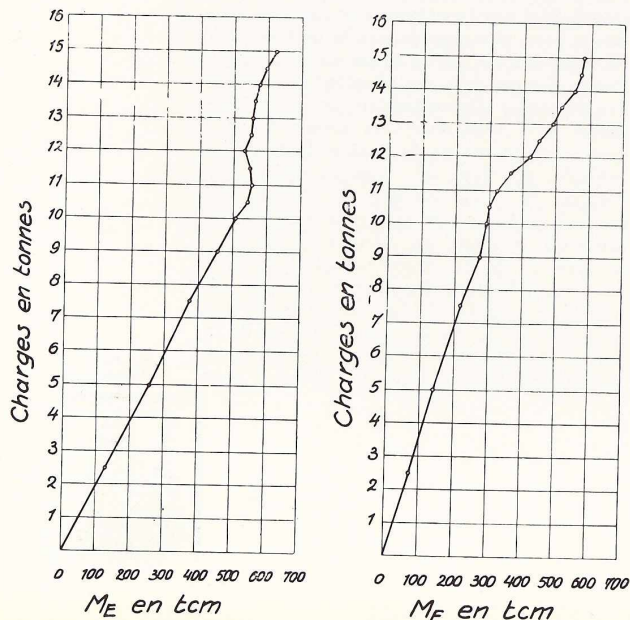
Il faut reconnaître toutefois qu'il y a quelques détails dans les calculs où l'on fait une application réelle de la proportionnalité. On procède ainsi notamment pour le calcul des moments de flexion dans les poutres continues ou encastrees, ainsi que pour le calcul de la distribution des efforts moléculaires, agissant sur la section transversale d'une poutre et qui sont dus à un moment fléchissant. Un ingénieur allemand, le professeur Mayer-Leibnitz, a réalisé des expériences très intéressantes à ce sujet (*Bautechnik*, 1928, nos 1 et 2, et 1929, n° 20).

Mayer-Leibnitz a expérimenté une poutre à larges ailes encastree, chargée par deux forces, placées symétriquement sur la poutre. Les moments d'encastrement sont des grandeurs hyperstatiques. D'après le calcul, basé sur la proportionnalité, ces moments sont plus grands que le moment fléchissant dans la partie située entre les deux forces. D'autre part, en adoptant les valeurs des moments d'encastrement les plus favorables à la résistance, ces moments sont égaux aux moments de flexion de la partie centrale, et, dans de telles conditions, le résultat du calcul est que les charges qui causent l'affaissement sont plus grandes que celles qui résultent du calcul basé sur l'hypothèse de Hooke. Mayer-Leibnitz augmentait graduellement les charges et déterminait les moments d'encastrement, ainsi que ceux de flexion de la partie centrale de la poutre, dans les divers stades de l'expérience. Finalement il comparait la charge, pour



laquelle les semelles de la poutre commençaient à flamber, avec la charge critique donnée par les calculs. Voici comment il a exécuté l'expérience. La poutre, posée sur deux appuis, débordait en dehors de ces appuis, de façon que ses extrémités constituaient deux consoles, comme le montre la figure 152. En chargeant la partie centrale (force P), on chargeait en même temps les extrémités des consoles (force P_{el} et P_{er}), en procédant de telle manière que la poutre, au droit des appuis, restât exactement horizontale. Pour contrôler ce point, on avait placé des niveaux à bulle d'air sur la poutre exactement au-dessus des appuis. En procédant ainsi, on obtenait un encastrement parfait aux points L et R et on obtenait la valeur des moments d'encastrement en multipliant les charges aux extrémités par la longueur de la console. Des moments d'encastrement, on déduisait le moment fléchissant de la partie centrale. La figure 152 montre, dans sa partie basse, le diagramme représentatif des moments fléchissants d'après la loi de Hooke. M_{er} et M_{el} sont les moments d'encastrement ; M_F est le moment de flexion dans la partie centrale de la poutre.

La figure 153 représente les diagrammes des valeurs des moments de flexion et d'encastrement de la poutre précédente, pour les charges croissantes, valeurs mesurées par les expériences de Mayer-Leibnitz. A gauche, sont représentés les moments d'encastrement ; à droite, les moments de flexion de



la partie centrale. Les abscisses représentent ces moments, les ordonnées, les charges.

Dans la première partie des diagrammes, où les charges sont petites, les moments d'encastrement sont à peu près le double des moments de flexion de la partie centrale, ce qui est bien d'accord avec le calcul basé sur la proportionnalité. Dans cette partie du diagramme, les moments augmentent proportionnellement aux charges, ce qui va également en accord avec le calcul d'après Hooke. Mais, à partir d'une certaine charge, il se produit un changement. Quand l'effort au-dessus des appuis a atteint la valeur de la limite d'élasticité apparente, les moments d'encastrement restent stationnaires et le moment de flexion de la partie centrale augmente dans une proportion plus forte qu'au début. A la charge, pour laquelle les ailes qui travaillent à la compression commencent à flamber, les moments d'encastrement et ceux de flexion à la partie centrale de la poutrelle sont sensiblement égaux (600 tcm). Mais ceci représente précisément la distribution des moments, s'alliant à l'équilibre, qui est la plus favorable pour la résistance. Ainsi donc, à la charge pour laquelle la déformation devient inadmissible, c'est-à-dire à la charge critique, la répartition des moments est exactement en accord avec l'hypothèse que je préconise et cette charge est plus forte que ne l'indique le calcul, basé sur l'hypothèse de la proportionnalité.

Voilà donc justifié par l'expérience le phénomène dont j'ai exposé la théorie.

Il y a plus. En introduisant comme travail critique l'effort du palier et en acceptant la distribution des moments fléchissants la plus favorable, Mayer-Leibnitz constatait que la charge critique était de 11 à 16 % plus grande que ne l'indique le calcul. Ceci est de même conforme aux résultats des expériences faites avec une poutrelle, reposant sur deux appuis simples, et pour laquelle les deux hypothèses conduisent au même résultat. Pour se rendre compte des raisons pour lesquelles, dans les deux cas, les charges critiques déduites des expériences sont de 11 à 16 % plus élevées que ne l'indiquent les calculs, il faut prendre garde au mode de répartition des efforts moléculaires dans la section transversale d'une poutre. L'hypothèse de Hooke conduit à

Fig. 153. Diagramme des moments fléchissants agissant dans une poutre encastree d'après les expériences de Mayer-Leibnitz.

admettre que ces efforts se répartissent dans l'étendue de la section, suivant une loi linéaire, comme l'indique la figure 154b. Cette répartition est exacte, tant que les efforts n'atteignent pas la limite d'élasticité apparente. Mais supposons que le fléchissement de la poutrelle aille en croissant. Les efforts dans les fibres extérieures atteindront l'effort du palier, mais ne le dépasseront pas ; ces efforts resteront donc stationnaires, dès que la déformation de ces fibres aura atteint à peu près 0,15 %. La charge de la poutrelle et la déformation allant encore en augmentant, la zone, où l'effort a atteint celui du palier, gagne vers l'intérieur, comme l'indique la figure 154c. Cependant le fléchissement de la poutrelle est limité par les fibres dont le travail n'a pas encore atteint l'effort du palier. La distribution limite est celle représentée par la figure 154d, laquelle représente la distribution la plus favorable pour la résistance. En conformité avec ce mode de distribution, la résistance de la poutrelle est de 16 % plus grande que ne l'indique le mode de distribution habituel, représenté par la figure 154b. Mais 16 %, c'est sensiblement le surplus de résistance des poutrelles examinées. Ainsi, en appliquant l'hypothèse de la déformation au palier à la distribution des efforts moléculaires dans une section, aussi bien qu'à la distribution des moments fléchissants sur la longueur de la poutrelle, le résultat des expériences reste en accord avec le calcul dans tous les cas.

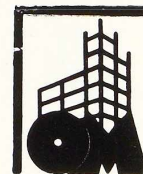
J'ajoute que les expériences ont été faites avec beaucoup de soin. On a essayé plusieurs poutrelles. L'effort du palier a été mesuré sur cinq éprouvettes de chaque poutrelle. Les dimensions de la section d'une poutrelle ont été mesurées pour chaque pièce à part, etc.

Des expériences, faites par le professeur américain H. F. Moore (*Engineering News Record*, 1925, page 225), on peut conclure également que, pour le calcul de la résistance des poutres au fléchissement, il faut se baser sur le diagramme de la figure 154d.

Au début du présent exposé, j'ai montré que, pour la plupart des calculs de résistance, l'ingénieur adopte les valeurs arbitraires pour les efforts hyperstatiques. Ceci est admissible avec l'hypothèse de la déformation au palier, parce que cette hypothèse

conduit à la conclusion qu'il faut adopter les valeurs d'efforts qui soient les plus favorables à la résistance. J'ai envisagé ensuite deux règles de calcul où, par exception, l'ingénieur se base ordinairement sur la loi de Hooke, et j'ai montré que, dans ces deux cas également, la distribution des efforts la plus favorable à la résistance conditionne la charge critique.

On peut alléguer contre les affirmations ci-dessus qu'il résulte des expériences faites par Woehler et d'autres, qu'une surcharge se répétant très souvent à un rythme accéléré, peut provoquer la rupture, même si l'effort appliqué reste au-dessous de la limite d'élasticité apparente. Lorsqu'il s'agit de surcharges de ce genre, il ne faut donc pas compter sur la plasticité. On peut se demander cependant si ces expériences auraient donné le même résultat dans le cas où les surcharges n'auraient pas agi à un rythme aussi accéléré, mais se seraient succédé par intervalles, comme elles le font en pratique sur les ponts. L'expérience avec intervalles est difficile à réaliser, en raison du temps qu'elle nécessite. Le fait constaté cependant, par les expériences du professeur J. A. van den Broek, qu'un repos accordé après une surcharge dépassant la limite d'élasticité, peut influencer sur la limite proportionnelle, indique que des effets provoqués par la surcharge peuvent être annulés par ce repos même. *De plus, la surcharge d'un pont, du moins la surcharge limite, ne se répétera probablement pas un nombre de fois suffisant pour provoquer la rupture sous un effort inférieur à la limite d'élasticité.* Ici, il y a lieu de faire une différence essentielle entre les constructions de l'ingénieur de travaux publics et celles de l'ingénieur mécanicien. L'expérience avec surcharges répétées, dont il a été question plus haut, démontre que l'effort dans les parties mobiles des machines doit rester inférieur à la limite d'élasticité, d'où il résulte qu'il faut suivre, dans ce cas, la loi de Hooke ; mais elle ne conduit pas à conclure qu'il en soit de même pour les calculs de ponts et charpentes. En calculant des parties mobiles de machines, on suit effectivement la loi de Hooke ; dans les calculs de ponts et charpentes, dans la plupart des cas, on ne la suit qu'en apparence.



Puis il y a ceci. D'après des expériences faites par D. J. Mac Adam (*Engineering News Record*, 23 août 1923, p. 298), la répétition d'efforts plus petits que ceux capables de causer la rupture augmente la résistance à la répétition d'efforts plus considérables. Quant aux ponts et charpentes, les surcharges maxima alternent généralement avec des surcharges moins grandes.

Il faut considérer aussi que la déformation due à un effort hyperstatique est limitée. Autrement dit, la répétition d'un effort hyperstatique revient à une répétition d'une même déformation. Ceci n'est pas exactement la même chose que la répétition d'un effort statique, qui peut comporter une déformation quelque peu grandissante.

Il y a lieu, cependant, de faire des réserves. Quand l'allongement ou le raccourcissement dépasse nettement 0,15 % et que la surcharge qui provoque cette variation de longueur se répète souvent (à chaque passage de train sur un pont, par exemple), la répétition de la déformation peut devenir dangereuse. Il se peut, notamment, qu'il se produise une grande déformation, quand il y a un affaiblissement local. Considérons, par exemple, le contreventement inférieur de notre pont. Au début, nous avons exposé que la surcharge verticale du pont, qui produit un allongement des membrures inférieures des fermes et des semelles inférieures des pièces de pont, occasionne, par cela même, un travail très considérable dans les éléments du contreventement. Bien souvent on construit ces éléments, dans la partie centrale du pont, beaucoup plus forts que ne l'enseigne le calcul. Admettons que les assemblages de ces éléments aux goussets soient établis conformément aux calculs. Dans ces assemblages, il se produirait alors un effort égal à la section de chaque élément multipliée par l'effort dû à la surcharge verticale du pont. Un tel effort serait trop grand pour l'assemblage et produirait du jeu dans les rivets. Et il faut éviter que les rivets ne ballottent.

Considérons encore l'assemblage d'une pièce de pont avec un montant. Cet assemblage relie deux pièces rigides. Pour éviter un affaiblissement local, il faut établir l'assemblage de façon qu'il soit aussi résistant à la flexion que la moins forte des parties assemblées, c'est-à-dire aussi résistant à la

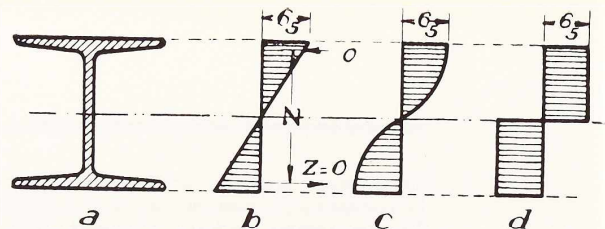


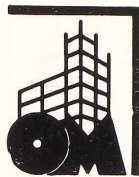
Fig. 154. Répartition des efforts dans la section d'une poutre travaillant à la flexion.

flexion que le montant. Si on ne procède pas ainsi et si on établit l'assemblage d'après le calcul (lequel n'indique qu'un effort tranchant), il faut craindre que les rivets ne soient pas assez résistants pour faire fléchir le montant et qu'ils ne prennent du jeu.

Ainsi donc, en appliquant l'hypothèse que je préconise, il faut éviter des affaiblissements locaux, même dans les cas où, conformément au calcul, on pourrait les tolérer. Mais, en appliquant l'hypothèse de la proportionnalité, complétée par les règles pratiques habituelles, il y a lieu également de les éviter, puisqu'il se peut qu'il y ait une déformation produite par des efforts hyperstatiques qu'on néglige, et qui est concentrée justement au point de faible résistance. Si on faisait le calcul rigoureusement d'après Hooke, on n'aurait pas à craindre cet inconvénient ; mais ceci n'arrive jamais, et il faut éviter dans tous les cas des assemblages moins forts que les parties assemblées. Ceci est considéré, du reste, comme étant de bonne pratique. On établit généralement les assemblages aussi forts que les éléments qu'ils assemblent, même si les éléments sont plus forts que ne l'indique le calcul. On construit, par exemple, les assemblages des pièces de pont avec les montants sous forme bien rigide, malgré que le calcul n'indique qu'un effort tranchant, agissant dans les assemblages, etc.

On fera peut-être la remarque que les considérations précédentes présentent plutôt un intérêt théorique que pratique ; car, d'une manière générale, les calculs appliqués aux constructions visées conduisent aux mêmes résultats que ceux auxquels conduisent ces considérations. Il y a, cependant, des avantages réels à se baser sur l'hypothèse de la déformation au palier, car :

Premièrement, et j'appelle l'attention sur ceci, la plupart des difficultés des calculs s'évanouissent, dès qu'on se rend compte que toute répartition des efforts, s'alliant aux conditions d'équilibre, peut être adoptée, pourvu que les dimensions soient en rapport avec cette répartition. Ceci est sur-



tout important pour l'établissement des détails et permet de calculer bien des détails qui, autrement, n'étaient évalués qu'à l'estime.

Deuxièmement, en se basant sur l'hypothèse que je préconise, il n'y a pas lieu de rechercher des constructions simplement statiques. Il ne faut pas, par exemple, reporter l'effort de la charge de la pièce de pont sur le montant, par un dispositif qui permette la rotation. Il faut préférer, au contraire, les constructions hyperstatiques. Si, pour cause d'accident, d'une faute de construction, d'un défaut dans le matériau, ou pour toute autre raison, une partie du pont fait défaut, il se peut que d'autres parties soulagent la partie faible. Ces autres parties supporteront alors des efforts supérieurs à ceux donnés par le calcul. Grâce au surcroît de sécurité, il y a bonne chance qu'ils puissent supporter l'effort ainsi augmenté.

Ainsi, pour les systèmes hyperstatiques, le surcroît de sécurité est plus efficace que pour les systèmes statiques, puisque, pour les systèmes hyperstatiques, le surcroît de résistance d'un élément peut couvrir, non seulement l'insuffisance de l'élément lui-même, mais aussi celle d'autres éléments. Il fut un temps où l'on s'appliquait à réaliser des constructions statiques ; par exemple, dans divers ponts bâtis en Hollande entre 1879 et 1898, on a fait supporter les pièces de pont par des rotules, ce qui permettait aux entretoises de fléchir sans faire fléchir les montants. Il est utile que l'on puisse contester une telle tendance en disposant d'arguments théoriques.

Troisièmement, il faut remarquer que, pour quelques détails du calcul habituel, on se base réellement sur la proportionnalité, par exemple pour l'établissement de poutrelles à travées solidaires. Dans ces cas, on peut réduire la dépense en adoptant, pour les moments fléchissants hyperstatiques, les chiffres les plus favorables à la résistance.

Quatrièmement, il faut constater enfin que l'adoption, sans calcul, de valeurs hyperstatiques, évite beaucoup de chiffrage et, conformément à l'hypothèse que je préconise, il est permis de procéder ainsi en établissant un projet.

Il est bien évident que l'hypothèse de la

déformation au palier n'est qu'une simplification de la réalité, de même que l'hypothèse de la proportionnalité. Toutes les deux s'écartent beaucoup de la loi qui relie l'effort à la déformation. On pourrait même les comparer, toutes deux, à des caricatures de la réalité. Malheureusement, la réalité est trop complexe pour qu'on puisse la prendre comme base pour le calcul, et il faut, pour cette raison, se contenter d'une simple caricature. C'est, du reste, plus ou moins, ce que l'on fait pour toutes sortes de calculs appliqués. Les mathématiques sont basées sur des hypothèses, et non sur la réalité.

L'essentiel, c'est, d'une part, de faire cadrer le calcul avec les faits, et, d'autre part, de le rendre aussi simple que possible.

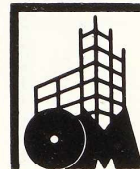
A mon avis, et dans la grande majorité des cas, on parvient mieux à l'un et à l'autre en appliquant l'hypothèse de la déformation au palier qu'en appliquant celle de la proportionnalité.

Pour bien montrer la différence qui existe entre les deux méthodes de calcul, je vais calculer ci-après les moments de flexion dans une poutre encastree de longueur L , portant une charge uniformément répartie sur sa longueur totale ; soit qL la valeur de cette charge. Les moments d'encastrement sont représentés par M . Le moment de flexion au milieu de la poutre a , dans ce cas, pour valeur $\frac{1}{8} qL^2 - M$.

En basant le calcul sur la déformation au palier, on évalue M en exprimant que le plus grand des moments de flexion, soit aux abouts de la poutre, soit en son milieu, est minimum. Il faut, à cet effet, adopter la valeur $M = \frac{1}{16} qL^2$, car les moments de flexion donnés par le calcul ne surpassent nulle part cette valeur.

En se basant sur la proportionnalité, on doit calculer M d'après la ligne élastique ; on trouve ainsi, pour les moments de flexion aux extrémités de la poutre, la valeur $\frac{1}{12} qL^2$ et pour le moment de flexion au milieu de la poutre la valeur $\frac{1}{24} qL^2$.

Ainsi donc, en suivant la méthode de calcul que je préconise, on sera conduit à utiliser une poutre capable de résister à un



moment de flexion égal à $\frac{1}{16} qL^2$, tandis qu'en se basant sur la proportionnalité, il faudra utiliser une poutre plus puissante, puisqu'elle devra résister à un moment de flexion égal à $\frac{1}{12} qL^2$.

Je suis professeur du Cours de Construction des ponts et charpentes en acier à l'Université technique de Delft, en Hollande, depuis 1917.

Comme il m'a toujours paru que l'hypothèse de Hooke constitue une base médiocre pour l'étude des ponts et charpentes en acier, et qu'il vaut mieux se baser, pour ces études, sur la loi de la déformation au palier, j'ai préconisé cette méthode dans mes cours depuis longtemps. Mon expérience, résultant de ces quinze dernières années, me confirme de plus en plus dans cette idée. Si l'on s'en tient à l'hypothèse de Hooke, il faut ajouter à cette hypothèse bon nombre de règles pratiques qui ne sont pas en accord avec elle, et cela pour deux raisons, d'abord pour simplifier l'élaboration du calcul, et ensuite pour corriger les fautes que l'on commet en appliquant rigoureusement la loi de la proportionnalité. Tout ceci embrouille les principes. Par contre, on peut assurer que l'hypothèse de la déformation au palier conduit directement au but, sans qu'il y ait lieu de rechercher des simplifications aux calculs, ni des corrections aux résultats obtenus.

Avant de commencer mon enseignement, j'ai exposé mes idées dans une conférence publique. A ma connaissance, à cette époque, la publication de cette conférence constituait la première publication concernant les calculs de la résistance des matériaux basés sur la déformation au palier. M. Gabor Kacinczy, ingénieur hongrois, avait déjà publié cependant un travail se rapportant au calcul des poutres à travées solidaires, basé sur la plasticité de l'acier. Mais cet exposé, ayant été rédigé en hongrois, m'était inconnu. Plus tard, j'ai publié d'autres mémoires sur la question, parus en particulier dans *Der Eisenbau* en 1920 et dans la *Vie technique et industrielle* en 1921. Vers cette date et depuis, d'autres ingénieurs ont publié de même des mémoires concernant les calculs de résistance basés sur la déformation au palier de l'acier. Voici les travaux que je connais et que je n'ai pas encore cités au cours de cette étude :

De l'ingénieur américain, Edward Godfrey (*Engineering News Record*, de 1920); — des ingénieurs allemands, professeur Schachemeier (*Der Bauingenieur*, de 1922); O. Eiselein (*Der Bauingenieur*, de 1924); Martin Grüning publié en 1926; Schaechterlee (*Der Bauingenieur*, de 1929); — de l'ingénieur hongrois, Gabor-Kacinczy au Congrès international de Liège en 1930; et de moi-même au même Congrès.

N.-C. KIST.

Pour paraître prochainement :

Poteaux et pylones en acier.

Voitures et wagons métalliques de chemins de fer.

La nouvelle Ecole Professionnelle de l'État à Morlanwelz.

Influence de la ductilité sur le calcul et les taux de travail dans les constructions en acier par M. Daubresse, professeur à l'Université de Louvain.

Calcul des assemblages soudés de conception nouvelle dans les ossatures de l'Institut Saint-Raphaël à Louvain.

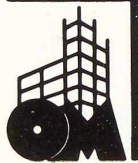
Installation de chargement de hauts fourneaux aux Usines de Differdange.

Les toitures en tôles suspendues recouvrant les silos d'Albany.

Le nouvel Hôtel de Ville de Buffalo (E.-U.).

Le gratte-ciel de la Philadelphia Saving Fund à Philadelphie.

188



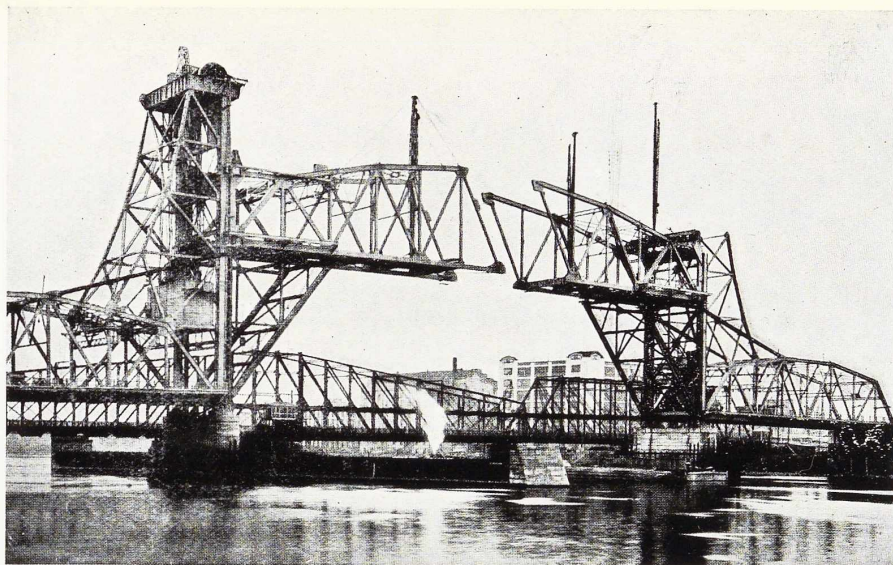


Fig. 155. La travée levante du pont d'Albany-Rensselaer sur le fleuve Hudson, en cours de montage.

D'après « *Civil Engineering* ».

Le pont-levant d'Albany-Rensselaer aux Etats-Unis ⁽¹⁾

La travée mobile de ce pont, qui mesure 106 m. entre axes des appuis, pèse, tout équipée, 2480 tonnes. C'est de loin le pont levant le plus lourd qui ait jamais été construit.

La chaussée est prévue pour quatre lignes parallèles de véhicules: elle mesure 12 m. 80 entre maîtresses-poutres. Deux trottoirs de 1 m. 85 sont établis en encorbellement à l'extérieur des maîtresses-poutres.

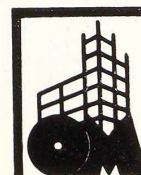
Outre la travée mobile, l'ouvrage comporte 3 travées métalliques fixes

(1) D'après l'article publié sous la signature de M. Shortridge Hardesty, M. Am. Soc. C. E., dans la revue américaine *Civil Engineering*, mai 1933.

de 68 m. 50 et une travée de 52 mètres (fig. 156).

Pour la construction de la partie mobile on fit largement usage d'acier au silicium à haute résistance. On arrive ainsi à alléger dans des proportions appréciables le poids de la construction.

Signalons que le pont nouveau, mis en service le 23 janvier 1933, remplaçait un pont tournant en fer construit en 1883. Après 50 ans de dur service ce pont était encore en parfait état. Toutefois l'accroissement de trafic, tant routier que fluvial, ainsi que l'augmentation considérable des poids des véhicules, forcèrent le Départe-



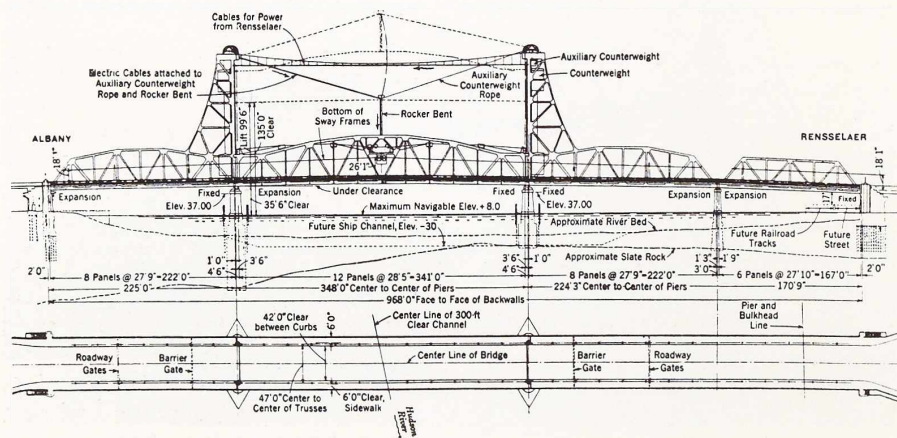


Fig. 156. Pont d'Albany-Rensselaer. Plan et élévation des travées en rivière.
D'après « Civil Engineering »

ment des Travaux Publics de l'Etat de New-York à étudier le remplacement de l'ancien pont (1).

Les plans du nouvel ouvrage prévoient une largeur de chaussée et des trains de charges mobiles fortement augmentés. Le tirant d'air sous la travée mobile, en position fermée, était porté à 10 m. 70 au-dessus des hautes eaux. Tandis qu'antérieurement le tablier était à faible hauteur au-dessus du niveau de l'eau, actuellement la hauteur libre sous le pont permet le passage des bateaux de tonnage moyen, sans nécessiter la manœuvre de la travée levante.

La surélévation du niveau du tablier a permis en outre de faciliter l'aménagement des accès sur les deux rives ; le trafic passant sur le pont enjambe en effet les routes et voies ferrées parallèles au fleuve.

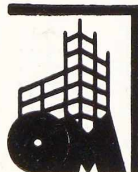
Pour ne pas interrompre le trafic fluvial et par raison de facilité de montage, la travée mobile a été cons-

truite en porte-à-faux à partir des deux portiques d'extrémités. Elle fut supportée, dans sa position supérieure, sur des échafaudages, en forme de consoles, appuyés contre les tours portiques (voir fig. 155).

L'article mentionné donne de nombreux détails sur la construction des parties métalliques, les équipements électriques et mécaniques, les appareillages de sécurité et sur les procédés de montage.

Les auteurs du projet sont MM. Waddell et Hardesty, Ingénieurs-Conseils à New-York.

(1) Notons encore une fois l'intérêt que présente l'emploi de la construction en acier pour les ponts. Outre les possibilités de renforcement pendant le cours de leur existence, ils ont l'avantage de pouvoir être démontés à peu de frais lorsqu'ils ne répondent plus aux conditions nouvelles du trafic. Souvent même ils présentent encore à ce moment une valeur de remploi non négligeable.



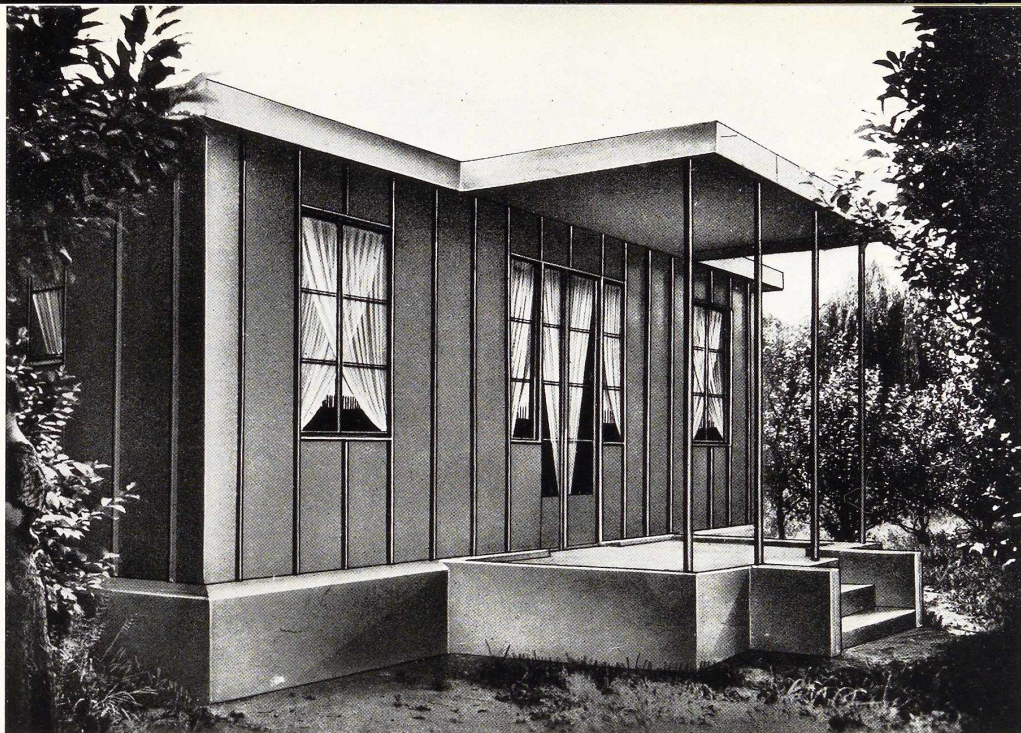


Fig. 157. La maison métallique de La Hulpe.

La Maison Métallique de La Hulpe ⁽¹⁾

Un groupe belge vient d'acquérir une licence d'exploitation des brevets « Ferro-Thermiques » pour la construction de maisons en acier. Une première maison de ce système vient d'être érigée près de Bruxelles, dans la campagne de La Hulpe.

Nous avons été invités à visiter cette construction dont le montage se fait en un temps si réduit que trois jours après l'arrivée sur le chantier des panneaux et membrures en acier, la mai-

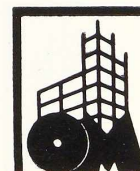
son présente déjà son aspect achevé.

La caractéristique de la maison *ferro-thermique* réside dans ses panneaux à paroi extérieure en tôle d'acier de 1 mm. d'épaisseur, s'emboîtant dans les panneaux voisins par agrafage des bords repliés des tôles.

Ces panneaux, de 50 cm. de largeur, ont une hauteur égale à la hauteur de l'étage. Une légère ossature en acier, composée de doubles tés, de cornières et de plats, contribue à raidir

(1) Voir également sur la question des petites maisons en acier *L'Ossature Métallique*, n° 3, 1932, p. 56, *La Villa métallique de Cologne-Mülheim* ; dans le n° 5, 1932, p. 141, *La petite maison en acier*, et dans le n° 2, 1933, p. 59, *La Villa à ossature en acier à*

Heverlé-Louvain ; p. 65, *Les Maisons métalliques à murs portants à éléments standardisés* (maison de la Insulated Steel Co. à Cleveland), et p. 71 *Les Maisons métalliques* (système Fillod).



et à contreventer les murs. Les charges verticales de la toiture et du faux plafond sont supportées solidairement par les panneaux de tôle et par l'ossature.

Des cadres en bois de 25 mm. d'épaisseur dont les traverses sont écartées de 0,50 m. dans le sens de la hauteur, servent à raidir les tôles. Sur ces cadres sont clouées des feuilles de carton bitumé puis des plaques d'hétraclite. Ces panneaux viennent ainsi tout montés de l'usine. Leur transport est facile car ils sont légers et résistants.

Leur mise en place est des plus rapide. L'agrafage des panneaux se fait sans l'aide de boulons ni de vis. La disposition ingénieuse des rebords assure une parfaite résistance et permet en outre les dilatations ou retraites dus aux variations de température les plus prononcées.

Les fondations en maçonnerie ou en béton étant achevées, et éventuellement les caves en sous-sol étant terminées, le montage des panneaux des murs extérieurs se fait sans le concours d'aucune main-d'œuvre spécialisée. Les châssis métalliques, les portes dans leurs encadrements en acier, sont assemblés de façons fort simple dans les parois. La toiture, plate ou à versants inclinés, est constituée par des panneaux semblables à ceux des murs. Le montage de toute la partie en élévation ne demande pas plus de 3 jours de travail.

Malgré l'épaisseur très faible des murs, soit environ 8 cm., enduit au plâtre compris, l'isolation calorifique réalisée équivaut à celle d'un mur en briques de 55 cm. d'épaisseur.

Le système de construction ferro-

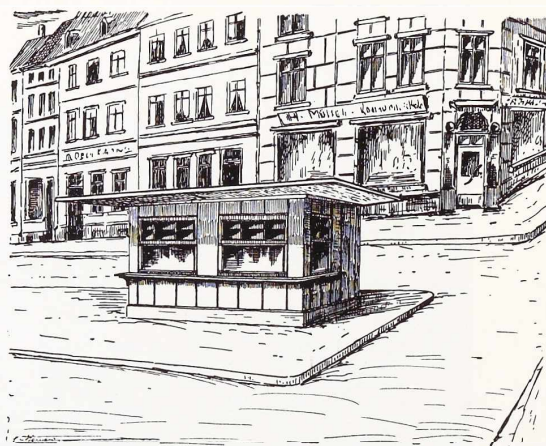


Fig. 158. Aubette à journaux.

thermique s'adapte à une infinité de dispositions de maisons à un ou à deux étages. La seule contrainte qu'il impose aux architectes est de respecter le module de 0,50 m., qui est la largeur des panneaux.

De bonnes peintures protégeront efficacement les murs extérieurs contre la rouille, même au voisinage de la mer. Le choix de teintes heureuses contribuera à rehausser l'aspect riant de l'habitation et à lui donner un cachet personnel.

Ce mode de construction s'adapte particulièrement bien à des maisons d'habitation, villas ou bungalows à un ou deux étages, à des kiosques, garages, châlets, baraquements, stands d'exposition ou de foires, etc. Grâce à ses qualités d'isolation contre la chaleur, à la légèreté de ses panneaux

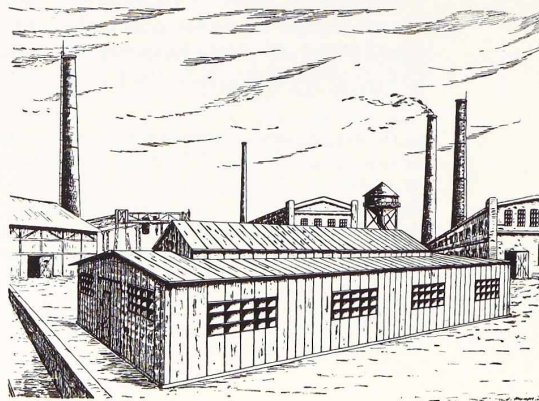
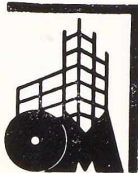


Fig. 159. Toitures pour halls d'usines.



et à la facilité de son montage, un type de ce genre convient fort bien pour les colonies. Il y aurait lieu dans ces applications d'examiner les précautions à prendre pour préserver certains éléments de la construction contre l'attaque des insectes et notamment des termites.

A côté de ces avantages techniques,

l'économie de 30 à 35 % qui est revendiquée par ce système et le fait que la maison est habitable quelques jours après sa commande — point d'humidité de murs qui s'assèchent au cours de la première année d'habitation — semblent bien devoir attirer vers la maison en acier la faveur d'un nombreux public.

CHRONIQUE

Le Deuxième Congrès International des Centres d'Information de l'Acier.

Etude d'une réglementation internationale uniforme pour les constructions métalliques

Les Centres d'Information de l'Acier d'Allemagne, de Belgique, de France, de Grande-Bretagne, d'Italie, de Pologne, de Suisse et de Tchécoslovaquie viennent de tenir leur deuxième Congrès annuel à Düsseldorf du 7 au 10 juin 1933. La Belgique y était représentée par M. Léon Rucquoi, directeur de l'Ossature Métallique.

Rappelons que le premier Congrès des Centres d'Information de l'Acier s'est tenu à Paris en 1932 et a conduit notamment à la fondation d'un Bureau International de Documentation de l'Acier dont le siège a été fixé à La Haye. Cet organisme, dirigé par M. l'ingénieur van Genderen Stort réunit toute la documentation relative aux applications de l'acier parue dans la presse technique du monde entier. Il a déjà rendu des services signalés à l'industrie sidérurgique de tous les pays.

Le Congrès de Düsseldorf s'est occupé en ordre principal de la *réglementation des constructions en acier*. Les Règlements actuellement en usage varient, non seulement d'un pays à l'autre, mais même, dans chaque pays, des différences importantes existent entre les règlements édictés par les villes, les grandes administrations, les organismes de standardisation, etc. Le Congrès de Düsseldorf a nommé une Commission

chargée d'étudier l'unification de ces règlements, en vue d'arriver à la rédaction d'une codification unique, incorporant les résultats des études théoriques et expérimentales les plus intéressantes. Les Centres d'Information de l'Acier s'appliqueront à faire accepter cette réglementation internationale par les grandes administrations de leurs pays respectifs. Il n'est pas douteux que ce travail rendra un service des plus importants aux ingénieurs, aux architectes et aux constructeurs de tous les pays.

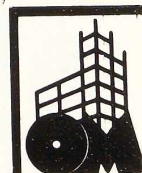
On espère qu'un premier texte de Règlement pourra être prêt pour être soumis à la prochaine réunion des Centres d'Information de l'Acier, qui aura lieu à Londres en juin 1934.

Le Congrès de Düsseldorf s'est occupé, en outre, des difficultés rencontrées au développement des constructions à ossature métallique par la concurrence d'autres matériaux. Le rôle des entrepreneurs généraux et la collaboration étroite qui doit exister, dans l'intérêt du propriétaire, entre les architectes et les ingénieurs-conseils, ont fait l'objet de différentes communications.

Des dispositions nouvelles ont été arrêtées en vue d'étendre les sources de documentation du Bureau International de Documentation de La Haye et de donner à cet organisme son complet développement.

L'Ossature Métallique a, dès à présent, invité les Centres d'Information de l'Acier à tenir leur quatrième Congrès International à Bruxelles de manière à le faire coïncider avec l'Exposition internationale de 1935,

193



Ouvrages récemment parus

dans le domaine des applications de l'acier

Competitive design of steel structures. (Le calcul économique des charpentes métalliques)

par Peter RUSSEL et George DOWELL

1 volume de 426 pages de 17 × 25 cm.,
avec 234 figures dans le texte. Editeur :
Chapman et Hall, Londres, 1933.

Il existe de nombreux et excellents ouvrages traitant du calcul des charpentes métalliques. Cependant la plupart d'entre eux étudient d'un point de vue purement théorique des problèmes généraux et ne traitent pas les nombreux problèmes pratiques que les ingénieurs des bureaux d'étude ont fréquemment à résoudre.

Les auteurs ont pensé que le meilleur moyen de rendre service aux dessinateurs, projeteurs et ingénieurs, soucieux des solutions concrètes, était d'exposer le calcul complet de certains ouvrages. Les projets détaillés des charpentes métalliques de deux bâtiments, de types entièrement différents, ont été successivement abordés :

1° *Un bâtiment industriel*, formé de trois halls adjacents, de 207 mètres de longueur, comportant dix ponts roulants de 2 à 80 tonnes de capacité ;

Le calcul des différents éléments et des assemblages est donné en détail. Des chapitres spéciaux sont consacrés à l'étude de la stabilité au renversement, au calcul des poteaux principaux des halls, des réactions d'appui sur les fondations, des fondations sur grillages en poutrelles comparées à des fondations en béton armé, au calcul

des boulons d'ancrage, etc. ; un chapitre traite de façon détaillée du contreventement des charpentes ;

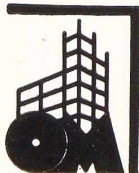
2° *La charpente métallique d'un cinéma*, dont le balcon comporte 1.000 places assises. La partie avant du balcon est supportée par des consoles en porte-à-faux, reposant sur une poutre maîtresse de 30 mètres de portée qui s'appuie sur des poteaux encastres dans les murs de la salle. Le calcul de la charpente de la toiture représente quelques particularités par suite du non-parallélisme des parois latérales de la salle. Dans l'étude très complète du balcon on a notamment tenu compte des poussées provenant des charges appliquées sur les consoles inclinées en porte-à-faux.

Les jeunes ingénieurs apprécieront cet ouvrage qui leur indiquera la marche complète des calculs de deux exemples détaillés. Les ingénieurs spécialisés y trouveront eux-mêmes la solution de bien des problèmes et pourront ainsi économiser un temps précieux dans l'élaboration des projets qu'ils ont à l'étude.

Practical microscopical metallography. (La métallographie microscopique pratique)

par R. H. GREAVES, D. Sc. et H. WRIGHTON,
B. Met.

Un volume de 25 × 15 cm., de 256 pages



avec 311 figures dans le texte. Prix : 18 Sh. Editeur : Chapman et Hall, Londres, 1933.

Les premiers chapitres de cet ouvrage sont consacrés à la description des méthodes de préparation des éprouvettes et des appareils constitutifs des bancs métallographiques.

Les auteurs étudient ensuite la structure des métaux purs et des alliages et celle des lingots d'acier et du fer puddlé.

Le chapitre VII traite de la structure et des propriétés des aciers au carbone normalisés et recuits et de l'influence du travail à chaud et à froid ; le chapitre VIII, de la structure et des propriétés des aciers au carbone trempés et revenus ; le chapitre IX de la structure et des propriétés des aciers spéciaux et de l'influence des traitements thermiques.

Au chapitre X, les auteurs examinent les inclusions non-métalliques et les défauts des pièces en acier. Enfin, les chapitres suivants sont consacrés à l'étude de la structure métallographique du cuivre et de ses alliages avec le zinc et l'étain, des alliages de l'aluminium et du magnésium, des alliages du zinc, de l'étain et du plomb et des alliages anti-friction.

L'ouvrage de Greaves et Wrighton constitue un traité pratique de la métallographie microscopique, exposant clairement l'état actuel de cette science expérimentale.

Arc-welded steel frame structures (Charpentes métalliques soudées à l'arc)

par Gilbert D. Fish

Un volume de 16 × 24 cm. de 401 pages avec 211 figures dans le texte. Prix : 5 dollars. Edition Mac Graw-Hill, New-York et Londres, 1933.

Le développement de la soudure comme moyen d'assemblage en charpente métallique est entravé par le manque de renseignements sur les résultats qu'elle permet d'obtenir. Il existe bien des descrip-

tions isolées de charpentes soudées dans les publications techniques, mais aucun ouvrage, en Amérique, n'a traité la question de façon systématique.

Le traité de Gilbert D. Fish est consacré à la construction en soudure d'ossatures de bâtiments et de ponts ; l'auteur y expose la technologie de la soudure, le calcul des soudures, leur prix de revient et les méthodes de construction.

Les quatre premiers chapitres donnent des renseignements généraux et contiennent une description, accompagnée d'illustrations, de charpentes soudées et du procédé de soudure à l'arc, une classification des différents types de soudures, les définitions de la nomenclature utilisée, des renseignements sur les propriétés physiques des soudures, une analyse des tensions dans les soudures et les spécifications en ce qui concerne leur calcul et leur exécution. Les chapitres suivants sont consacrés aux applications, au calcul des couvre-joints, aux méthodes de construction, aux devis des soudures, aux représentations sur les dessins et à la surveillance.

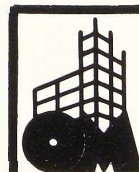
Vient ensuite une étude critique, de quelques charpentes que l'auteur a eu l'occasion d'étudier.

Cet ouvrage couvre tous les aspects du problème de la soudure électrique des ponts et des charpentes. Rédigé par un praticien pour des praticiens il est abondamment fourni d'exemples d'ouvrages réalisés, de tableaux, de diagrammes, de dessins et de photographies. Nul doute qu'il sera apprécié par tous les techniciens, qui à un titre quelconque ont à s'occuper de la soudure électrique des charpentes, soit du point de vue du calcul et des projets, soit du point de vue de la construction en atelier et sur chantier.

Annuaire Général du Bâtiment, des Travaux Publics et des Industries qui s'y rattachent

La troisième édition de cet important ouvrage documentaire vient de paraître, entièrement mise à jour.

195



Plus de 1.200 pages ; 100.000 adresses classées judicieusement en font l'outil indispensable de tous ceux que l'industrie du Bâtiment et des Travaux publics intéresse.

N'étant rattaché à aucun groupement ou fédération, il est indépendant, ce qui lui permet de renseigner impartialement tous les architectes, entrepreneurs et fournisseurs du pays.

1^{re} partie : Documentation professionnelle juridique.

2^e partie : Professions ; architectes, géomètres, entrepreneurs, etc., classés par ordre alphabétique et par localités.

3^e partie : Fournisseurs, tous les fournisseurs de travaux publics et privés, classés alphabétiquement par produits et par localités.

4^e partie : Répertoire alphabétique des marques des produits employés en construction, chaque nom de produit est suivi d'une définition et des adresses des fournisseurs.

Prix : 40 francs chez l'éditeur, Anc. Etabl. Aug. Puvrez, 59, avenue Fonsny, Bruxelles. Envoyé franco dès réception de l'avis de versement de fr. 43,50 au compte chèques-postaux n° 145.91.

Le châssis métallique « Paul Devis »

La Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Devis, 43, rue Masui à Bruxelles, vient d'éditer un fort intéressant catalogue de châssis métalliques, adressé gratuitement à ses clients.

L'emploi de châssis métalliques s'est développé considérablement à l'étranger ; pour ne citer que l'exemple de la Hollande, sait-on qu'environ 80 % des châssis mis en place dans les constructions nouvelles sont en acier. Nous sommes fort loin de ce chiffre en Belgique.

Ignorant les progrès de la technique moderne, on continue à obstruer les baies de fenêtre, prévues pour distribuer une lumière abondante, par de lourds montants et traverses ; les châssis jouent et se gauchissent, leur étanchéité à la pluie et au

vent n'est que rarement réalisée et lorsqu'elle l'est, les ouvrants serrés dans leur encadrement ne peuvent plus être manœuvrés !

Lumière, étanchéité, légèreté, facilité de manœuvre, esthétique, telles sont les qualités essentielles des châssis métalliques.

La firme Devis a fait établir neuf profils, dont six sont déposés, pour la construction de tous les types courants de châssis. Dans les vingt-trois planches qui composent son catalogue, sont présentées toutes les applications de ces profils, leurs assemblages, le scellement dans les murs, etc...

Les architectes et les constructeurs seront heureux de posséder ce catalogue dans leur bibliothèque.

Steel Construction-Handbook n° 20-A (La Construction en acier - Manuel n° 20-A)

par R. A. SKELTON and Co., Steel and Engineering Ltd, Londres, E. C. 2.

1 volume de 328 pages, 17 × 22, relié. 10 shillings franco.

Cet excellent manuel, luxueusement édité, présente en unités anglaises tous les renseignements généraux dont les bureaux d'étude ont besoin pour l'établissement de leurs projets.

La table des matières comporte notamment :

Tableaux des caractéristiques des profils simples et composés anglais, et des principaux profils continentaux et américains.

Calcul des poutres et des colonnes.

Table des boulons et rivets.

Tôles ondulées, cheneaux et accessoires de toitures.

Fondations et palplanches.

Soudure à l'arc.

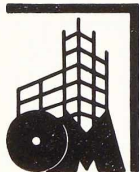
Béton armé.

Elaboration et essais de l'acier.

Spécifications des cahiers des charges.

Règlement municipal de Londres et British Standard Specification 449.

Tables de conversion de mesures et tables numériques.



POUTRELLES GREY

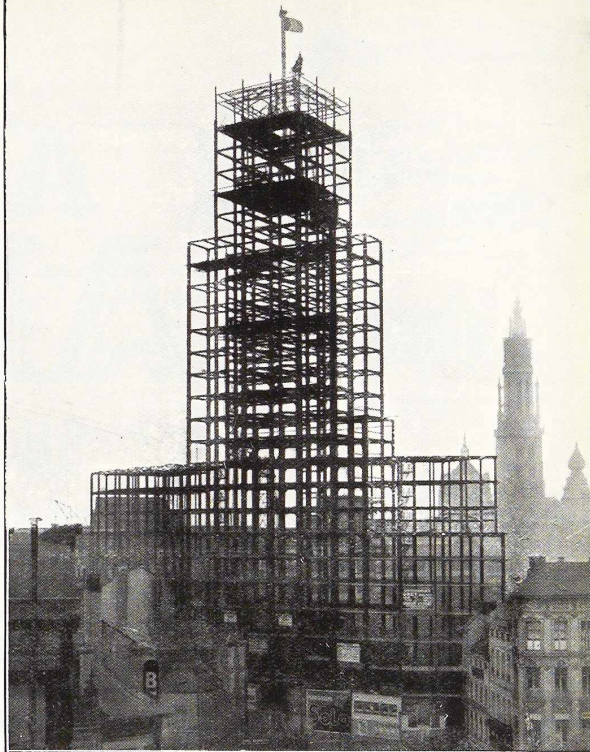
POUR OSSATURES
D'IMMEUBLES
LIGNES DE TRANSPORT
DE FORCE
PONTS, CENTRALES
ÉLECTRIQUES, ETC.

4 SÉRIES DE TYPES, ALLANT
DU TYPE RENFORCÉ **DIR**
AU TYPE ALLÉGÉ **DIE**

SEUL FABRICANT EN EUROPE :
HADIR-DIFFERDANGE
(Grand-Duché de Luxembourg)



Algemeene Bankvereniging à Anvers
Van Hoenacker, architecte - 2540 T. Grey



D A V U M EXPORTATION

COMPAGNIE DE VENTE DE
PRODUITS MÉTALLURGIQUES

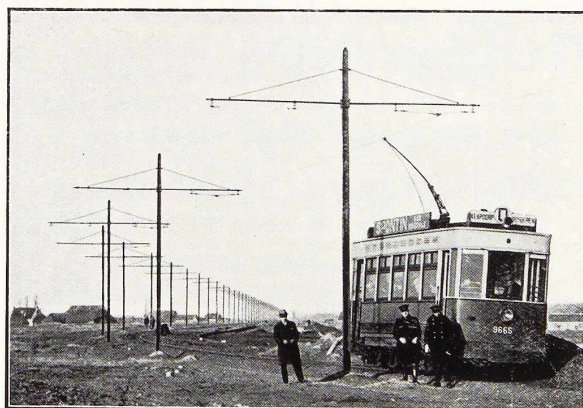
SOCIÉTÉ ANONYME BELGE

4, Quai Van Meteren

Télégrammes : Davumpor

Téléphone : 299.13 à 299.17

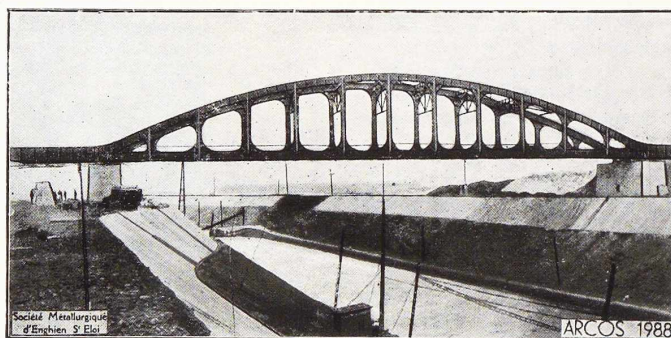
ANVERS



Tronçon de ligne des tramways
vicinaux équipé en poutrelles Grey
(Nord d'Anvers)

ELECTRODES ARCOS

SECURITE 100 %



Pont route soudé, de 88 mètres de longueur sur le canal Albert à Lanaye
Constructeur: Société Métallurgique d'Enghien Saint-Eloi. Soudure ARCOS

LISTE DES PONTS SOUDÉS AU MOYEN DES ELECTRODES ARCOS

- | | |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1922. Louvain. Pont transbordeur de 19 t. | 1931. Trondjhem (Norvège). Pont en béton à armatures soudées |
| 1926. Zurich. Passerelle de 60 mètres. | 1932. Verden I (Allemagne). Pont Cantilever de 88,7 m. 217 tonnes. |
| 1929. Lowicz I (Pologne). Pont route de 27 m. Poids 59 tonnes. | 1932. Verden II (Allemagne) Pont Cantilever de 88,7 m. 217 tonnes. |
| 1931. Lowicz II (Pologne). Pont route de 16 m. Poids 22 tonnes. | 1932. Essen Katernberg. Pont rail de 15,2 m. 26 tonnes. |
| 1931. Albrück (Suisse). Passerelle de 201,5 m. | 1932. Leyden (Hollande). Pont levant. |
| 1931. Balaton (Hongrie). Passerelle de 23,4 m. | 1932. Lanaye (Belgique). Pont route de 88 m. de long. |
| 1931. La Haye. Passerelle en arc de 32 m. | 1932. Augsburg. Pont de Chemin de Fer de 292 tonnes. |
| 1931. La Haye. Passerelle en arc de 32 m. | 1933. Gand. Pont tournant de 35 mètres. |
| 1931. Drachten (Hollande). Pont levis de 6 mètres. | |
| 1931. Weissenfels (Saxe). Encorbellement d'un pont existant. | |

LA SOUDURE ELECTRIQUE AUTOGENE, 60, RUE DES DEUX GARES, BRUXELLES

SILDAL

ANTIROUILLE à base de pigments inattaqués par les acides, n'ayant rien de commun avec les peintures à base de fer micacé, de sels de plomb, de bitumes, etc.

NEUTRALISE la rouille, ne nécessitant donc plus de décapage préalable, ni de minium.

POUVOIR COUVRANT supérieur à tout autre produit : **20 m² au kilo**, en pratique, soit **15,39 m² au trait blanc**.

APPLICATION : grâce à l'absence totale de dépôt, le SILDAL est le produit idéal pour l'application au pistolet.

GARANTIE : 10 ans en 3 couches.

RÉFÉRENCE :

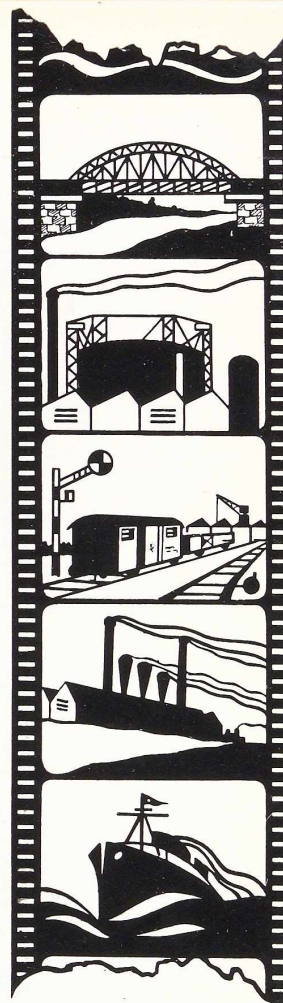
Extrait du rapport de l'OREX n° 2052 du 29 juillet 1933.

A. SILDAL ANTIROUILLE

1. **Pouvoir couvrant** : 1 kilo de SILDAL couvre 15,39 m² de surface marquée au préalable d'un trait blanc.
2. **Résistance** à la traction de films SILDAL après :
 - a. **7 jours de séchage** : charge de rupture par mm², 108 grammes. Coefficient d'allongement : 12 o/o.
 - b. **28 jours de séchage** : charge de rupture par mm², 121 grammes. Coefficient d'allongement : 14 o/o.
3. **Résistance aux rayons ultra-violet**s : SILDAL résiste parfaitement aux rayons d'une lampe de quartz à vapeur de mercure.
4. **Résistance aux variations de la température** : SILDAL exposé aux 20 alternatives de gel à - 15° C. et de chauffage à + 50° C. ne présente aucune altération.
5. **Résistance à la vapeur d'eau surchauffée** : SILDAL résiste à un jet de vapeur entre 115° et 120° C.
6. **Adhérence au fer** : SILDAL résiste, sans déchirure ni décollement, à un pliage de plaques en tôle sur tiges de 1 mm.

B. SILDAL ANTI-ACIDE

1. **Résistance à l'ammoniaque** : SILDAL exposé pendant 24 h. aux vapeurs concentrées d'ammoniaque, ne montre pas d'altération.
2. **Résistance à l'acide sulfurique et chlorhydrique** : SILDAL immergé pendant 24 heures dans une solution H₂ SO₄ à 5 o/o reste inaltéré. SILDAL immergé dans une solution HCl 5 o/o pendant 24 h. reste inaltéré.



ÉTABLISSEMENTS BELGES

SILDAL

57, AVENUE D'HYON
MONS. TÉLÉPHONE 1689

Marque déposée. Brevets en tous pays



KRONOS

OXYDE DE TITANE BLANCS DE TITANE

PIGMENTS DE BASE

MAXIMUM DE
POUVOIR COUVRANT



MAXIMUM DE
POUVOIR COLORANT

INERTIE CHIMIQUE. RESISTANCE AUX VAPEURS ACIDES

SOCIETE BELGE DU TITANE, S. A.
61, RUE MARCHE-AUX-HERBES, BRUXELLES

TUBES EN ACIER soudés électriquement



Bureau de Thonet

R O N D S
C A R R É S
R E C T A N -
G U L A I R E S
O V A L E S

pour

M E U B L E S
M O D E R N E S

**Usines à
Tubes de
la Meuse**

FLÉMALLE-HAUTE
(BELGIQUE)

Catalogues et Notices
sur demande

SAUVEGARDEZ
VOTRE CAPITAL

ÉVITEZ LA
CORROSION
EN UTILISANT LES

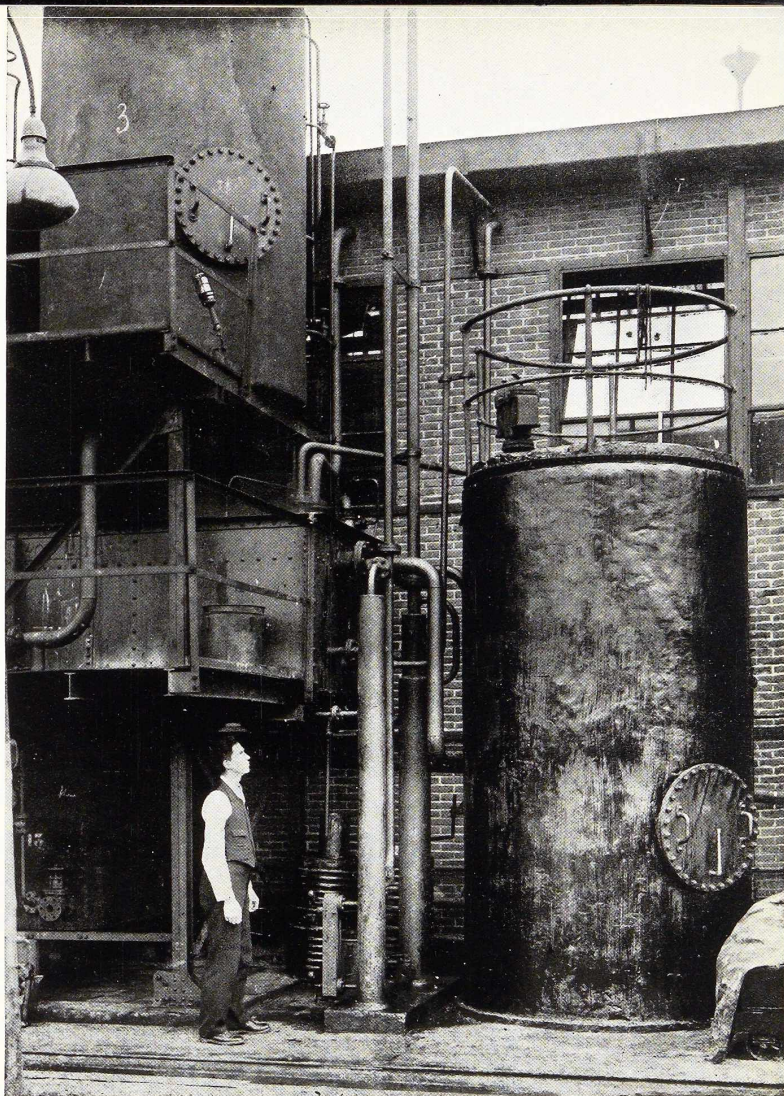
EMULSIONS
INDUSTRIELLES
D'ASPHALTE
FLINTKOTE



**BELGIAN
SHELL
COMPANY**

SOCIÉTÉ ANONYME

DIVISION : ASPHALTE -- SERVICE : FLINTKOTE
63, RUE DE LA LOI, BRUXELLES. TÉLÉPHONE 12.31.60



Tuyauteries et réservoirs métalliques, dans une
usine de produits chimiques, peints au Flintkote

IMUNOLAC

ANTI-ROUILLE. ANTI-CORROSIF

à base de bitume, livré en toutes teintes : noir, rouge, brun, crème, gris clair, moyen, foncé, vert bronze.

MAXIMUM D'ÉCONOMIE

1. Pouvoir couvrant : 12 à 16 mètres carrés au kilo.
2. Absence de dépôt dans les vidanges.
3. Élasticité parfaite : ne s'écaille pas à la traction, à la torsion, ni aux vibrations.
4. Résistance aux agents atmosphériques et chimiques et aux variations de température.
5. Grande fluidité, d'où économie d'environ 75 o/o de main d'œuvre. S'applique facilement à la brosse, au pistolet ou par trempage.
6. Se vend net, les vidanges étant reprises.

Société Anonyme des Produits Synthétiques
Quai du Canal, Lembecq-Hal. Téléphone Hal 343

Le Bims léger, isolant, incombustible, insonore, clouable **est le matériau de remplissage idéal** pour les constructions modernes.

Son emploi est particulièrement indiqué dans les bâtiments à **ossature en acier**.

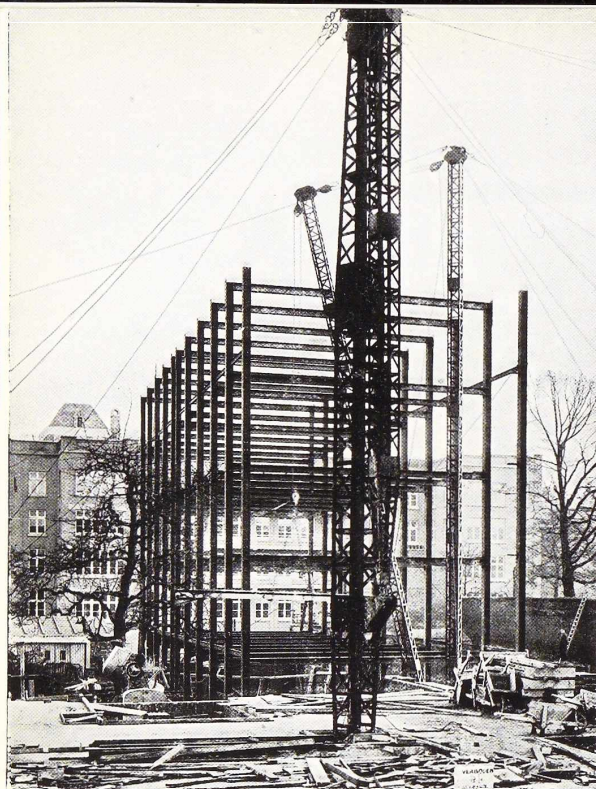
Briques (Schwemmstein) pour murs et cloisons.

Plaques armées ou non pour planchers et sous-toitures.

Livraison par camion, par fer et par eau dans tout le pays.

LEGISOL

Nombreuses références. Études et devis sur demande



ENTREPRISES GÉNÉRALES DE MONTAGE

F. FAILLET &
A. LECLERCQ

19, avenue des Azalées
BRUXELLES

TÉLÉPHONE : 15.81.01

Nombreuses Références

MONTAGES MÉTALLIQUES,
DÉMONTAGES, DÉMOLITIONS,
MANUTENTIONS

Ossature de l'Institut Saint-Raphaël à Louvain

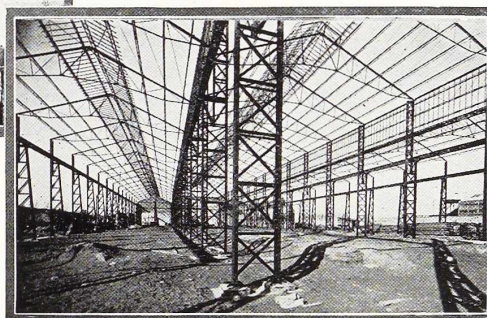
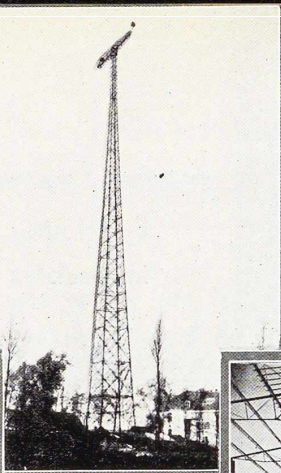
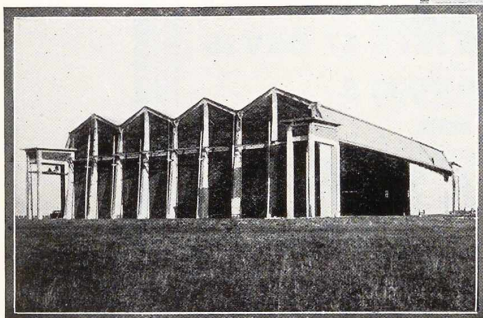
TUILERIES ET BRIQUETÉRIES D'HENNUYÈRES ET DE WANLIN

Société Anonyme
HENNUYÈRES

BRIQUES CREUSES toutes dimensions pour remplissage
d'ossatures métalliques.

**PLANCHERS TRANSPORTABLES EN BRIQUES
CREUSES ARMÉES** : légèreté, solidité, rapidité de pose.

BRIQUES DE PAREMENT. TUILES de différents modèles.



La construction soudée

PYLONES EN TREILLIS,
pour transport de force.

POTEAUX EN U JUMELÉS,
pour transport de force - Réseaux de distribution
et de Tramways - Mâts d'éclairage, etc.

CHARPENTES : portées standardisées
de 10 - 12 - 15 - 20 mètres et autres
APPAREILS DE LEVAGE
Ponts roulants - Portiques - Derricks -
Chevalets - Etc.

ENTREPRISES GÉNÉRALES
d'implantation de Pylônes et de Bâtiments industriels
métalliques et en béton armé.

SPÉCIALITÉ DE TOUTES CONSTRUCTIONS SOUDÉES A L'ARC

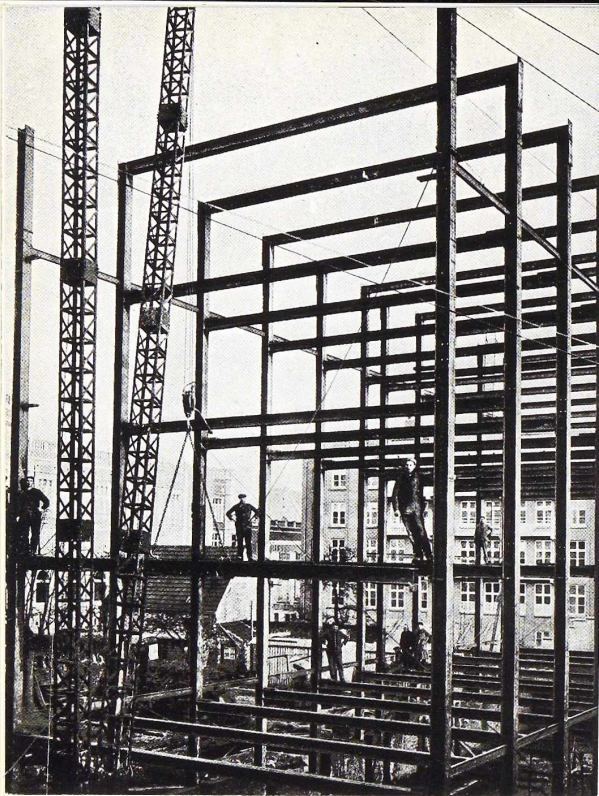
André BECKERS

INGÉNIEUR A. I. Br. — A. I. Lg.

46, rue de Bordeaux

BRUXELLES

TÉLÉPHONE 15.96.62 — USINES ET BUREAUX : Chaussée de Buda, HAREN (Bruxelles)



Spécialité d'ossatures pour
immeubles à étages

- Constructions soudées électriquement -

**ETUDES, PROJETS ET DEVIS
GRATUITS**

SACOMEI

SOCIÉTÉ ANONYME

78, rue du Marais, BRUXELLES

Téléphone 17.58.20

Ossature de l'Institut Saint-Raphaël à Louvain
(Sœurs de Charité de Gand)

LE COMPLÉMENT INDISPENSABLE DE L'OSSATURE MÉTALLIQUE

un hourdis creux sans coffrage en béton armé

LES POUTRES SIEGWART ET PRESTA

Garantie : 25 années d'existence. 25 années
d'expérience. Une référence entr'autres :
INSTITUT ST-RAPHAËL A LOUVAIN : 6000 M²

BÉTONS ARMES SIEGWART

AD. DIR. : A. J. MALAISE, 16, RUE DU CHALET, BRUXELLES (III^e) TÉL. 17.15.24
USINES A BAESRODE PRÈS TERMONDE. TÉLÉPHONE : BUGGENHOUT 47

ELECTRODES

ENROBEES & ENDUITES

POUR TOUTES APPLICATIONS
DE LA SOUDURE A L'ARC

Procédés agréés par la
SOCIÉTÉ NATIONALE
DES CHEMINS
DE FER BELGES



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

S. A.

ELECTRO-SOUDURE THERMARC

RUE GILLEKENS, 7, VILVORDE

TÉLÉPHONE BRUXELLES 15.91.40. ADRESSE TÉLÉGR. THERMARC VILVORDE

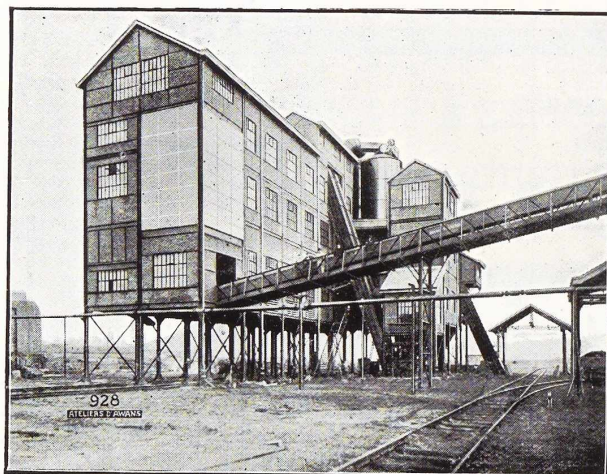
AWANS-FRANÇOIS

SOCIÉTÉ ANONYME A LIÈGE

ÉTABLISSEMENTS FONDÉS EN 1872

Administrateurs-Directeurs-Gérants :

MM. A. de SAINT-HUBERT, ingénieur et Nic. FRANÇOIS



Charbonnage de Mariemont

DIVISION D'AWANS

TÉLÉPHONE LIÈGE : 404.95

Télégr.: CONSTRUCTION-BIERSET

GRANDS PRIX-DIPLOME D'HON-

NEUR : BRUXELLES 1910

LIÈGE & BRUXELLES 1930

Constructions mécaniques et métalliques

Manutentions

Installations complètes de surface pr les mines

Installations complètes de hauts fourneaux

Appareils de levage et de manutention

Réservoirs

Ponts et Charpentes

DIVISION DE BRESSOUX

TEL. LIÈGE : 116.28 ET 244.50

TÉLÉGRAMMES : LABOR-LIÈGE

L'air comprimé dans toutes ses applications

Compresseurs - Ventilateurs -

Treillis - Haveuses - Moteurs à

air comprimé. - Outillage pneu-

matis et en général tous les

engins utilisant l'air comprimé

Ancienne Maison Lievens et Bloos, Fondée en 1862

FABRIQUE DE VERNIS. COULEURS ET EMAUX. PRODUITS CHIMIQUES

BLOOS Frères

BRUXELLES

Bureaux et Magasins : RUE DE CUREGHEM, 67 A BRUXELLES

Adresse Télégraphique : BLOOSFRER

Téléphone : 12.31.83 (3 lignes)

ALBAMINE, blanc broyé, meilleur que la céruse, garanti à l'extérieur. Vernis et Emaux

Cellulosiques **CERRIC** pour toutes industries. **EMAIL PHENIX**, 60 années de succès,

toutes teintes, tout usage. **The Splendid Varnish** universellement connu.

BREVETS SPÉCIAUX POUR LA FABRICATION DES SICCATIFS

FABRIQUE DE COULEURS EN POWDRE

Unitas Brand la doyenne et meilleure des couleurs, prête à l'emploi

SOLBINE, COULEUR ANTI-ROUILLE

Dévernisseur, Enduits, Mastics au couteau et à la brosse

FORTES REMISES POUR CONSTRUCTEURS

Vernis teintés. Vernis spécial pour radiateurs. Vernis ultra rapide

PRODUITS BIMS

ÉTUDES COMPLÈTES

Schwemmsteine toutes dimensions

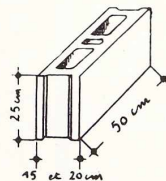
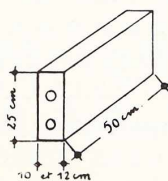
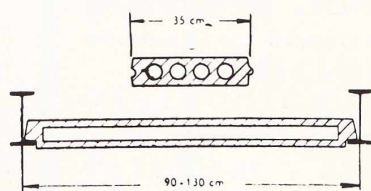
Plaques pour cloisons
100 × 33 × 5, 6, 7, 8, 9 et 10 cm.

Blocs creux de Bims
50 × 25 × 10, 12, 15, 20 et plus

Plaques creuses armées en
béton-Bims pour planchers
et pour toitures suivant plans



Applications : Boulevard Brand Whitlock, Bruxelles



ÉTABLISSEMENTS E. GÜNTHER

Stocks et Bureaux : **Quai des Steamers**, porte n° 6. Téléphone 2613.49
BRUXELLES - MARITIME

RONDS ET
TOUS PROFILÉS **POUTRELLES**

DÉPOSITAIRE
des poutrelles GREY des
USINES DE DIFFERDANGE



8
RUE DES CROISIERS
LIÈGE
TÉLÉPHONE
129,60 (4 lignes)

MAISON
NOIRFALISE
& C^{IE}

ÉTABLISSEMENTS

CANTILLANA

29, rue de France, Bruxelles
TÉLÉPHONES 21.23.75 - 21.23.76

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Spécialités pour Ossatures Métalliques

PLAQUES FIBRO-PLATRE - PLAQUES ET
BETON CALORIFUGE VULCANIT - PLA-
QUES CELLULIT légères et isolantes pour cloisons
plafonds, hourdis.

BRIQUES EN BETON DE CENDRES « SCORITE »
MATELAS ISOLANTS « ARKI »
CORNIÈRES GALVANISÉES « PRIMA »

Les Châssis Métalliques

MÉTALLISÉS

par le procédé SCHORI

garantis à l'abri de la rouille

“ SOMEBA ”

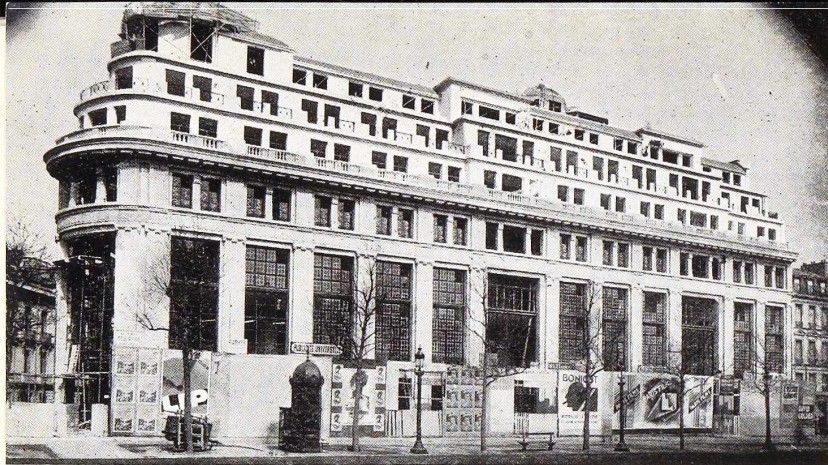
Pour toutes applications architecturales et industrielles

**Société Métallurgique
de Baume, s. A., SOMEBA**

CHARPENTES MÉTALLIQUES
SOUDURE ÉLECTRIQUE
CHASSIS MÉTALLIQUES

La Louvière

Téléphone : 279



Immeuble de la "National City Bank" à Paris, av. des Champs Elysées. (Architecte : M. Arvidson), comportant 90 tonnes de menuiserie métallique parkérisée.

PARKER

LA PROTECTION PARFAITE
CONTRE LA ROUILLE

SOCIÉTÉ CONTINENTALE
PARKER, 40 - 42, rue Chance Milly, CLICHY (Seine-France)

**Architectes
Entrepreneurs**

POUR VOS
MENUISERIES
MÉTALLIQUES
HUISSERIES
QUINCAILLERIE

ET TOUS ACCESSOIRES
DE BATIMENT

**EXIGEZ LA
PARKERISATION**

Agent pour la Belgique:
M. CARL KONING
68, rue Frans Merjay
BRUXELLES

TÉLÉPHONE : 44.34.75



Viaduc du Horloz (près Liège)

.....

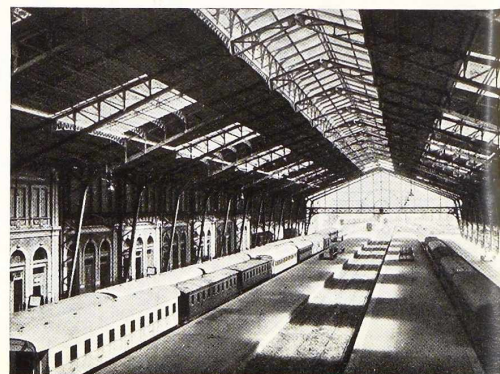
LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

USINES A
SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES

ET A
LA LOUVIÈRE (Belgique)

CHARPENTES - CHASSIS A MOLETTES
PONTS FIXES ET MOBILES - OSSATURES
MÉTALLIQUES - TOUS TRAVAUX
S O U D É S O U R I V É S

Nouvelle gare d'Alexandrie (Egypte)



La soudure électrique à l'arc

voit ses applications se multiplier et son
champ d'action s'étendre davantage

Les électrodes Kjellberg furent les premières appliquées, et, grâce à
leur qualité, ont trouvé une grande diffusion.

Inventeur de l'électrode enrobée et fondateur de la Société **ESAB**,
l'ingénieur O. Kjellberg commença ses premières expériences, il y a un
quart de siècle. Ses travaux, poursuivis avec opiniâtreté, ont abouti à
nos électrodes actuelles, appliquées universellement dans les construc-
tions et ouvrages divers les plus importants.

LES ELECTRODES

OK

Original Kjellberg

sont fabriquées par

ESAB

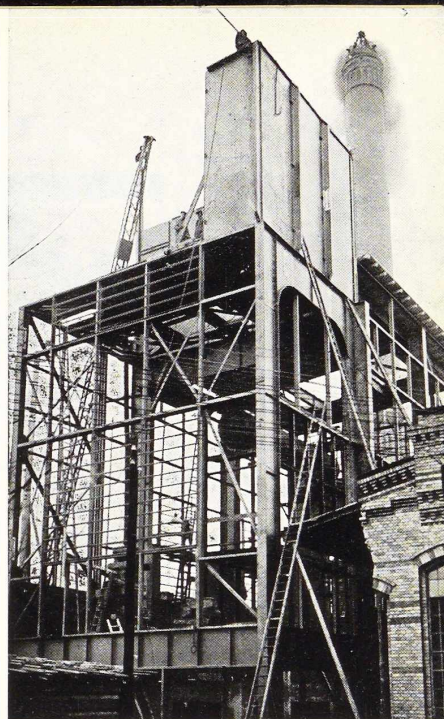
qui se tient à votre disposition pour effectuer chez vous, et sans
engagement, des essais de soudure et pour examiner tous pro-
blèmes y relatifs.

groupes transformateurs rotatifs
dynamos de soudure
transformateurs statiques
groupes à essence

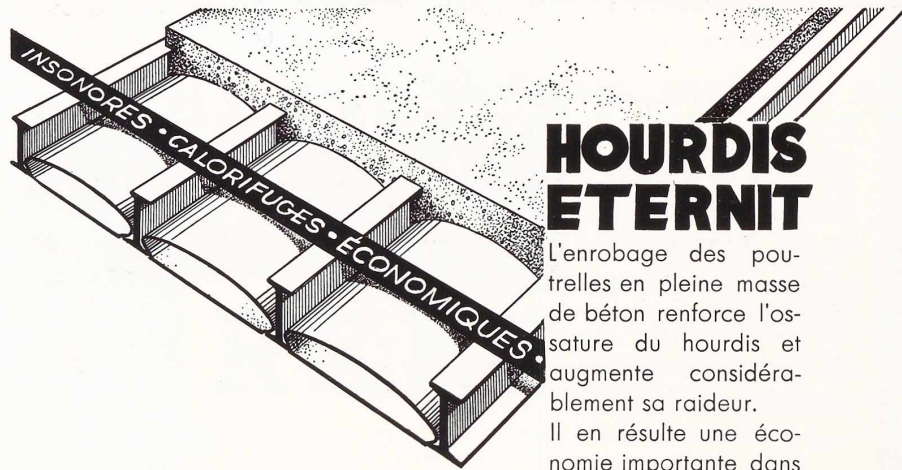
ELECTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE - S. A.

ESAB

32, rue du Luxembourg, Bruxelles - Téléphone 11.36.62 - Télég. Esab-Bruxelles



Ossature métallique d'une centrale thermique
soudée avec nos électrodes O K 40 et O K 42



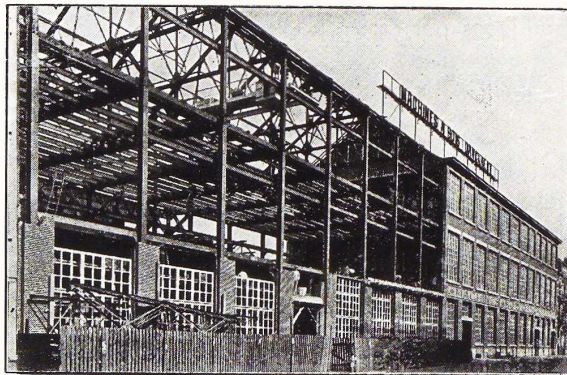
HOURDIS ÉTERNIT

L'enrobage des poutrelles en pleine masse de béton renforce l'ossature du hourdis et augmente considérablement sa raideur. Il en résulte une économie importante dans le poids des aciers de l'ossature.

LÉGERS

S.A. ÉTERNIT • CAPPELLE • AU • BOIS • MALINES • TEL : LONDERZEELE 43

Demandez notre brochure **Caissons et Hourdis Éternit** et notre documentation spéciale sur les hourdis pour ossature métallique.



Poutrelles Profilés Ronds



Poutrellage des Ateliers
de la S. A. des Machines à
Bois Danckaert, Bruxelles

Anciens Etabliss^{ts} NOBELS - PEELMAN, S. A.

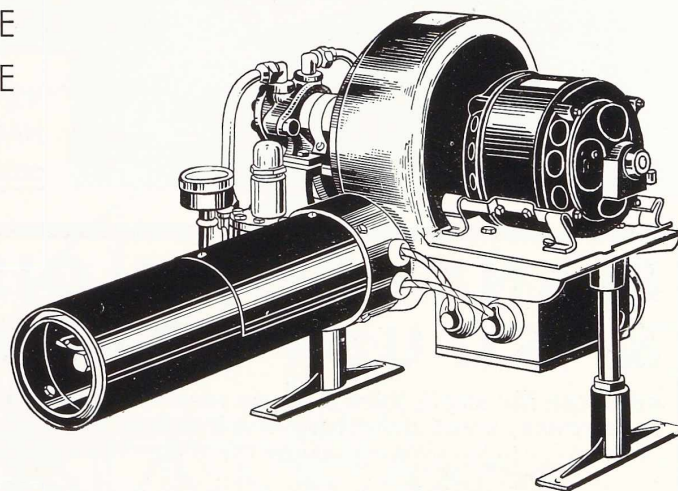
Département: MAGASINS DU PORT

130, AVENUE DU PORT, BRUXELLES

Téléphones : 26.64.85 - 26.14.73

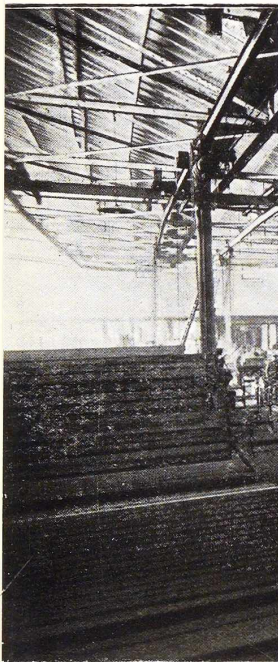
**CHAUFFAGE AUTOMATIQUE
PAR BRULEURS
AUTOCRAT
AUX HUILES LOURDES**

CONFORT
ECONOMIE
PROPRETE



**POUR MAISONS PARTICULIÈRES, HOPITAUX,
THÉÂTRES, CINÉMAS, HOTELS, BUILDINGS, SERRES**

SOCIÉTÉ DES BRULEURS AUTOCRAT
G. VAN LANDEGHEM. BOUL. DES ARTS, 37, GAND. TÉL. 162.41



FERS - METAUX - TOLES



BRUXELLES-MIDI. HAREN-MACHELEN

VUE INTÉRIEURE
DE NOS MAGASINS

**404-412, AVENUE
VAN VOLXEM**

VASTE DÉPÔT A
HAREN-MACHELEN

PLANCHERS, CLOISONS & SOUS-TOITURES

**en Béton Multicellulaire à haute résistance en éléments moulés
à l'avance, avec armature FARCOMÉTAL et ordinaire.**

Approuvé par les laboratoires de résistance des matériaux des Universités de Bruxelles et de Gand

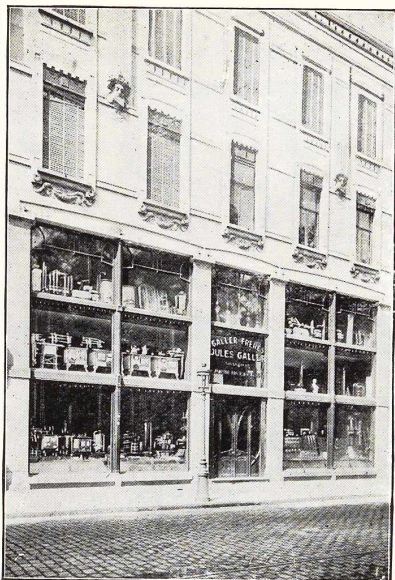
**Dépôts de Gravier de
Bims** pour exécution des
Hourdis et Cloisons Mono-
lithes armés de
" **FARCOMÉTAL** "

Système le plus isolant, le plus rationnel, le
plus scientifique, le plus économique de pose
Pas de casse au transport ni à la manutention

**BÉTON VIBRÉ
SYSTEME TIRIFAHY
BREVETES**

Applications du Béton Multicellulaire A. B. M.
57, rue Gachard, à BRUXELLES - Téléphone 48.69.54

Usines : HAREN, Téléph. Bruxelles 15.48.70
FLAWINNE, Téléph. Namur 24.57 - BREBIÈRES, Pas-de-Calais (France)



Les magasins Métalux Galler à Anvers

MÉTAUX GALLER

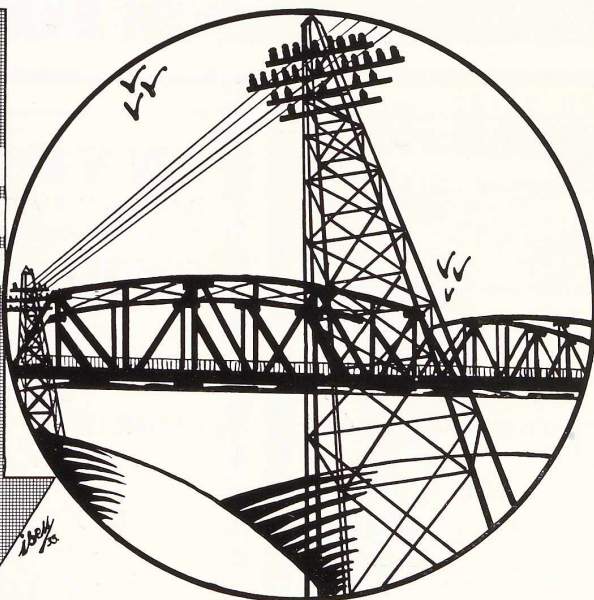
SOCIÉTÉ ANONYME

22, avenue d'Italie
A N V E R S

Télé. : 213.52 - 241.74 - 228.72

Quincaillerie industrielle et de bâtiment -
Cuivrie - Serrurerie artistique et ordinaire -
Poêlerie - Châssis métalliques - Aciers inoxy-
dables - Meubles métalliques - **Fers - Pou-
treilles Grey et ordinaires - Tôles
planes, galvanisées, ondulées et
striées** - Rampes - Escaliers en fonte -
Balcons - etc., etc.

ANTI-ROUILLE
ANTI - ACIDE
ANTI-ALCALIN



Anti-rouille à base
de gomme ne conte-
nant aucun corps
gras. Résiste aux
acides les plus cor-
rodants. Diélectri-
que. Suit le fer
dans ses mouve-
ments de dilata-
tion et contraction.

Garantie 10 ans

Pour tous rense-
ignements s'adres-
ser au Représentant gé-
néral:

Georges MARÉCHAL, 42, rue J.-B. Timmermans, Bruxelles

HYDALCIDE

METALUNION

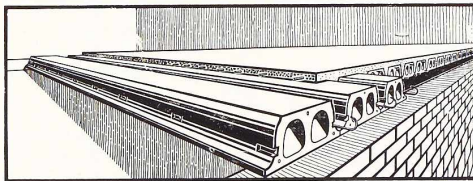
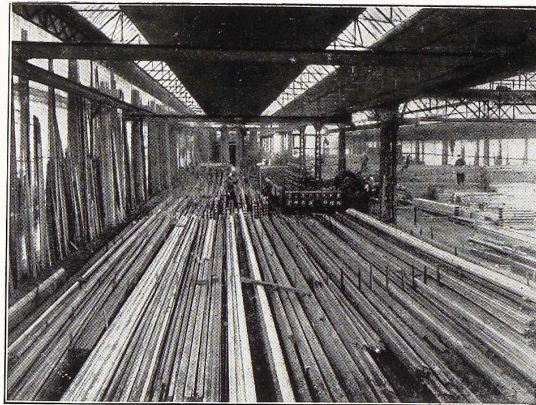
SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE
169, RUE FRED. BURVENICH
GENTBRUGGE-LEZ-GAND

FERS ET MÉTAUX
POUTRELLES
ACIERS POUR BÉTON
TOLES
CHARPENTES
MÉTALLIQUES

DÉPOSITAIRE DES
POUTRELLES GREY
DE DIFFERDANGE

TELÉPHONE 105.32 ET 104.42

MÊMES MAISONS A
BRUGES et MALDEGEM



ISOTHERME

48, rue Montoyer, BRUXELLES
Téléphone 11.42.41

BUREAU D'ETUDES

ET PRODUITS DE BÉTON

PLANCHERS CREUX EN
BÉTON ARMÉ ET DALLES

INSULITE

LE PANNEAU ISOLANT EN FIBRE DE BOIS

CONTRE :

FROID
CHALEUR
BRUIT
CONDENSATION

POUR :

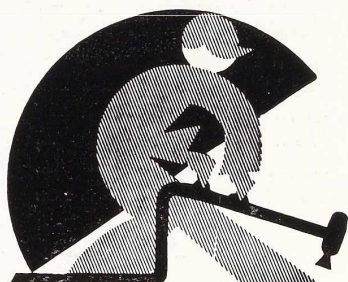
CORRECTION
ACOUSTIQUE
DÉCORATION

ÉCHANTILLONS & DOCUMENTATION
GRATIS SUR DEMANDE A

SOGEBOIS, S. A.
13, RUE RAPHAËL, BRUXELLES
Tél. 21.83.10

SUPERLAC

ANTI-ROUILLE A BASE DE BITUME PUR
ADHÉRENCE PARFAITE ET IMPERMÉABILITÉ ABSOLUE
CONSULTEZ-NOUS, NOS PRIX SONT EXTRÊMEMENT AVANTAGEUX



ASPHALTCO

C'EST UN PRODUIT ASPHALTCO

COMPAGNIE GÉNÉRALE DES
**ASPHALTES,
PORPHYRES
& GOUDRONS**

Fusion de HOLOFFE Fr. et NEUCHATEL ASPHALT C.
1, PLACE MAURICE-DEMOOR, BRUXELLES
Tél. 26.48.14 (3 lignes). Télégr. : ASPHALTCO-BRUXELLES

●
POUTRELLES
TOLES
ACIERS MARCHANDS
TOUS PROFILS
ET ACIERS
POUR ATELIERS
DE CONSTRUCTIONS

●
TÉLÉPHONE
2 8 8 . 1 5
3 LIGNES

**C. LEDUC
& DEPREZ**

47-49, RUE DE FRAGNÉE, LIÈGE

BOULONNERIES DE LIÈGE ET DE LA BLANCHISSERIE

SOCIÉTÉ ANONYME
Siège social à LIÈGE

USINE DE LIÈGE

Rue St-Vincent,
14-16 Tél. 129.90

USINE DE MARCINELLE

Rue de Couillet,
47 Tél. 297



Boulons, Rivets,
Crampons, Tire-
fonds, Ecrous,
Bouts de boulons,
Rondelles, Pivots,
Goujons, Dents de
herse, Ferrures
galvanisées pour
réseaux électri-
ques.

Peignes système
Landis, etc., etc...

Ancienne Maison DERENNE-DELDIME
FONDÉE EN 1859

TH. GILOT-HUSTIN

SUCCESEUR

RUE DE L'ÉTOILE, 14, NAMUR

TÉLÉPHONE

153, 573 ET 2303

C. CH. POST. 16266

**FERS ET MÉTAUX
POUTRELLES
ACIERS POUR BÉTON**

Fers et Aciers marchands
Profilés de toutes dimensions
Tôles fortes
Tôles fines et polies
Tôles striées
Tôles galvanisées, planes et ondulées

DÉPOSITAIRE DES
POUTRELLES **GREY** DE DIFFERDANGE



CETTE REVUE
EST TIRÉE PAR
L'IMPRIMERIE
GEORGES THONE
A LIÈGE

TERRASSES PLANCHERS CLOISONS

BREVET TIRIFAHY

Système le plus léger, le plus isolant, supprimant les fissures et assurant l'adhérence des enduits.

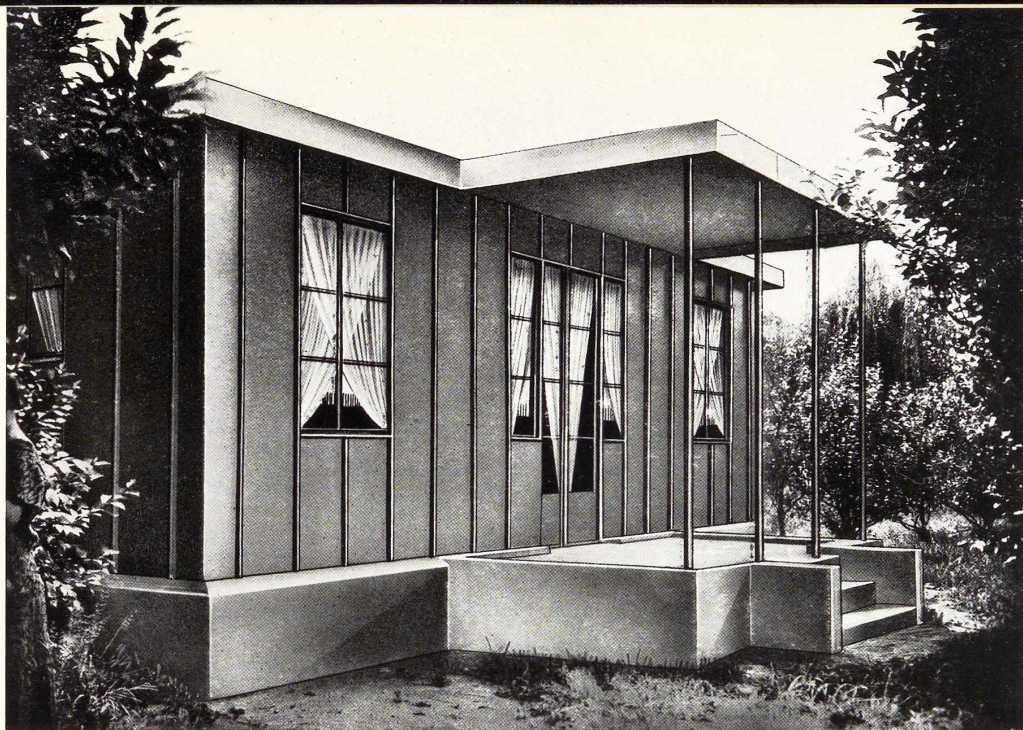
Monolithe et en éléments moulés à l'avance. Avec armatures **Farcométal** (brevet Tirifahy). 50.000 m² de terrasses et planchers prévus aux Grands Palais de l'Exposition de Bruxelles.

LEON TIRIFAHY

INGÉNIEUR, 57, R. GACHARD, BRUXELLES
TÉLÉPHONE 48.69.54

PONCE DE HALANZY. Plus résistante à la compression, plus légère, plus isolante aux points de vue acoustique et thermique que le bims allemand.

MATÉRIAUX BELGES. DÉPOT A BRUXELLES



La Maison métallique **Ferro-Thermique**
de Ohain (Brabant)

LES CONSTRUCTIONS ECONOMIQUES **FERRO - THERMIQUES**

tout en assurant le maximum d'isolation contre le froid, la chaleur, l'humidité, le bruit et les intempéries, permettent une construction extraordinairement rapide et une habitabilité immédiate.

ELLES SONT D'UN
PRIX DE REVIENT IMBATTABLE

PLANS, PROJETS & DEVIS

BUREAU D'ETUDES P. D. G.
1, PLACE DE LA REINE. TÉLÉPHONE 17.98.08. BRUXELLES



**MATÉRIAUX EN FER
RADICALEMENT PROTÉGÉS CONTRE LE FEU
PAR LA COULEUR**

COLARDO 30 fr. le kilo
1 kg. ignifuge 7 m²

Les expériences faites aux Ateliers de JAMBES sur des charpentes en fer chauffées à 1.200 degrés ont démontré que cette couleur avait un retard de dilatation considérable.

**MATÉRIAUX EN BÉTON
PROTÉGÉS CONTRE L'INCENDIE.**

Une dalle en béton recouverte de COLARDO a résisté durant deux heures à 1200 degrés sans montrer la moindre fissure.

**MATÉRIAUX EN BOIS
PROTÉGÉS CONTRE LES FLAMMES.**

Le cliché représente une caisse remplie de films cinématographiques aspergée de pétrole intérieurement et extérieurement et à laquelle on avait mis le feu.

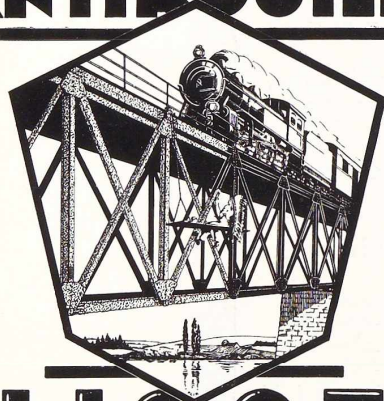
UNE COUCHE DE
PORCELLA 20 fr. le kilo
1 kg. ignifuge 5 m²

l'avait rendue inattaquable par les flammes.

M. S E N G I E R

18, RUE DES SABLES, 18, BRUXELLES

ANTIROUILLE



LIGOT

**L'ANTI-ROUILLE
SOUS TOUTES SES FORMES
ET POUR CHAQUE USAGE**

Au minium de plomb.
A l'oxyde de fer micacé.
A l'aluminium.
Au graphite.
Au bitume.
Au caoutchouc chloré.

ET L'ANTI-ROUILLE SANS RIVAL : ROUGE 3/7

S. A. USINES LIGOT

1310-1314, CHAUSSÉE DE WAVRE, AUDERGHEM-BRUXELLES

ANNO 1772 -- TÉLÉPHONES 33.06.49, 33.34.20, 15.05.58 -- REG. COMM. BRUX. 3606

E. H. De Jardin
 H. DE JARDIN et
 F. LAUWERS.

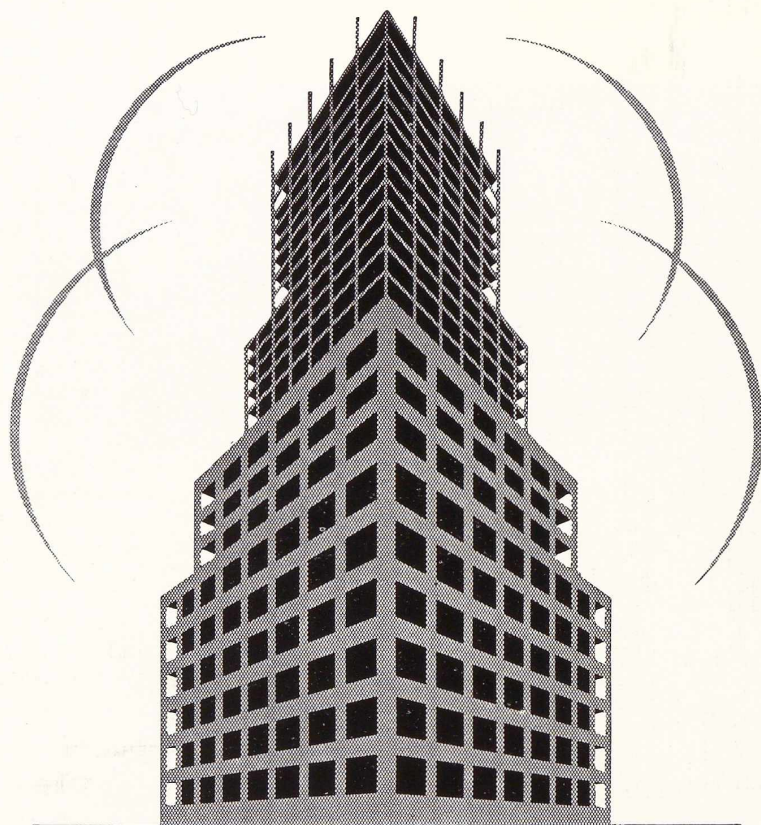
PHOTOGRAVURE

**CLICHÉS
 TRAIT-GRISÉ
 SIMILIGRAVURE
 DESSINS
 PHOTOS
 RETOUCHES**

**LIVRAISON RAPIDE
 TRAVAIL SOIGNÉ**

**183, rue BROGNIEZ
 BRUXELLES
 TÉLÉPHONE
 21 20 63**

Fournisseur de l'« Ossature Métallique »



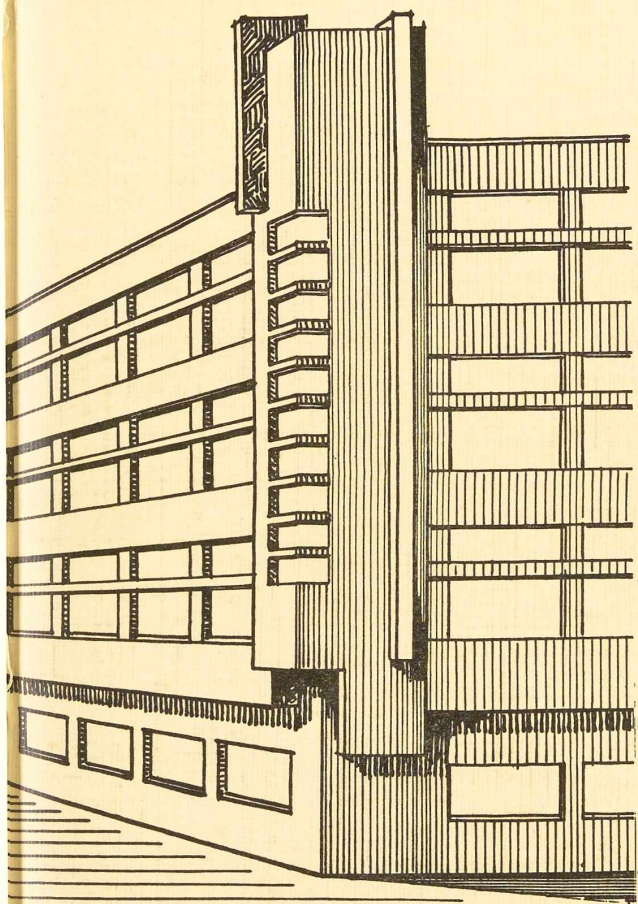
La Société Anonyme des Anciens Établissements Paul Wurth, à Luxembourg, occupe le premier rang parmi les ateliers de construction du Grand-Duché. Son activité s'étend :

- 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



L'IMMEUBLE MODERNE

Dans la construction des immeubles modernes, l'architecte et l'ingénieur doivent travailler en liaison intime.

Leur collaboration constante, depuis l'élaboration du projet jusqu'à l'achèvement complet des travaux peut seule garantir le succès de l'entreprise aux points de vue

résistance

aménagement rationnel

esthétique

économie.

Un organisme groupant un service d'architecture et des services spécialistes en fondations, ossature, chauffage, ventilation, ascenseurs, éclairage, etc... offre seul les garanties voulues.

Le B. E. I. COURTOY

est cet organisme.

Demandez-lui sans engagement, la visite d'un de ses délégués qui vous documentera dans la plus large mesure.

Bureau d'Études Industrielles F. COURTOY

43, rue des Colonies, 43 BRUXELLES Tél. : 12.30.85 (5 lignes)

L'OSSATURE METALLIQUE

Association sans but lucratif

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

« L'Ossature Métallique » s'emploie à réunir la documentation la plus complète sur toutes les applications de l'acier. Elle suit de près les travaux de toutes les Associations et Congrès Scientifiques de Belgique et de l'Etranger. Elle suscite les études et recherches des Universités et Laboratoires sur tous les problèmes intéressant la construction métallique.

« L'Ossature Métallique » met gratuitement sa documentation et son concours scientifique à la disposition de ceux qui sont chargés de l'étude ou de la réalisation de tous genres de constructions. En mettant judicieusement à profit les qualités propres de l'ACIER, les solutions les meilleures pourront être dégagées, permettant de réaliser avec UN MAXIMUM DE GARANTIES TECHNIQUES, et notamment avec une SÉCURITÉ supérieure, des économies importantes.

Dans le texte du Bulletin de Documentation, toutes les revues figurant dans la Bibliothèque de « L'Ossature Métallique » sont marquées d'un astérisque. Ces revues sont à la disposition des lecteurs qui désireraient prendre connaissance des articles signalés, dans leur texte complet.