

16° ANNÉE

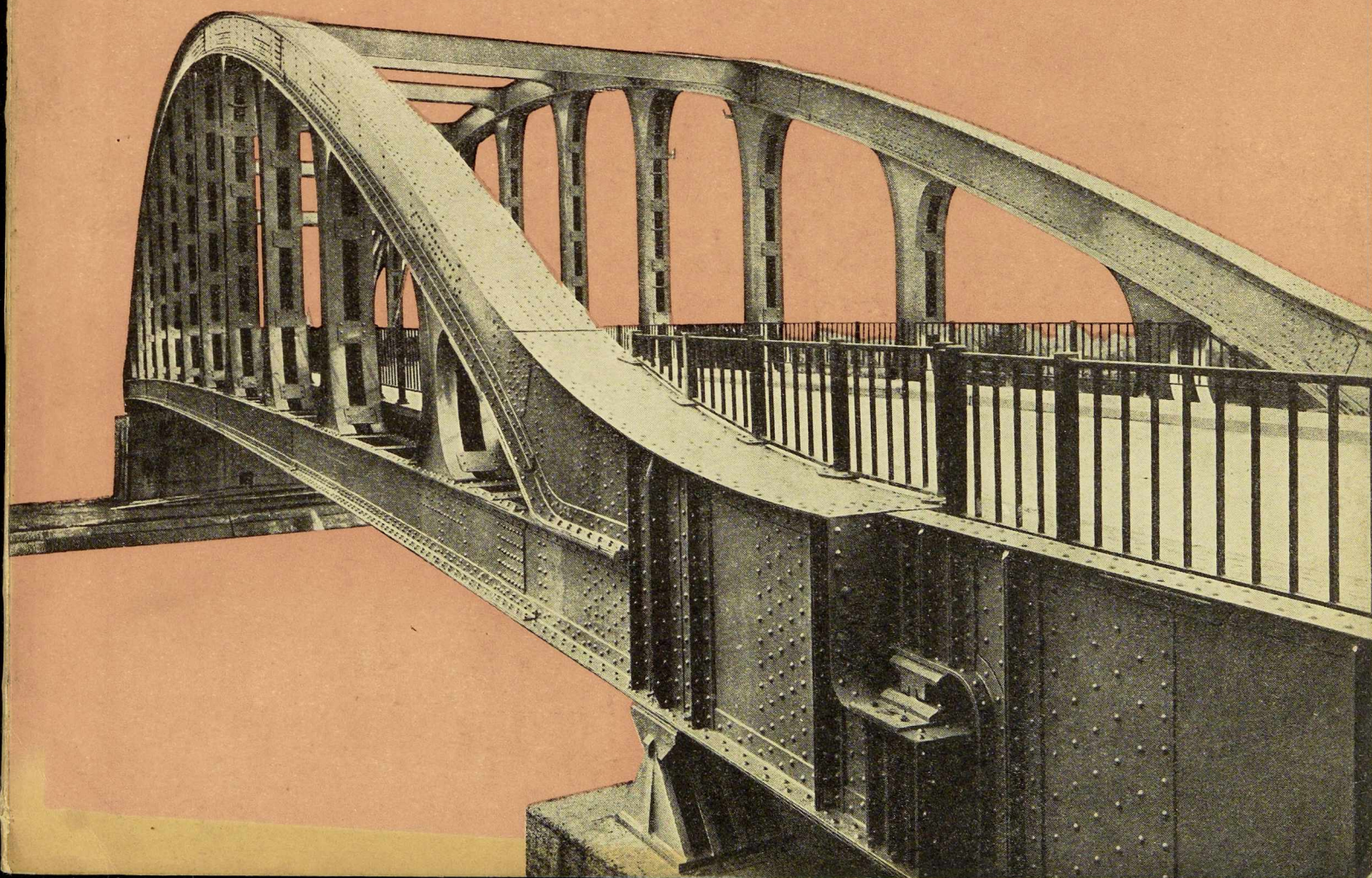
3

MARS 1951

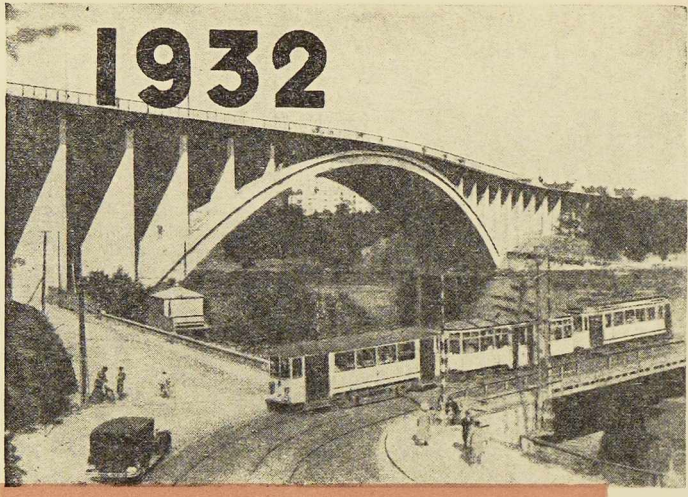


L'OSSATURE METALLIQUE

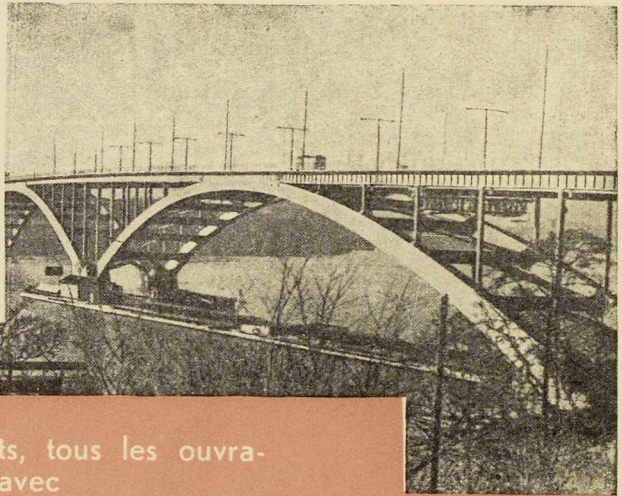
UNIVERSITEIT GENT
AFDEELING voor BOUWKUNST
22, Plateaustraet, GENT



1932



ESAB

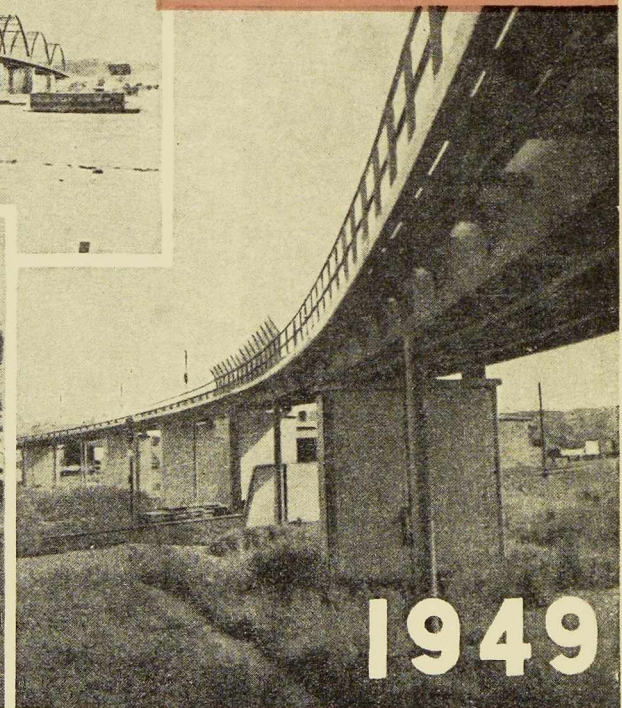
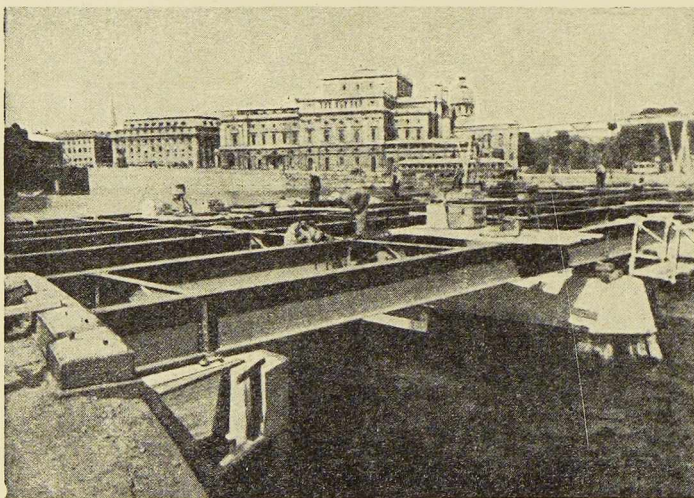


Ponts soudés en Suède

Dès les débuts de l'application de la soudure à l'arc en construction de ponts, tous les ouvrages importants en Suède ont été soudés avec

LES ELECTRODES

OK



1949

ELECTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE, S. A. 116-118, RUE STEPHENSON, BRUXELLES.

Téléphones : 15.05.32 - 15.91.26.

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

154, avenue Louise, Bruxelles - Téléphone : 47.54.98 - 47.54.99
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

16^e ANNÉE

N° 3

MARS 1951

S O M M A I R E

Le nouveau pont de Lanaye, sur le canal Albert, par R. Fournies, H. Louis et P. Thys	103
Transport de marchandises par containers maritimes	116
Cent ans de construction métallique, par P. A. Lorin	117
Installation de portes à l'aéroport de Zurich-Kloten, par E. Geilinger	125
Vestiaire d'usine de conception originale	130
Bungalows préfabriqués Grames	132
Exposition horticole de Stuttgart 1950, par P. Nagler	135
Les profils à ailes parallèles, par J. Courtheoux	143
CHRONIQUE : Marché de l'acier pendant le mois de janvier 1951. - La sidérurgie dans le monde. - Conférences de M. F. J. Vitale. - Inauguration des nouvelles installations de laminage de la Société Métallurgique d'Espérance-Longdoz. - Installation G. I. M. E. D. - Congrès métallurgique mondial, Détroit 1951. - Congrès de soudure, Hanovre 1951. - Echos et Nouvelles	149
BIBLIOTHÈQUE	154

ABONNEMENTS 1951 (11 numéros) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 200,-,
France et Union française : 1.900 francs français, payables au dépositaire général
pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & C^{ie}, 27, quai des
Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions : 7 dollars, payables à M. Léon
G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Indus-
tries of Belgium & Luxembourg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

Autres pays : 350 francs belges.

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

PRIX DU NUMÉRO :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 25,-,
France : francs français 200,-, **autres pays** : francs belges 40.-.

DROIT DE REPRODUCTION :

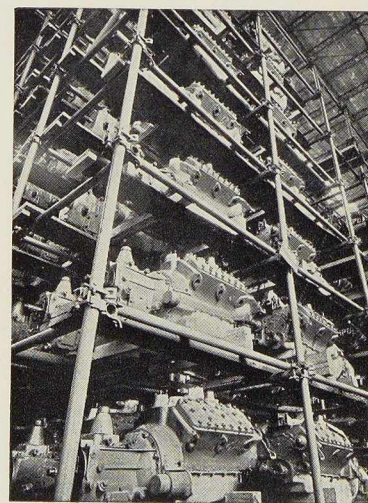
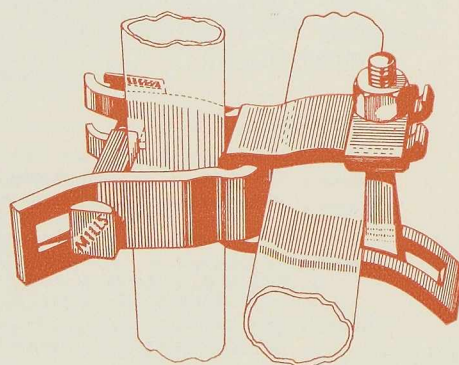
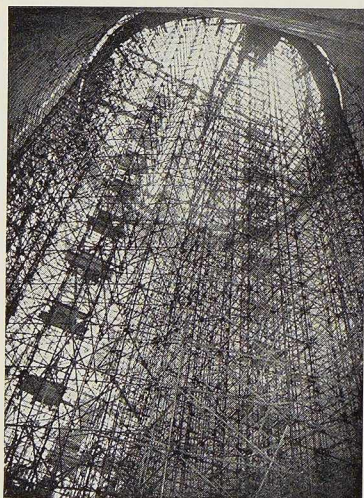
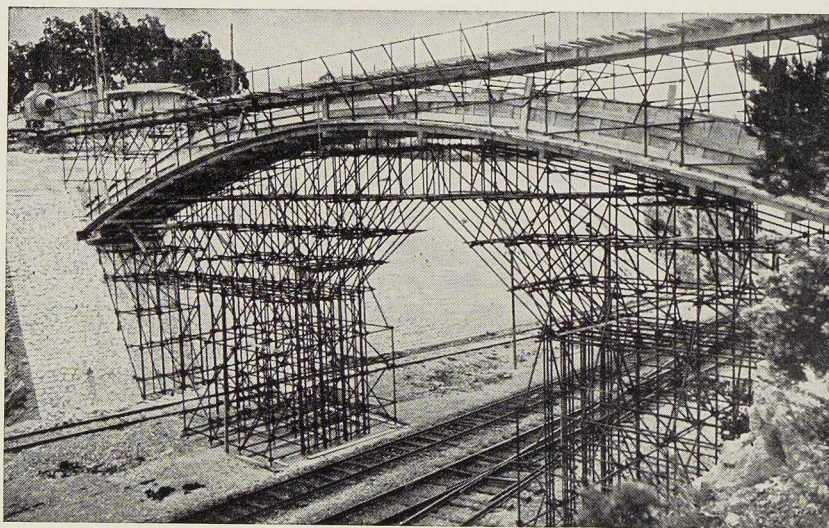
La reproduction de tout ou partie des articles ou des illustrations ne peut se
faire qu'en citant L'Ossature Métallique.

ECHAFAUDAGES TUBULAIRES

MILLS

V E N T E

L O C A T I O N



PRODUITS MÉTALLURGIQUES

P . & M . C A S S A R T

120-124, AVENUE DU PORT
4-6, QUAI DES CHARBONNAGES
200, RUE DE LA SOIERIE, FOREST
(Coin rue Emile Pathé)

Tél. 26.98.10 (plusieurs lignes) R. C. B. 10.741
Tél. 26.98.17 (deux lignes) C. C. P. 87.61
Tél. 43.72.69 - 43.72.70

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Présidents d'Honneur : M. Albert D'HEUR,
M. Léon GREINER

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

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

Vice-Président :

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

Administrateur-Conseil :

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

Membres :

M. Justin BAUGNEE, Directeur Général Adjoint de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence,
M. Oscar BIHET, Administrateur-Directeur Gérant des Usines à Tubes de la Meuse, S. A.,
+ M. Fernand COURTOY, Président et Administrateur-Délégué du Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY, S. A.,

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{ie}, Délégué de la Chambre Syndicale des Marchands de fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique,
M. Jean DRIESEN, Directeur Général-Adjoint de la S. A. John Cockerill,
M. Hector DUMONT, Administrateur-Délégué de la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur,
M. Louis ISAAC, Administrateur-Délégué de la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi,
M. Louis NOBELS, Président et Administrateur Délégué des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman,
M. Henri NOEZ, Administrateur-Délégué de la Fabrique de Fer de Charleroi,
M. Henri ROGER, Directeur Général des H. A. D. I. R., à Luxembourg,
M. Arthur SCHMITZ, Conseiller de la S. A. d'Ougrée-Marihaye.

Directeur :

M. Emmanuel GREINER, Ingénieur A. I. Lg.

LISTE DES MEMBRES

ACIÉRIES BELGES

Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.
Fabrique de Fer de Charleroi, S. A., à Charleroi.
Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
Métallurgique d'Espérance Longdoz, S. A., 1, rue de Huy, Liège.
Usines Gilson, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.
Hauts Fourneaux et Aciéries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadix), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, Luxembourg.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
Emailleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.
Usines Gilson, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.
Usines de Moncheret, à Acoz, Division de la S. A. des Aciéries et Minières de la Sambre.
Laminoirs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chénée.
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borguet, Flémalle-Haute.
Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 147, boulevard de la II^e Armée Britannique, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst réunis, à Mortsel-lez-Anvers.
Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de la Croÿère, Seneffe et Godarville, S. A., à La Croÿère.
Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.
Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Ateliers de Bouchout et Thirion réunis, S. A., 249-251, chaussée de Vleurgat, Bruxelles.
Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.

ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

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

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

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

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

Chaurobel, S. A., à Huyssinghen.

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

La Construction Soudée, Anciens Etablissements André Beckers, S. A., 64, avenue Rittweger, Haren-Bruxelles.

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

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

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

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

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

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

Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamen-court et Cie, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.

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

Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 52, rue des Cloires Nationales, Auvelais.

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

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

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

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

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

Usines Lauffer Frères, S. P. R. L., Hermalle s./Argenteau.

Leemans L. et Fils, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.

Macxima, S. A., Bouffioulx-lez-Châtelain.

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

La Manutention Automatique, S. A., Machelen.

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

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

Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.

Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

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

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

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

Etablissements D. Steyaert-Heene, à Eecloo.

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

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

Le Titan Anversois, S. A., à Hoboken.

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

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

Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

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

MENUISERIE MÉTALLIQUE

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

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

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

Ateliers Vanderplanck, S. A., Portes métalliques, Fayt-lez-Manage.

SOUDURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

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

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

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

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

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

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

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

COMPTOIRS DE VENTE
DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

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

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

Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.

Gilsoco, S. A., La Louvière.

Société Commerciale de Sidérurgie, SIDERUR, 1A, rue du Bastion, Bruxelles.

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

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

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

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

Alexandre Devis et Cie, 43, rue Masui, Bruxelles.

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

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

J. Libouton & Cie, S. A., 27, rue Léopold, Charleroi.

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

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

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

Collectivement :

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

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

MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

Aciers Bungert, S. A., 141-143, chaussée de Mons, Bruxelles.

Jos. Bol, 86, rue Emile Féron, Bruxelles.

Maison Courard & Co, 9-11, place des Déportés, Liège.

Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.

Etablissements Moréa et Nahon, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.

Société des Aciers et Métaux, Soamet, 41, boulevard du Midi, Bruxelles.

Wauters Frères, 23, rue de Liverpool, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Études Léon-Marcel Chapeaux, S. A., 54, rue du Pépin, Bruxelles.

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

M. René Leboutte, ing. tech. I. G. Lg., 6, rue J. Delboeuf, Liège.

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

Multifer. Grisard, Systèmes brevetés de const. mét., 199, avenue Louise, Bruxelles.

Robert et Musette, S. A., 59, rue de Namur, Bruxelles.

Bureau d'Études Ir. J. Ronsse, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.

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

MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 15, rue Guimard, Bruxelles.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

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

DIVERS

Institut Belge des Hautes Pressions, 38, Pl. des Carabiniers, Bruxelles.

Société Métallurgique des Procédés Warnant, S. A., 71, rue Royale, Bruxelles.

MEMBRES INDIVIDUELS

M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, Mayfair, 381, avenue Louise, Bruxelles.

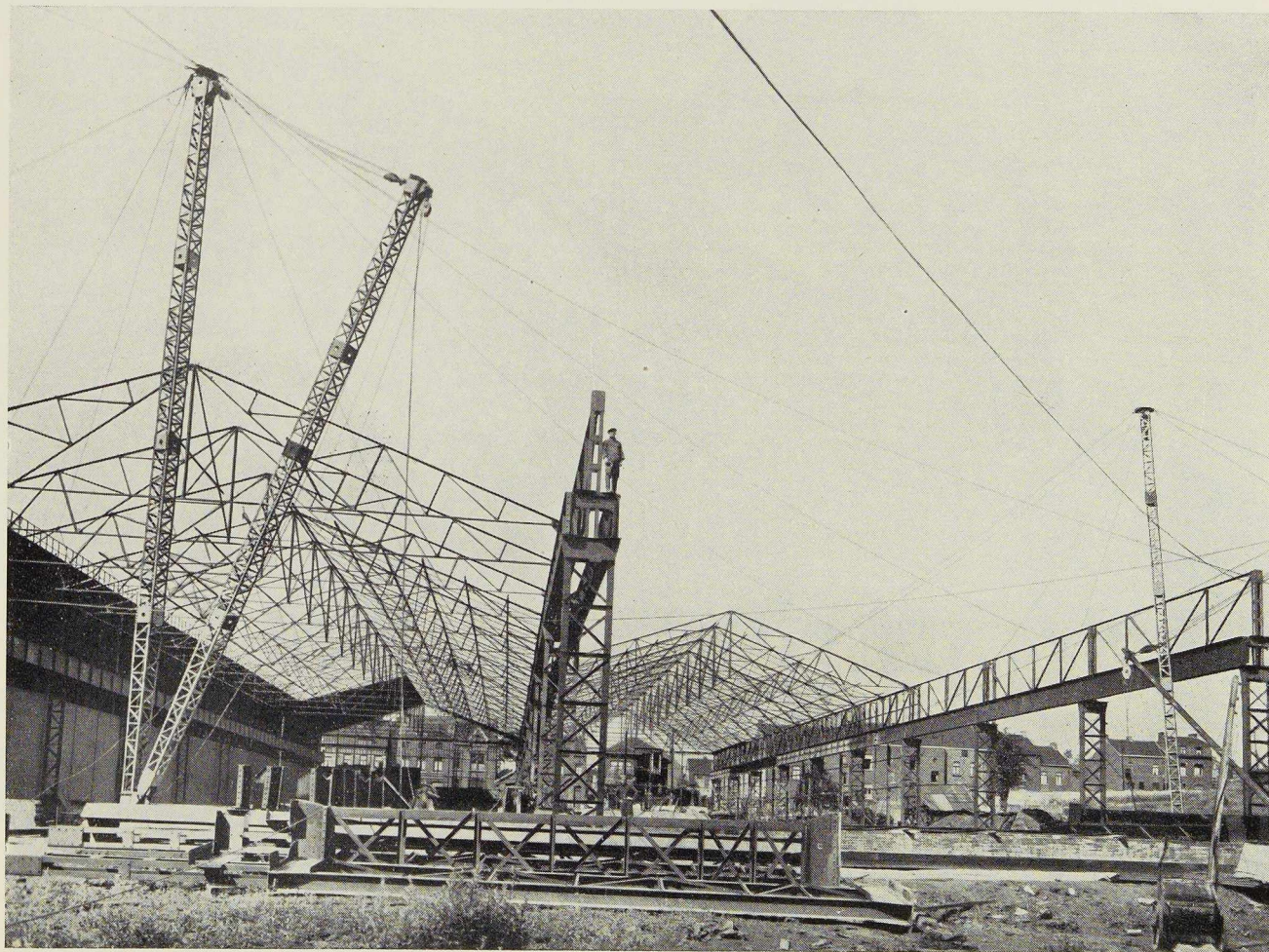
M. Marcel François, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.

M. Léon G. Rucquoi, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxembourg 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

SOCIÉTÉ ANONYME

BAUME & MARPENT

HAINÉ-SAINT-PIERRE, MORLANWELZ (BELGIQUE) - MARPENT (NORD-FRANCE)



Charpente de 6 000 m² construite et montée par nos soins, aux Laminiers et Boulonneries du Ruau à Monceau-sur-Sambre.

CHEVALEMENTS ET PYLÔNES
GAZOMÈTRES ET RÉSERVOIRS
PONTS ET CHARPENTES
ACIERS MOULÉS ET FORGÉS



VOITURES ET WAGONS
AUTORAILS ET AUTOMOTRICES — LOCOMOTIVES
ÉLECTRIQUES

Le décapage

Oxy-Acetylenique

assure des surfaces

PROPRES

et débarrassées
des **OXYDES**

NUISIBLES



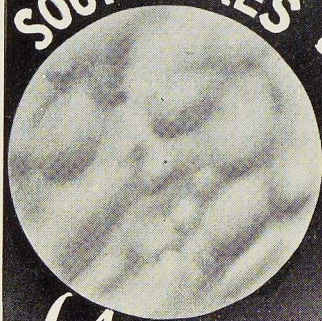
ET SUPPRIME

SOUFFLURES

ÉCAILLES

RIDES

PIQRÉS DE ROUILLE



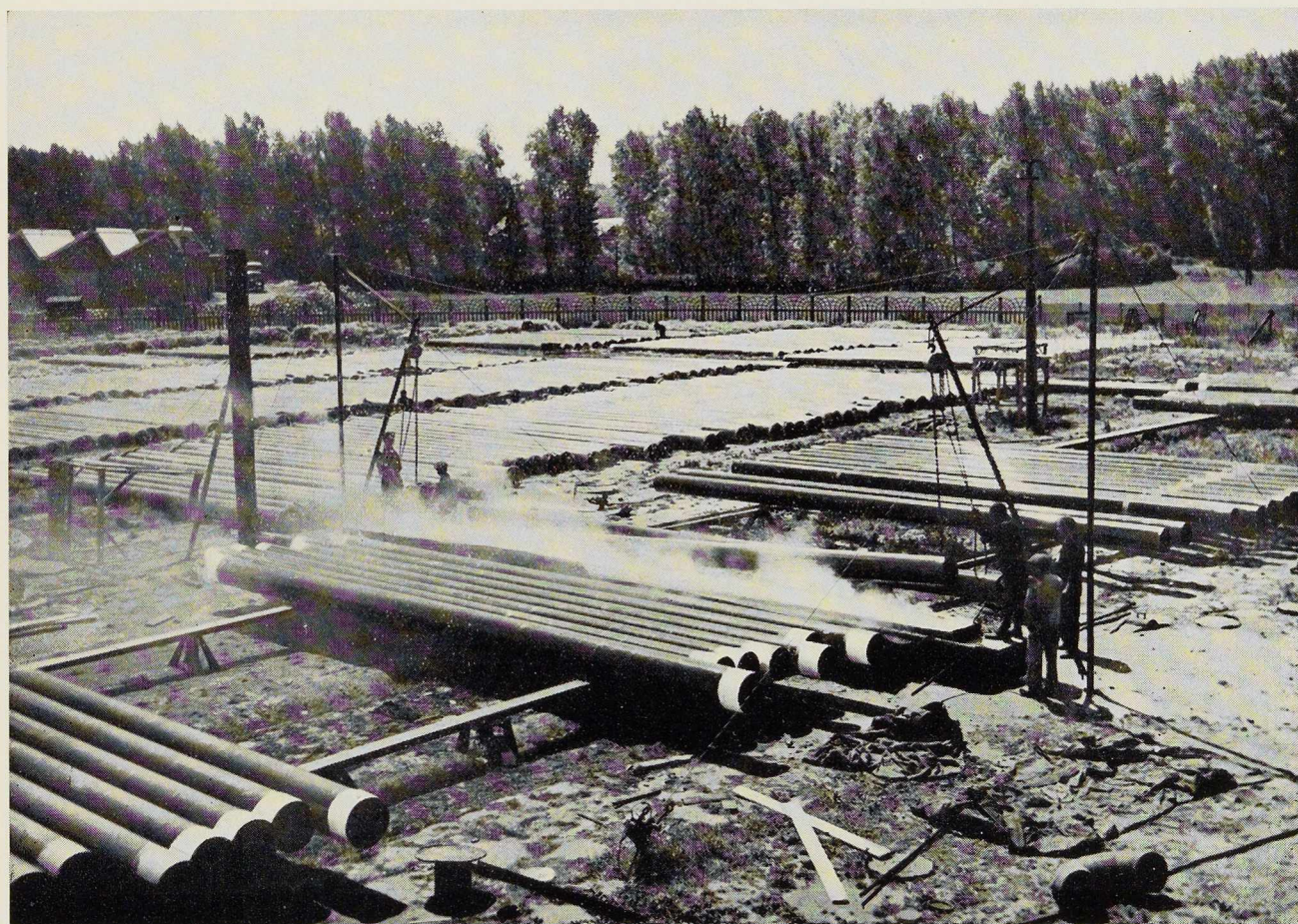
S.A.

L'AIR LIQUIDE

31, QUAI ORBAN

LIÈGE

TÉL. 43.65.55



Conduite forcée de 13 km de longueur, fournie au Congo belge. Pression d'essai : 30 kg/cm².

ATELIERS DE BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS S. A.

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

USINE A VILVORDE

192, CHAUSSÉE DE LOUVAIN, VILVORDE

Téléphone : Bruxelles 15.20.96, Vilvorde 51.00.36

PONTS, CHARPENTES, CHAUDRONNERIE,
TANKS, MATÉRIEL POUR HUILERIES,
USINES À CAOUTCHOUC, SÉCHOIRS À
CAFÉ.

USINE A BOECHOUT

27, HEUVELSTRAAT, BOECHOUT-LEZ-ANVERS

Téléphone : Anvers 81.27.99

TÔLES GALVANISÉES, ARTICLES DE
MÉNAGE, CHÂSSIS MÉTALLIQUES



TYPE BELVAL Z
PALPLANCHES ONDULÉES

PALPLANCHE

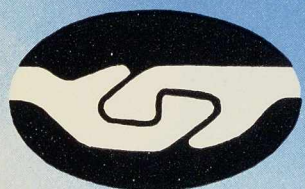
TYPE BELVAL P
PALPLANCHES PLATES

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:

LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE

BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE



CHES ARBED-BELVAL



ER A

COLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG



BUNGALOW MÉTALLIQUE

S. A. DES ATELIERS DE CONSTRUCTION
JAMBES-NAMUR

Anciens Établissements Th. FINET

JAMBES (BELGIQUE)

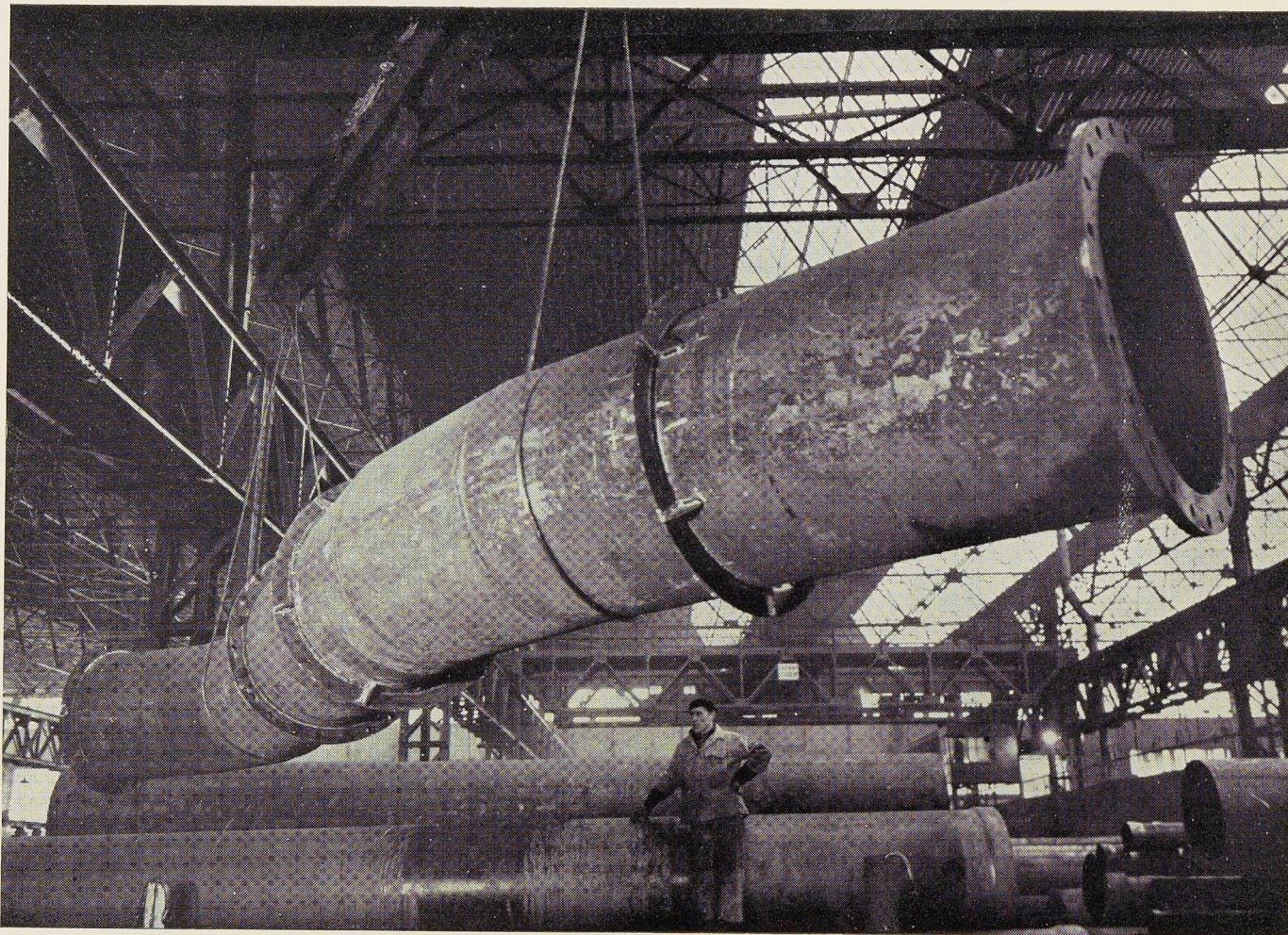
PONTS
CHARPENTES
GROSSES TUYAUTERIES
OSSATURES DE BATIMENTS
MAISONS MÉTALLIQUES

ÉLECTRODE
ARCOS



Navalend

POUR
LE SOUDAGE
EN
TOUTES
POSITIONS
DE PIÈCES
MAL JOINTES
OU
MAL AJUSTÉES



DIVISION SOUDAGE : FABRICATION D'UNE COURBE EN S

Nos usines fabriquent :

TOUS LES TYPES DE TUBES D'ACIER SOUDÉS ET SANS SOUDURE

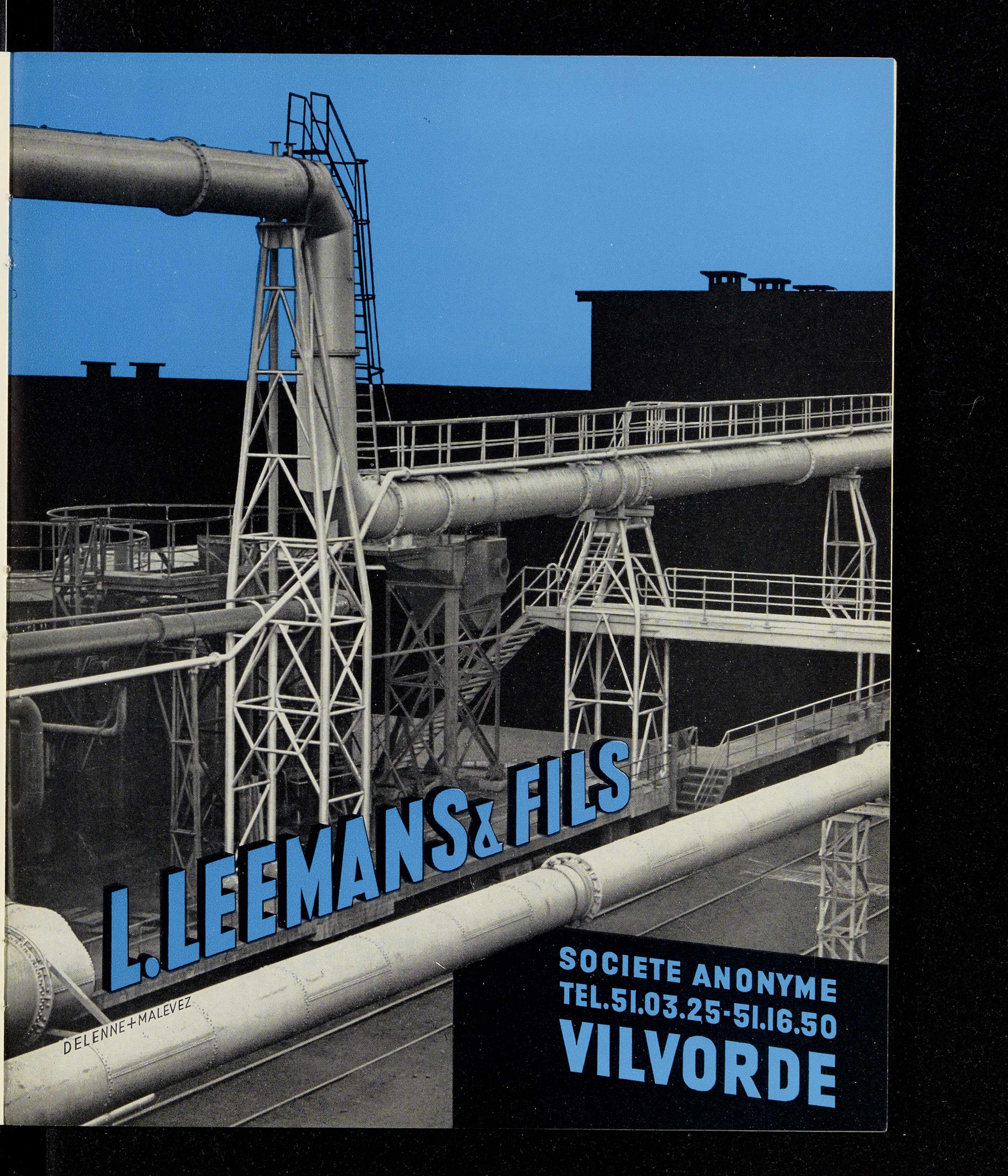
- pour canalisations et tuyauteries d'eau, gaz, vapeur, chauffage central, vapeur saturée, usages mécaniques, etc.,
- pour chaudières, locomotives, industries chimique et sucrière,
- pour industrie pétrolière, haute pression, etc.,
- pour poteaux d'éclairage et force motrice,
- pour potelets de signalisation routière, lumineux ou non,
- pour barrières fixes et mobiles, halls, hangars, pylônes,
- pour bouteilles de tous fluides et de toutes contenances,
- pour cycles, motos, autos, avions, jouets, mobiliers, décorations, sports, échelles Tubesca de tous types.
- divers profils : carré, rectangulaire, ovale, hexagonal, etc.

NOTICES, CATALOGUES ET DEVIS SUR DEMANDE

USINES A TUBES DE LA MEUSE

FLÉMALLE-HAUTE (BELGIQUE)

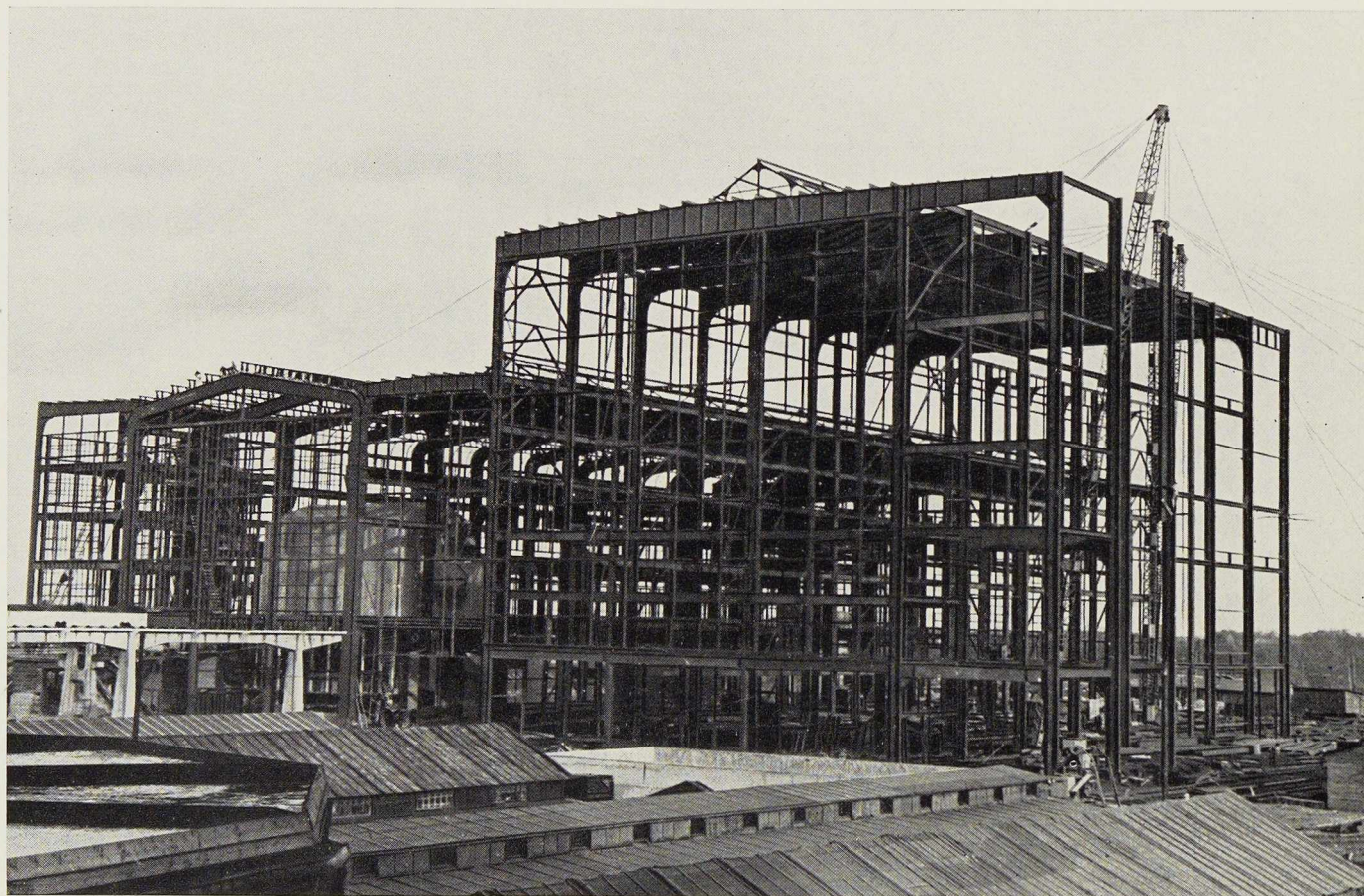




L. LEEMANS & FILS

DELENNE + MALEVEZ

SOCIETE ANONYME
TEL. 51.03.25-51.16.50
VILVORDE



CENTRALE ÉLECTRIQUE, EN COURS DE MONTAGE, DES CHARBONNAGES ANDRÉ-DUMONT A WATERSCHEI

OSSATURE MÉTALLIQUE ENTièrement SOUDÉE
EXÉCUTÉE PAR NOS SOINS, EN COLLABORATION
AVEC LE SERVICE D'ÉTUDES DES CHARBONNAGES
ANDRÉ-DUMONT, A WATERSCHEI, ET LE
BUREAU TECHNIQUE CRIBLA, S. A, BRUXELLES

POIDS 6 000 TONNES



SOCIÉTÉ ANONYME DES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

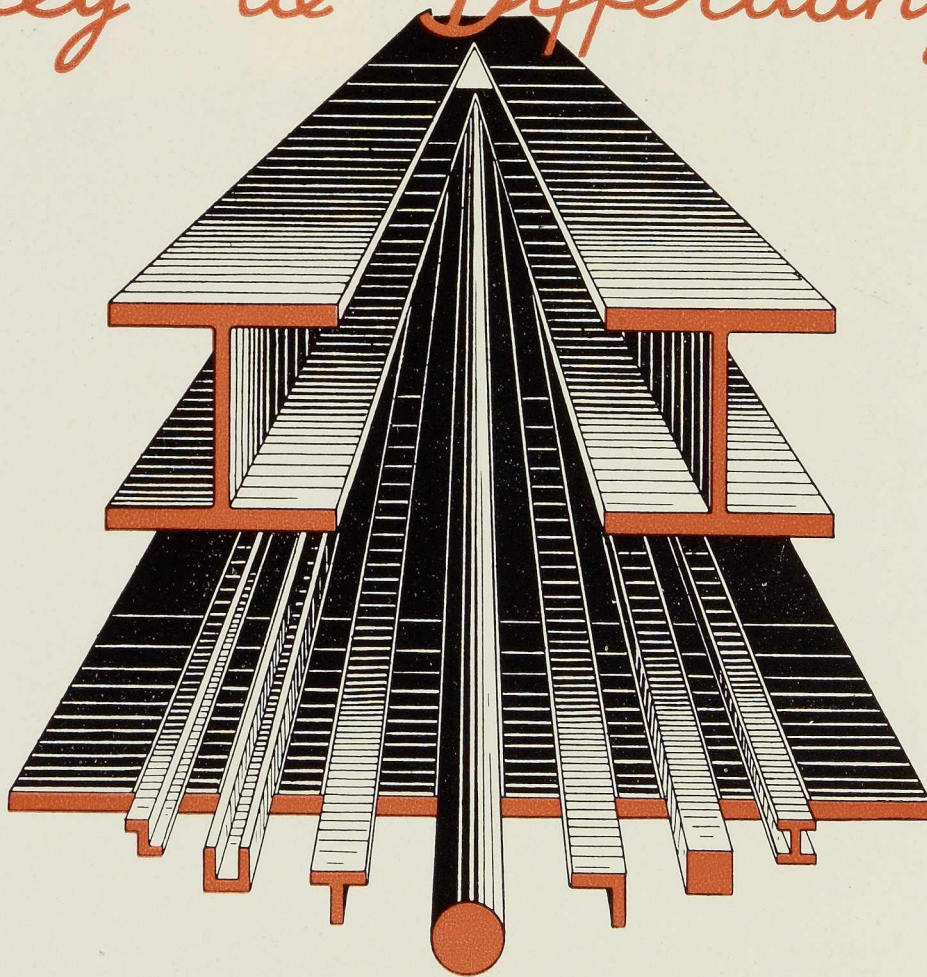
**PAUL WURTH
LUXEMBOURG**

TÉLÉPHONE : 23.22 - 23.23 ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : PEWECO - LUXEMBOURG

JOURET

LUTTRE

Grey de Differdange



et tous les produits métallurgiques

TEL. : LUTTRE 444.44 (3 lignes)
444.43



MATÉRIEL TUBULAIRE

pour Echafaudages
Tours fixes et mobiles
Soutiens de coffrage
Monte-charges
Casiers de stockage
Hangars démontables
Tribunes



A. DEVIS & C^{IE}

DÉPARTEMENT : « ÉCHAFAUDAGES TUBULAIRES »
158, RUE SAINT-DENIS, BRUXELLES • TÉLÉPHONES : 43.15.05 - 43.75.77

LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE

Soudez deux fois moins cher
parce que trois fois plus vite!



GRACE A LA

COMETE ROUGE

ÉLECTRODE À TRÈS FORTE PÉNÉTRATION

PLUS DE 100.000 MÈTRES DE JOINTS ONT DÉJÀ FAIT LEURS
PREUVES DANS LES APPLICATIONS LES PLUS DIVERSES.

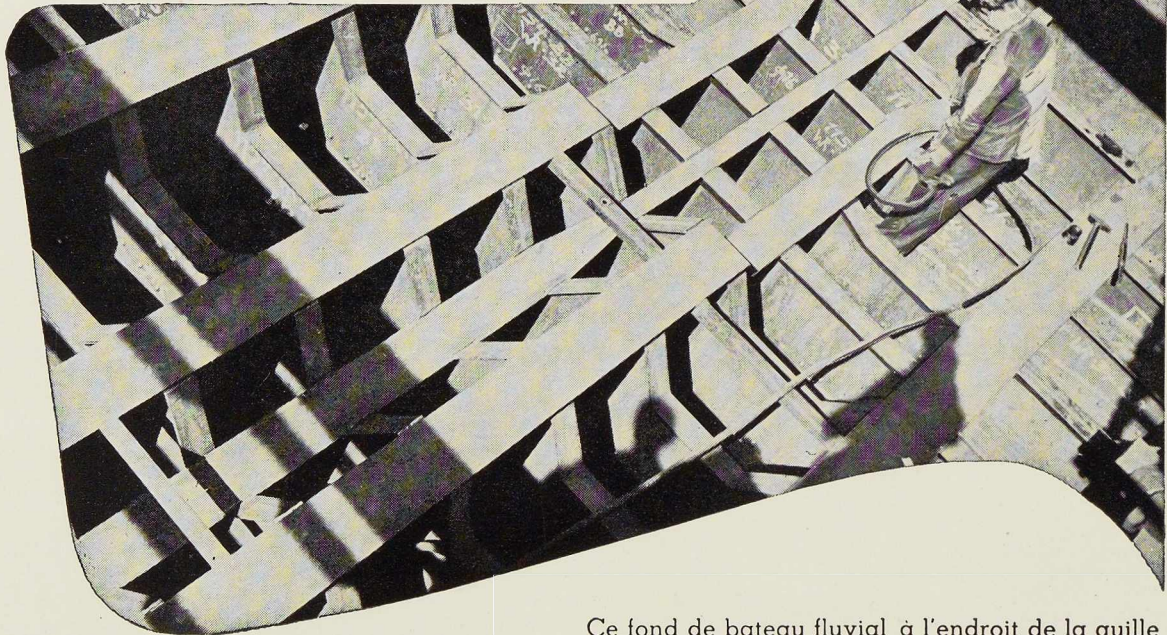
SOUDOMETAL

SOCIÉTÉ ANONYME

SOUDAGE SUR CHANTIER
D'ÉLÉMENTS DE PONT DE
NAVIRE.

83, CHAUSSEE DE RUYSBROECK, FOREST-BRUXELLES — TÉL. 43.45.65 - 44.09.02

SOUDURE EN CONSTRUCTION NAVALE



Ce fond de bateau fluvial à l'endroit de la quille
a été entièrement soudé au moyen des électrodes
PHILIPS 50 pour les joints horizontaux et PHILIPS 28
pour les joints verticaux. L'emploi de ces électrodes
assure à l'assemblage une parfaite résistance aux
vibrations et l'élasticité requise

La légèreté qui résulte de l'emploi de la soudure
à l'arc a permis de réaliser une économie
supérieure à 15% dans le prix de revient.

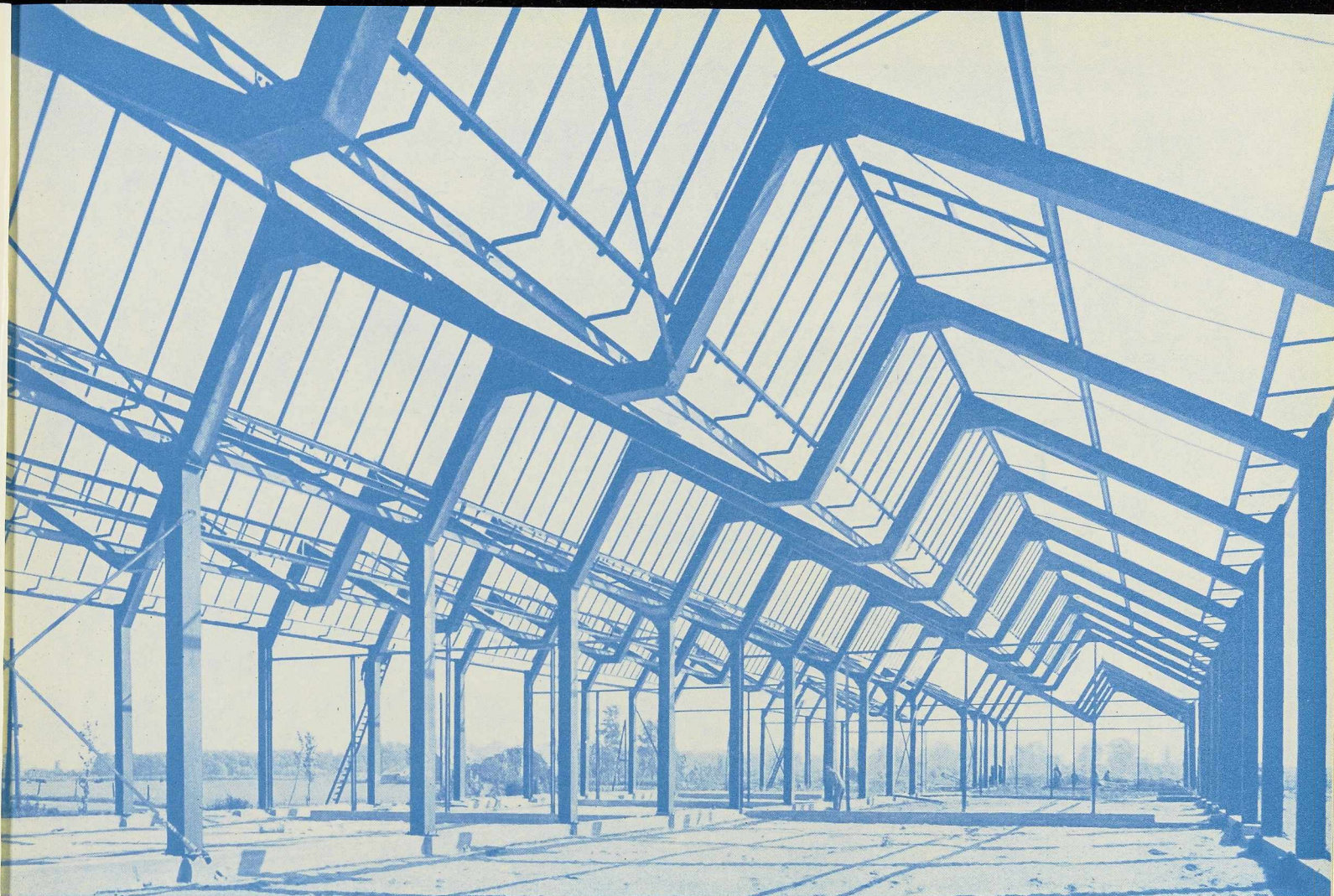
ELECTRODES POUR TOUS TRAVAUX

PHILIPS

DIVISION TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE

S. A. B. 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles Tél. 12.31.40 (20 lignes)

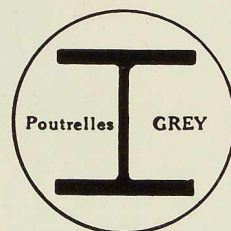




Staalconstructie.
De Vries Robbé & C^o, N. V.
Kininefabriek, Maarsse

Photo Renes

POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE



Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

DAVUM S. A.

22, RUE DES TANNEURS, ANVERS

Téléphone : 32.99.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport

Où en est
votre
équipement
industriel ?



dorland Fv1

Améliorer votre outillage en vue d'augmenter votre productivité est l'un de vos principaux soucis.

En visitant la 3^{me} Foire Internationale de Liège vous y trouverez un ensemble de biens de production intéressant les mines, la métallurgie, la mécanique et l'électricité industrielle, qui vous permettront de faire un choix judicieux.

21 AVRIL - 6 MAI 1951

3^e FOIRE
INTERNATIONALE DE **Liège**

Ecrivez à la Foire Internationale de Liège, 17, boulevard d'Avroy, Liège (Belgique) en vue de connaître son programme et d'obtenir les informations qui vous permettront d'organiser votre visite à cette exposition européenne, spécialisée et technique.

MINES

MÉTALLURGIE

MÉCANIQUE

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

Qu'est-ce que le « Magifer 60 »

Le « **Magifer 60** » est une sorte de mécano industriel breveté, destiné à réaliser une multitude d'assemblages démontables et transformables à volonté.

Tous les éléments « **Magifer 60** » sont uniformément percés de trous de dimensions et d'emplacements judicieusement choisis.

Ces éléments sont des barres de longueurs déterminées pouvant s'assembler de toutes les manières, à l'aide de quelques boîtes de jonction à utilisations multiples.

Avec les éléments « **Magifer 60** », quelques panneaux standard et accessoires complémentaires, l'utilisateur pourra, à son choix et par démontage et réemploi continus, réaliser tous les montages et assemblages désirés, tant dans le domaine de la menuiserie métallique que dans celui de la petite construction.

FOIRE INTERNATIONALE DE LIEGE

21 avril au 6 mai 1951

SOCIÉTÉ ANONYME

MAGIFER-GRISARD

SYSTEMES BREVETES DE CONSTRUCTIONS METALLIQUES

199 AVENUE LOUISE, BRUXELLES - TÉL. 47.89.68

SOCIÉTÉ D'ÉTUDES

VERDEYEN



MOENAERT

INGÉNIEURS-CONSEILS A. I. Br.

CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

GÉNIE CIVIL

MÉCANIQUE DU SOL

FONDATEMENTS

RUE GUIMARD, 15^A, BRUXELLES. TÉL. : 12.18.14 - 12.24.41

PUBLIGUY

**ARCHITECTES,
ENTREPRENEURS**

POUR LA CONSTRUCTION
DES
MAISONS PRÉFABRIQUÉES

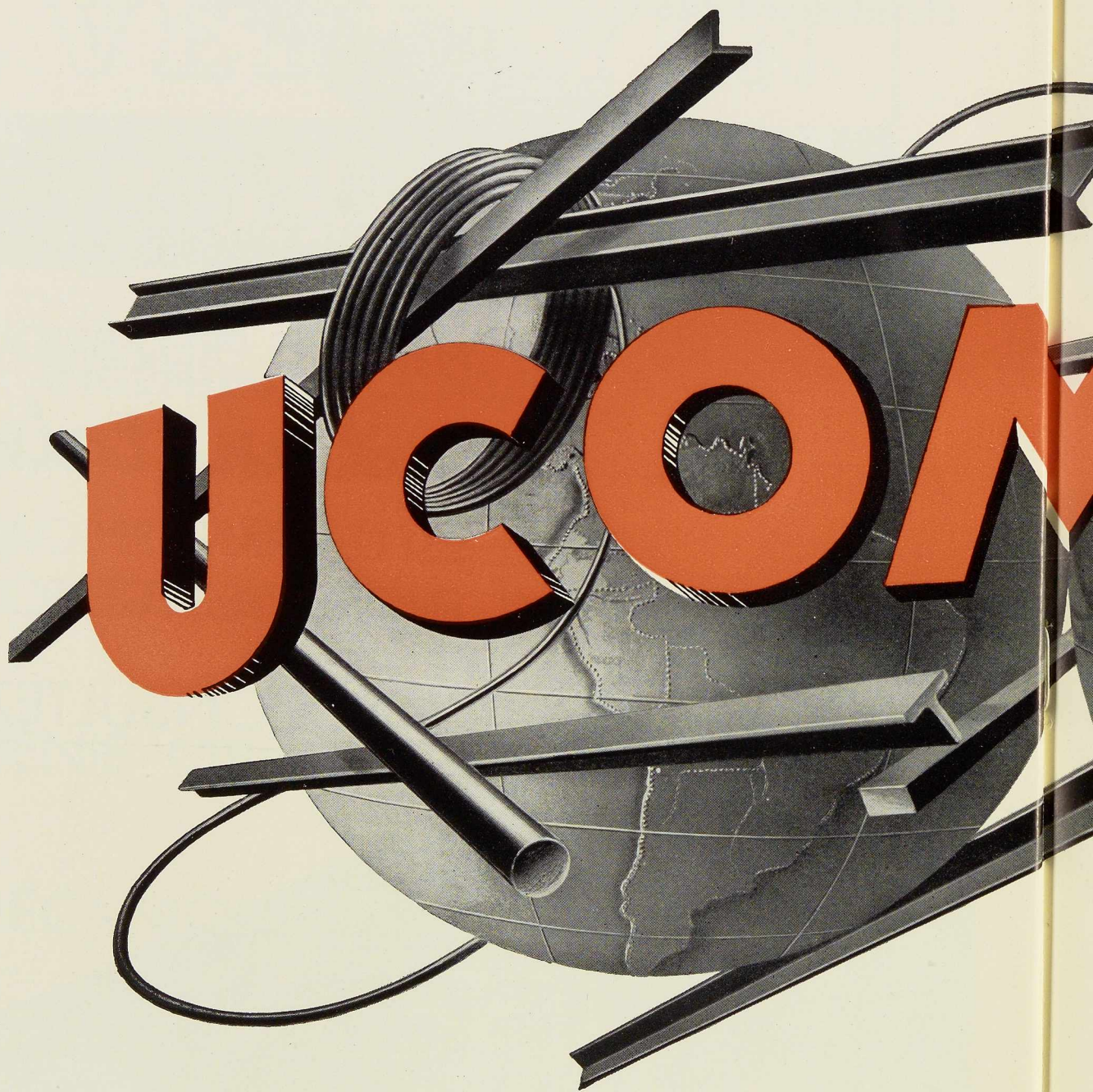
Longtain

EST LE GRAND SPÉCIALISTE
EN PROFILS LÉGERS.

CONSULTEZ-LE.



TOUS PRODUITS M

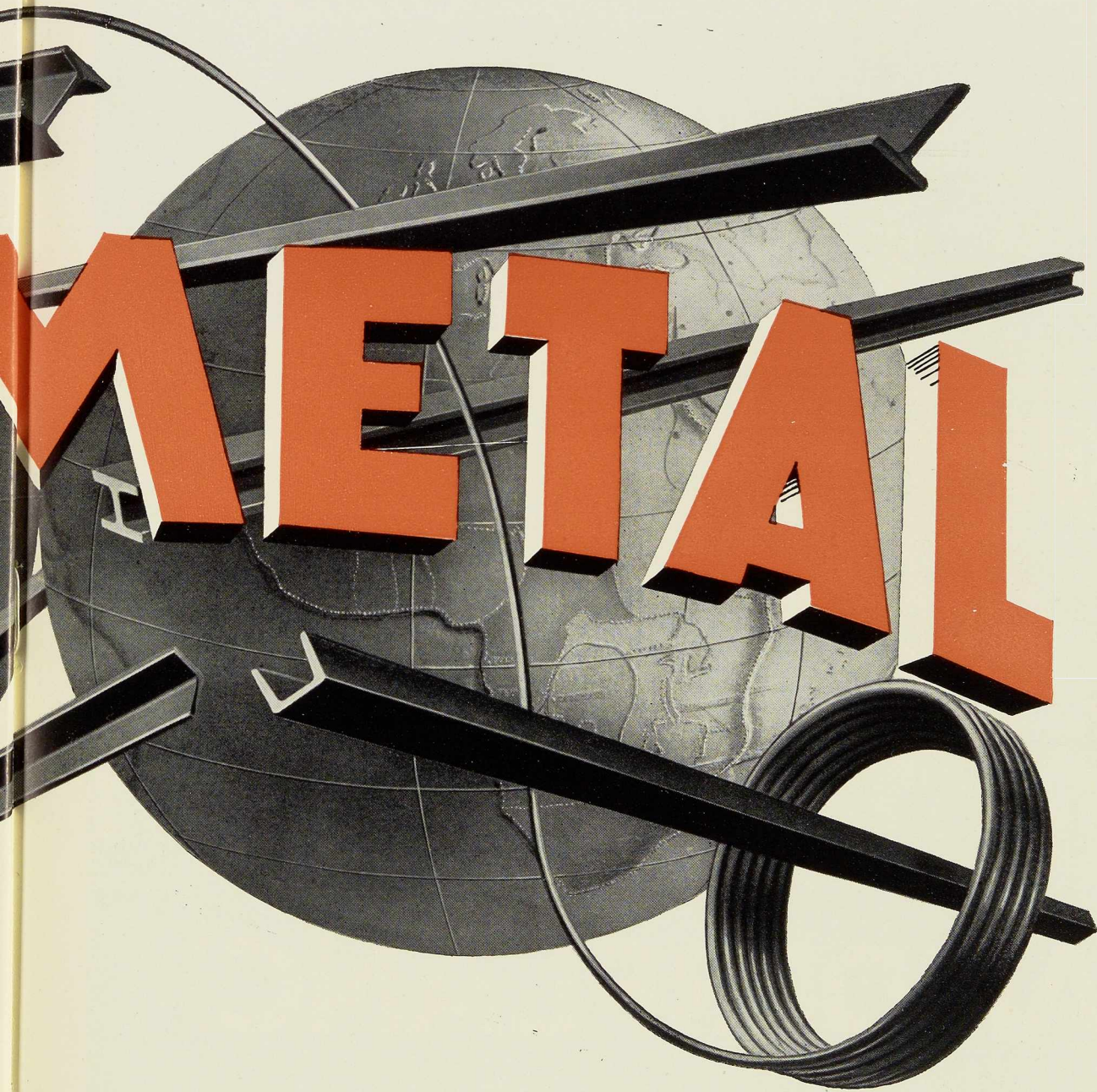


24 RUE RO
BRUXEL

COCKERILL - PROVIDENCE

C.G.P.I.

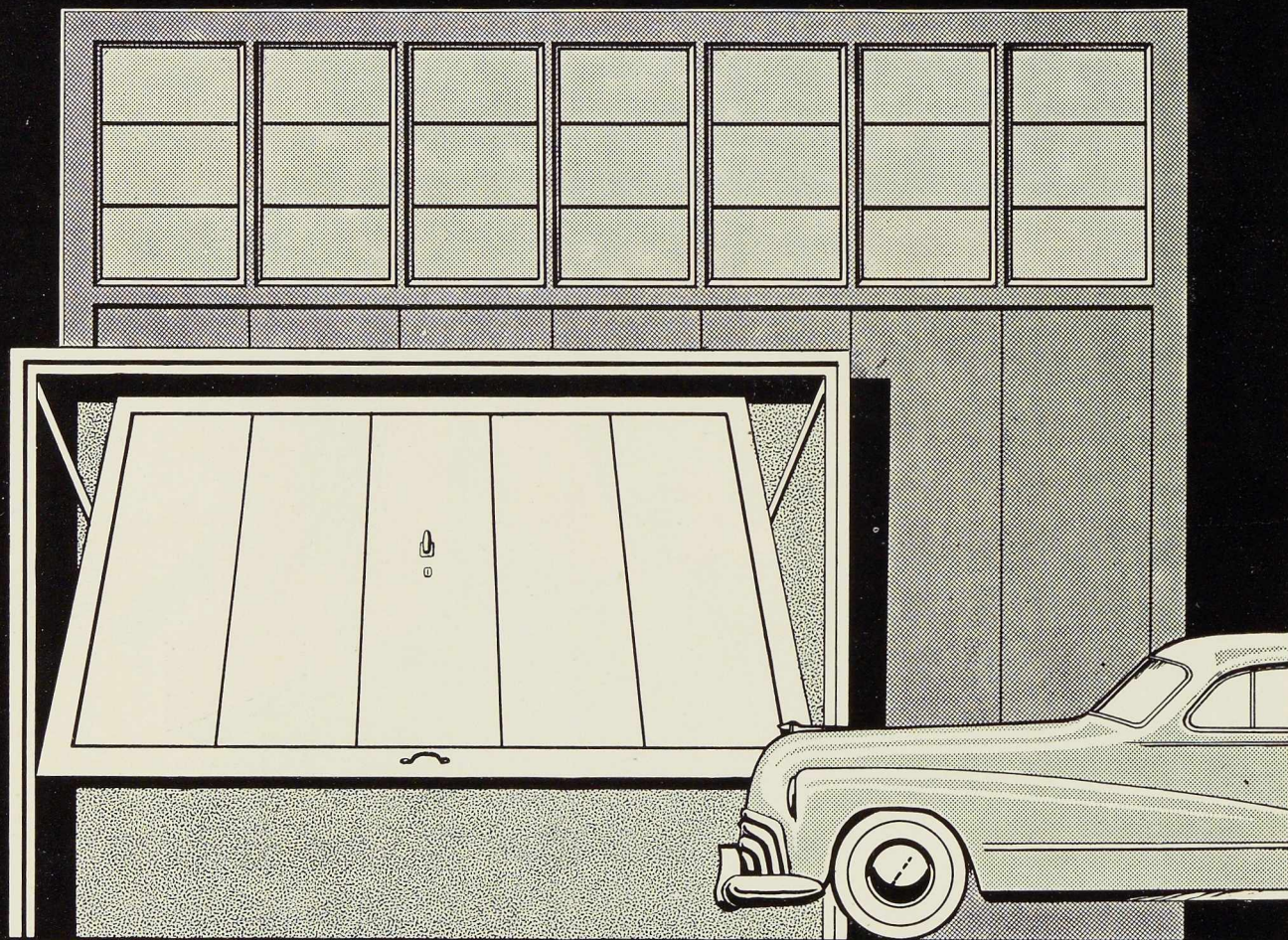
MÉTALLURGIQUES



ROYALE
KELLES

CE - SAMBRE & MOSELLE

Portes métalliques basculantes

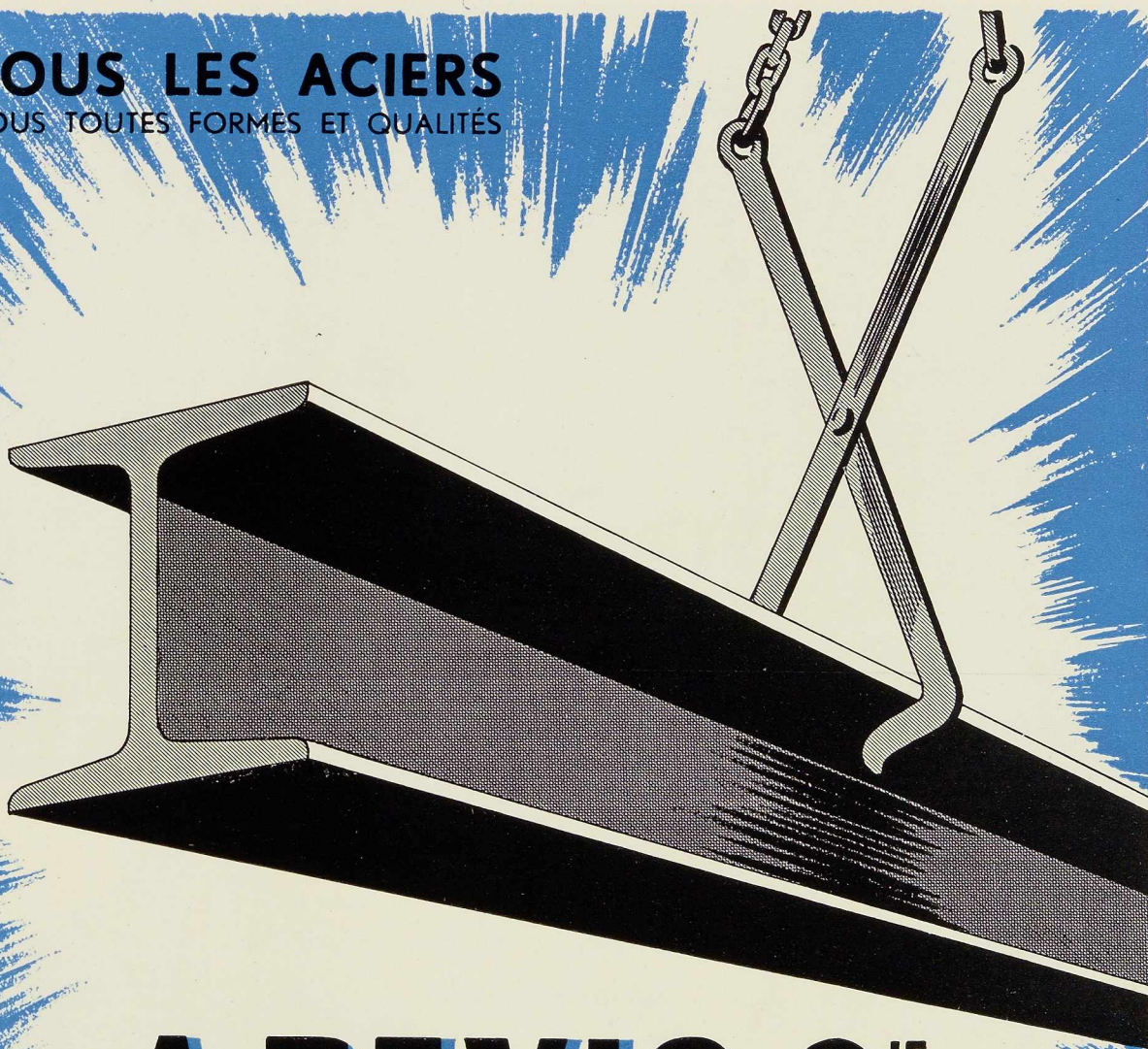


VANDERPLANCK

FAYT - LEZ - MANAGE (BELGIQUE)

Licence DE VRIES ROBBÉ, à GORINCHEM, (Hollande) Brevet 464.708

TOUS LES ACIERS
SOUS TOUTES FORMES ET QUALITÉS

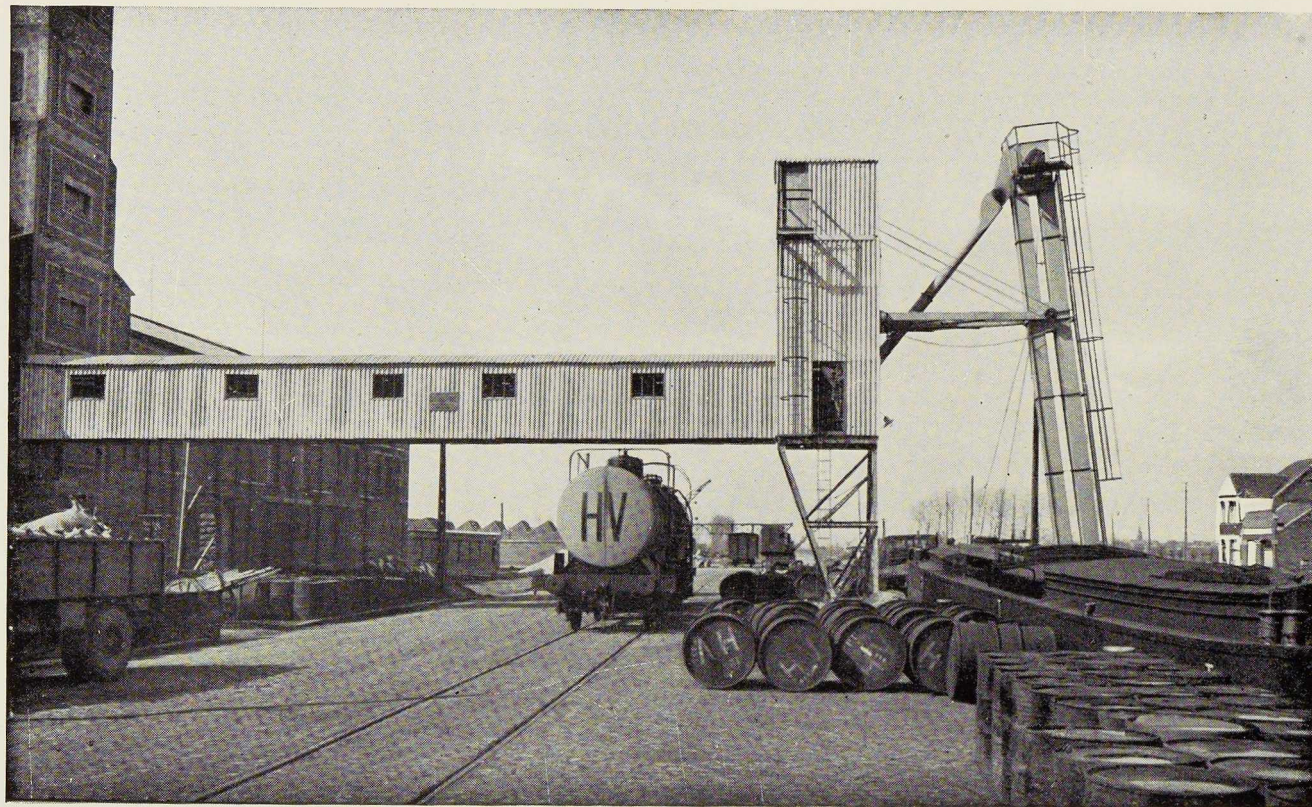


A. DEVIS & C^{IE}

ACIERS MARCHANDS • TOLES • BOULONS
43, RUE MASUI • BRUXELLES • TÉL. : 15.49.40 (6 lignes)

ACIERS SPÉCIAUX • OUTILS
158, RUE ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél : 43.50.20 (6 l.)

POUTRELLES • FERS U • RONDS A BETON
296, RUE ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél. : 44.48.50 (6 l.)



Installation de déchargement de bateaux par élévateur à godets, goulotte et transporteur à courroies.
A l'intérieur du bâtiment, installation de stockage en silos.

Plus de 25 années de spécialisation
en manutention

LA MANUTENTION AUTOMATIQUE

Soc. An. **MACHELEN** (Brabant)

Tél. : Bruxelles 15.38.34

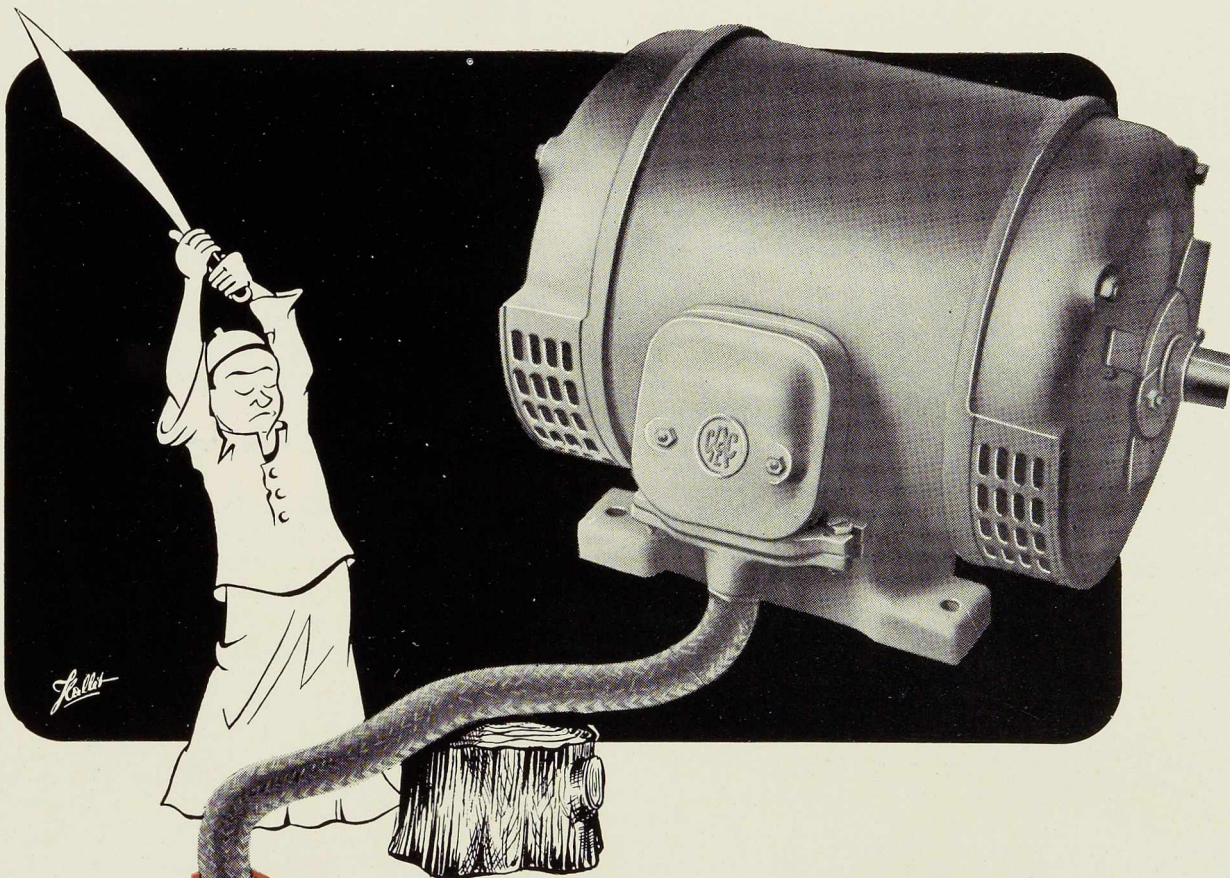


NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES INDUSTRIES
TANT À L'ÉTRANGER QU'EN BELGIQUE

CATALOGUE DE 150 PAGES SUR DEMANDE



AGENT POUR LA HOLLANDE : M. J. W. KLEINHOUT, 7, ZAAANMARKSTRAAT, BREDA



Ne me coupez pas

la **TÊTE!**

Je suis un moteur robuste,
construit pour vous servir longtemps.

Je veux aussi vous servir INTELLIGEMMENT
Mes parents, les A. C. E. C., m'ont donné un

Cerveau

Ne m'achetez pas sans lui. Ne m'achetez pas sans
mon appareillage

LUI SEUL PEUT COMMANDER ET PROTEGER VOTRE MOTEUR
AVEC UNE SÉCURITÉ ABSOLUE



Notre petit appareillage est à votre service :
CONTACTEURS • DISJONCTEURS • DEMARREURS

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI

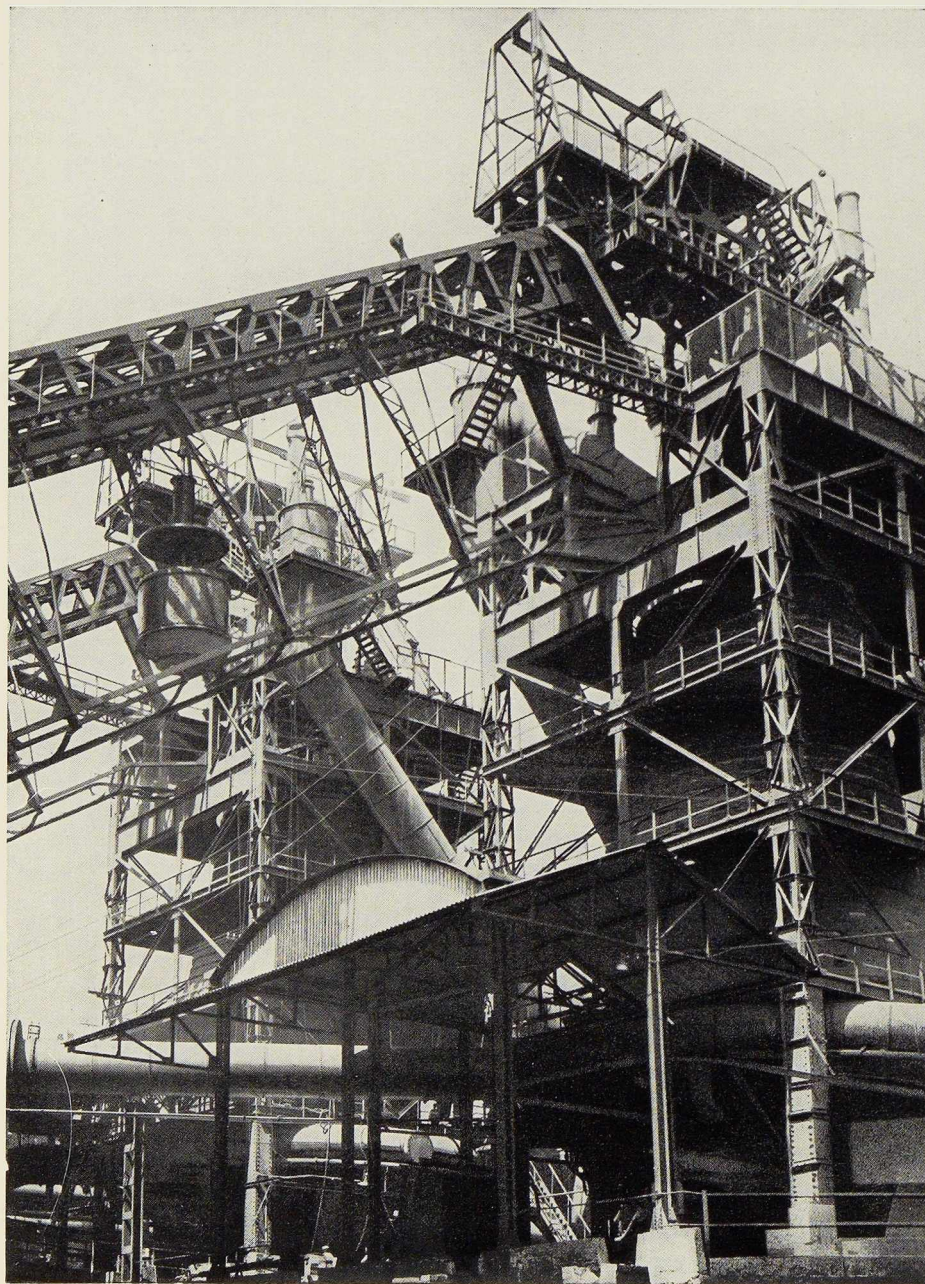
SOCIÉTÉ ANONYME

USINES GUSTAVE BOËL

LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

TÉLÉPHONES : 231.21 - 231.22 - 231.23 - 231.24
TÉLÉGRAMMES : BOËL, LA LOUVIÈRE

BOËL



Division LAMINOIRS

LARGES PLATS
TÔLES LISSES, TÔLES STRIÉES,
TÔLES À LARMES
RONDS À BÉTON - FIL MACHINE
RAILS - ÉCLISSES
DEMI-PRODUITS

Division FONDERIE D'ACIER

Moulage d'acier : Toutes pièces d'acier moulé brutes et parachevées pour matériel de chemin de fer et industries diverses. Spécialités de centres de roues et cuves à recuire pour feuillards, fils, tôles fines, etc. Essieux - Bandages - Trains montés - Pièces de forge.

Division BOULONNERIE

Boulons - Crampons - Tirefonds et rivets.

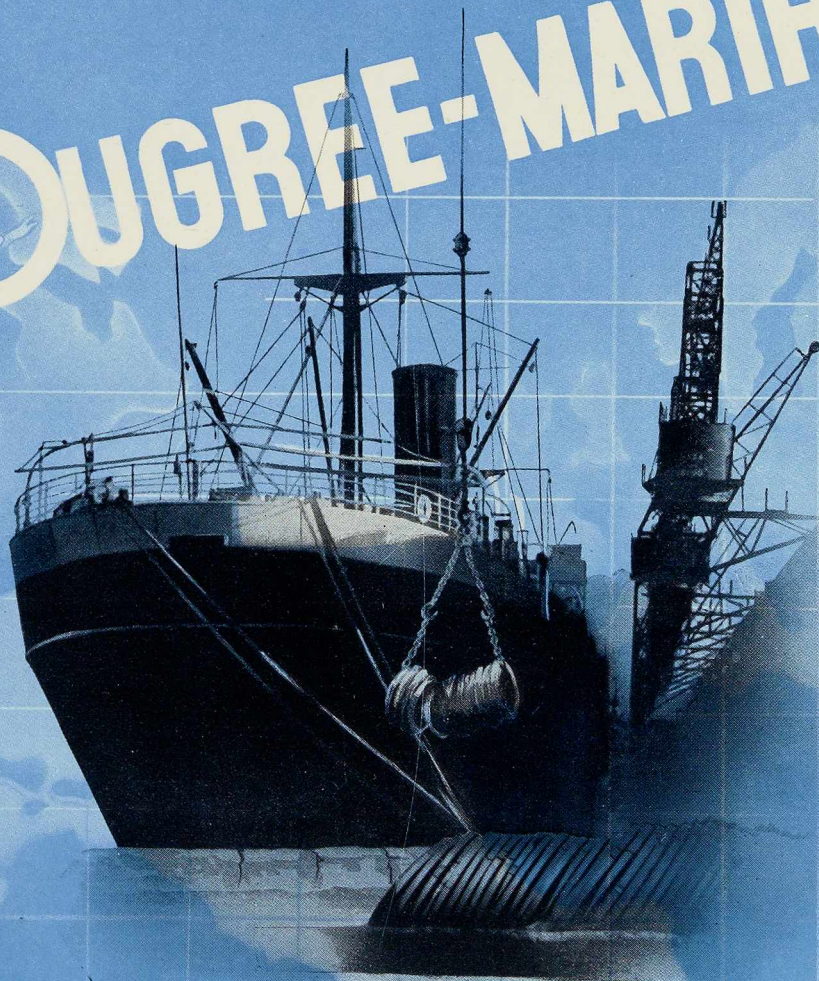
Produits D I V E R S

Cokes industriels et domestiques - Goudron
- Sulfate d'ammoniaque - Huiles légères.
Laitiers granulés et concassés - Scories Thomas.

MATHY
graphic



DOUGREE-MARIHAYE



exporte **DANS LE MONDE ENTIER**

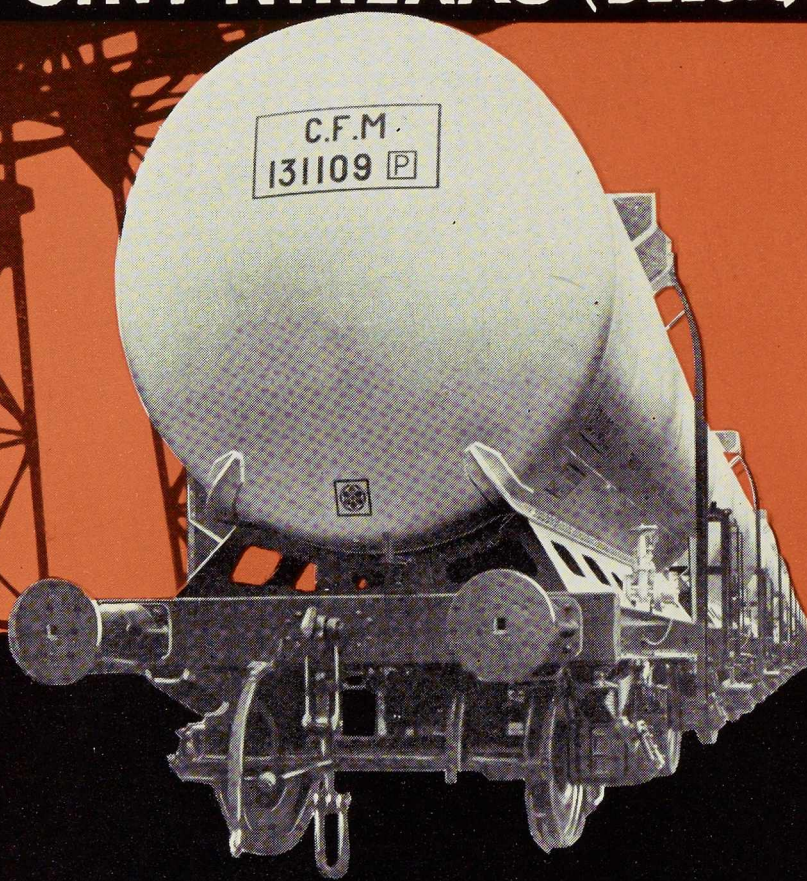
LES PRODUITS DE SES HAUTS FOURNEAUX — ACIÉRIES — LAMINOIRS — FORGES ET FONDERIES

Organisme de Vente : SIDÉRUR, 1^a, rue du Bastion, Bruxelles (Belgique)

A.E.M.

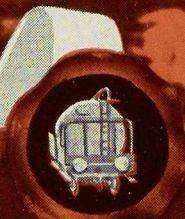
Nobels-Peelman

SINT NIKLAAS (BELGIQUE)



**PONTS ET CHARPENTES
CHAUDRONNERIE
MATERIEL DE CHEMIN DE FER
BENNES • WAGONS BASCULANTS
TÉL. : 13 et 235 ST-NICOLAS • TÉLÉGR. : ATELIERS, ST-NIC.**

Kalle



L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

16^e ANNÉE - N° 3

MARS 1951

R. Fougnyes,

Ingénieur en chef-Directeur
des Ponts et Chaussées,
Bureau des Ponts, 1^{re} Direction

H. Louis,

Ingénieur en chef-Directeur
des Ponts et Chaussées,
Bureau des Ponts, 3^e Direction

P. Thys,

Ingénieur
des Ponts et Chaussées,
Service spécial de la Meuse
Liégeoise.

Le nouveau pont de Lanaye sur le Canal Albert

Le 28 octobre 1950, M. O. Behogne, Ministre des Travaux publics, a procédé à l'inauguration officielle du nouveau pont de Lanaye, en présence de M. le Directeur Général des Ponts et Chaussées et des autorités locales.

Cet ouvrage important fut étudié par le Bureau des Ponts de l'Administration des Ponts et Chaussées et mis en adjudication le 27 février 1948, par le Service spécial de la Meuse liégeoise. Le 31 juillet de cette même année, la soumission souscrite par la Compagnie centrale de Construction à Haine-Saint-Pierre fut approuvée et le Service d'exécution notifia, le 9 août 1948, cette décision au constructeur qui reçut en même temps l'ordre de mettre la main à l'œuvre. Le cahier des charges prévoyait un délai de 250 jours ouvrables pour la construction en usine : ce délai prenait ainsi fin le 2 juin 1949 mais, par suite des difficultés d'approvisionnement en aciers à cette époque, les matériaux nécessaires ne purent être livrés à l'usine qu'à partir de fin mars 1949 jusqu'à la mi-septembre 1949 et le montage à blanc

à l'atelier ne put être exécuté que fin de cette même année. Le montage sur place a été ensuite exécuté dans le courant de 1950.

Les notes qui suivent exposent les caractéristiques et les particularités de ce remarquable ouvrage d'art.

Historique

La commune de Lanaye s'étend sur les deux rives du canal Albert. Alors que la partie bâtie de l'agglomération est située sur la rive droite de cette voie d'eau, une centaine d'hectares de terrains de culture se trouve sur l'autre rive de sorte que, dès la construction du canal, l'établissement d'un pont-route s'imposait à cet endroit.

Le nouveau plan d'eau étant établi à près de 10 mètres au-dessus du terrain naturel, la nécessité de réduire au minimum la hauteur des rampes d'accès au pont imposait la construction d'un ouvrage métallique, indépendamment de toute considération économique.



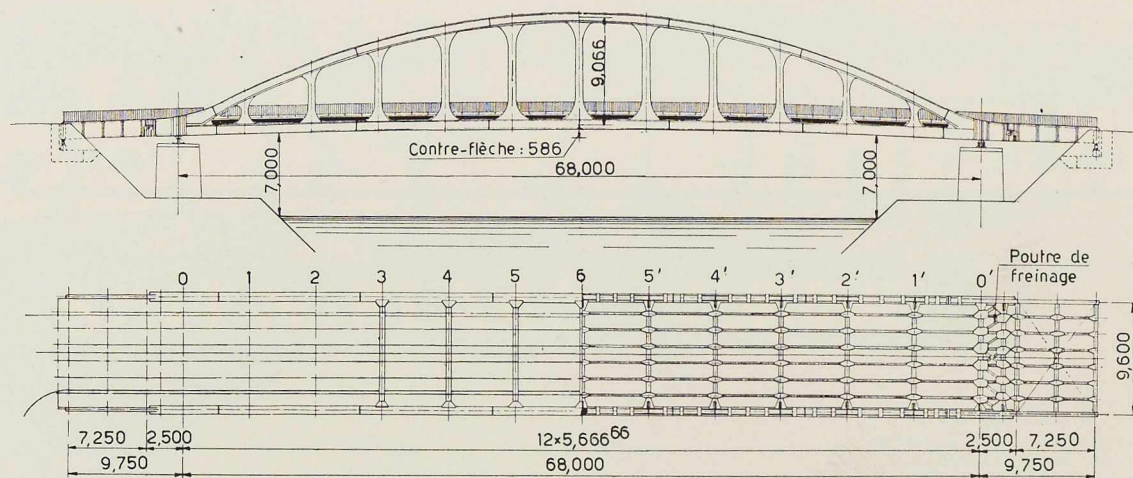


Fig. 1. Elévation et vue en plan du nouveau pont de Lanaye.

En 1930, l'Etat belge chargea de l'étude de ce travail M. le Professeur Vierendeel qui présenta un projet de pont de son système et analogue à l'ouvrage actuel, mais en construction entièrement rivée.

Cet ouvrage fut mis en adjudication en 1931.

Au cours de l'étude des plans de détail, l'adjudicataire, la Société d'Enghien-Saint-Eloi, proposa l'emploi de la soudure à l'arc pour la réalisation de l'ouvrage, les joints de montage sur place étant toutefois réalisés par rivure. Cette proposition, à laquelle s'était rallié l'auteur du projet, fut agréée par l'Administration.

L'ouvrage, achevé en mai 1933, constituait le premier grand pont soudé construit en Belgique et, jusqu'à sa démolition par l'Armée belge en 1940, donna entière satisfaction (1).

Pendant les hostilités, le Service spécial de la Meuse liégeoise dut procéder à l'enlèvement des débris tombés dans le canal et répara les supports des rives.

Le projet du nouveau pont de Lanaye

Les dispositions générales du nouveau pont de Lanaye sont, dans leur ensemble, les mêmes que celles du pont détruit en 1940. Les supports (piles et culées) avaient d'ailleurs été rétablis à leur

ancien emplacement et il s'agissait avant tout, lors de la reconstruction de la superstructure métallique, de respecter le nouveau tirant d'air de 7 mètres (au lieu de 6,50 m précédemment), imposé actuellement sur toute la largeur du plan d'eau, sous le pont (fig. 1).

Cette condition devait être remplie sans changer les niveaux de la chaussée au droit des culées, afin de conserver sans modification les rampes d'accès. Il en est donc résulté une cambrure plus marquée, — d'ailleurs favorable au point de vue aspect, — de la membrure inférieure du nouvel ouvrage. Les anciens niveaux d'appui sur les piles ont été relevés de la quantité nécessaire pour que, en adoptant un tracé parabolique pour la membrure inférieure de la travée centrale, — avec une contreflèche de 586 mm pour une portée théorique de 68 mètres, — et en prolongeant les tangentes extrêmes à cette parabole au-dessus des deux travées d'approche, on réalise des pentes maxima (3,45 %) qui ne soient pas supérieures à celles des voies d'accès au pont (3,7 % et 3,586 % respectivement sur la rive gauche et sur la rive droite du canal).

Le nouveau pont de Lanaye comporte, en effet, comme l'ouvrage précédent, trois travées mesurant respectivement, d'axe en axe des appuis : 9,75 m, 68,00 m et 9,75 m.

Le tablier de la travée centrale, d'une portée théorique de 68 mètres, est supporté par deux maîtresses-poutres en garde-corps, du type Vierendeel à 12 panneaux, avec membrure supérieure en arc parabolique, dans le rapport

(1) Une description sommaire de cet ouvrage, avec photographie, a paru dans le numéro de novembre 1939 de *L'Ossature Métallique*. Voir également à ce sujet : le nouveau pont de Lanaye sur le Canal Albert par H. F. N. SANTI-MAN — Annales des Travaux Publics de Belgique décembre 1933.



$$\frac{f}{L} = \frac{9,066}{68,00} = \frac{1}{7,5}$$

Ces maîtresses-poutres sont prolongées en encorbellement, au delà des appuis sur piles, sur une longueur de 2,50 m et supportent à leur extrémité les maîtresses-poutres à âme pleine des travées d'approche, — de 7,250 m de portée théorique, — appuyées d'autre part sur les petites culées flottantes.

Dans l'ouvrage détruit, les deux travées d'approche faisaient rigidement corps avec la charpente métallique de la travée centrale, de sorte qu'on avait affaire, en réalité, à une construction continue sur les quatre appuis. Cette disposition semble toutefois avoir donné lieu à certains ennuis, notamment en ce qui concerne la tenue des revêtements au droit du raccordement avec les culées, de sorte qu'il a été jugé préférable, lors de la reconstruction, de prévoir les articulations intermédiaires dont question ci-dessus. Le nouvel ensemble constitue donc une construction extérieurement isostatique du type Cantilever, avec articulations dans les travées latérales.

En coupe transversale, le nouveau pont de Lanaye présente, entre des maîtresses-poutres distantes d'axe en axe de 9,60 m, une chaussée de 6,30 m et deux trottoirs de 1,25 m dans la travée centrale et de 1,40 m dans les travées d'approche. Le maintien des anciens revêtements en asphalt-blocs a permis de réduire déjà, dans une certaine mesure, le poids permanent de l'ouvrage et de réaliser une économie correspondante sur la charpente métallique (fig. 2 et 3).

Lors de l'élaboration du projet du nouveau pont de Lanaye, on a eu principalement en vue les deux objectifs ci-après :

1. Améliorer l'esthétique générale de l'ouvrage, notamment par l'adoption de lignes simples et continues à courbures progressivement variables, le maintien, dans toute la mesure du possible, de surfaces nettes et unies caractéristiques de la construction soudée, et la création d'une impression visuelle de légèreté, favorable à l'aspect;

2. Chercher à réaliser des économies de matière dans la charpente métallique en tenant compte, notamment, tant dans le plan du tablier que dans celui des sections transversales, de ce qu'un pont constitue un ouvrage à trois dimensions, dont les divers éléments travaillent solidairement dans la fonction d'ensemble à remplir.

Nous passerons maintenant en revue les éléments principaux de la construction, en mettant l'accent sur certaines dispositions nouvelles qui ne furent pas appliquées, à notre connaissance, dans les ponts Viereedel construits avant la deuxième guerre mondiale.

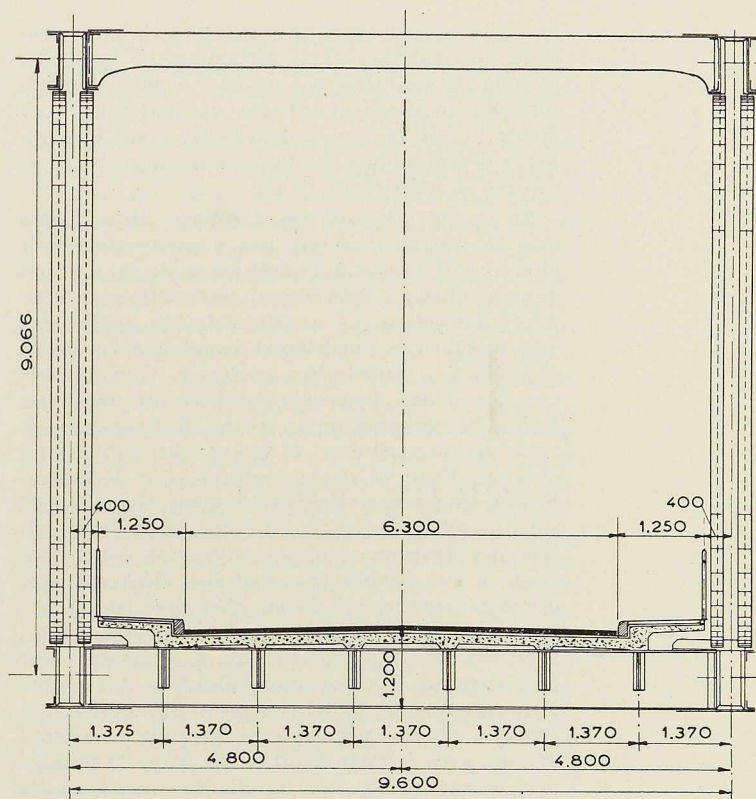


Fig. 2. Coupe transversale dans la travée centrale.

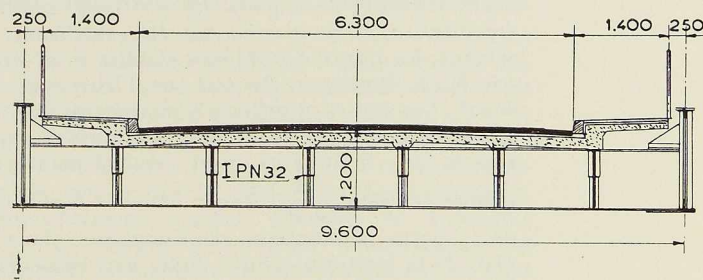


Fig. 3. Coupe transversale dans une travée d'approche.

I. Travée centrale avec encorbellements dans les travées latérales

a) *Maîtresses-poutres.* — Les maîtresses-poutres Viereedel de la travée centrale ont été réalisées partiellement par rivure (membrures supérieures et inférieures), partiellement par soudure (montants). En ce qui concerne les éléments soudés,

le cahier des charges prescrivait que toute soudure sur chantier était formellement interdite, et tous les assemblages à réaliser à pied d'œuvre, lors du montage, l'ont été exclusivement par rivure. C'est le cas, notamment, pour l'assemblage des montants soudés aux membrures supérieures et inférieures rivées.

En ce qui concerne ces dernières, on a estimé que le moment n'était pas encore venu pour envisager à nouveau l'application de la soudure aux membrures inférieures, essentiellement soumises à traction. La question de son application aux membrures supérieures comprimées pouvait cependant, à priori, être envisagée. Outre le fait que les divers tronçons auraient dû, de toute façon, être assemblés par rivure au montage, suivant la prescription ci-dessus du cahier des charges, l'emploi de la soudure pour les membrures supérieures perdait toutefois beaucoup de son intérêt. D'après la circulaire 558-1 du Ministère des Travaux publics, suivant laquelle l'ouvrage a été étudié, le calcul des éléments uniquement comprimés est en effet basé sur la section brute, sans déduction des trous de rivets. L'un des avantages principaux de la soudure sur la rivure se trouvait ainsi éliminé et, compte tenu d'autre part de certaines difficultés pratiques à réaliser par soudure le profil en caisson adopté, avec ouverture inférieure pour le passage des montants, il fut décidé de maintenir la rivure tant pour les membrures supérieures que pour les tirants.

Les éléments principaux des maîtresses-poutres (membrures et montants) ont été calculés en se servant des lignes d'influence établies à cet effet par M. le Professeur Magnel, de l'Université de Gand. Ces lignes d'influence supposent que les moments d'inertie I' et I'' des membrures supérieures et inférieures sont sensiblement les mêmes et valent $\frac{1}{0,385}$ fois le moment d'inertie I de la partie prismatique des montants, dans le plan de la maîtresse-poutre. Cette dernière condition est d'ailleurs de moindre importance car, dès que la première est satisfaite, le point d'inflexion dans les montants, — et en conséquence le point d'application des efforts horizontaux Z servant au calcul des moments, — se trouve toujours sensiblement à mi-hauteur des montants, quelle que soit la valeur de ce rapport. Quant à la première condition, les quelques chiffres donnés plus loin semblent montrer qu'elle n'est pas réalisée dans le présent cas, du moins lorsqu'on ne tient compte que de la membrure inférieure seule. Mais en fait, et pourvu que des dispositions convenables soient prévues

à cet effet, — de façon qu'il se justifie d'en tenir compte dans les calculs, — la raideur de la membrure inférieure se trouve notablement accrue par la présence du tablier du pont, dont elle est inévitablement solidaire dans une certaine mesure. Dès lors, on se rapproche suffisamment des conditions dans lesquelles les lignes d'influence en question sont applicables et nous montrerons plus loin comment la solidarité nécessaire fut effectivement obtenue.

Sauf aux extrémités de la travée, où les membrures supérieure et inférieure se rejoignent dans le massif d'about, ces membrures présentent un profil sensiblement constant sur toute leur longueur. C'est là une des caractéristiques des poutres Vierendeel de ce type, où, dans le cas présent, les contraintes maxima dues aux moments dans les membrures n'atteignent que 20 % environ de la contrainte totale autorisée. La matière est donc bien utilisée et c'est ce qui explique que la poutre Vierendeel, malgré les sujétions qu'implique la fabrication de certains de ses éléments (notamment les montants) et l'impression de moindre légèreté qui s'en dégage, s'avère cependant dans bien des cas plus légère et plus économique que la poutre bowstring à suspentes flexibles, construite sur le même schéma. Dans cette dernière, l'importance des contraintes dues aux moments dans les membrures atteint en effet fréquemment 50 % et plus de la contrainte totale autorisée (fig. 1).

La membrure supérieure (fig. 5) de la travée centrale du nouveau pont de Lanaye se compose

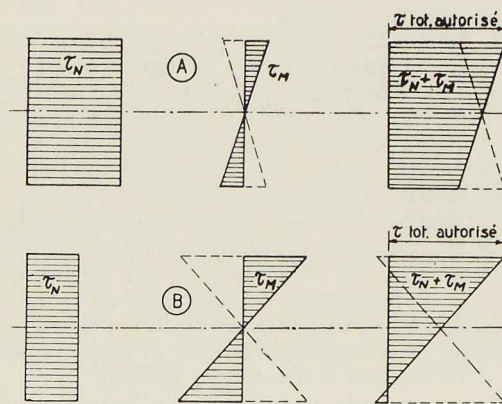


Fig. 4. Schéma de distribution transversale des contraintes dans une membrure :

- A. De poutre Vierendeel,
B. De poutre bowstring à suspentes flexibles.



de deux âmes de 800×14 , quatre cornières de $150 \times 150 \times 12$, une semelle supérieure de 780×14 et deux paires de semelles inférieures de 170×14 mm. La section brute $\Omega_b' = 608,4 \text{ cm}^2$ et le moment d'inertie brut autour de l'axe horizontal passant par le centre de gravité, $I_b' = 644\,000 \text{ cm}^4$. L'axe théorique se trouve d'ailleurs sensiblement à mi-hauteur du profil.

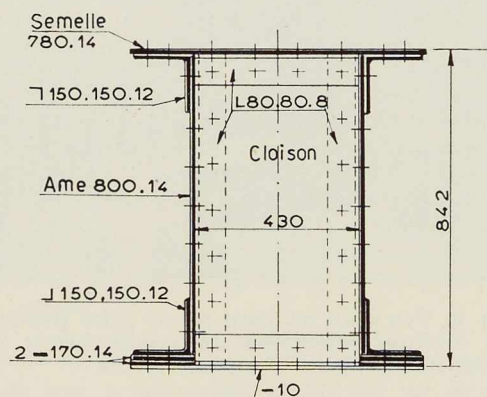


Fig. 5. Coupe dans la membrure supérieure.

La membrure inférieure (fig. 6), par contre, est constituée de deux âmes de 842×14 , quatre cornières de $150 \times 150 \times 12$ et quatre semelles de 170×14 mm. Ses sections brutes et nettes valent respectivement $\Omega_b'' = 471,4 \text{ cm}^2$ et $\Omega_n'' = 392 \text{ cm}^2$, et le moment d'inertie brut autour de l'axe horizontal passant par le centre de gravité, $I_b'' = 493\,600 \text{ cm}^4$.

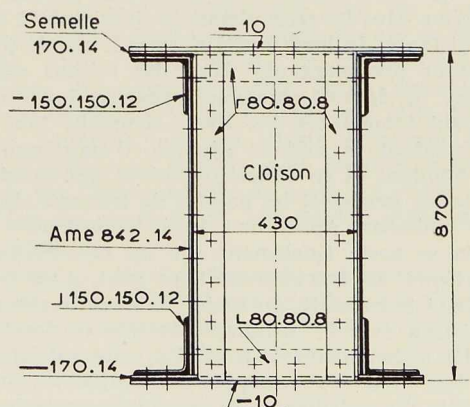


Fig. 6. Coupe dans la membrure inférieure.

A priori, et compte tenu du fait que les sollicitations principales (efforts longitudinaux N et moments M) sont sensiblement les mêmes pour les deux membrures, l'écart ci-dessus entre les valeurs des sections et des moments d'inertie peut paraître injustifié. Outre le fait que l'importance relative des moments Vierendeel M est faible, comparée à celle des efforts longitudinaux N , cet écart s'explique cependant déjà en partie par les sollicitations additionnelles imposées uniquement à la membrure supérieure : prise en considération du flambage et moments supplémentaires résultant de l'excentricité des efforts normaux, due à la courbure. Mais l'économie qu'il a été possible de réaliser sur le tirant provient en majeure partie du fait que, à un moment déterminé du processus d'exécution, il a été rendu efficacement solidaire, suivant les dispositions du projet, des pièces du tablier. Quoique non intentionnellement recherchée, une pareille solidarité, — tout au moins partielle, — existait d'ailleurs déjà dans les ouvrages antérieurement réalisés. Il suffit de se rappeler par exemple que, lors des accidents aux ponts soudés sur le Canal Albert, quelques-uns de ces ponts, dont la membrure inférieure avait été entièrement sectionnée, restèrent néanmoins en place, parce que certains éléments du tablier (longrines, contreventement) avaient repris la fonction normalement dévolue à cette membrure. Comme on ne connaissait toutefois pas les limites endéans lesquelles cette solidarité était susceptible de s'exercer, on n'en avait pas tenu compte en établissant le projet des ouvrages.

Dans le nouveau pont de Lanaye, de même que dans quelques autres ouvrages analogues réalisés depuis la guerre, une solidarité effective et chiffrable entre les membrures inférieures et les pièces longitudinales du tablier a toutefois été obtenue, grâce à l'introduction, aux deux extrémités de la travée, d'une poutre raidisseuse, improprement appelée « poutre de freinage » (fig. 1). Malgré la similitude d'emplacement et d'aspect, la fonction de cette poutre est en effet essentiellement différente de celle des véritables poutres de freinage prévues couramment dans les ponts de chemin de fer, par exemple, et il serait plus conforme à la réalité de parler de « poutre raidisseuse, répartitrice ou de solidarisation » dans le plan du tablier.

Nous donnerons plus loin quelques indications sur la façon dont la « poutre de freinage » fut calculée et dimensionnée, compte tenu du processus d'exécution imposé pour le montage de la charpente et le bétonnage de la dalle sous chaussée et sous trottoirs. Signalons simplement, dès à présent, que la membrure inférieure résiste

seule à l'effort de traction résultant du poids propre de la charpente métallique. Toute surcharge permanente ou mobile complémentaire (dalle, revêtements, charges roulantes) entraîne automatiquement l'intervention, successivement des longrines et des armatures longitudinales du béton armé, dont la part vient en déduction de celle reprise par la membrure.

La faible hauteur relative des membrures (au total 842 mm pour la membrure supérieure et 870 mm pour la membrure inférieure) contribue, d'autre part, à l'impression de légèreté qui se dégage de l'ensemble de l'ouvrage. En ce qui concerne en particulier la membrure supérieure, elle a permis, — moyennant l'introduction des cloisonnages intérieurs nécessaires, — de pallier les effets du voilement avec une âme simple de 14 mm d'épaisseur. Il fut possible de conserver ainsi de grandes surfaces nettes et unies, débarassées des multiples têtes de rivets qui nuisent si souvent à l'aspect d'éléments comportant des épaisseurs multiples juxtaposées. La membrure inférieure ne posait évidemment pas le même problème, mais la légèreté a pu être obtenue ici grâce à la solidarisation avec le tablier, dont il fut question plus haut.

Quant aux montants soudés, ils présentent dans leur partie prismatique une section en H, composée d'une âme transversale de 410×10 , de deux joues parallèles au plan de la poutre, de 10 mm d'épaisseur et d'une largeur variant de 650 à 550 mm, et de quatre semelles de 200×18 mm (fig. 7). Tous ces éléments sont assemblés entre eux par soudure, sans cordons transversaux, sauf à la naissance des raccords évasés des joues. L'âme transversale et les semelles sont donc d'une seule pièce. C'est également pour éviter les soudures transversales dans des éléments fortement sollicités, que les étrésoillons latéraux ont été fixés par rivure sur les semelles (fig. 8).

Il convient de noter le tracé elliptique adopté pour les courbes de raccordement des nœuds Vie-

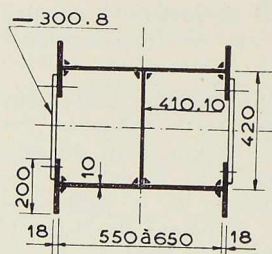


Fig. 7. Coupe dans la partie prismatique d'un montant (soudé).

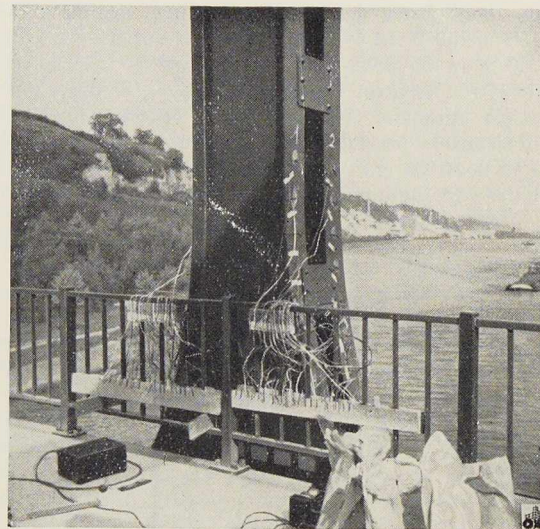


Fig. 8. Vue d'un montant soudé prise pendant les mesures effectuées au nœud. Noter les étrésoillons latéraux fixés par rivure.

rendeel, dans tous les ouvrages projetés par le Bureau des Ponts de l'Administration des Ponts et Chaussées, depuis le début de la deuxième guerre mondiale. Les anciens raccords en quart de cercle laissaient, en effet, fréquemment à désirer au point de vue aspect. A l'endroit où ils venaient rejoindre tangentiellement les membrures supérieure et inférieure se rencontraient, dans les semelles, des zones mortes sans fonction utile et délaissées par les lignes de transmission des efforts. Enfin, des mesures effectuées sur des ouvrages construits avant la guerre avaient mis en évidence l'existence de très fortes pointes de tensions dans les raccords circulaires, à peu de distance de leur jonction avec la partie prismatique des montants. Pour des raisons esthétiques, on désirait cependant conserver les raccords tangentiels des divers éléments, tout en augmentant la raideur générale d'encastrement du montant et en réduisant autant que possible les zones mortes et les pointes de tensions signalées ci-dessus. Après une étude approfondie, le choix se porta finalement sur un raccordement elliptique. Ce dernier restait, en effet, d'un tracé facile et fournissait, du moins en ce qui concerne la liaison avec la membrure inférieure, les tangentes orthogonales désirées. Un tracé spécial fut dès lors imaginé, au départ de l'ellipse normale, pour le raccordement à la membrure supérieure inclinée.



Les mesures effectuées récemment sur l'un des nœuds du nouveau pont de Lanaye ont montré que la disposition adoptée conduit à une répartition beaucoup plus uniforme des tensions dans les semelles du raccordement et que la matière, mieux distribuée, se trouve donc utilisée dans des conditions plus avantageuses (fig. 8). Les semelles courbes des montants n'étant pas assemblées aux membrures supérieure et inférieure, la transmission du moment d'encastrement a lieu exclusivement par les joues. Tout en fournissant des montants plus rigides dans leur ensemble, l'adoption des raccords elliptiques favorise d'ailleurs l'aspect de la poutre, à laquelle ils donnent une apparence de plus grande légèreté. De plus, et ainsi qu'il a été dit plus haut, la largeur des montants dans leur partie prismatique a été réduite graduellement en progressant du milieu de la travée vers les extrémités, afin d'éviter que les montants extrêmes, considérablement moins hauts, ne paraissent trop lourds en comparaison des autres.

Il nous reste à dire quelques mots, avant de quitter la travée centrale, des massifs d'about et de leur prolongement en console par-dessus les travées latérales.

La façon dont s'équilibrent les diverses sollicitations qui se rencontrent dans ces massifs d'about, et la connaissance exacte des lignes de tensions qu'elles y engendrent, reste l'un des problèmes les plus imparfaitement résolus de la poutre Viereendeel. Les indications obtenues à ce sujet, par la photo-élasticité par exemple, sur des modèles plans, se prêtent en effet malaisément à une interprétation valable et suffisamment précise lorsqu'on considère les abouts massifs, à trois dimensions, des ouvrages réels. Aussi, dans la plupart des ponts Viereendeel construits avant la deuxième guerre mondiale, se contentait-on de faire reprendre exclusivement par les âmes, dûment renforcées par des surépaisseurs de tôles rivées, l'effort considérable de cisaillement à absorber. Il en est de même, dans l'ensemble, pour le nouveau pont de Lanaye, avec cette différence, toutefois, que les efforts provenant des brides inférieures de l'arc sont reportés directement, par l'intermédiaire de multiples rivets travaillant au cisaillement, aux brides supérieures du tirant.

Quant à l'encorbellement proprement dit (fig. 9), il fut calculé sous l'action des charges qui lui sont transmises par la travée d'approche, comme console en caisson à âmes pleines, et ne donne lieu à aucune remarque particulière. Notons cependant que l'ensemble a été conçu pour rester accessible, en vue de l'entretien ulté-

rieur, dans toutes ses parties, tant intérieures qu'extérieures, et que des dispositions spéciales ont été prises pour faciliter l'évacuation des eaux de condensation ou de ruissellement qui pourraient s'accumuler en tous les points bas des éléments en pente de l'ossature métallique.

b) *Tablier, « poutre de freinage » et entretoisement supérieur.* — A l'exclusion des entretoises 1, 2, 2' et 1' (fig. 1), plus lourdes parce que ne bénéficiant pas de l'effet favorable du cadre fermé introduit par la présence des entretoisements supérieurs, les éléments du tablier proprement dit (entretoises et longrines) sont réalisés par soudure et assemblés entre eux et aux éléments extérieurs (tirants, montants et « poutre de freinage ») par rivure.

Toutes les entretoises présentent, à leurs extrémités, la même hauteur totale (870 mm) que le tirant, auquel elles ont pu être assemblées ainsi dans des conditions idéales, sur lesquelles nous reviendrons d'ailleurs plus loin (fig. 11).

Les entretoises d'about (à l'extrémité des encorbellements hors-piles), 0, 3, 4, 5, 6 et leurs symé-

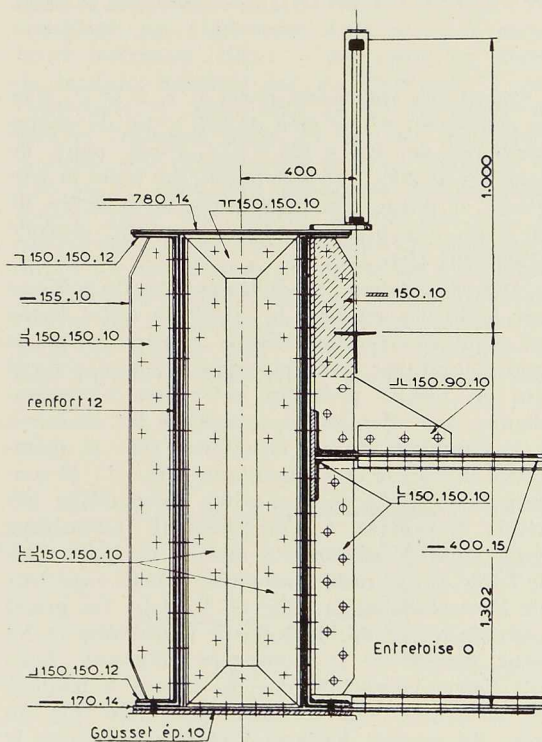


Fig. 9. Coupe dans un about de maîtrepoutre Viereendeel, en encorbellement dans la travée latérale (console en caisson).

triques par rapport au milieu de la travée centrale, se composent d'une âme de 10 mm, assemblée par soudure en X sur deux plats à nervure centrale de 400×25 sur une longueur de 5,310 m et de 400×15 sur les deux parties restantes de leur portée, vers les tirants (fig. 9, 10 et 13). Dans le chapitre consacré à la construction en atelier, on trouvera quelques indications sur les dispositions spéciales qui ont été prévues, pour assurer une exécution aussi parfaite que possible à l'endroit des soudures transversales entre les plats à nervure de 25 et de 15 mm d'épaisseur.

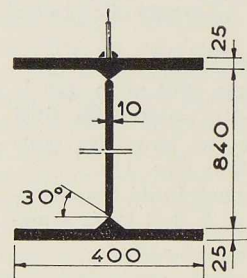


Fig. 10. Coupe dans une entretoise soudée.

Quant aux entretoises rivées 1, 2, 2' et 1', elles se composent d'une âme de 840×10 , de quatre cornières de $120 \times 120 \times 12$, d'une paire de semelles de 400×15 s'étendant sur toute la longueur et d'une deuxième paire de semelles de 40×15 , sur 6,450 m dans la partie centrale seulement (fig. 13).

Afin de réaliser effectivement les hypothèses sur lesquelles est basé le calcul du cadre fermé au droit des entretoisements supérieurs, et de pouvoir compter avec certitude sur le soulagement qui en résulte pour les entretoises correspondantes, une attention toute spéciale fut consacrée à l'assemblage de ces entretoises avec la membrure inférieure et les montants (fig. 11). Il convenait, en particulier, d'éviter l'assemblage par rivets travaillant à l'arrachement, assemblage qu'il aurait d'ailleurs été malaisé de loger dans le faible espace resté libre entre le bord supérieur de l'entretoise et la dalle de trottoir. Un grand gousset horizontal, intéressant l'entretoise et les deux moitiés de la membrure inférieure, fournit l'assemblage inférieur; la liaison à hauteur de la semelle supérieure de l'entretoise fut, en plus du gousset horizontal n'intéressant que la moitié inférieure du tirant, réalisée comme suit :

Entre deux bouts de cornières de $150 \times 150 \times 12$, fixés sur la semelle supérieure de l'entretoise,

sont serrés deux plats de 150×15 , laissant entre eux un intervalle de 10 mm fermé par une fourrure. Ces plats passent, de part et d'autre de l'âme transversale du montant, à travers une « boîte à lettres » verticale ménagée dans la joue intérieure de celui-ci et sont ensuite fixés par rivure sur cette âme transversale. Sans déformer notablement le montant dans ses parties vitales, on réalise ainsi un encastrement quasi parfait et un angle d'assemblage pratiquement indéformable, à l'aide de rivets travaillant exclusivement au cisaillement.

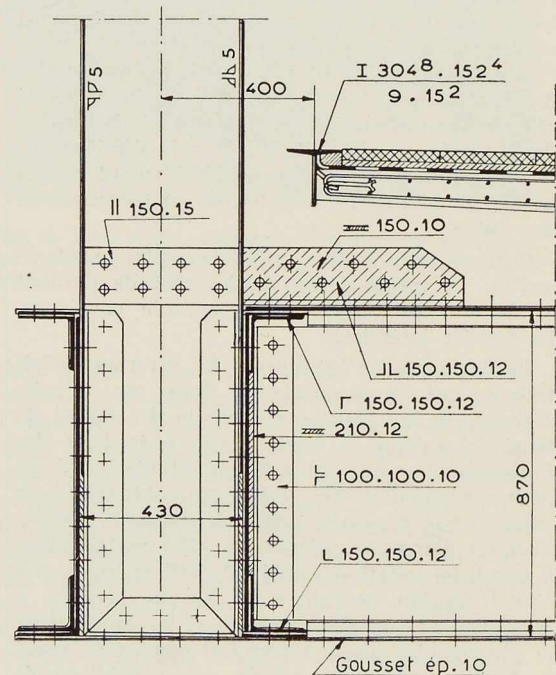


Fig. 11. Assemblage d'une entretoise avec la membrure inférieure et le montant.

Un assemblage analogue a été prévu au droit des entretoises 1, 2, 2' et 1'. Quant aux entretoises 0 et d'about, qui viennent se fixer sur les massifs d'extrémité, mais qui sont d'ailleurs moins défavorablement sollicitées que les autres, force a été de recourir à un type d'assemblage dont les rivets travaillant à l'arrachement n'ont pu être entièrement exclus (fig. 9).

Les six files de longrines (fig. 1, 12 et 13) ou pièces longitudinales du tablier présentent, sur toute la longueur entre les entretoises 1 et 1', un profil constant composé d'une âme de 550×10 , sur laquelle ont été soudés par cordons d'angle



deux semelles de 200×10 . Interrompues au droit des entretoises, entre lesquelles elles ont été aménagées afin de respecter la hauteur totale disponible pour le tablier, elles y ont été assemblées par rivure suivant des modalités qui seront précisées plus loin. Les longrines ont, en effet, un double rôle essentiel à remplir : d'une part, servir de support au platelage en béton armé, avec ses revêtements, et reporter sur les entretoises les charges, tant mobiles que permanentes, qu'elles en reçoivent; d'autre part, résister solidairement avec les tirants, et à l'intervention des « poutres de freinage », à une partie de l'effort de traction sollicitant l'ouvrage dans le plan du tablier. Si la première de ces fonctions pouvait à priori être considérée comme localisée d'entretoise à entretoise, et fut en fait pendant longtemps portée empiriquement en compte comme telle dans les calculs, la seconde, par contre, intéresse la construction dans son ensemble et présume que les éléments longitudinaux du tablier, qui doivent y répondre, constituent effectivement un tout continu sur toute la longueur de la travée intéressée. Les longrines furent dès lors calculées comme poutres continues sur appuis multiples (entretoises) et la continuité nécessaire au droit de ceux-ci fut obtenue :

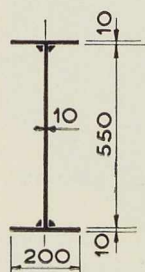


Fig. 12. Coupe dans une longrine.

1° A l'aide d'un gousset supérieur, capable de reprendre, en plus du moment d'encastrement partiel, la part qui lui revient dans la résistance à l'effort longitudinal de traction sollicitant le tablier (fig. 13), et

2° Un plat de liaison inférieur, passant à travers une « boîte à lettres » ménagée dans l'âme de l'entretoise, et dimensionné en ordre principal pour reprendre également sa part de ce dernier effort; en cet endroit, il y a, en effet, compensation partielle entre les effets des moments et ceux provenant de l'extension longitudinale.

Dans les panneaux 1-0 et 1'-0', la hauteur des longrines passe linéairement de la hauteur courante de 570 mm à la hauteur totale de l'entretoise en 0, où elle se raccorde à la « poutre de freinage », qui est aménagée entre les entretoises 0 et d'about, dans la partie en encorbellement hors-piles (fig. 13).

La « poutre de freinage » proprement dite, qui occupe toute la hauteur du tablier métallique entre ces entretoises, est une poutre horizontale en treillis, à sept panneaux et à diagonales tirées, dont la membrure supérieure (comprimée) est constituée par l'entretoise d'about, et la membrure inférieure (tirée) — qui reçoit les efforts de traction transmis par les longrines, — par l'entretoise 0. Pour une portée théorique de 9,60 m (distance d'axe en axe des maîtresses-poutres), elle présente une hauteur théorique de 1,90 m et peut être considérée pratiquement comme ayant une raideur infinie. Dès lors, et compte tenu du processus d'exécution dont nous dirons un mot ci-après, la répartition d'un effort déterminé de traction entre les membrures inférieures des maîtresses-poutres d'une part, et les longrines d'autre part, peut être présumée se faire au prorata des sections brutes transversales

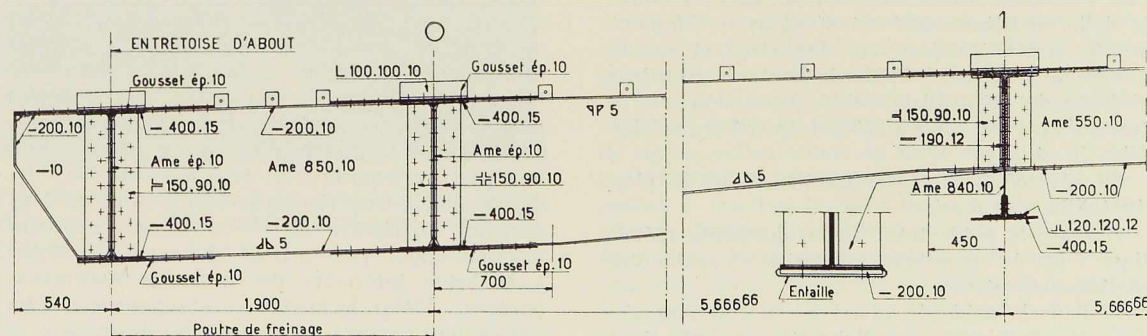


Fig. 13. Détail des longrines à l'about de la travée centrale (noter, ainsi que sur la figure 1, l'emplacement de la « poutre de freinage »).

des éléments solidairement intéressés, et que la « poutre de freinage » oblige à s'allonger de la même quantité.

Voici maintenant l'ordre d'exécution imposé par l'auteur de projet et sur la base duquel les membrures inférieures, les éléments longitudinaux du tablier et, en particulier, la « poutre de freinage » furent calculés et dimensionnés :

1° Montage complet de la charpente métallique, chaque tronçon de longrine n'étant toutefois définitivement fixé que par une de ses extrémités à une entretoise.

2° Enlèvement des appuis intermédiaires ayant servi au montage sur place, de manière que la travée centrale ne repose plus qu'au droit des quatre appuis définitifs et que la membrure inférieure puisse se déformer librement.

3° Après alésage éventuel des trous de rivets correspondants, fixation des tronçons de longrines à leur extrémité laissée libre jusqu'à présent.

A ce moment, les membrures inférieures des maîtresses-poutres résistent encore seules à l'effort de traction résultant du poids propre de la charpente métallique complète.

4° Exécution de la dalle en béton armé, suivant un programme dont nous dirons quelques mots encore par la suite.

Dès le début de cette opération, les longrines interviennent, par l'intermédiaire de la « poutre de freinage », dans la résistance aux efforts de traction résultant de cet apport de poids supplémentaire et soulagent donc d'autant les tirants proprement dits.

Une fois que le béton a fait prise et que la dalle est achevée, les armatures longitudinales (de répartition) de celle-ci prendront d'ailleurs également leur part des efforts de traction complémentaires dus, d'une part, à l'établissement des revêtements de la chaussée et des trottoirs, d'autre part, aux surcharges mobiles empruntant l'ouvrage. Sur toute l'étendue de ce dernier, la dalle en béton armé est d'ailleurs solidement ancrée aux entretoises, aux longrines et sur la poutre de freinage, à l'aide de bouts de cornières rivés ou de petits plats soudés à ces éléments et traversés par un rond à béton formant accrochage (fig. 10 et 13).

En résumé, l'effort de traction dans le plan du tablier est repris :

- a) Pour le poids total de la charpente métallique : par les membrures inférieures seules des maîtresses-poutres;
- b) Pour le poids du platelage en béton armé : par ces membrures en collaboration avec les longrines;
- c) Pour le poids des revêtements et toutes

autres surcharges : par les membrures, les longrines et les armatures longitudinales du platelage, intervenant solidairement.

Sur ces bases, les longrines et les « poutres de freinage » ont été calculées pour un effort de traction maximum, dans chaque longrine, de 26 tonnes environ. La liaison de la « poutre de freinage » avec l'about des maîtresses-poutres devait évidemment tenir compte de cette importante sollicitation et posa, en particulier dans le plan supérieur de la poutre, un problème qui fut résolu constructivement avec toute la sécurité désirable.

Il nous reste à dire quelques mots du contreventement ou entretoisement supérieur et des moyens mis en œuvre pour résister à l'action du vent dans le plan du tablier (fig. 1, 2, 14, 15 et 16).

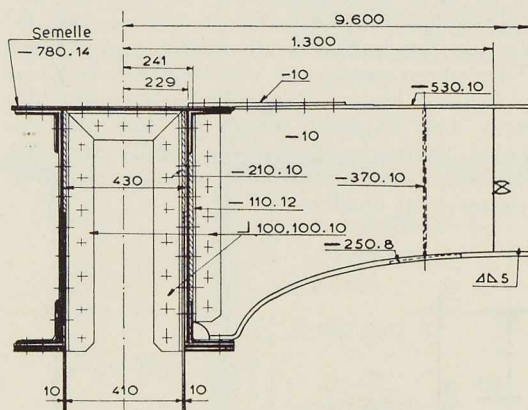


Fig. 14. Liaison de l'entretoisement supérieur avec la membrure en arc.

Afin de rester en harmonie avec le type général de l'ouvrage, le contreventement ou entretoisement supérieur a été intentionnellement réduit à sept traverses soudées (sans diagonales), établies au droit des sections 3, 4, 5, 6, 5', 4' et 3' et constituant, suivant la surface courbe des membrures supérieures, les montants d'une troisième poutre Vierendeel partielle, de hauteur constante. Ces traverses en caisson (fig. 15), composées dans leur partie prismatique de deux âmes de 500×10 , d'une semelle supérieure de 530×10 et de deux semelles inférieures de 150×14 , se raccordent inférieurement, par un tracé également elliptique, à la bride inférieure des arcs des maîtresses-poutres. Elles forment avantageusement des cadres fermés avec les montants principaux et les entretoises des sections correspondantes, fournissent, par leur liaison avec les membrures supé-



rieures elles-mêmes, la résistance nécessaire à l'action du vent sur ces membrures et contribuent à la sécurité au flambage d'ensemble de celles-ci.

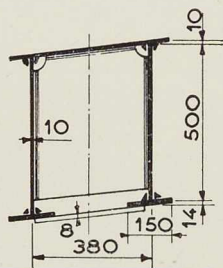


Fig. 15. Coupe dans les traverses en caisson du contreventement supérieur.

Quant au contreventement inférieur, il a été estimé qu'il était suffisamment assuré par le platelage en béton armé (fig. 16), très rigide suivant le plan horizontal, et qu'on pouvait par conséquent se passer, par raison d'économie, d'un contreventement triangulé spécial, tel qu'il est généralement prévu. La vérification, à laquelle il fut procédé, conduisit toutefois à augmenter légèrement la section des armatures longitudinales du platelage sous les trottoirs et dans les poutres latérales séparant ceux-ci de la chaussée.

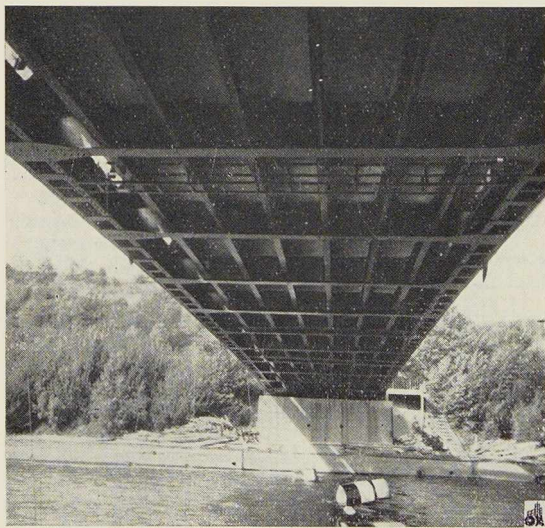


Fig. 16. Vue du platelage, sous le pont. Noter l'absence de tout contreventement triangulé spécial.

Il convenait toutefois de tenir compte également de la phase de l'exécution, précédant l'établissement du platelage. Un autre calcul de vérification, effectué sur le système orthogonal complet

formé par les membrures inférieures, les longrines et les entretoises, et tenant compte des assemblages réels et diversement rigides de ces éléments entre eux dans le plan horizontal, a donné tous apaisements à cet égard. Lors du montage même, et tant que tous ces assemblages n'avaient pas été définitivement réalisés, quelques précautions complémentaires (haubannages) furent cependant prises, pour parer à l'effet toujours possible des vents extrêmes.

c) *Platelage en béton armé et revêtements.* — Le platelage en béton armé se compose d'une dalle de 15 cm d'épaisseur, avec bombement transversal de 63 mm (1 % de la largeur) sous la chaussée, et de 10 à 8 cm d'épaisseur sous les trottoirs, en pente de 2 % vers l'intérieur. Les armatures principales sont dirigées transversalement à l'axe longitudinal du pont; les armatures de répartition longitudinales interviennent, ainsi qu'il a été signalé, dans la résistance à l'effort longitudinal de traction sollicitant l'ensemble du tablier. De ce fait, et en relation avec ce qui a été dit plus haut, il s'avérait utile de prescrire, pour le bétonnage de la dalle, un programme d'exécution bien déterminé.

Tout d'abord, afin de réduire l'importance des tensions de retrait dans le béton et le danger de fissuration qui en résulte, il a été prescrit que la dalle serait exécutée en tronçons transversaux alternés, sans joints francs; en outre, on réserverait pour la fin du bétonnage les tronçons renfermant les joints de recouvrement des armatures longitudinales, de façon à laisser le plus longtemps possible à celles-ci une liberté réciproque relative. Mais l'ordre de succession lui-même, suivi dans le bétonnage des divers tronçons, avait également son importance, si on désirait tirer le plus grand parti possible de la solidarité entre la charpente métallique et le platelage en béton armé.

Il s'indiquait de bétonner en premier lieu les dalles des deux petites travées d'approche, entièrement indépendantes, avec intercalation d'un joint franc au droit des articulations sur consoles, de celle de la travée centrale. L'apport de ce poids extérieur créait en effet, dans la travée centrale, de légères sollicitations de signe contraire à celui des sollicitations principales en service, sans soumettre à traction la dalle de la travée centrale, encore absente. On pouvait ensuite procéder au bétonnage de la travée centrale, en progressant toutefois, dans l'ensemble, du milieu de la portée vers les abouts, dans l'ordre indiqué à la figure 17 et en veillant à ce que les recouvrements des armatures longitudinales soient disposés en quinconce dans les tronçons appartenant à la seconde

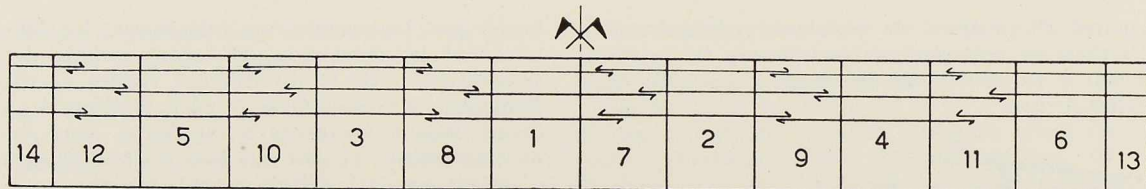


Fig. 17. Ordre de bétonnage du tablier de la travée centrale.

étape de bétonnage (7, 8, 9, 10, 11 et 12). Enfin, le bétonnage des tronçons 13 et 14, comportant les « poutres de freinage » était réservé pour la fin.

Quant aux revêtements, ils se composent, sur une chape à base de roofing de 1 cm d'épaisseur, continue sur toute la largeur du platelage, et une chape de protection au mortier de ciment de 2,5 cm sous la chaussée seulement, d'asphalt-blocs de $30,5 \times 12,5 \times 5$ cm pour la chaussée et de $25,5 \times 12,5 \times 3$ cm pour les trottoirs, reposant sur une couche de mortier de ciment de 1,5 cm d'épaisseur.

II. Travées d'approche (fig. 1, 3 et 18)

Afin de réaliser une continuité visuelle entre les abouts en console des maîtresses-poutres de la travée centrale et les maîtresses-poutres des travées d'approche, — tout en disposant de la

hauteur nécessaire pour y loger les articulations intermédiaires, — l'écart entre les tracés supérieurs et inférieurs des membrures de la travée centrale fut prolongé parallèlement dans les travées d'approche où, malgré la faible portée de 7,25 m, les maîtresses-poutres présentent une hauteur totale de 1,52 m. Elles sont rivées et se composent d'une âme de 1500×10 , de quatre cornières de $100 \times 100 \times 10$ et de deux semelles de 240×10 mm. L'âme est renforcée de part et d'autre, à l'endroit des articulations intermédiaires, par une tôle de 10 mm d'épaisseur.

Les trois entretoises soudées, de la même hauteur que celles de la travée centrale, sont constituées comme celles-ci, mais avec des plats à nervure centrale de 320 mm de largeur seulement.

Les longrines, pour lesquelles la solidarisation directe avec les maîtresses-poutres ne se pose pas comme dans la travée centrale, sont des PN 32

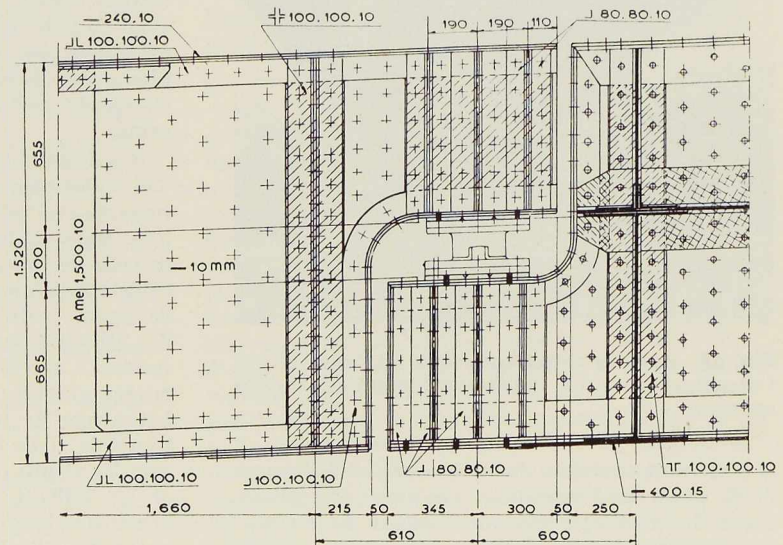


Fig. 18. Travées d'approche. Détails constructifs et articulation.



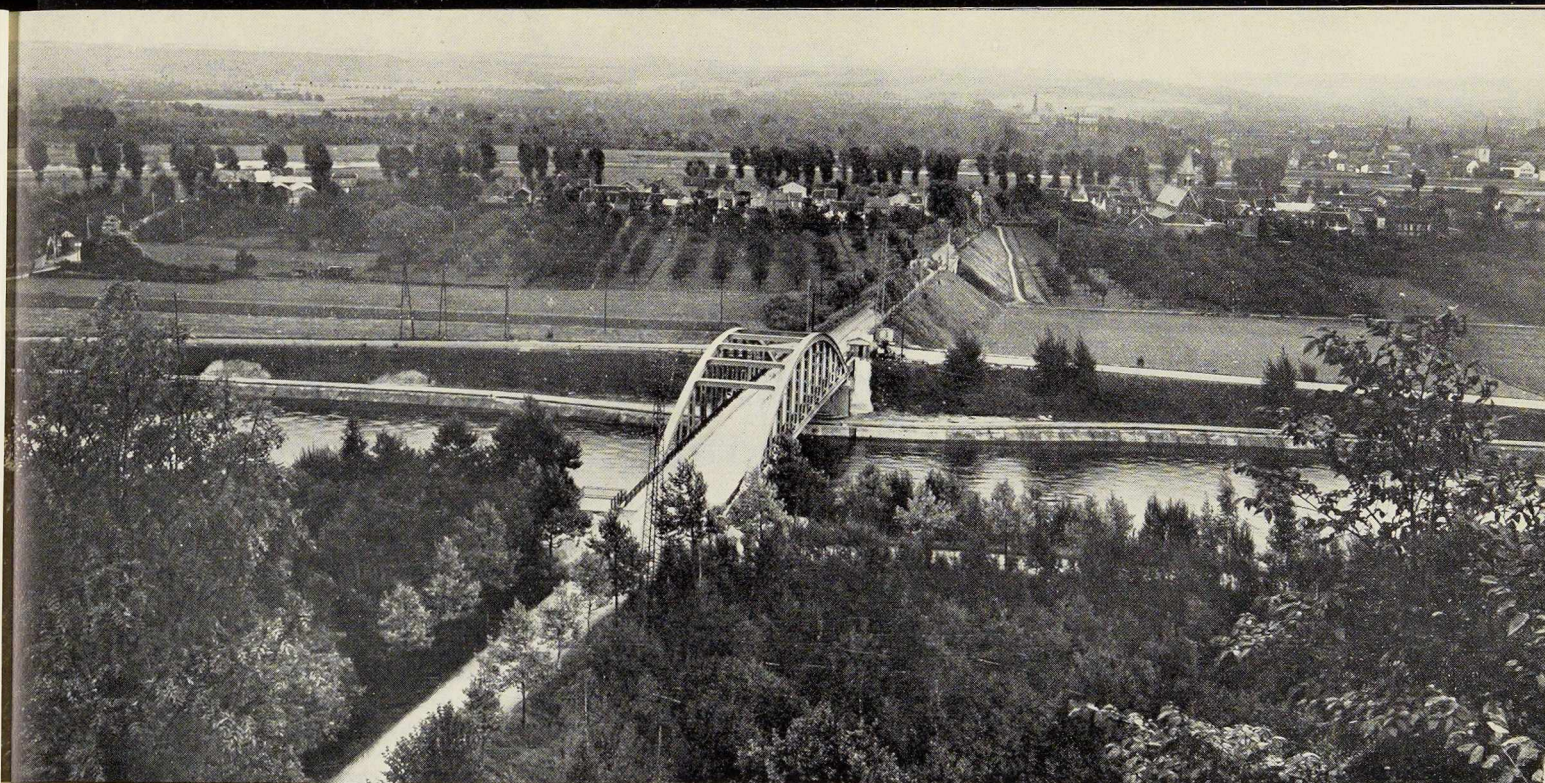


Fig. 19. Vue d'enfilade du nouveau pont de Lanaye sur le Canal Albert.

Photo Nelissen.

de $\frac{320 \times 131}{11^5 \times 16^9}$, assemblés par-dessus l'entretoise à l'aide d'un gousset supérieur uniquement (fig. 3).

Enfin, les travées d'approche comportent un contreventement inférieur en croix de Saint-André unique formée par des fers T de $150 \times 100 \times 9,5$ mm (fig. 1).

Signalons encore que le garde-corps, où la ligne verticale domine et dont les montants creux sont

constitués par deux fers U de $\frac{65 \times 42}{5^5 \times 7^5}$ assemblés

par soudure, a été intentionnellement conçu suivant un tracé très simple, s'harmonisant avec la sobriété de l'ouvrage dans son ensemble. Il se prolonge en partie, en diminuant graduellement de hauteur, sur le bord intérieur de la partie en console de la travée centrale (fig. 9).

Le projet de la charpente métallique du nouveau pont de Lanaye prévoyait la mise en œuvre de :

229 435 kg d'acier laminé et rivé,
125 806,5 kg d'acier laminé et soudé,
8 802 kg d'acier moulé pour appuis, etc.,

2 442 kg d'acier forgé pour rouleaux, etc.,
et
9 748,5 kg d'acier doux laminé et forgé pour garde-corps.

D'autre part, l'exécution du platelage en béton armé nécessita la mise en œuvre de 20 779 kg d'armatures et de 125 m³ de béton dosé comme suit :

400 kg de ciment,
450 l de sable, et
750 l de gravier ou de pierraille.

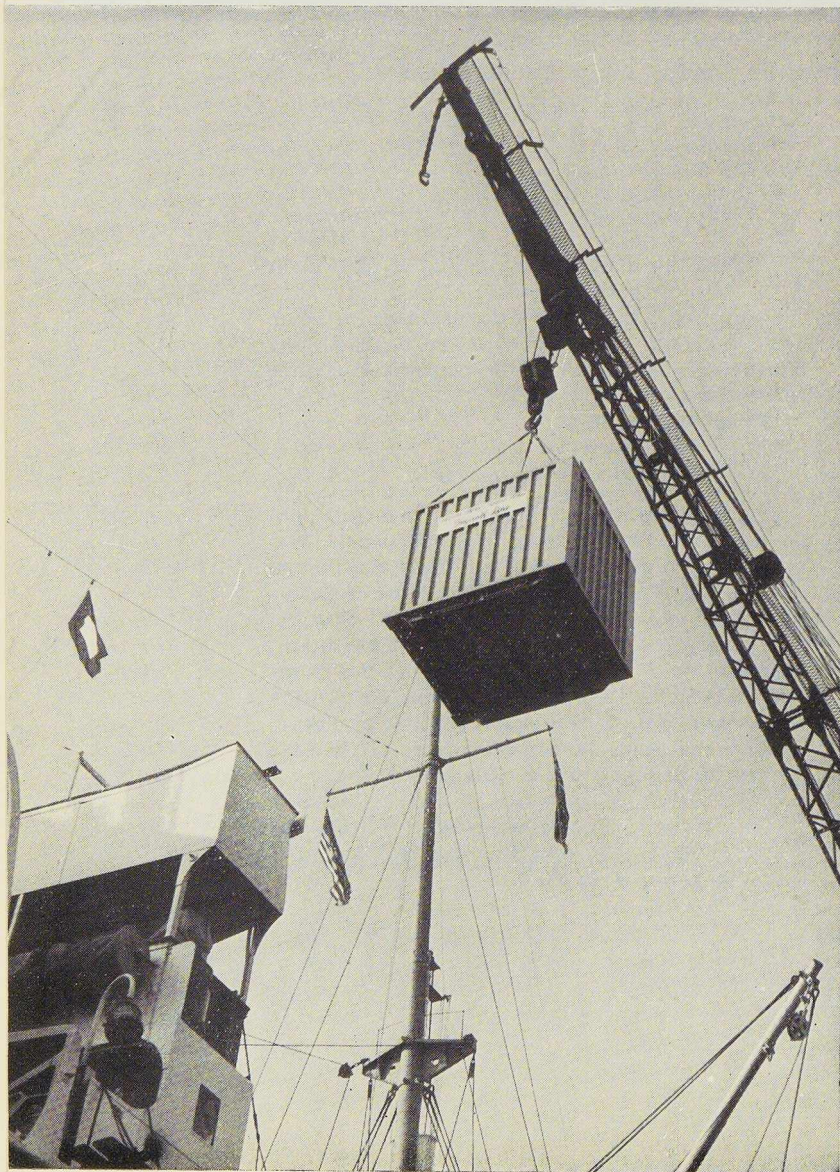
Signalons enfin que le projet du nouveau pont de Lanaye a été élaboré, en 1947, par la Première Direction (Ponts métalliques) du Bureau des Ponts de l'Administration des Ponts et Chaussées, placé sous l'autorité éclairée de M. l'Inspecteur Général G. De Cuyper. Les calculs furent effectués par M. l'Ingénieur principal des Ponts et Chaussées L. Desguin et les plans d'exécution établis par MM. L. Hazebroucq et A. Eveillard, dessinateurs, sous la supervision de M. le Chef de bureau-dessinateur, M. Thissen (1).

R. F., H. L. & P. T.

(1) Nous publierons la suite de cette étude dans le prochain numéro de *L'Ossature Métallique*.

Transport de marchandises par containers maritimes

Après une minutieuse mise au point, la Compagnie Générale Transatlantique a récemment inauguré, à bord de ses paquebots et de ses cargos, le transport de marchandises en containers.



Le container maritime peut être défini essentiellement comme une parcelle mobile de la cale d'un navire, qui permet une réalisation à la source même de la marchandise, d'un emballage définitif, économique et sûr, qui conduira le chargement jusqu'à l'acheteur.

Emballage définitif : le container reçoit chez le fabricant la marchandise qu'il transportera et cette marchandise ne subira généralement aucune manipulation jusqu'à sa livraison à l'acheteur.

Emballage économique : le container dispense de l'emballage maritime certaines marchandises fragiles, pour lesquelles une protection particulière est parfois nécessaire pour le chargement à nu. En d'autres termes, le problème de la robustesse de l'emballage est désormais résolu par le transporteur.

Emballage sûr : certains containers sont de véritables soutes à valeurs mobiles comportant un verrouillage de sûreté avec combinaison secrète, sans possibilité d'effraction, qui confère à l'expédition une sécurité absolue.

La Compagnie Générale Transatlantique a mis à l'étude et compte réaliser prochainement un container-frigo qui permettra d'assurer le transport de certaines denrées périssables réclamant une température basse.

Certains containers de la Compagnie Générale Transatlantique sont repliables. D'autres sont rigides, en tôle d'acier emboutie de 2,5 mm d'épaisseur, renforcés au pied et au sommet en tôle de 4 mm; les containers sont revêtus d'une peinture navale spéciale.

Chargement d'un container « Transat » à bord d'un paquebot.

Cliché Compagnie Générale Transatlantique.

P. A. Lorin,
Directeur Général
des Anc. Etabl. Eiffel

Cent ans de construction métallique (1)

Il y a cent ans, la construction métallique était encore très archaïque. Sa naissance avait suivi deux importantes découvertes de la fin du XVIII^e siècle, celle du coke métallurgique en 1750 et celle du puddlage, procédé inventé par Cort en 1784, qui permettait d'obtenir du fer doux par affinage de la fonte dans un four où le combustible était séparé du métal. Autrefois, on construisait en pierre ou en bois, et les siècles passés nous ont laissé des constructions en ces matériaux, des témoins montrant à quel degré de perfection ces techniques étaient parvenues. Le début du XIX^e siècle avait vu l'édification des premiers ouvrages où le métal était, sinon le seul matériau employé, tout au moins le plus important. Mais c'est au cours de la deuxième moitié du XIX^e siècle que la construction métallique a fait des progrès décisifs et qu'elle a pris un essor considérable dont la matérialisation fut particulièrement affirmée lors de l'Exposition de 1889.

Pour résoudre les problèmes de plus en plus nombreux et de plus en plus difficiles que posaient l'industrialisation du pays et l'établissement des chemins de fer avec tous leurs ouvrages d'art, l'ingénieur a dû faire appel à toutes les ressources de sa technique. Aussi voit-on les progrès de la construction métallique suivre pas à pas ceux de la métallurgie :

— En 1840, perfectionnement du puddlage permettant d'obtenir industriellement le fer doux en grande masse;

— Enfin, à partir de 1856, élaboration du nouveau métal de la construction moderne : l'acier obtenu par affinage de la fonte à l'état liquide : affinage au convertisseur (procédé Bessemer, 1856; procédé Thomas, 1878); affinage sur sol grâce à

la régénération de la chaleur par les appareils Siemens, procédé Martin (1864).

Quelques chiffres peuvent donner une idée de l'extension considérable des domaines d'application du métal à la suite de la mise au point des procédés de l'élaboration de l'acier. Voici les productions comparées en acier brut, en France, entre les années 1888 et 1910 :

	Bessemer	Thomas	Martin	Total
1888 . . .	181 000 t	222 000 t	188 000 t	591 000 t
1910 . . .	106 000 t	2 138 000 t	1 137 000 t	3 380 000 t

La production d'acier brut a atteint son chiffre record en 1929, avec 9 711 000 tonnes.

Avec l'acier, le constructeur dispose d'un alliage dont les qualités mécaniques sont nettement définies et dont la composition peut être nuancée suivant les besoins plus ou moins spéciaux.

Parallèlement aux progrès réalisés dans l'élaboration du métal lui-même, ceux qui concernent l'opération du laminage sont tout aussi importants et nous en verrons les conséquences.

Dans la diversité des types d'ouvrages construits en métal, il en est un qui occupe une place à part : le pont suspendu. L'élément porteur du tablier n'est soumis qu'à des efforts de traction, c'est donc celui qui utilise le mieux les qualités du métal. Ce type permet d'atteindre les plus grandes portées. Aussi bien, du reste, le record mondial appartient-il aujourd'hui au pont suspendu de la Porte d'Or, sur la baie de San Francisco, avec une travée centrale de 1 280 mètres. Au cours de cent années qui viennent de s'écouler, la technique de la construction de ces ouvrages a fait des progrès considérables, mais l'ampleur des développements qu'exigerait leur exposé nous contraint à nous borner seulement à quelques brèves indications. L'organe porteur des premiers ponts suspendus était constitué par des chaînes.

(1) Adaptation de l'étude de M. LORIN, parue dans les *Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France*, fascicule 5-1948 (publié en 1950). Les clichés d'illustrations nous ont été obligeamment prêtés par la Société des Ingénieurs Civils de France.



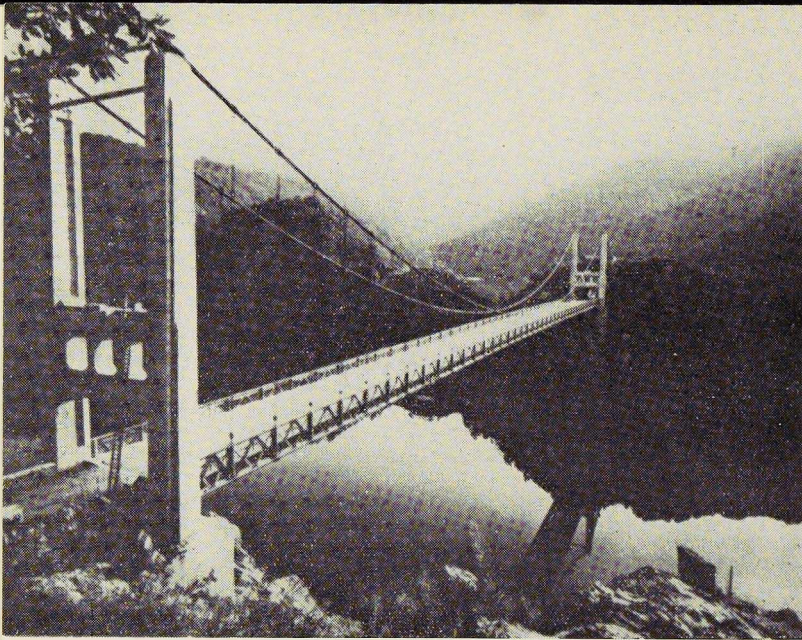


Fig. 1. Pont suspendu de Saint-Projet sur la Dordogne, de 195 m de portée.

Les frères Seguin, au début du XIX^e siècle, dans la construction de la passerelle de Tain-Tournon, sur le Rhône, remplacèrent les chaînes par des câbles sur lesquels se fixaient les suspentes du tablier, simplifiant ainsi beaucoup la construction. Sur ce modèle, de nombreux ouvrages furent alors réalisés en France. Les câbles étaient en fils de fer parallèles, le tablier suspendu était en bois et n'avait pas de rigidité. Très flexibles et peu contreventés, ces ponts se prêtaient mal à la circulation des véhicules. Il fallut attendre la fin du XIX^e siècle pour que l'attention fût de nouveau attirée en France sur ce type de ponts et conduisit à en construire un nombre important. On réalisa alors l'attache des câbles dans des culots en fonte. On substitua des câbles à torsion alternative aux câbles à fils parallèles. On perfectionna l'attache des suspentes; enfin on remplaça le tablier primitif en bois par un tablier en métal avec poutre de rigidité encore sommaire il est vrai.

Les ponts suspendus ont des qualités tout à fait comparables à celles des autres types, et leur valeur incontestable, du point de vue esthétique, leur confère un intérêt tout particulier pour les très grandes portées.

Ce type mis à part, la construction métallique offre encore de multiples aspects. On peut observer que, dès l'origine, de très nombreuses solutions ont été essayées. Les formes évoluent en général vers la simplification.

Parmi toutes les solutions, le choix s'oriente vers celles que consacre l'expérience. Pour illustrer cette remarque, on peut citer l'exemple des treillis des poutres métalliques. On trouve dans

les premières études ou réalisations, des types extrêmement nombreux : système Warren avec diagonales simples en V, treillis en N avec diagonales tendues ou comprimées, treillis en X, poutres à treillis multiples, systèmes comportant outre des montants, des diagonales traversant plusieurs mailles, systèmes où diagonales tendues et comprimées n'ont pas la même inclinaison, etc. La plupart de ces systèmes ont aujourd'hui disparu; ont subsisté le treillis en X, le treillis en N et surtout le type Warren, de plus en plus répandu.

Reprenant l'évolution des formes à son début, nous constatons que la fonte ayant été le premier produit métallurgique livré à l'industrie en grande masse, a constitué l'élément principal des premiers ouvrages, parmi lesquels nous pouvons citer les arbalétriers de la Halle au Blé, construite en 1809 à Paris.

Par la suite, on a substitué le plus souvent l'acier moulé à la fonte dans les éléments comprimés. Encore ceux-ci, grâce aux progrès réalisés dans l'emploi des laminés, sont-ils de plus en plus remplacés par des éléments composés de profils assemblés.

Les pièces moulées ne sont plus guère utilisées que dans les cas où la concentration des efforts rend difficile la réalisation par assemblage de laminés : pièces d'appui, articulations.

Parmi les belles réalisations en acier moulé, nous devons citer le pont Alexandre III, sur la Seine, à Paris, construit en 1900. Les arcs de ce pont sont constitués par des voussoirs assemblés par boulons.

Le moulage, tant de la fonte que de l'acier, était un procédé séduisant puisqu'il permettait de livrer au constructeur des éléments complets dont il avait lui-même déterminé la forme.

Jusqu'au moment où l'on a découvert l'affinage de la fonte à l'état liquide, le puddlage ne donnait le fer qu'à l'état solide. Aussi Cort, l'inventeur du puddlage, avait-il, à la même époque, découvert le laminage, qui, par étirage du lingot à travers des cylindres cannelés, permettait de mettre le métal sous des formes utilisables. Ce procédé représentait une telle économie et donnait une telle souplesse d'emploi que le métal laminé, fer ou acier, a pris dans la construction métallique une place de plus en plus importante



Fig. 2. Piles en fonte du pont de Saint-André de Cubzac.

à mesure que les progrès de la métallurgie permettaient d'obtenir une gamme suffisante de produits répondant à tous les besoins.

Les éléments obtenus par ce procédé doivent être étudiés pour que la matière soit judicieusement distribuée afin de résister au mieux aux efforts qui lui sont appliqués et de se prêter aux combinaisons et assemblages.

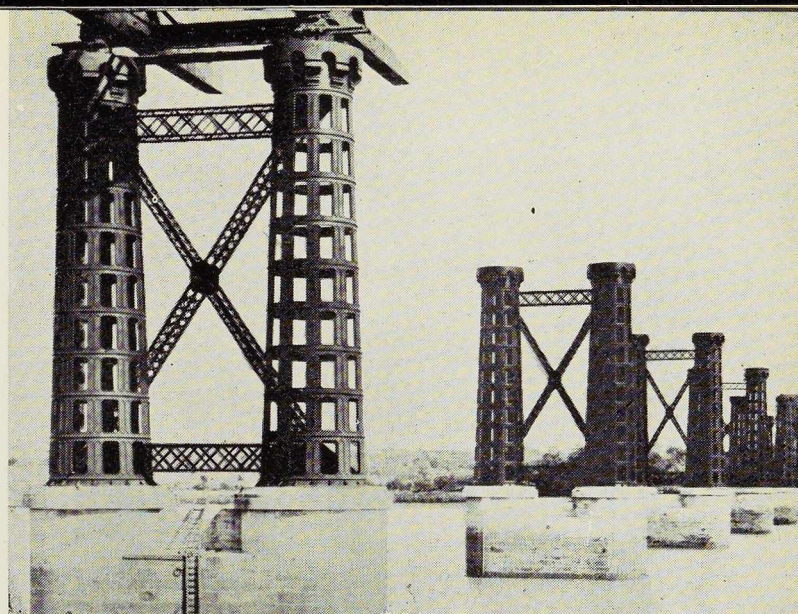
Cette double condition a conduit aux fontes classiques et dès 1850, l'industrie métallurgique mettait à la disposition des constructeurs une gamme très étendue de ces divers échantillons.

Les plus grands ouvrages réalisés en France avec du fer laminé sont les ponts de chemin de fer de Clichy et d'Asnières, sur la voie ferrée Paris-Saint-Germain, en 1852.

L'assemblage des éléments laminés est le problème délicat de ce genre de construction. Aussi bien est-ce celui qui a donné lieu aux études les plus difficiles. Tant que l'on a ignoré les moyens pratiques de produire localement et instantanément des grandes quantités de chaleur, il a été impossible de faire la liaison intime des éléments, que la soudure permet aujourd'hui.

On ne pouvait transmettre l'effort d'une pièce à l'autre que par un organe auxiliaire : axe, boulon ou rivet. L'emploi du rivet est devenu très rapidement le plus général.

La transmission des efforts dans un tel assemblage est extrêmement complexe. Les trous introduisent dans les pièces des discontinuités avec concentrations locales des efforts. Le rivet lui-même agit par le serrage des tôles et par sa



résistance au cisaillement. De très nombreuses expériences ont été faites, en France, sur le cisaillement du rivet et sur l'adhérence des pièces assemblées. Les expériences sur le cisaillement étaient faites de façon suivante : on introduisait une broche en fer dans des trous pratiqués d'une part dans les deux branches d'une fourche, d'autre part dans une pièce à œil venant entre les branches de cette fourche. Les trous avaient exactement le diamètre de la broche. Puis on exerçait une traction jusqu'à la rupture de la broche par cisaillement. De ces essais, on concluait que la rupture par cisaillement se produisait pour une contrainte égale aux $4/5$ de la résistance du même fer à la rupture. On admit alors, pour le calcul des cisaillements, une contrainte admissible égale aux $4/5$ de la contrainte admise à la traction. Simultanément, on avait entrepris des essais sur l'adhérence produite par le serrage du rivet. De ces essais, on conclut que

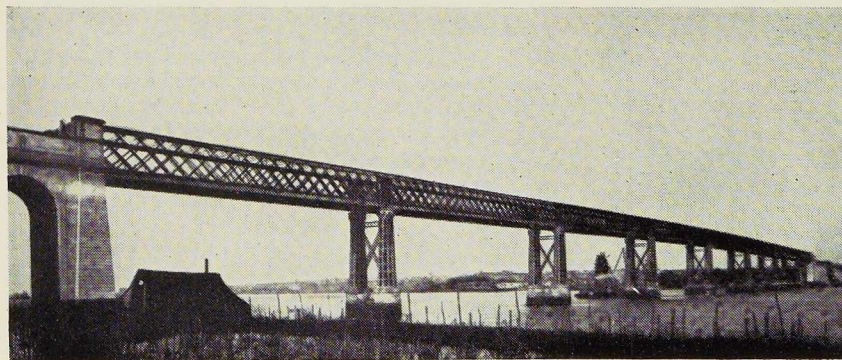
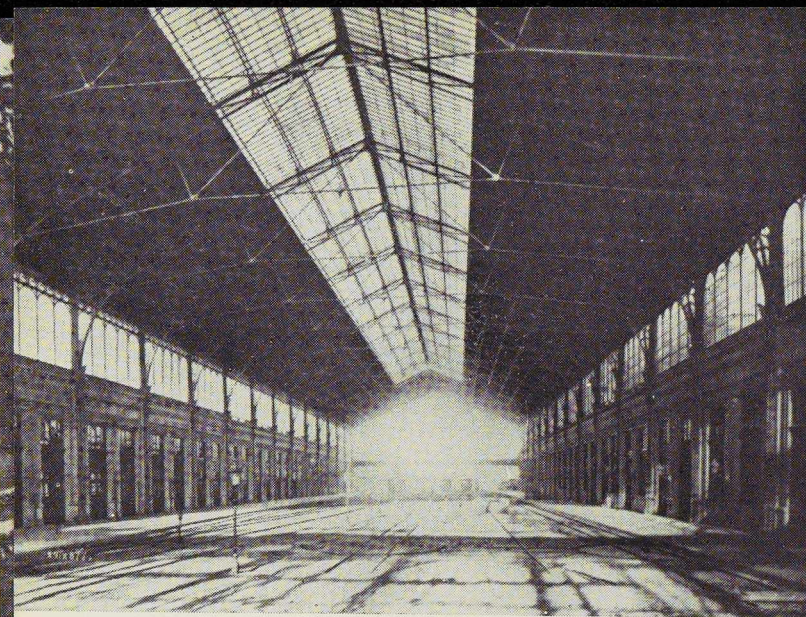


Fig. 3. Pont de Saint-André de Cubzac, construit en 1879-1883, d'une longueur totale de 546,25 m.



le serrage d'un rivet produisait sur la surface de contact de deux tôles, un effort de frottement pouvant atteindre une valeur maximum qui, rapportée à la section du rivet, était de 15 kg/mm^2 . C'est sur ce résultat, et en adoptant un coefficient de sécurité de 3 à 4, que l'on donna les premières règles de calcul de la rivure. Outre la transmission des efforts par frottement, le serrage produit par le rivet joue un rôle essentiel pour la conservation des ouvrages. Par des considérations théoriques déduites de l'interprétation des essais, et grâce à l'expérience acquise par la réalisation pratique, on est arrivé à codifier les règles permettant de déterminer le nombre des rivets, leur diamètre et leur écartement. En outre, le perfectionnement des machines utilisées pour le rivetage assure à ce mode d'assemblage un degré élevé de sécurité.

Les assemblages ainsi réalisés s'opposent non seulement au glissement des pièces, mais aussi

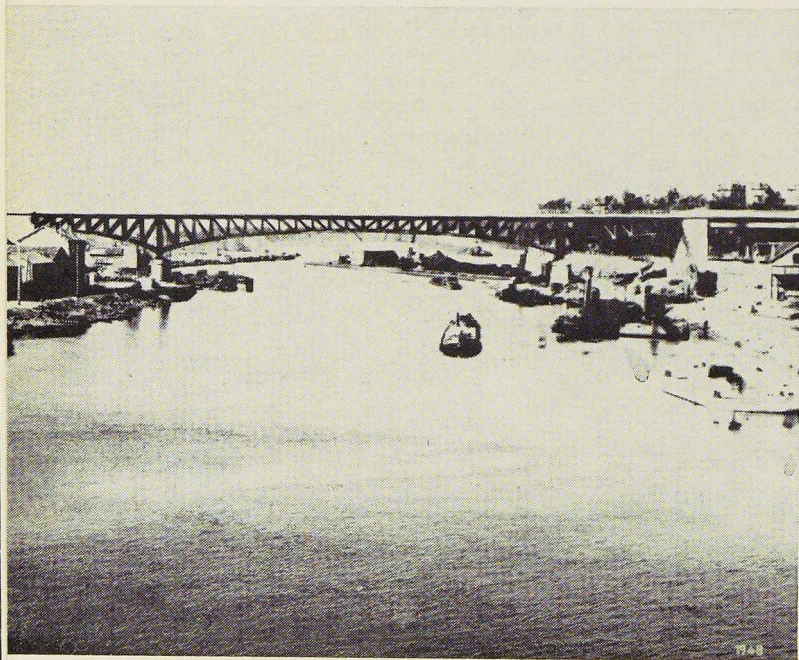


Fig. 4. Charpente métallique de la gare de Budapest construite en 1877.

à leur rotation relative. Or, dans le calcul des ouvrages, la décomposition statique des efforts est faite en supposant que les éléments sont articulés entre eux comme s'ils étaient réunis par des axes. La rigidité des attaches introduit ainsi en réalité des efforts parasites qui sont parfois extrêmement importants. Le calcul rigoureux de ceux-ci est le plus souvent inextricable. Devant cette difficulté, certains préféreraient réaliser l'assemblage tel que le calcul le supposait, c'est-à-dire au moyen d'un axe.

En Amérique du Nord, dans la période 1850-1872, les grandes poutres à treillis comportaient des diagonales tendues en fers ronds et des montants comprimés constitués par des laminés rivés formant caissons. A chaque nœud de la poutre, les éléments : membrures, montants, diagonales, étaient assemblés par des axes. Nous avons eu, dans la construction française, un type de ferme Polonceau, dont il existe un très grand nombre d'exemplaires, où les tirants et les montants sont articulés avec des axes. La charpente de la gare de Budapest, construite en 1877, en est un exemple.

Ce genre de construction comporte en général des éléments hétérogènes : laminés, forgés ou moulés. Leur prix de revient serait aujourd'hui sans doute sensiblement plus élevé que celui d'une charpente entièrement rivée.

D'autre part, nous pensons qu'il est préférable d'avoir une charpente parfaitement rigide, à condition de tenir compte des efforts parasites et de la correction que peut apporter l'adaptation plastique du métal.

Apparue la dernière, la famille des constructions rivées, pour emprunter le langage du naturaliste, est celle qui a été, par la suite, la seule à se développer. Les autres branches ont subsisté encore quelque temps mais n'ont pas tardé à s'éteindre.

Les progrès dans la conception et la technique des constructions rivées ont été extrêmement rapides et l'on peut avoir, dès 1880, des types déjà parfaitement au point et que l'on peut qualifier de modernes. A titre d'exemple, nous citerons le viaduc de Garabit, construit en 1884 avec un arc central de 165 mètres de portée.

Fig. 5. Vue générale du nouveau pont Eiffel, Conflans-sur-l'Oise, construit en 1847.

Fig. 6. Vue du hall vitré des grands magasins du Printemps à Paris, construit en 1885.

C'est avec ce système de construction que furent édifiés les ouvrages records de l'Exposition de Paris de 1889; la Galerie des Machines, avec ses fermes de 110 mètres, et la Tour Eiffel.

Pour satisfaire aux besoins de la construction métallique, toutes les forges avaient poussé leurs programmes de laminage, mais les échantillons n'étaient pas normalisés et pouvaient différer suivant les usines productrices. En France, on sentit rapidement que dans l'intérêt et des consommateurs et des producteurs, il était bon d'unifier les dimensions de tous les produits laminés. Ce travail fut entrepris par le Comité des Forges de France et, après l'assentiment des principaux producteurs, la classification unifiée des fers et aciers marchands fut mise en vigueur en septembre 1905.

Les progrès dans l'opération du laminage ont mis à la disposition des constructeurs des produits de plus en plus intéressants, tant par leurs formes que par leurs dimensions.

D'autre part, on constate dans les réalisations modernes une recherche de la disposition et de la liaison des différents éléments les faisant tous concourir à la stabilité de l'ensemble. Dans le domaine des grandes charpentes, un essai original a été fait pour traiter la couverture comme partie intégrante de l'ossature, alors que dans les types classiques, elle est un poids mort distinct des éléments résistants. Dans ces charpentes, la tôle de couverture épouse la forme d'une surface réglée dont les génératrices rectilignes transmettent aux rives des efforts de traction.

Dans le même ordre d'idées, on a cherché à alléger les ponts métalliques à poutres inférieures en liant la dalle de béton armé de la chaussée aux poutres métalliques.

L'évolution de la construction métallique, de 1900 à 1930, consacre les tendances qui se manifestent déjà par la simplification des types, l'abandon à peu près définitif de certains d'entre eux. Les aciers moulés ne sont plus utilisés que dans les pièces d'appui. On ne trouve plus de combinaisons d'éléments de fonderie et de laminés.

Fig. 7. Hall de la métallurgie à la Foire de Lyon, ce hall, réalisé en construction soudée, comporte des fermes de 50 m de portée.

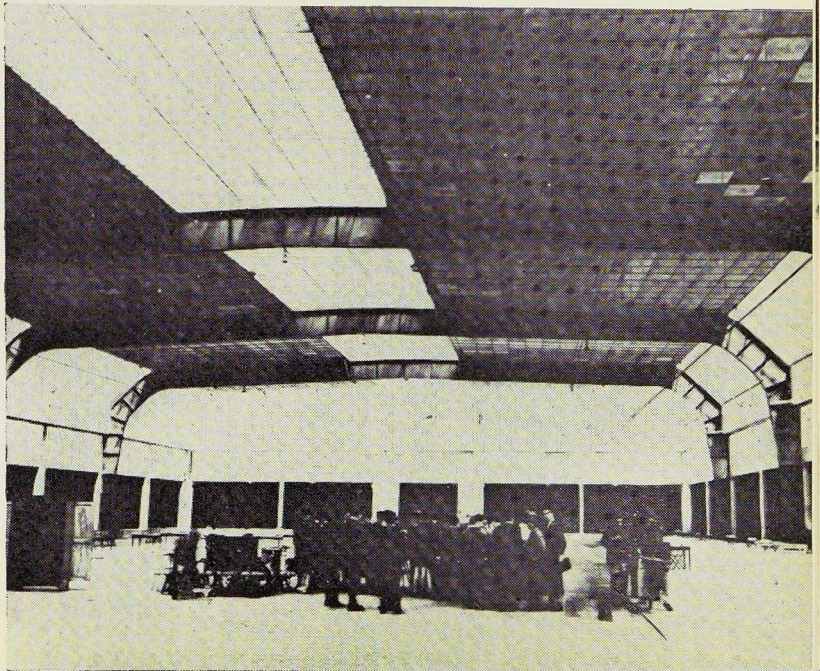


La mise au point de la rivure, consacrée par 80 années d'expérience, donnait à la charpente métallique une technique qui ne semblait plus devoir subir de rapides transformations. C'est à ce moment que notre industrie devait recevoir une nouvelle impulsion par l'apparition de la soudure.

C'était bien dans la réalisation des assemblages que devait se faire le progrès, car c'est bien ce problème qui est le plus délicat.

La soudure de deux pièces crée la continuité, le métal apporté s'incorpore dans l'ossature, c'est donc l'assemblage parfait par excellence s'il n'y a pas d'hétérogénéité de structure.

L'opération du soudage est une véritable opération métallurgique à l'endroit où se fait l'assemblage, le métal des pièces à unir est mis en fusion, en même temps que le métal d'apport



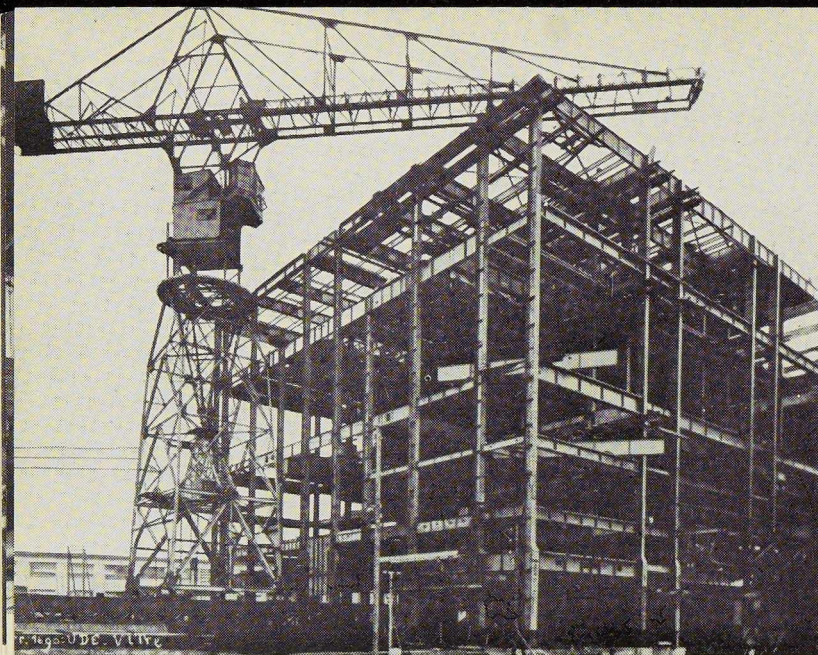


Fig. 8. Charpente métallique d'une usine à Vitry-Sud.

vient grossir cette masse liquide. Seule la technique des hautes températures permet cette opération; la chaleur est celle de la flamme du chalumeau ou celle dégagée par le courant électrique (arc ou résistance de contact). Les difficultés rencontrées dans l'exécution des soudures proviennent, pour une part notable, de la diffusion de la chaleur dégagée dans l'opération. Si, pour une pénétration donnée (volume du métal des pièces à souder ou métal de base) et pour une quantité déterminée du métal d'apport à fondre, il y a une quantité de calories strictement nécessaires à fournir, l'opération nécessite une quantité de chaleur très supérieure par suite des pertes qui échauffent les pièces en présence. Plus l'opération est longue, plus ces pertes sont considérables et, par suite, plus la température des pièces est élevée et plus les zones intéressées sont grandes.

Du seul point de vue de l'échauffement, une technique récente paraît très intéressante : c'est un procédé de soudage automatique par fusion d'une électrode non enrobée. Les fondants nécessaires à l'opération métallurgique sont fournis non par l'enrobage des électrodes, comme c'est le cas dans la soudure à l'arc, mais par une poudre répandue sur les pièces à souder. La fusion est produite par la chaleur dégagée par la résistance du flux conducteur et non par un arc.

Les effets de la chaleur dégagée par l'opération provoquent, soit des déformations dans les pièces, soit des tensions internes dans le métal. Dans le métal non fondu, les températures sont inégales, les parties échauffées tendent à se dilater, mais les

parties froides s'opposent à cette libre dilatation; les parties chaudes rentrent ainsi en compression, les parties froides en traction, d'où naissance dans les pièces de couples de flexion ou de torsion. A cette action, il faut ajouter celle du bain liquide qui, après solidification et refroidissement, tend à se rétracter et entre en tension avec compression des parties voisines. Il y a donc, après refroidissement, des déformations et des tensions internes.

La construction métallique ne saurait utiliser des pièces déformées; elle exige une très grande précision. Il faut donc faire disparaître ce défaut soit en déformant à l'avance les pièces, soit en empêchant les déformations par des dispositifs s'opposant aux déplacements, soit en combinant l'ordre et le sens des différents cordons de soudure pour que les déformations successives amènent finalement la pièce à sa situation initiale. Mais en combattant ce défaut, on aggrave les tensions internes. De nombreuses expériences ont été faites pour déterminer celles-ci. Cependant on a pu, au début, s'exagérer le danger de ces tensions, car le phénomène de l'adaptation, c'est-à-dire la déformation au delà de la limite élastique sans accroissement des contraintes, joue dans les assemblages soudés le même rôle capital que dans toute la structure, et dans les assemblages rivés en particulier. Encore faut-il que ce phénomène d'adaptation puisse jouer, et pour cela que le métal puisse subir des déformations.

L'échauffement, suivi du refroidissement des pièces, constitue d'autre part une opération thermique qui peut dénaturer le métal de base; il peut y avoir grossissement des grains et phénomène de trempe. Ceci nécessite une étude spéciale de la soudabilité des aciers de construction, du métal d'apport et des enrobages convenables. Ces difficultés ne sont nullement insurmontables; les méthodes se perfectionnent et la soudure prendra encore, dans un proche avenir, une extension plus considérable dans la construction métallique; elle offre en effet de multiples avantages et permet des conceptions nouvelles.

Le premier argument que l'on fait ressortir en faveur de la soudure a été l'économie de poids qu'elle procure : par suppression des accessoires nécessaires aux assemblages rivés, tels que goussets et couvre-joints, par l'allègement des pièces principales dont la section n'est pas diminuée par la présence des trous nécessaires à la rivure. Mais, sauf pour les cas spéciaux où le poids de



Fig. 9. Construction d'un pont sur le Bassac (Cambodge); après mise en place des travées de rive par flottage, la travée centrale a été montée en porte à faux.

la structure joue un rôle important, organes mobiles, engins de manutention, l'économie de poids de la charpente elle-même n'est pas un avantage essentiel le propre des charpentes étant déjà leur légèreté. Ce n'est pas la quantité de la matière incorporée, mais le prix de l'ouvrage terminé qui compte. Les avantages réels que nous pouvons trouver sont, en fait :

— Une économie dans la réalisation par une simplification dans l'exécution qui permet de diminuer le nombre des opérations;

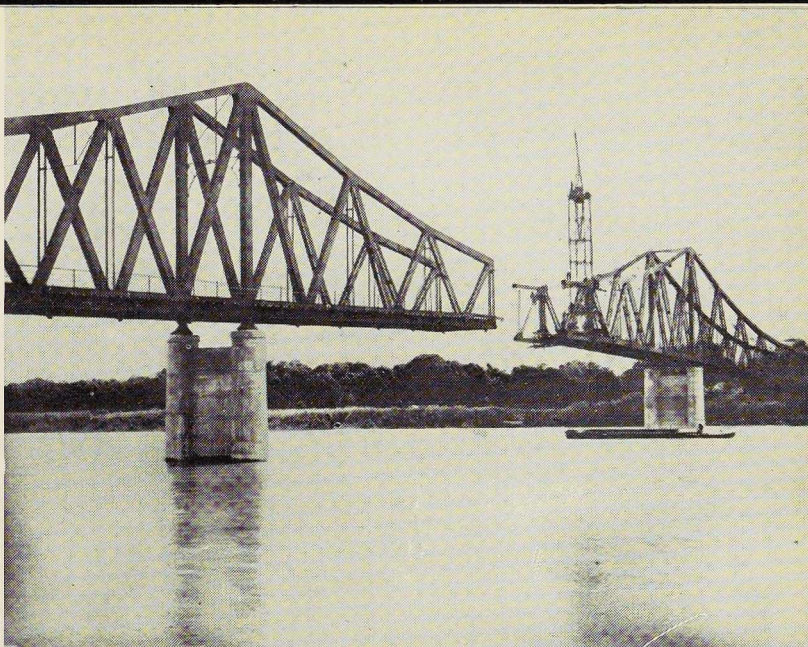
— Des réalisations meilleures de formes, ceci n'a pas été immédiat, car il fallait se défaire des habitudes créées par la conception de la rivure. Il fallait un effort spécial d'imagination et le contrôle de l'expérience.

La soudure permet en outre d'ajouter aisément des éléments à une ossature déjà achevée.

Un exemple de renforcement par soudure nous est donné par le viaduc du Métropolitain, à Passy.

Nous avons jusqu'à présent étudié l'évolution des conceptions dans la construction métallique et nous avons vu comment cette évolution a été commandée par les progrès de la sidérurgie et des techniques mises à notre disposition. Nous n'avons rien dit encore des moyens de réalisation pratique; ceux-ci ont également une influence considérable.

On constate en effet au cours de l'histoire que l'énergie est distribuée sous des formes de plus en plus facilement utilisables et que son prix diminue en même temps que le prix de la main-d'œuvre augmente. La conséquence en est l'industrialisation de toutes nos activités. Ce phénomène est particulièrement sensible dans le domaine de la construction métallique depuis le début du xx^e siècle. On peut dire que l'on passe du stade artisanal au stade industriel. Un atelier qui, à la fin du xix^e siècle, fabriquait 5.000 à 6.000 tonnes de charpente par an, ne disposait que d'une machine à vapeur de 40 CV, c'est-à-dire que la plupart des opérations, et en particulier toutes les manutentions, se faisaient à la main. Cet atelier aurait aujourd'hui une puissance de 300 à 400 kW. Cette évolution est capitale. Grâce à la mécanisation des manutentions permettant la manipulation d'éléments beaucoup plus lourds, on peut substituer des laminés bruts de grosse section aux barres composées d'éléments



simples plus légers, mais nécessitant un grand nombre d'opérations. La mécanisation apporte également un progrès au point de vue de la précision; elle donne un avantage considérable quant à la sécurité. La machine exécute, quand elle est bien réglée, des opérations qui se répètent identiquement; le contrôle fait au moment de la mise au point est une garantie que les pièces obtenues présentent bien les caractéristiques prévues (pose des rivets à la machine, exécution automatique des soudures).

La même évolution, avec les mêmes caractères, se retrouve dans la seconde phase de l'exécution des charpentes métalliques, c'est-à-dire dans l'assemblage sur place des éléments de l'ouvrage. C'est en général le problème le plus délicat à résoudre, celui qui demande le plus d'imagination et de hardiesse. On demeure confondu lorsque l'on regarde les schémas de montage des grands ouvrages d'art à la fin du xix^e siècle et lorsqu'on constate les faibles moyens dont on disposait : aucune force motrice sur le chantier, rien que des appareils à bras et très souvent rudimentaires. Mais l'ingénieur, par la méthode cartésienne, qui consiste à vaincre une suite de petites difficultés, est arrivé à surmonter tous les obstacles. Nous employons aujourd'hui les mêmes méthodes : mise en place de grands arcs suspendus à des câbles, montage en porte-à-faux, lançage. Mais tout chantier important comporte maintenant l'emploi d'une force motrice considérable.

Ce qui frappe à l'examen des formes des charpentes métalliques, c'est leur légèreté; tandis que l'ouvrage en pierre comportait des éléments mas-

sifs, la charpente métallique n'est faite que de vides, la densité de la construction est faible et la matière n'est concentrée que sur certains contours. La nouveauté du matériau est sa résistance spécifique élevée à tous les genres d'efforts : traction, compression, cisaillement, flexion, torsion. La charpente, formée d'une multitude de barres élémentaires et de plaques minces, suit le diagramme des forces qui cheminent du point d'application de la charge aux réactions des appuis. Si tous ces éléments sont déterminés, ils ne sont en fait pas tous calculés, car il y a la science et ce que nous appelons les règles de l'art. Celles-ci sont le fruit de l'expérience, non pas l'expérience de laboratoire mais celle de la pratique. Nos efforts tendent à augmenter la part qui revient à la déduction scientifique au détriment de celle qui revient à l'intuition.

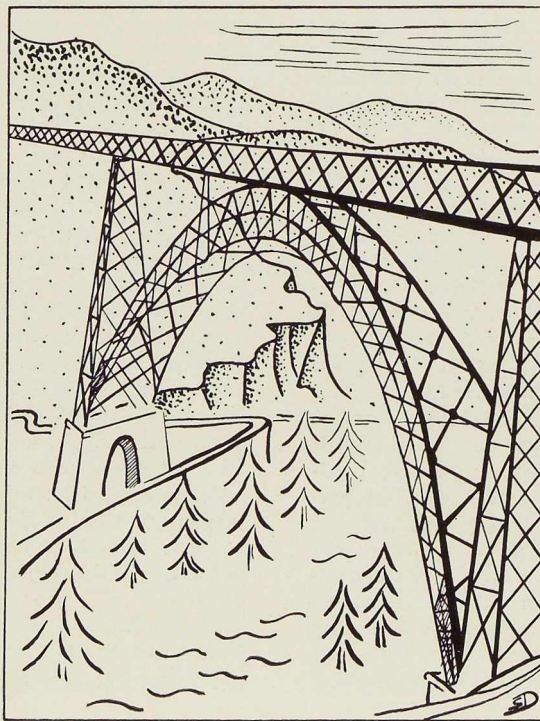
Déjà cependant l'intuition et l'expérience faisaient sentir aux pionniers qu'une autre qualité essentielle devait intervenir : la plasticité du métal. Nous avons parlé des premières expériences sur les rivets et nous avons vu que l'on comptait sur le serrage des pièces pour empêcher le rivet de travailler au cisaillement; dans un assemblage qui comporte un très grand nombre de rivets, il est certain que tous n'entrent pas en action simultanément. Aucun assemblage rivé ne résisterait s'il n'y avait adaptation du métal. C'est

parce que l'adaptation plastique est une nécessité que tous les cahiers des charges fixent un allongement minimum des aciers de construction. On s'est attaché depuis quelque temps, d'une façon systématique, à l'étude du rôle de la plasticité. C'est un chapitre tout nouveau de la résistance des matériaux. Nous pénétrons ici dans le domaine où la loi de Hooke n'est plus vérifiée. Sans accroissement d'effort, le métal subit une déformation. Ce domaine était apparu jusqu'ici comme interdit, car c'est celui des déformations permanentes. Sans même vouloir pénétrer encore résolument dans ce domaine pour les efforts réels de l'ouvrage, ce qui serait peut-être admissible pour les charges permanentes, on désire cependant connaître ce qui se passerait après dépassement de la limite élastique, car ceci est indispensable pour fixer sur le degré de sécurité.

C'est dans ce sens que les recherches se poursuivent et que l'on oriente les expériences.

Les progrès de la sidérurgie, des techniques mises à notre disposition, des conceptions théoriques tirées de l'expérimentation au laboratoire, des moyens de réalisation pratique tant en ateliers que sur les chantiers, ont commandé l'évolution de la construction métallique. Dans tous ces domaines, des progrès se réalisent, et montrent que la construction métallique poursuivra son évolution.

P. A. L.



E. Geilinger,
Ingénieur
S. A. Geilinger & C^{ie}

Installation de portes à l'aéroport de Zurich-Kloten

Un élément important du hangar d'aviation est constitué par les portes dont la construction conditionne, dans une large mesure, l'utilisation du hangar.

Pour les halls de réparation, il n'est pas nécessaire de les ouvrir sur toute leur largeur, car en général, il suffit d'en dégager la moitié. Il s'ensuit que la conception de portes glissant sur deux rails est satisfaisante, chacune des deux moitiés pouvant être déplacée latéralement (fig. 1).

Pour le hangar proprement dit, pour lequel il faut compter sur un trafic important, il est pratiquement nécessaire de concevoir des portes-accordéons (fig. 8). Tout comme pour la détermination des dimensions du hall, on doit attacher une grande importance à l'économie dans la construction des portes en tenant compte du

fait que des appareils de très grande dimension doivent pouvoir être éventuellement abrités dans le hangar.

Compte tenu de ces considérations, le hangar d'aviation de Zurich-Kloten comprend des portes de dimensions suivantes :

1° Atelier de réparation. Superficie : $150 \times 73,5$ m.

Porte coulissante sur rails :	largeur	150 m
	hauteur	10,40 m
	superficie	1 560 m ²

2° Hangar. Superficie : $75 \times 65,4$ m.

Porte-accordéon :	largeur	75 m
	hauteur	10,40 m
	superficie	780 m ²

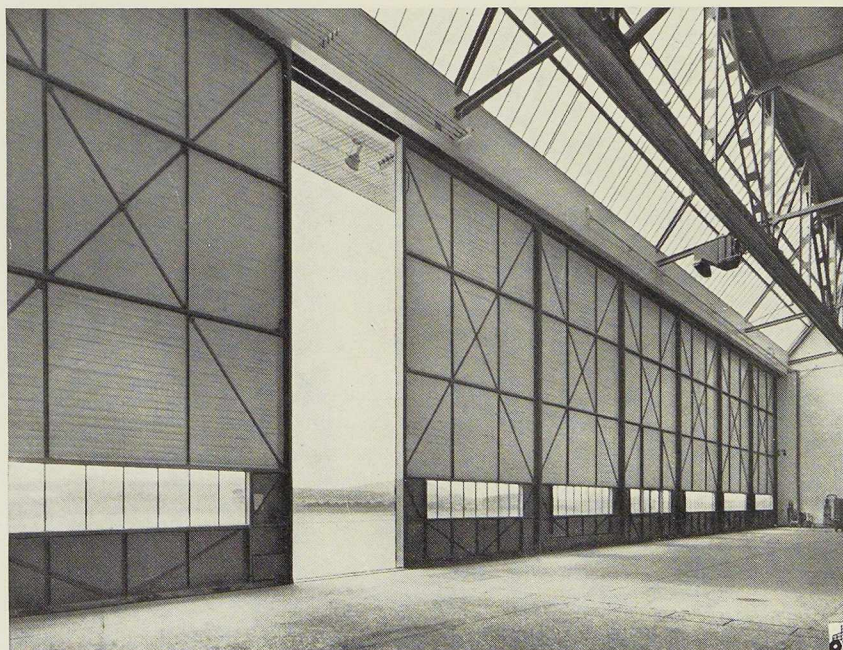


Fig. 1. Vue intérieure des portes de l'atelier de réparation.

Photo Beringer & Pampaluchi.

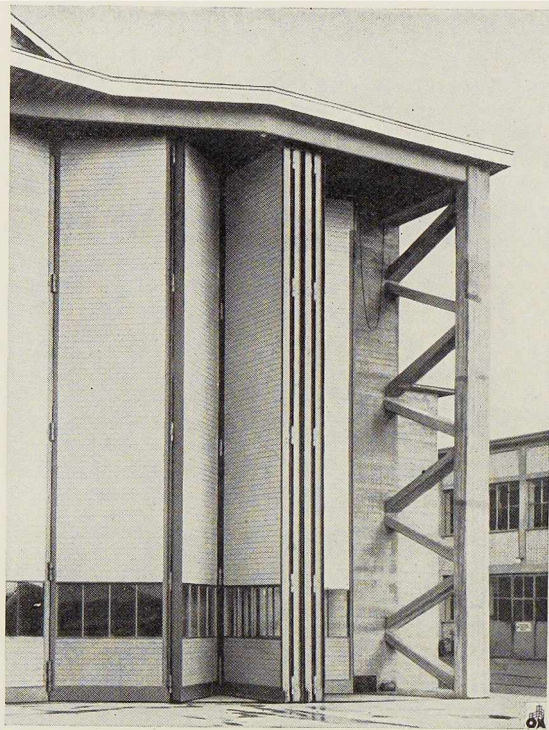


Fig. 2. Porte-accordéon partiellement ouverte.

Ouverture supplémentaire pour le passage des gouvernails de direction des avions de grandes dimensions :

largeur 6 m
hauteur 4,86 m
superficie 30 m²

Porte coulissante

La surface de cette porte est partagée en 24 panneaux séparés de 6,20 m de largeur chacun, assemblés en quatre groupes de 6 panneaux.

La charpente est composée de fers profilés; quant à la porte proprement dite, elle est formée de panneaux doubles d'une épaisseur de 24 et 21 mm, laissant entre eux un vide de 30 mm. Un vitrage s'élevant à hauteur d'homme est destiné à éclairer le hall et permet également l'observation du trafic à l'extérieur du hall pendant l'ouverture ou la fermeture de la porte.

La porte comprend quatre petites portes de service de 2 mètres de largeur et de 2,20 m de hauteur, pourvues de fermetures de sécurité (fig. 1).

Chaque groupe de panneaux est fixé sur sept rouleaux de 500 mm de diamètre et comporte, dans la partie supérieure, sept rouleaux de guidage dont la hauteur est imposée par la flèche maximum de la charpente de toiture (150 mm).

Afin de permettre un travail normal, ces panneaux comportent des joints entre eux et vers le sol (fig. 7). Chaque groupe est déplacé par un moteur électrique fixé sur un panneau. Ce moteur fait tourner un des rouleaux de support (fig. 7). Chaque moteur comporte deux commandes, une à l'extrémité droite du groupe et commandant le déplacement vers la droite, l'autre à l'extrémité gauche du groupe et commandant le déplacement vers la gauche. Le contact n'a lieu que lorsque l'interrupteur est abaissé, ce qui correspond à l'obligation pour l'employé de suivre continuellement le panneau lors de son déplacement. De cette manière une collision entre la porte et un appareil, qui pourrait se trouver éventuellement sur son passage, est évitée.

Toute l'installation électrique (y compris les portes de service) comporte des disjoncteurs de sécurité et interrupteurs de fin de course.

Portes-accordéons

Le principe de ces portes est bien connu. Nous n'envisagerons ici que certains détails de construction, et notamment le guidage (fig. 3). La

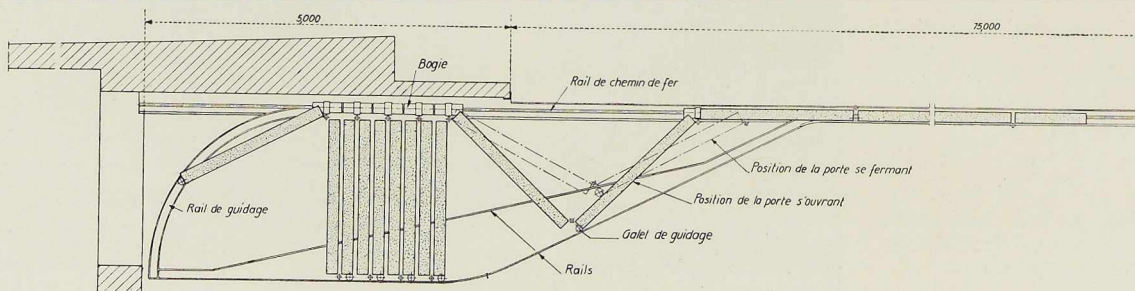


Fig. 3. Schéma de principe du repliage de la porte-accordéon.



surface est partagée en deux moitiés de 18 1/2 panneaux chacun et mesurant 2,15 m de largeur et 10,40 de hauteur.

La charpente est constituée par des fers profilés recouverts d'un seul panneau de 30 mm d'épaisseur et d'un vitrage à hauteur d'homme. Deux panneaux comportent des portes de service de 1 mètre de largeur et de 2,20 m de hauteur.

Les éléments sont reliés entre eux par cinq charnières solidaires des rouleaux de guidage et des dispositifs de roulement. Le dispositif de roulement est constitué par deux galets se déplaçant sur deux voies de roulement. Le fonctionnement des portes est assuré, dans la partie supérieure, par des galets de roulement doubles posés de manière à permettre la flèche du rail de guidage supérieur sans influencer la porte.

La conception de ces portes est due à la firme De Vries Robbé, Gorinchem (P.-B.). Elle permet, outre un fonctionnement impeccable, l'emploi au maximum de la place disponible (fig. 8, p. 129).

L'entaille réalisée dans la charpente de toiture pour permettre le passage du gouvernail des avions de grande dimension présente une complication sensible, car, en la dégagant, le rail de guidage disparaît également. Cette ouverture est conçue comme porte basculante dont la partie inférieure, ainsi que le guidage de la porte accordéon, se déplacent séparément. Le mouvement d'escamotage du rail est un mouvement vertical.

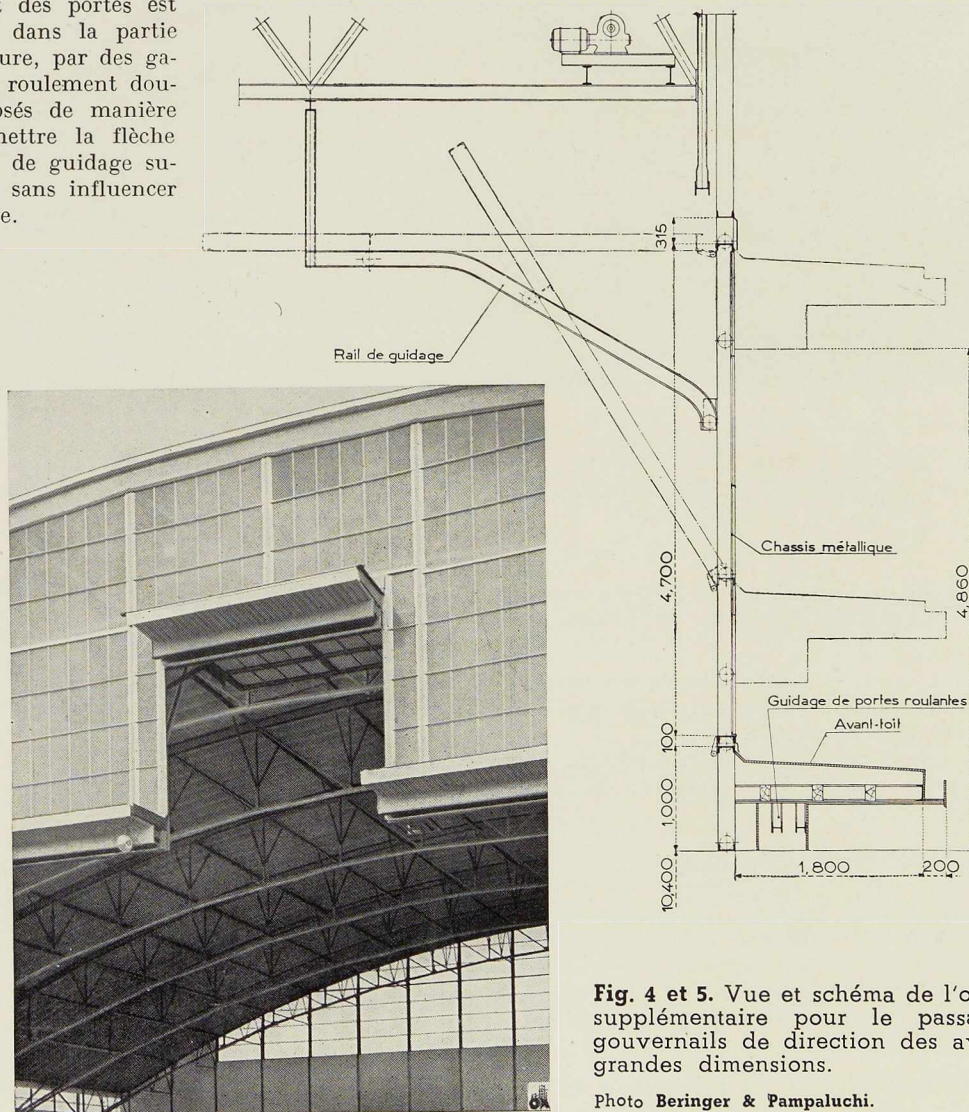


Fig. 4 et 5. Vue et schéma de l'ouverture supplémentaire pour le passage des gouvernails de direction des avions de grandes dimensions.

Photo Beringer & Pampaluchi.

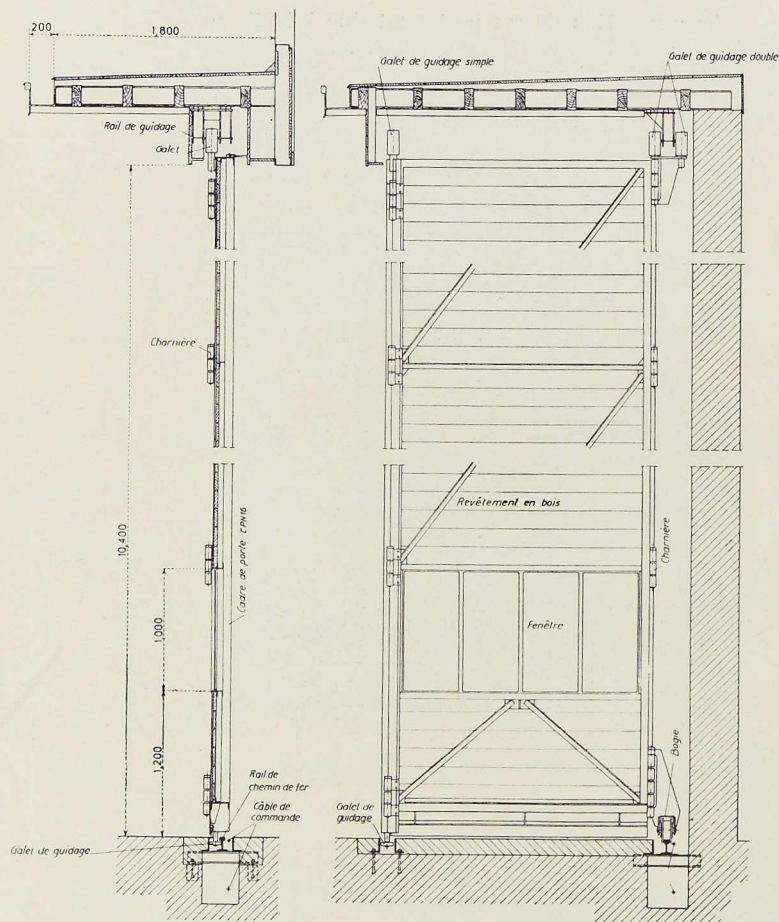


Fig. 6. Détails du mécanisme de la porte-accorcion du hangar de l'aéroport de Kloten.

La liaison entre les deux éléments a lieu par des charnières à contrepoids qui équilibrent le déplacement (fig. 5, p. 127).

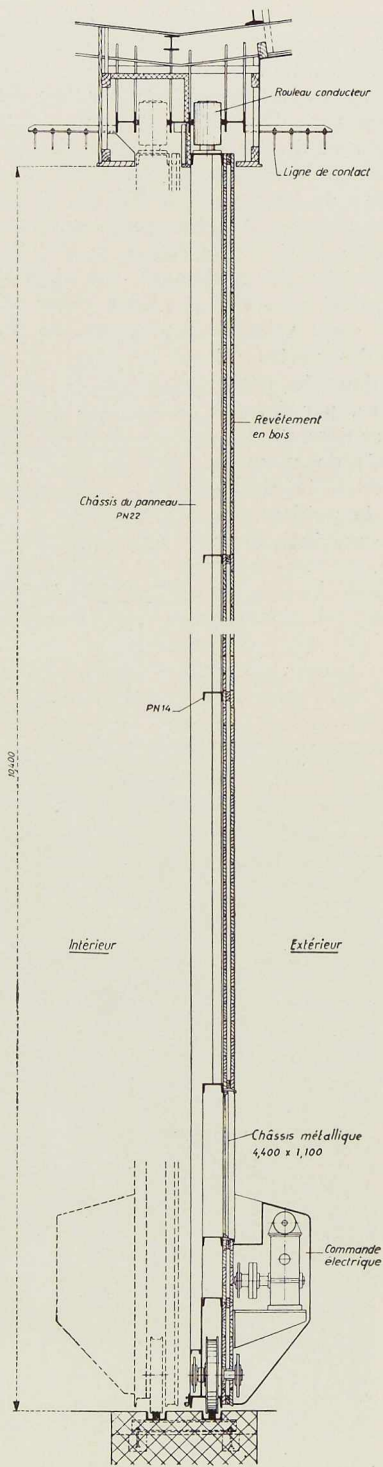
Pour le calcul statique, on a tenu compte, en plus du poids propre, d'une pression du vent de 80 kg/m².

Poids de la charpente métallique

1° Porte de l'atelier de réparation

Guide supérieur	21 tonnes
Guide inférieur	12 tonnes
Charpente de la porte	58 tonnes
Total	91 tonnes

Fig. 7 (ci-contre). Détails du mécanisme de la porte coulissante de l'atelier de réparation.



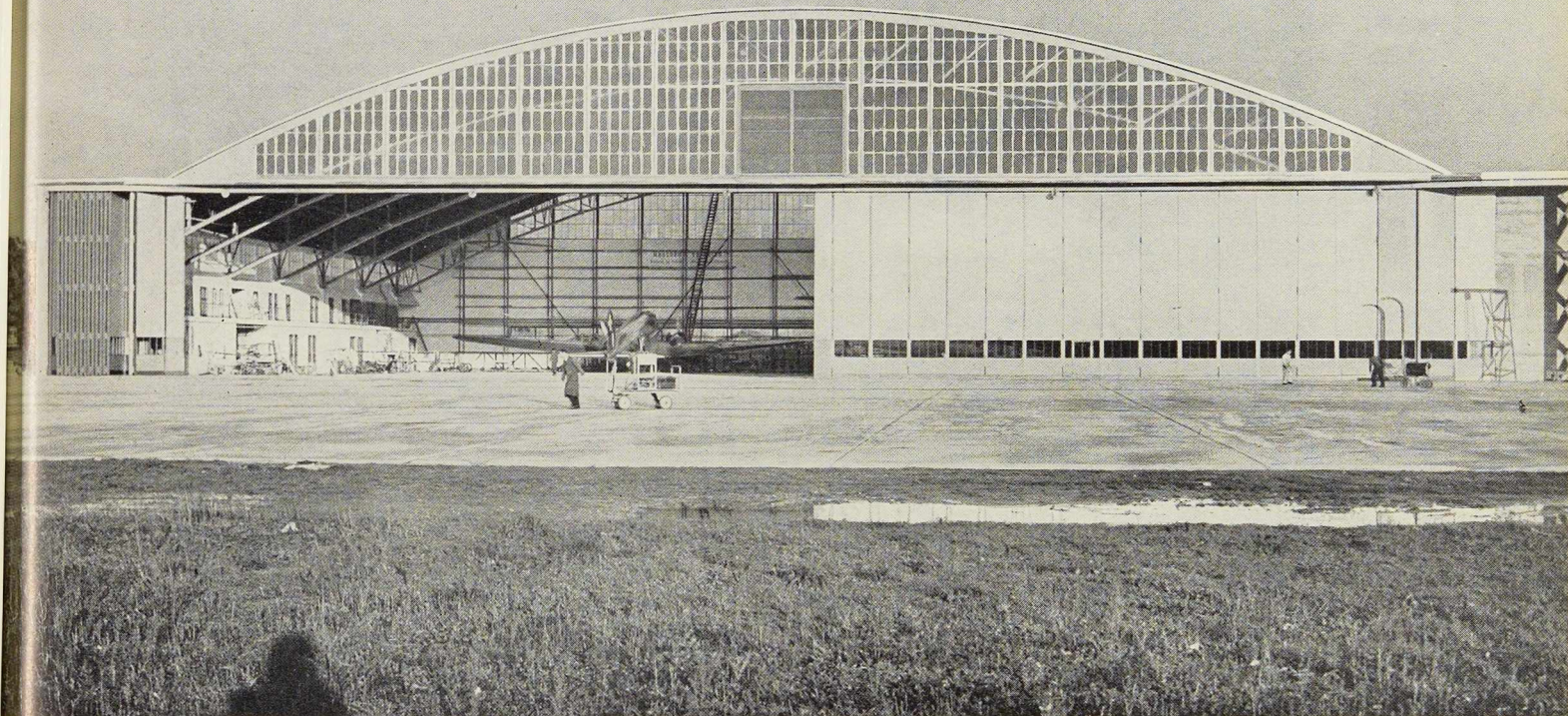


Photo Beringer & Pampaluchi.

Fig. 8. Vue du hangar d'aviation de Kloten, montrant une des deux moitiés ouverte. Ce hangar couvrant une superficie d'environ 5 000 m², sans appuis intermédiaires, sert à abriter les appareils de transport de la « Swissair ».

La charpente métallique de la porte, non compris les guides supérieurs et inférieurs, est de 37 kg/m².

2° Porte-accordéon

Guide supérieur	4,6 tonnes
Guide inférieur	7,6 tonnes
Charpente de la porte accordéon	34 tonnes
	46,2 tonnes

Le poids de la charpente métallique de la porte, non compris les guides supérieurs et inférieurs, est de 59 kg/m². L'ouverture pour le passage du gouvernail de direction pèse 3,7 tonnes et le contrepoids 3,1 tonnes, soit au total : 6,8 tonnes.

Le poids des rails de roulement supérieurs et inférieurs dépend plutôt des conditions constructives que du système de la porte. En comparant les poids unitaires des deux types de fermeture, compte tenu des difficultés constructives de la

porte-accordéon, nous voyons que ce second type est d'un prix de revient plus élevé.

Durée des manœuvres

1° Porte de l'atelier

La vitesse de déplacement est de 0,25 m par seconde. Le dégagement du quart de la largeur de la porte s'effectue en 2,5 minutes.

2° Porte du hangar

La vitesse de déplacement est de 0,25 m par seconde. Le dégagement de la porte s'effectue en 2,5 minutes.

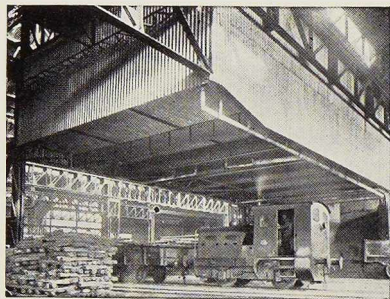
3° Ouverture pour gouvernail de direction

La vitesse de déplacement s'effectue à raison de 0,05 m par seconde. Un dégagement total de cette ouverture se produit en 1,6 minute.

Le projet et l'exécution ont été réalisés par la firme Geilinger et C^o, Winterthur (Suisse).

E. G.





VESTIAIRE D'USINE DE CONCEPTION ORIGINALE

Les Usines Gilson à La Croyère viennent de réaliser pour le personnel de leurs magasins-laminaires un réfectoire-vestiaire de conception originale. Ce local est, en effet, suspendu à la charpente de la toiture de l'usine. La genèse de cette idée de vestiaire suspendu à ossature métallique

trouve son origine dans les difficultés presque insurmontables devant lesquelles se trouve tout industriel disposant de peu de place pour satisfaire aux nouvelles dispositions légales sur les réfectoires et vestiaires.

Aux Usines Gilson, comme plus rien n'était

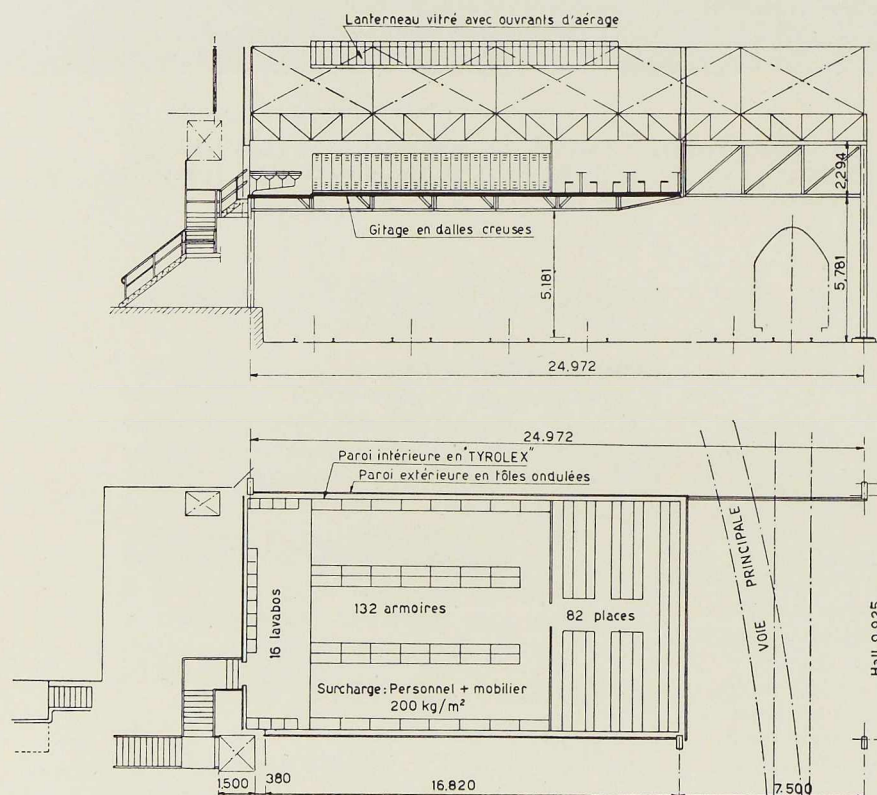


Fig. 2 et 3 (ci-dessus). Coupes longitudinale et transversale.

Fig. 4 (ci-contre). Vue en plan du vestiaire des Usines Gilson.



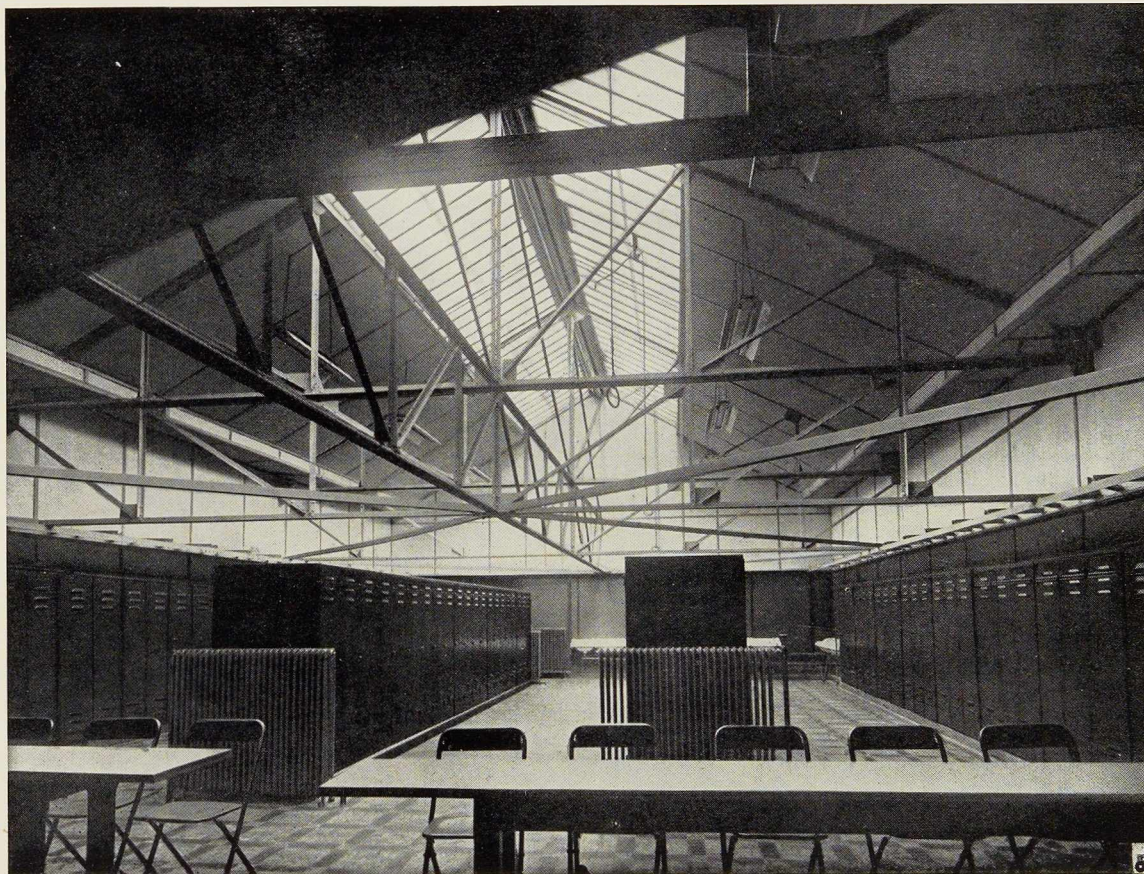


Fig. 5. Vue intérieure du réfectoire-vestiaire des magasins-laminoirs des Usines Gilson à la Croÿère.

disponible à la surface du sol, il n'y avait qu'à regarder en l'air : un endroit inaccessible au pont-roulant immédiatement en-dessous de l'entrée des fermes, dans un hall voisin des voies de chargement et les surplombant, tout en laissant un gabarit suffisant pour le passage du matériel roulant, a fourni la solution adéquate.

Le vestiaire, qui mesure $16,82 \times 9,92$ m, comporte 132 armoires et 16 lavabos. Une partie du local est aménagée en réfectoire dans lequel 82 personnes peuvent prendre leurs repas. Le plancher du vestiaire, calculé pour une surcharge de 200 kg/m^2 , est réalisé en gitage en dalles creuses de 9 cm d'épaisseur; il est revêtu d'un pavement en céramique de 10×10 cm. La face

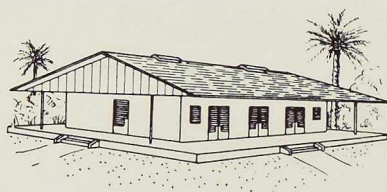
inférieure des poutres supportant le plancher se trouve à une hauteur de 3,93 m du niveau des quais du laminoir.

L'accès du vestiaire se fait au moyen d'un escalier métallique. L'éclairage est réalisé au moyen d'un lanterneau vitré.

Les parois intérieures sont en panneaux « Tyrolex » sur ossature en bois, tandis que les parois extérieures sont en tôle ondulée.

En hiver, les locaux sont chauffés au moyen de radiateurs de chauffage central.

La solution adoptée par les Usines Gilson constitue une illustration d'un emploi intéressant et commode de l'ossature métallique (fig. 5).



BUNGALOWS PREFABRIQUES GRAMES

La Société Grames a mis au point la construction de bungalows préfabriqués. Trois modèles, adaptés à différentes utilisations, ont été étudiés.

Type BW 1 : largeur 6 mètres, longueur théorique 17 mètres, distance d'axe en axe des poteaux d'ossature 4 mètres, possibilité d'allongement du bungalow par travée de 4 mètres. Avancement des auvents 3,20 m, surface couverte théorique 260 mètres carrés;

Type BW 2 : largeur 12 mètres (sans poteaux intermédiaires), longueur théorique 17 mètres, distance d'axe en axe des poteaux d'ossature 4 mètres, possibilité d'allongement du bungalow

par travée de 4 mètres, avancement des auvents 3,20 m, surface couverte théorique 386 mètres carrés.

Type BW 4 : pavillon carré de 10,64 m \times 10,64 m, avancement des auvents 3,20 m, surface couverte théorique 282 mètres carrés.

Les types BW 1 et BW 2 présentent l'avantage de pouvoir être allongés à la demande par l'adjonction de travées de 4 mètres. La couverture à deux versants permet de procéder à cet allongement avec le minimum de travail. Le type BW 1 possède une ventilation directe des pièces sur les façades.

Le constructeur fournit l'ossature métallique

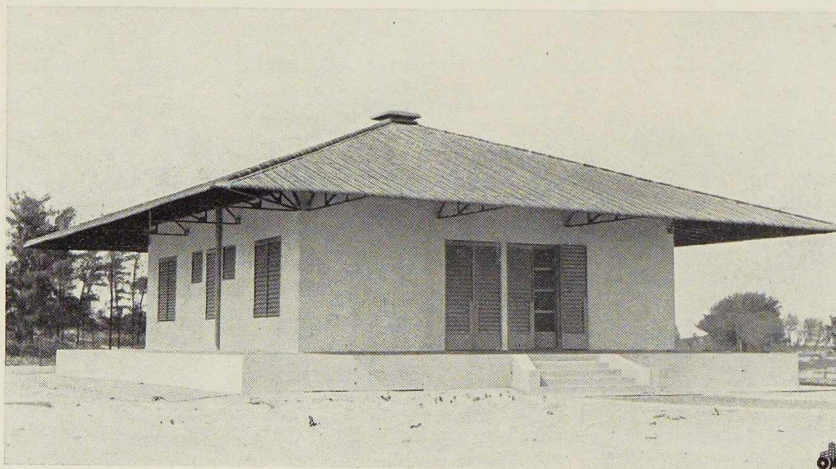


Fig. 2. Vue générale d'un bungalow Grames type BW 4.



porteuse, la couverture, le plafonnage, les menuiseries métalliques extérieures et intérieures et accessoirement l'installation électrique préfabriquée. Le remplissage des murs et cloisons, la dalle du sol sont exécutés par la main-d'œuvre locale avec les matériaux du pays.

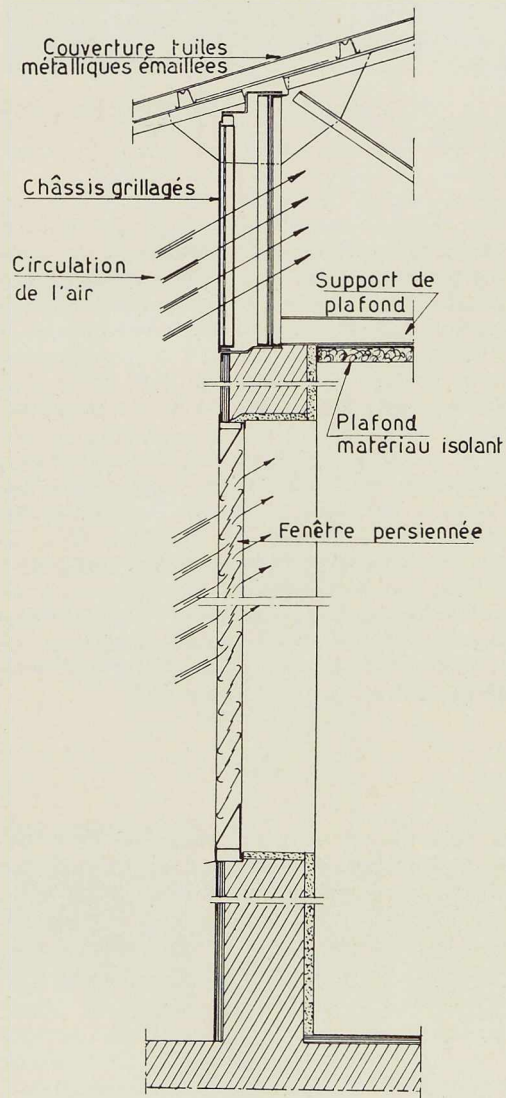


Fig. 3. Coupe verticale en façade d'un bungalow type BW 4.

Cette solution mixte s'est révélée la plus économique. Elle permet, en outre, de pouvoir obtenir, au moment de l'édification, une distribution désirée par le client puisque toute la surface intérieure est libre de toute entrave.

En dehors de l'emplacement fixe des poteaux de l'ossature, aucune imposition n'est faite pour la position des ouvertures extérieures; les portes et cloisons peuvent donc être placées au gré de l'utilisateur.

Les bungalows système Grames sont spécialement étudiés pour les régions tropicales et équatoriales. Ils comportent une ventilation particulièrement poussée :

a) Sous-toiture, par une séparation importante entre le plafonnage très isolant et la couverture. Sur le pourtour du mur extérieur sont placés les châssis grillagés interdisant l'entrée des oiseaux. L'orifice de sortie des aspirateurs est également grillagé pour la même raison.

b) Dans les pièces grâce à des persiennes métalliques de tous types, assurant une ventilation totale complétée par des trappes de ventilation, grillage en plafond, qui absorbent la légère couche d'air chaud qui a tendance à se former sous le plafond.

c) Protection des murs par une large véranda surbaissée de 3 mètres de largeur, qui empêche le soleil d'atteindre même la base des murs quand celui-ci est au-dessus de 45° sur l'horizontale. Cette large véranda laisse la possibilité d'y construire des locaux annexes.

L'ensemble de toutes ces dispositions a permis de constater un abaissement de température de 5 à 10° dans une série de 10 bungalows expédiés en Indochine.

Les fournitures pour les maisons Grames comprennent :

— Une ossature métallique portante en profilés

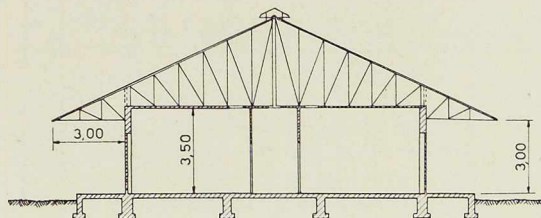


Fig. 4. Coupe transversale d'un bungalow préfabriqué BW 2.

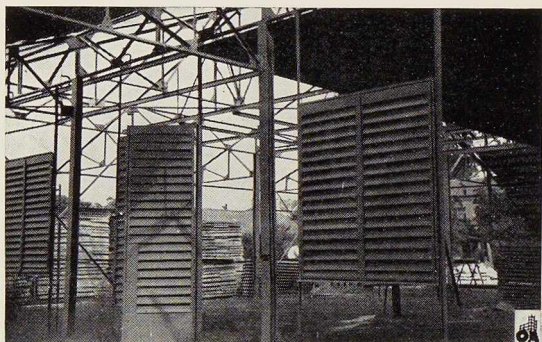


Fig. 5. Menuiseries persiennées suspendues aux sablières.

laminés, destinée à être assemblée entièrement sur place par boulons pour recevoir un remplissage en matériau local.

— Une ventilation au pourtour des bâtiments à hauteur des sablières en grillage en fil rond, monté sur cadres métalliques.

— Un ou plusieurs aspirateurs statiques pour l'évacuation de l'air chaud sous toiture.

— Une couverture en tuiles de tôle d'acier Siemens-Martin, double décapage, recouvertes d'un



Fig. 6. Charpente de toiture d'un bungalow type BW 4.

alliage inoxydable mordancées et peintes; ces deux derniers traitements permettant la tenue d'une peinture émail, résistante et souple, confèrent à la tuile Grames une bonne résistance à la corrosion. Ces tuiles, réalisées en éléments de 0,70 m de large et de 2 à 2,50 m de longueur, suivant le type du bâtiment, sont d'une pose aisée et rapide. Leur poids est de 6 kg/m² environ.

— Un plafond réalisé par des plaques isolantes en fibre de bois minéralisée, agglomérée sous pression et ignifugée au ciment Portland inattaquable par les termites et incombustible. Ces plaques sont montées dans des cadres métalliques fixés sous les charpentes.

— Des menuiseries métalliques intérieures et extérieures suivant détail par bâtiment.

— Une installation électrique préfabriquée complète par bâtiment, prête à être posée.

*
**

Le prix moyen pour un bungalow de 5 travées de 4 mètres, à l'exception de l'installation électrique, y compris les menuiseries métalliques, est de 1 600 000 francs français pour le bungalow BW 1, de 2 497 000 francs français pour le bungalow BW 2 et de 1 470 000 francs français pour le bungalow BW 4.

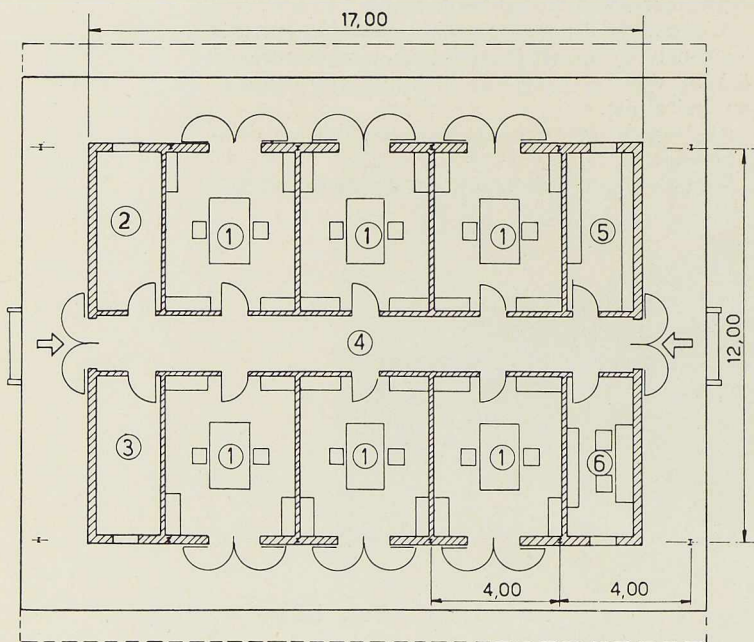


Fig. 7. Vue en plan d'un bungalow type BW 2.

1. Bureau, 2. Toilette dames, 3. Toilette messieurs, 4. Dégagement, 5. Archives, 6. Réception et téléphone.



Paul Nagler,
Architecte,
Cassel (Allemagne)

Exposition horticole de Stuttgart 1950

Au cours de l'été 1950 s'est tenue à Stuttgart une exposition horticole (Gartenschau), placée sous la direction artistique de M. le Professeur Herman Mattern, architecte-urbaniste. Les plans de cette exposition ont été élaborés en collaboration avec le bureau d'études de la Ville de Stuttgart (1). Le manque de temps et de moyens financiers ont amené l'architecte à des solutions nouvelles dans la construction des pavillons et des serres, solutions pour lesquelles l'acier et le verre devaient le plus souvent fournir les matériaux adéquats.

L'exposé de l'architecte P. Nagler, collaborateur du professeur H. Mattern, que nous publions donne une idée de l'originalité et de la légèreté des constructions, ainsi que de la transparence des pavillons et des serres.

Les photographies qui illustrent cet article nous ont été obligeamment prêtées par la revue *Architektur und Wohnform* (Ed. Alexander Koch, Stuttgart).

O. M.



Photo Franz Lazi Jr.

Hall principal (fig. 4)

Lors de l'Exposition horticole de Stuttgart, le problème se posa de reconstruire l'ancien hall de 1939 en bois et maçonnerie entièrement détruit pendant la guerre. De nombreux projets avec ou sans étages, virent le jour, soit en acier soit en béton. Ces projets aboutirent à la réalisation actuelle en acier et verre dans ses formes fonctionnelles d'une grande simplicité.

D'une largeur de 21 mètres, ce hall comporte

(1) Les calculs statiques ont été effectués par l'ingénieur H. Kress. L'exécution des travaux a été confiée aux firmes suivantes : J. Gartner & Cie; Krähe & Wöhr; Wöhr Frères; Gollnow; Maschinenfabrik Esslinger.

115 mètres de longueur. La hauteur sous corniche est de 9,2 m.

Le projet prévoyait l'assemblage soudé de tous les éléments portants et secondaires entre eux, afin d'éviter la présence de goussets et de rivets, et d'obtenir la plus grande résistance pour des sections minima. Pour la soudure de la charpente métallique, on utilisa 80 000 électrodes « Arcos-Carend » de 3,25, 4 et 5 mm de diamètre.

La charpente portante se compose de 21 portiques à deux articulations avec tirant, distants entre eux de 5 mètres. La béquille a une épaisseur variant de 300 mm (à l'articulation) à 600 mm (au nœud). La hauteur de la traverse varie de 600 à 1 100 mm. La béquille est consti-

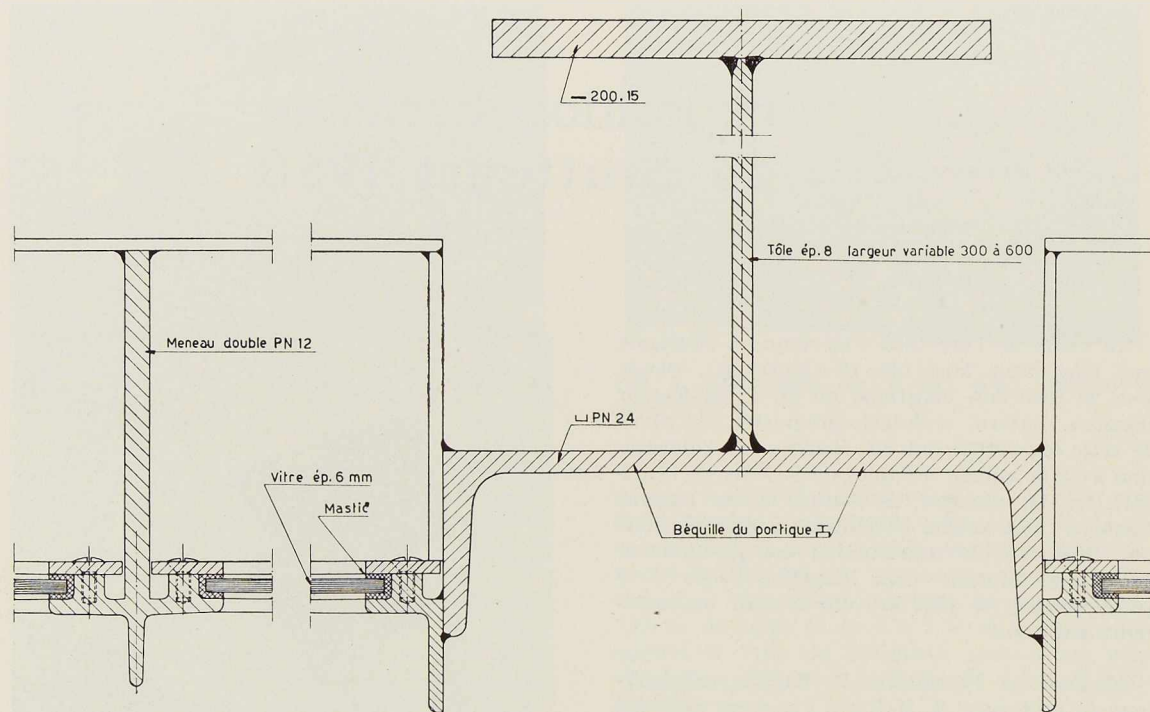


Fig. 2. Détails constructifs de la façade vitrée principale du hall principal (voir également fig. 3 et 4).

tuée par une tôle de 8 mm d'épaisseur et comporte une semelle extérieure en U PN 24 et une semelle intérieure en large plat de 200×15 . Lors du montage on soude d'abord à terre les deux béquilles à la traverse sur une face; l'ensemble fut ensuite mis en place sur ses appuis, on compléta alors les soudures du nœud.

La poutre longitudinale de la corniche, en profil DIN 16 comporte un joint de dilatation de 90 mm. Elle supporte la corniche en tôle de 4,5 mm d'épaisseur. Les pannes constituent des poutres continues; pour améliorer l'aspect, la face supérieure des pannes réalisées en poutrelles PN 16 a été soudée à la semelle supérieure de la traverse.

La toiture est constituée par des plaques en béton de Bims de 8,5 cm d'épaisseur et de 2,5 m de longueur reposant sur une couche isolante de 2 centimètres de liège. Ces plaques sont recouvertes de deux couches de « Ruberoid ». Les fenêtres, portes et portail d'entrée ont été conçus et construits avec un soin particulier. Toutes les parties mobiles (vantaux, portes, etc.) se composent d'éléments métalliques de forme tubulaire, constituant un ensemble d'une grande rigidité.

Une mention spéciale doit être accordée aux portes à quatre battants de 4,5 m de hauteur, et 5 mètres de largeur, et qui n'ont que des traverses de 25 centimètres et des montants de 5 centimètres avec des serrures encastrées. Les mêmes difficultés se présentaient pour les portes à deux battants de $2,4 \times 2,4$ m ayant des montants de 4 centimètres de largeur. La partie supérieure de la paroi comporte des fenêtres basculantes de $1,2 \times 2,4$ m à raison de 2 dans chaque deuxième cadre.

Les meneaux de 9,2 m de hauteur, en PN 12, sont capables d'absorber la pression du vent sans traverses; ils sont soudés aux extrémités. Pour obtenir un alignement extérieur vertical, les vitres ont été fixées à la semelle intérieure de ces meneaux. Des rainures de 10 mm de largeur sont prévues pour la mise en place de ces vitres d'une épaisseur de 6 mm.

La paroi Ouest, d'une superficie vitrée d'environ $1\,000 \text{ m}^2$, offre une surface très exposée aux rayons du soleil. La protection contre ces rayons est assurée par des marquises d'une longueur de 105 mètres, dont le déroulement est commandé par 4 moteurs électriques; la durée de manœuvre



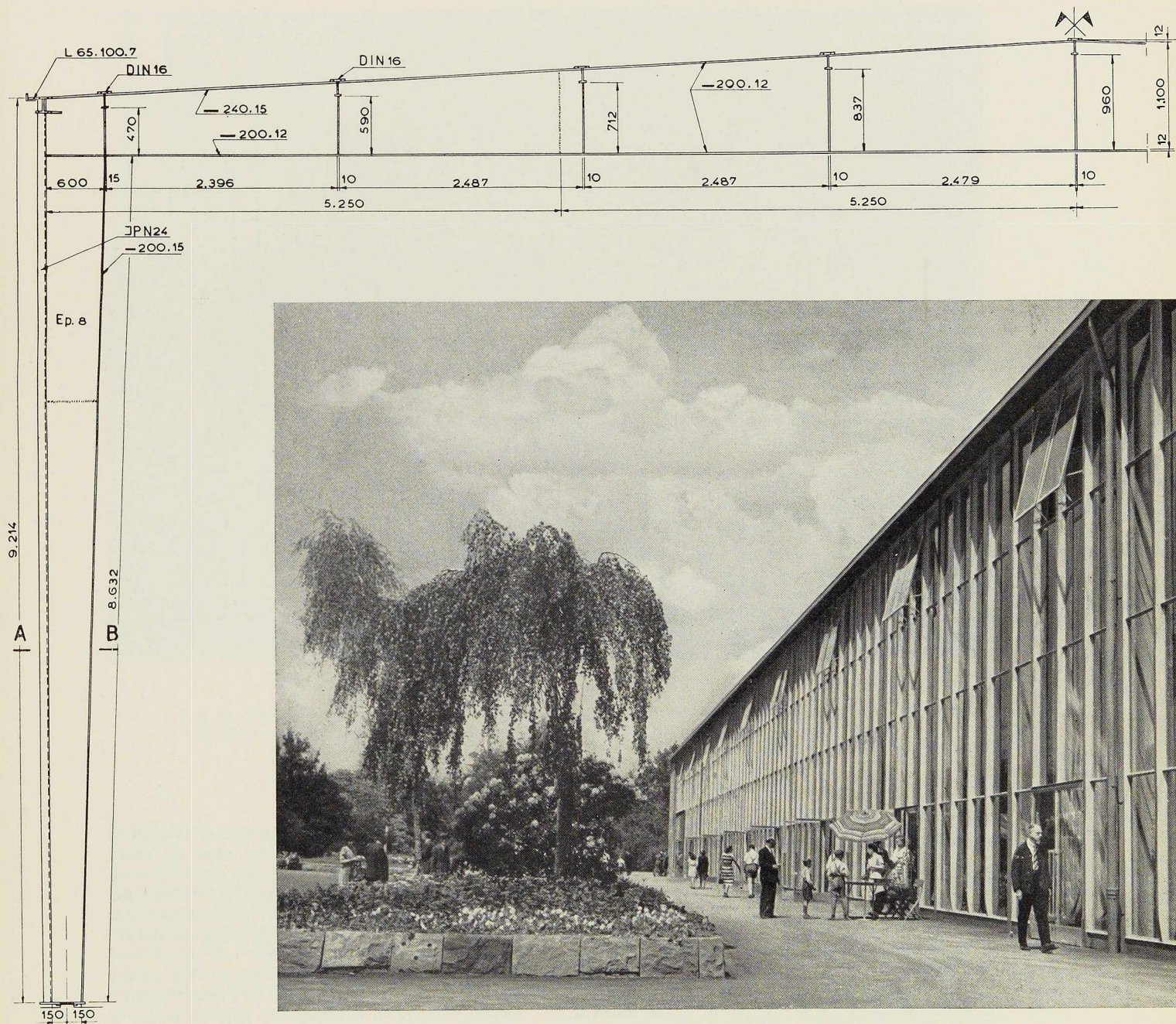


Fig. 3 et 4. Un des portiques de l'ossature du hall principal et vue générale de ce hall.
 (La coupe AB est donnée à la figure 2 ci-contre.)

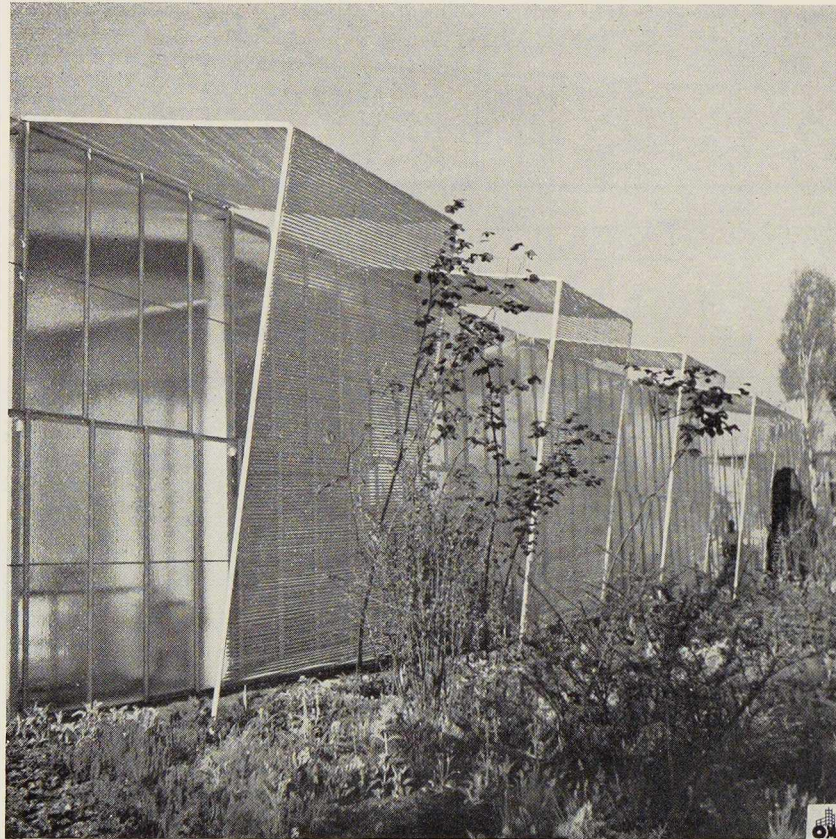


Fig. 5. Petits halls. Protection contre les rayons solaires au moyen d'écrans persiennes.

Photo Moegle.

est de 38 secondes; cette installation permet d'abaisser la température à l'intérieur du hall d'environ 10°.

Petits halls

Les trois petits halls d'exposition ont été conçus pour donner une impression de transparence. Ils clôturent l'espace d'entrée du côté Ouest.

D'une profondeur de 7,38 m et d'une hauteur sous corniche de 3,90 m, les trois halls ont une longueur de 20 à 30 mètres. La toiture a une légère pente (11°).

La charpente portante est constituée par des demi-portiques encastrés distants entre eux de 5 mètres. Les poutres longitudinales sont dis-

lantes de 2,08 m et servent à porter la toiture, et les rigoles d'écoulement des eaux de pluie. Ces poutres permettent de fixer, suivant nécessités du cas, des cadres de 0,66 × 2 mètres formant cloisons de séparation. Les cadres sont constitués par des profils en cornières ou par des profils Z de manière à former une paroi complète par superposition de deux de ces cadres. Le vitrage est fixé par mastic. Les seuls éléments fixés à demeure à la charpente sont les portes de 1,20 × 2,35 m à un ou deux battants et les vasistas basculants d'aération de 0,50 × 1,40 m.

Pour éviter le surchauffage du local on faisait usage d'une jalousie en lattes de bois et d'un rideau d'eau produisant un abaissement appréciable de la température.





Photo O. Kreisel.

Fig. 6. Vue intérieure d'un des petits halls d'exposition. Ce hall largement vitré présente sous un jour agréable les vases et les plantes destinés à la vente.

Pavillon de verre (Milkbar)

Le pavillon de verre donne une composition harmonieuse des matériaux de construction modernes, grâce à sa légèreté et à sa transparence.

Ce bâtiment sobre, de 8,92 m \times 37,65 m a une hauteur sous corniche de 3,45 m, recouvert d'une toiture en « Fulgurit » ondulé (ciment d'amiante) à faible pente (10°), il est situé sur une surélévation accessible par deux escaliers en pierre.

Les montants en PN 14 distants de 2,50 m dans la paroi du fond et les parois latérales, sont encastés dans les fondations pour reprendre les efforts dus au vent. Quant à la paroi avant, elle est pourvue de montants articulés.

La toiture est supportée par des poutres en treillis de 45 cm de hauteur d'une portée de 8,66 m. Chaque poutre a ses deux semelles en fer T de 80 \times 40 \times 7 mm, les diagonales étant constituées par un fer rond plié de 20 mm de diamètre. La toiture est prolongée par un porte-à-faux variable de 0,60 à 2,50 m; l'effort de traction provoqué par cette partie est repris par la semelle supérieure de la poutre en treillis.

La faîtière, en tubes de 28,25 mm de diamètre assemblés par soudure, repose sur des petits cintres en fers plats de 25,5 mm soudés à la semelle supérieure des poutres. C'est à ces tubes que la toiture ondulée est fixée par des boulons galvanisés en forme de crochets de 8 mm de diamètre. Le vitrage de la façade est sur toute sa

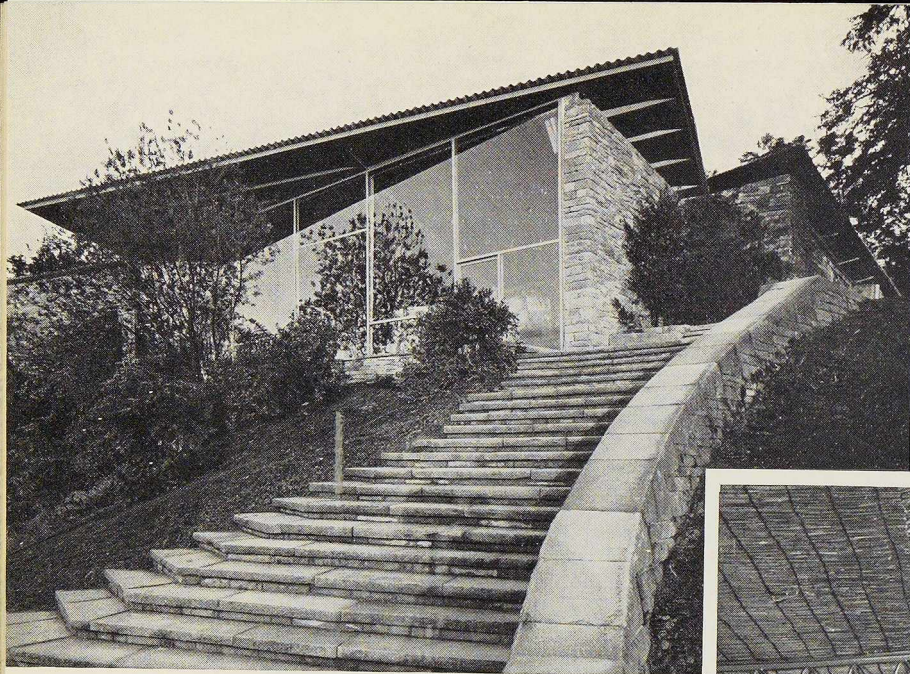


Fig. 7. Escalier conduisant au Milkbar. Le pavillon et l'escalier forment un ensemble architectural du plus heureux effet.

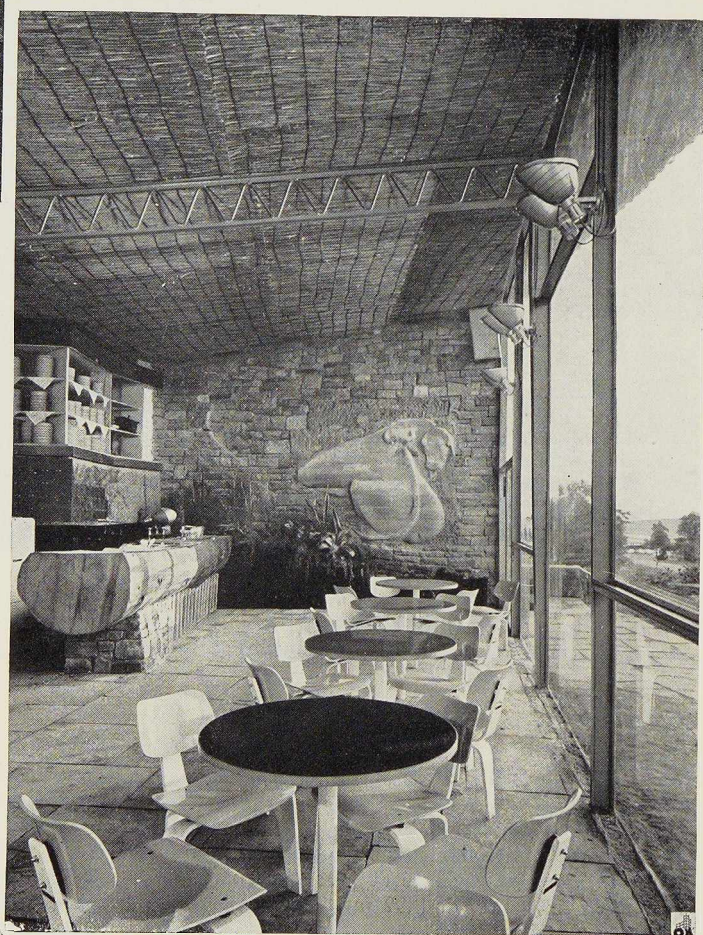
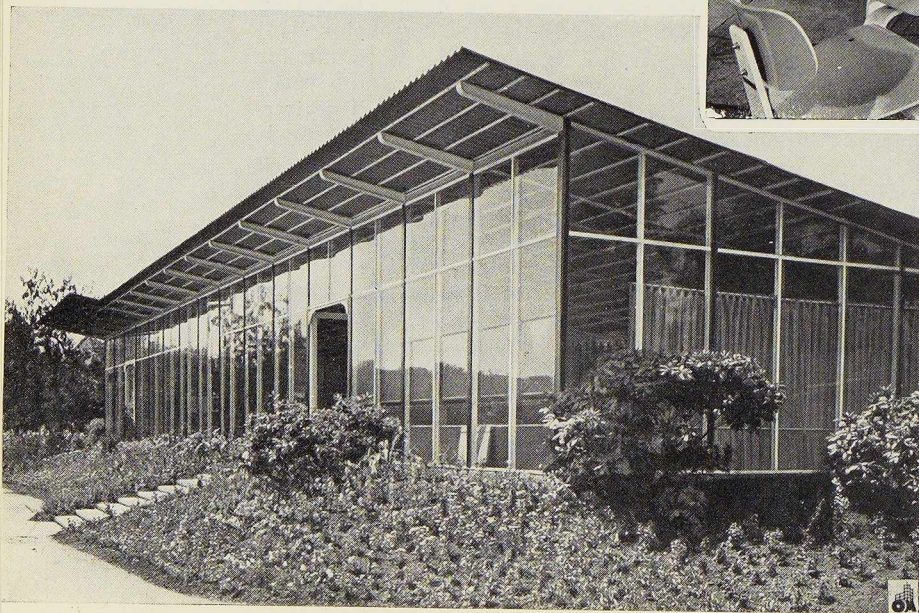


Fig. 8. Vue intérieure du Milkbar, traité dans le style rustique.

Fig. 9. Vue d'un des halls vitrés de l'exposition, en charpente métallique entièrement soudée.



Photos Franz Lazi Jr.

Tour-panorama de l'exposition horticole de Stuttgart 1950

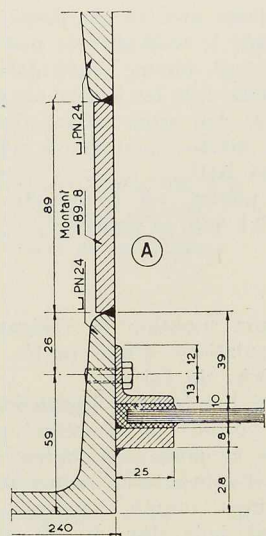


Fig. 10. Détails A et B de la figure 11 ci-dessous.

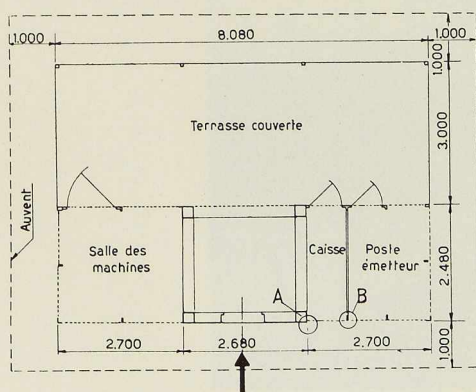
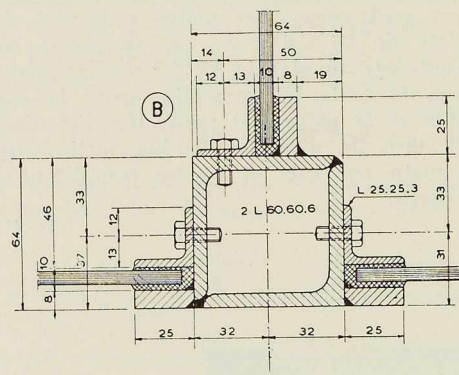
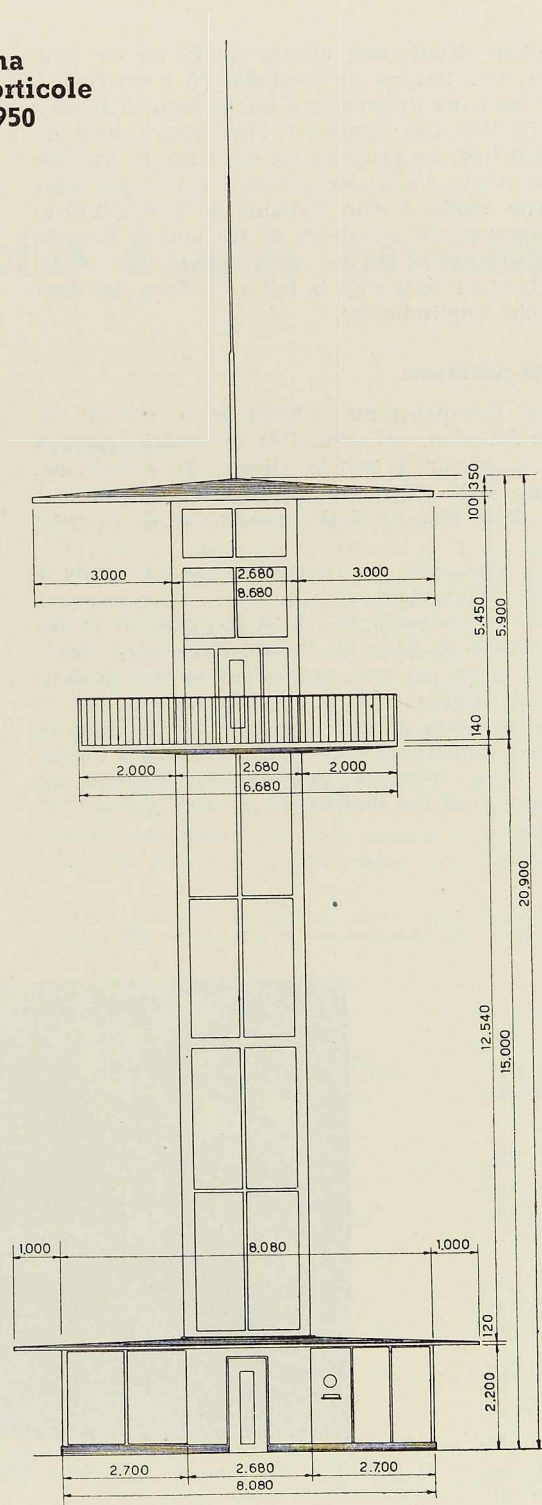


Fig. 11 et 12. Vue en plan et élévation de la tour-panorama, servant d'antenne de T.S.F.



hauteur depuis une plinthe de 20 cm de hauteur; une traverse en poutrelle PN 8 est fixée à des hauteurs différentes d'un panneau à l'autre; la fixation des vitres est identique à celle du grand hall. Le plancher est en dalles de grandes dimensions, l'accès du pavillon a lieu par deux portes vitrées à deux battants de $2,38 \times 3,40$ m comportant des montants de 120 mm de largeur.

L'aération se fait par deux registres de 16 cm de hauteur fixés sous la toiture le long des deux parois longitudinales.

Tour-panorama

La tour-panorama « Killesberg » servant de tour-émission, est accessible au public grâce à un ascenseur à grande vitesse. Sa plateforme, située à 15 mètres de hauteur donne une vue circulaire bien au delà du domaine de l'exposition.

La charpente est constituée par un cadre à étages comportant des montants assemblés par soudure, composés de 2 U 24 formant des profils en caisson de 24×24 . Ces montants sont ancrés dans le sol sur une profondeur de 3,5 m dans une fondation mesurant $4,50 \times 4,50$ m.

Le montage de cette construction eut lieu au moyen d'un Derrick qui releva l'un après l'autre les deux éléments préfabriqués. Chacun de ceux-ci avait des dimensions de $2,48 \times 2,68 \times 12$ mètres.

La plateforme, la toiture avec sa charpente en toile d'araignée ainsi que le local-abri de machinerie au sol, ne présentent aucune particularité.

Toute la tour, de même que les locaux au sol, sont entièrement vitrés les vitres étant fixées dans les rainures avec mastic, analogue à celles réalisées pour le grand hall.

La toiture, à deux pentes, est recouverte de feuilles de cuivre de 0,1 mm d'épaisseur.

Passerelle

Accordons encore une mention à l'élégante passerelle à trois articulations d'une portée de 23 mètres et d'une flèche de 1,3 m.

Cette passerelle a été baptisée « Filigran » du fait que son système portant est constitué par deux fois 5 poutres de ce nom; ces poutres en treillis d'une fabrication courante en usine, sont utilisées depuis longtemps comme charpente de toiture. Le tablier, en bois dur de 32 mm d'épaisseur est vissé sur ces poutres.

L'originalité de cette passerelle a été soulignée par ses garde-corps. Les mains courantes sont en plats de 70×8 mm. Les montants sont remplacés par un plat de 60×7 mm serpentant le long de toute la passerelle, entre la main courante et la poutre de pont. Des fils d'acier de 4,2 mm de diamètre tendus verticalement entre main courante et poutre complètent les garde-corps.

P. N.



J. Courtheoux ⁽¹⁾,
 Ingénieur en chef
 à la U. C. P. M. I.
 Usine de Hagondange

Les profils à ailes parallèles

Définition

Nous désignerons sous la dénomination profils à ailes parallèles les profils suivants (fig. 1) :

1° Profilés Grey, à très larges ailes désignés normalement H et qui figurent à l'A. F. N. O. R. (Association française de Normalisation) sous les rubriques A 45 - 201 et 202;

2° Profilés dérivés des I PN et désignés I AP;

3° Profilés dérivés des U PN et désignés U AP et pour lesquels on a conservé la longueur d'aile des PN; ces profils I et U AP sont classés à l'A. F. N. O. R. sous les rubriques A 45 - 204 et 255;

4° Profilés T de grandes dimensions obtenus par refendage des H ou des I AP;

(1) Communication présentée à l'Association Technique de Sidérurgie (A. T. S.) à Charleroi et publiée dans la *Revue de la Métallurgie*, no 9-1950, qui nous a aimablement prêté les clichés d'illustration.

Profils H ⁽²⁾

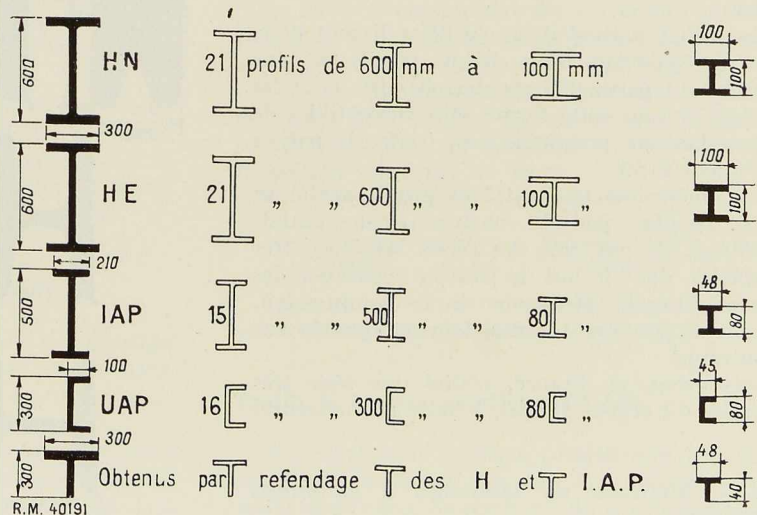
La réalisation de tels profils avec ailes parallèles, normales ou amincies, implique, au moins à la passe finisseuse, l'utilisation d'un train réversible à quatre cylindres : deux horizontaux et deux verticaux, situés dans le même plan vertical. Dès 1879 on laminait ces profils en fer.

Les lamineurs de 1949 qui connaissent les difficultés que présente encore aujourd'hui cette fabrication, ne peuvent que s'incliner devant l'audace et la technique de leurs aînés qui osèrent, avec des moyens plus que rudimentaires, entreprendre un tel laminage en fer.

L'apparition du procédé Thomas vers la même époque vint porter un coup mortel à la métallurgie du fer, mais il fallut néanmoins attendre

(2) Les profils H sont désignés dans l'Union économique belgo-luxembourgeoise sous les dénominations DIN, DIE, DIL et DIR.

Fig. 1. Normes françaises A. F. N. O. R. Profils à ailes parallèles.



jusqu'en 1901 pour voir apparaître sur le marché européen les premiers profils T.

C'est en effet vers cette époque que Differdange, reprenant à son compte des essais plus ou moins heureux effectués aux Etats-Unis, réalise pour la première fois en Europe le laminage des profils à larges ailes désignés sous le nom de profils Grey.

Cependant, Differdange persévère et reste jusqu'en 1914 le seul fabricant européen des profils à larges ailes. En 1916 cette usine sort en ailes parallèles la série complète des profils de 100 mm à 1 m. Enfin, en 1930, le train remanié avec le concours de la Demag est mis définitivement au point.

En 1914, Thyssen, fondateur de l'Usine d'Hagondange, met sur le marché une série de profils du type Differdange (160 à 750), ailes inclinées à 9 %.

De 1920, l'Union des Consommateurs des Produits Métallurgiques et Industriels (U.C.P.M.I.) continue cette fabrication jusqu'en 1930. A ce moment, on transforme tout l'outillage, trois cages verticales sont successivement installées et la série complète des profils H à ailes parallèles de 100 à 600 est créée. Depuis lors, Rombas et Micheville en France, Voelklingen en Sarre, Hamborn et Peine en Allemagne ont créé des séries plus ou moins complètes de ces profils.

Comparaison des profils H européens et américains

Dans l'ensemble, les profils laminés en Europe se rapprochent tous des profils Differdange, mais cette dernière usine est la seule au monde à laminier des profils supérieurs à 750 (jusqu'à un mètre).

Les usines normalement outillées livrent deux ou trois épaisseurs dans chaque profil; les plus minces sont particulièrement recherchés pour les poteaux et sous cette forme sont susceptibles de lutter, dans de nombreux cas, contre le poteau en ciment armé.

Les Américains limitent leur profil maximum à 750. De plus, pour la construction des grands buildings, ils ont créé des séries spéciales, très complètes, dans le but de pouvoir constituer des poteaux d'égale résistance à la compression, chaque section étant complètement épaulée sur la suivante.

Nous avons, en France, réalisé une série très complète d'I et d'U AP qui, à notre connaissance,

Fig. 2. Méthode de laminage à canelures emboîtées.

n'existe pas ailleurs et qui va permettre d'intéressantes réalisations.

Méthodes de laminage

Trois méthodes principales sont utilisées pour le laminage de ces profils, toutes les autres en dérivent plus ou moins.

A. — Méthode de Differdange à galets plats.
B. — Méthode à galets biconiques (brevets Sack, Peine et américains divers).

C. — Méthode à canelures emboîtées avec finition sur galets plats (Hagondange, Rombas, Hamborn).

Le point de départ est une brame mise à plat ou même un lingot déjà profilé à la coulée. Pour la méthode C à canelures emboîtées, au contraire, le laminage s'effectue en élargissant d'une passe à la suivante et l'on arrive ainsi, à la succession approximative des passages ci-dessous (fig. 2). Le point de départ (prise de fer) est une brame que l'on fend sur champ dans une première cannelure.

Les utilisateurs ayant demandé des profils allégés, on a été conduit à effectuer dans la cage finisseuse trois ou même cinq passages permettant d'obtenir les profils dits économiques utilisés en particulier comme poteaux de lignes de transport de force.

Comparaison des deux procédés

Examinons et comparons trois grandes installations destinées au laminage des profils H.



Fig. 3. Installations de laminoirs à l'Usine U.C.P.M.I. - Hagondange (Moselle).

Les deux premières, Differdange et Carnegie, sont exclusivement destinées au laminage de ces profils et étudiées en conséquence.

Hagondange est une adaptation comportant un programme beaucoup plus étendu (fig. 3).

A. — L'installation type Differdange entièrement spécialisée, permet d'obtenir de très gros profils jusqu'à 1 mètre de hauteur qu'il est matériellement impossible de réaliser sur un réversible du type Hagondange.

Le train d'Homstead se limite à 750 de hauteur, mais réalise l'aile de 406.

B. — La consommation de cylindres à la tonne de produits est probablement moindre à Differdange et des immobilisations, de ce fait, moins considérables.

C. — Au point de vue production horaire, dans les profils lourds 300, c'est dans les deux cas le débit de l'aciérie qui limite généralement celui du train. Mais dans les petits profils et en particulier dans les économiques de 14 à 20, la disposition à cannelures emboîtées avec deux cages en parallèle permet d'atteindre des débits supérieurs, grâce à la possibilité d'utiliser encore des lingots lourds.

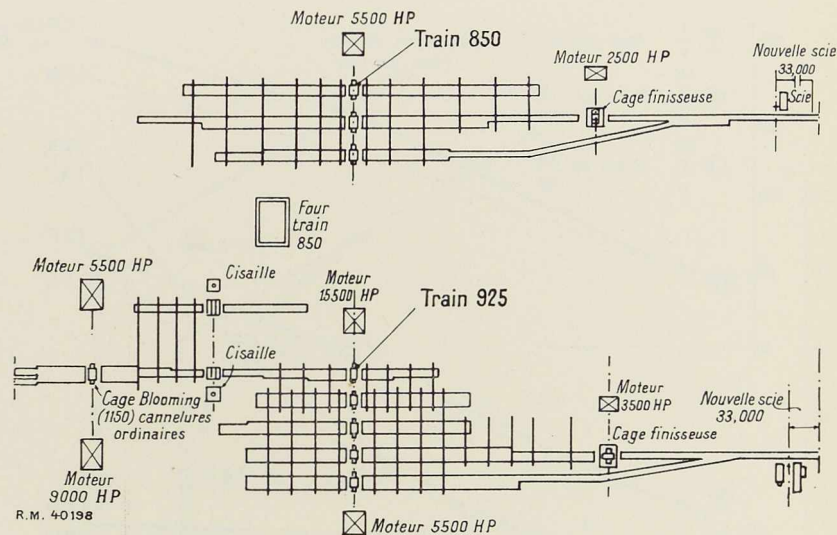
D. — Les frais de premier établissement d'un train type Hagondange sont certainement plus élevés puisqu'il comporte au total dix cages réversibles dont deux verticales. Mais il couvre, en dehors des H, une gamme d'échantillons très complète, allant de la billette de 50 au profil (possible) de 750 Grey en passant par la série des I et U AP de 150 à 500, rails de toutes sortes, ronds jusque 550, carrés jusque 150, larges plats jusque 600.

Au reste, il est certain que le nombre de trains susceptibles de fabriquer ces profils est à l'heure actuelle plus que suffisant pour répondre à la demande du marché mondial et que ce serait une grossière erreur d'en créer de nouveaux.

Poutrelles à ailes parallèles (I AP)

En 1938, Hagondange commence le laminage des profils à ailes parallèles se rapprochant comme dimensions et modules d'inertie des profils PN.

En accord avec les principaux constructeurs français, on est parti, pour la détermination des nouvelles séries, des principes suivants (fig. 1) :



— Parallélisme absolu des faces internes et externes d'aile.

— Poids métrique inférieur, à égalité de modules d'inertie.

— Elargissement et amincissement des ailes, amincissements des âmes, angles vifs, aux extrémités des ailes.

— Série réduite, mais comportant des moments d'inertie I en progression régulière.

Ces nouveaux profils conduisent aux avantages suivants :

1. — Le parallélisme et l'élargissement des ailes facilitent considérablement la pose des rivets et boulons.

La forme rectangulaire des extrémités et leur épaisseur accrue favorisent le travail du soudeur ainsi que nous le montrerons plus loin (fig. 4).

2. — La diminution de l'épaisseur moyenne des ailes favorise les opérations de forage et poinçonnage tout en réduisant l'affaiblissement de section causé par les trous.

3. — L'amélioration des rapports

$$\frac{\text{module de résistance } \left(\frac{I/v}{p}\right) \text{ et } \sqrt{\frac{\text{moment d'inertie } (I)}{\text{surface } (S)}}}{\text{poids}}$$

permet une réduction sensible du poids mort, une augmentation possible des portées, etc.

Profils U à ailes parallèles (U AP)

En dehors de la question parallélisme des ailes, ces profils diffèrent très peu des PN correspondants dont on a conservé les dimensions d'ailes,

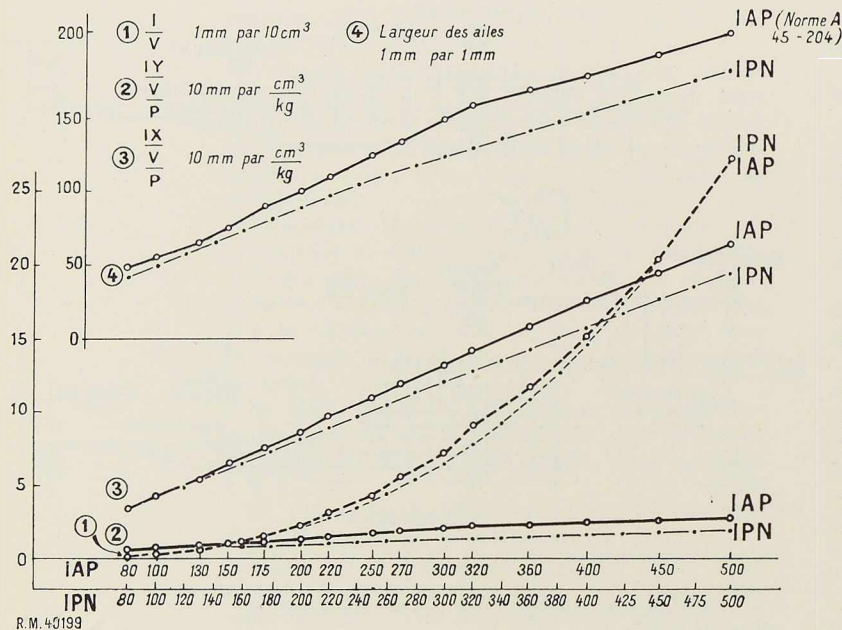


Fig. 4. Comparaison des profils I AP et I PN.

Le parallélisme absolu des ailes et la forme rectangulaire des bouts constituent comme pour les U AP l'avantage le plus sérieux.

Profils T

Ces profils sont obtenus en fendant longitudinalement les profils H ou AP (fig. 1).

Ces profils, issus des profils Grey, figurent déjà dans le *Catalogue des Profilés du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier*, édition 1945.

Ils peuvent être exécutés en France, soit en partant des profils H (Max. 600), soit en partant des I AP (60 à 500).

Applications

Nous n'avons pas la prétention, en tant que lamineur, de donner aux constructeurs des conseils concernant l'utilisation des profils à ailes parallèles. C'est du reste en plein accord avec eux que nous sommes entrés dans cette voie. Nous avons toutefois l'impression que ces profils ne sont pas encore utilisés à leur maximum.

En ce qui concerne le rivetage sur ailes, nous nous contenterons d'un seul exemple; considérons un profil 300 PN dont l'aile fait 125. Déduction faite de l'épaisseur d'âme et des congés, on trouve pour chaque demi-aile :

$$\frac{125 - 32,4}{2} = 46 \text{ mm}$$

représentant la partie lisse sur laquelle on peut s'appuyer.

Sur une telle largeur, il n'est déjà plus possible, compte tenu de l'inclinaison à 14 %, de loger normalement un rivet de 18.

Sur le profil 300 AP on dispose de :

$$\frac{150 - 38}{2} = 56 \text{ mm.}$$

Pas d'inclinaison et épaisseur réduite de 16,2 à 14,7 mm.

en diminuant légèrement les épaisseurs d'âme (fig. 1).

Dans ces conditions, les poids métriques sont quelque peu réduits, les caractéristiques $\frac{I}{v}$ et p très légèrement améliorés par rapport à l'axe des X et assez sensiblement par rapport à Y.

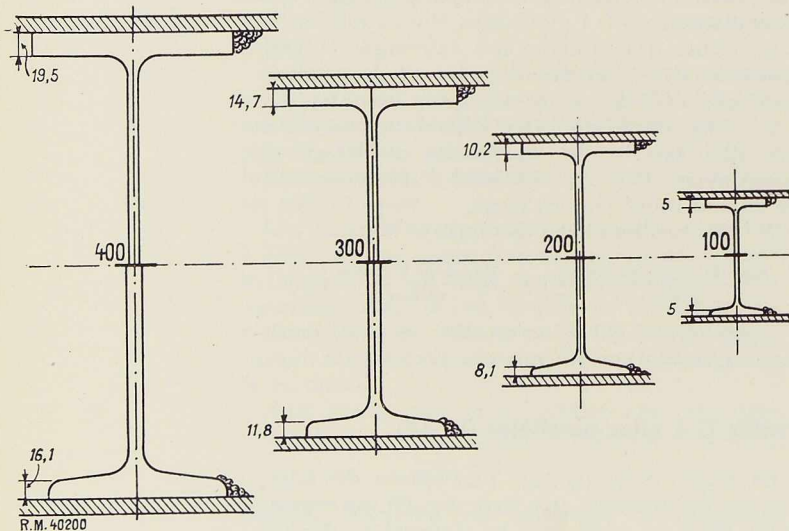


Fig. 5. En haut, profils AP; en bas, profils PN.



Bien plus frappante encore serait une telle comparaison entre petits profils.

Soudure

Si les réalisations d'assemblage par boulons et rivets ont été grandement facilités par les profils à ailes parallèles, on constate chez les soudeurs un empressement peut-être encore plus vif à les utiliser.

La figure 5 montre comment se présente, sur quatre profils différents, le cordon de soudure à l'extrémité des ailes.

Si, sur le croquis, on a fait apparaître des cordons ayant sensiblement les mêmes sections pour un profil déterminé, il est évident que la réalisation d'un cordon correct est grandement facilitée par la surépaisseur et la forme rectangulaire des extrémités d'ailes dans les AP.

Réalisations diverses

Les figures suivantes, dues à l'amabilité de quelques utilisateurs (fig. 6, 7 et 8), montrent

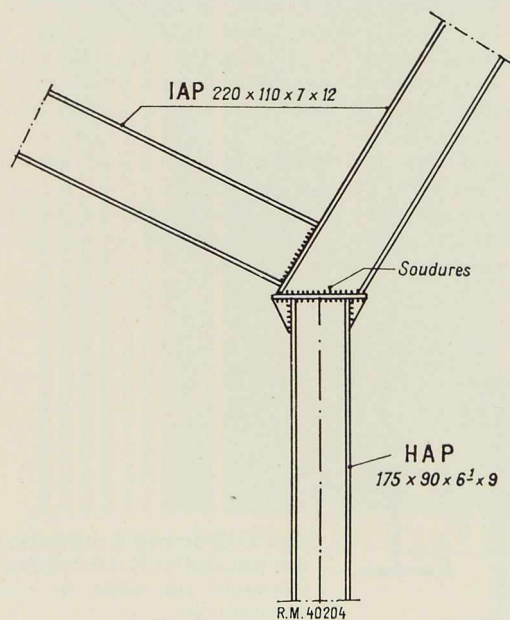


Fig. 6. Assemblage d'un poteau et d'un shed.

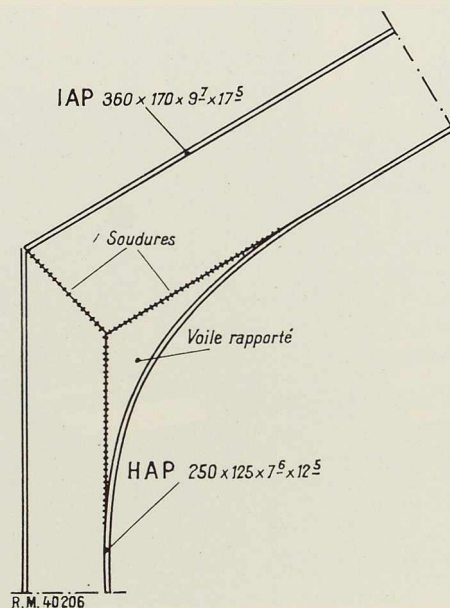


Fig. 7. Détails de soudure.

des réalisations diverses ayant donné entière satisfaction, soit en rivure, soit en soudure.

Une application originale des T refendus a été faite pour la construction d'un pont sur La Chiers, à Longwy, où l'on a utilisé des H à 1 mètre de Differdange (fig. 9). Le profil étant refendu suivant la figure 9, on a utilisé la partie la plus haute du profil pour l'exécution des membrures et la partie la plus basse pour l'exécution des croisillons.

Conclusions

Jusqu'à ces derniers temps, les constructeurs, soumis au régime de l'économie dirigée, en étaient réduits à placer leurs ordres aux usines donnant les délais les plus courts. D'autre part, l'assortiment des profils AP étant encore incomplet, il n'était pas toujours commode, pour les bureaux d'études, d'utiliser simultanément les deux types AP et PN.

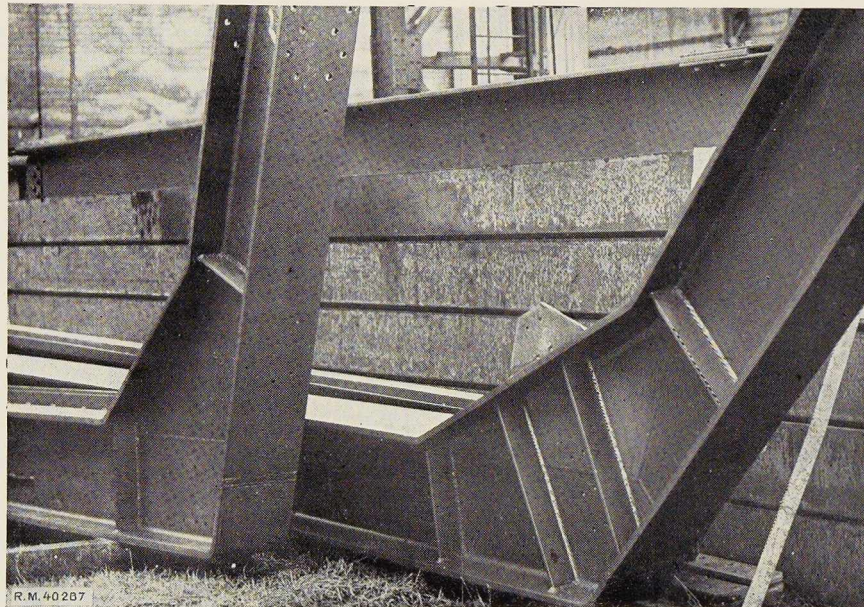


Fig. 8. Exemple de soudure sur gros profilés.

Aujourd'hui, la situation a sérieusement évolué. Le constructeur, libéré de l'entrave de la monnaie matière, a toute liberté pour choisir ses profils et dans une certaine mesure ses fournisseurs.

En revanche, la concurrence devient de plus en plus âpre, aussi bien pour lui du reste que pour le sidérurgiste, tant sur le marché intérieur qu'à l'exportation. Le béton, d'autre part, qui a progressé à pas de géant, devient chaque jour plus redoutable.

Pour défendre sa position, le constructeur métallique doit donc serrer de très près ses prix, de revient et réaliser de sérieuses économies, tant sur le métal que sur la main-d'œuvre.

Les profils AP, aussi bien les H que I, U et T, viennent à leur heure pour l'aider dans cette lutte.

La création, depuis 1945, de quelques 25 profils I et U AP des normes A 45-204 et 255, a représenté pour le métallurgiste, tant au point de vue technique que financier, un effort considérable; mais il faut savoir semer, si l'on veut récolter.

Le succès, qui s'affirme de jour en jour, prouve que cet effort n'a pas été vain.

Nous adressons nos sincères remerciements aux constructeurs qui nous ont conseillé, et qui nous ont encouragé dans cette voie.

J. C.

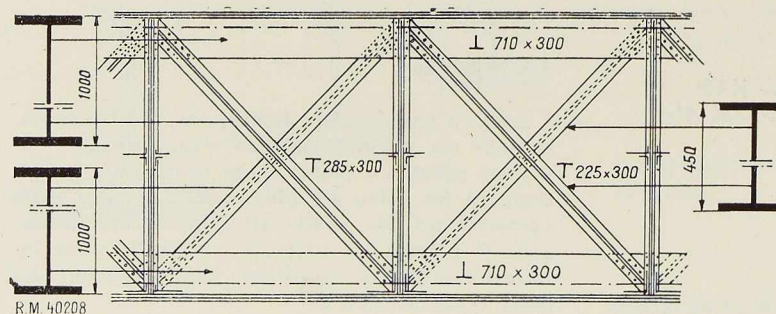


Fig. 9. Exemple d'utilisation des poutrelles H découpées : éléments de pont à voie normale en \perp :

710 × 300 × 19 × 36
285 × 300 × 19 × 36
225 × 300 × 12 × 23



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois de janvier 1951

		Production acier lingot en tonnes		
		Belgique	Luxembourg	Total
Janvier	1951	398 937	246 013	644 950
Décembre	1950	377 051	225 622	602 673
Janvier	1950	310 890	169 705	480 595

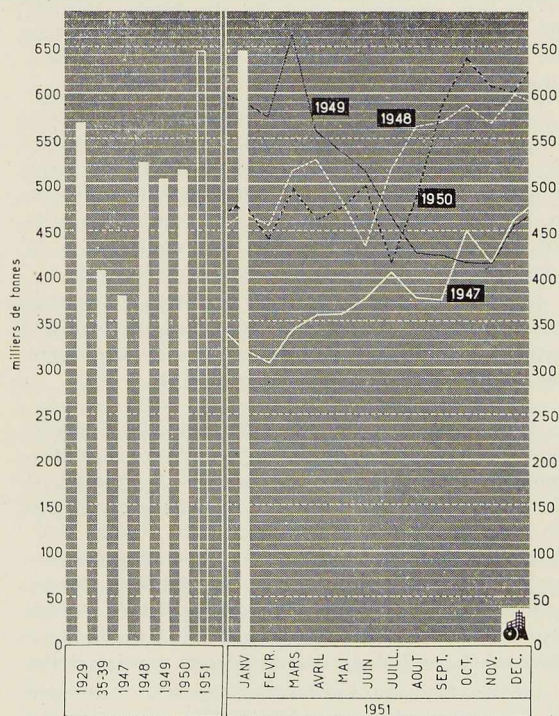


Fig. 1. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

La production du mois marque une nouvelle avance sérieuse. Il faut cependant tenir compte de ce que le nombre de journées de travail dépasse la moyenne normale.

Il paraît tout à fait probable que cette cadence de production se maintiendra pendant longtemps encore. Pour le mois de février cependant, on s'attend à un recul sérieux : le mois est plus court et, d'autre part, des velléités de grève existent dans les différents centres et cela malgré une augmentation de salaire de 4% qui vient d'être accordée en sidérurgie et en construction métallique.

On a inauguré, le 25 janvier, à l'Usine Cockerill, un nouveau haut fourneau à fonte Thomas, d'une capacité journalière de 500 tonnes. Le nombre de hauts fourneaux à feu est actuellement de 49 en Belgique, et de 26 au Luxembourg. Aux Usines A. R. B. E. D., à Dudelange, le train réversible à bandes est entré en activité. Ainsi s'achève une étape importante de la modernisation de nos usines sidérurgiques.

Marché intérieur

Les prix sur les marchés libres ont marqué de nouvelles hausses pendant la première quinzaine de janvier et on a cité des cotations allant jusqu'à 6 000 francs fob Anvers pour les aciers marchands. On souligne l'écart grandissant entre ces cotations et le prix de base intérieur, toujours fixé à 3 750 francs. Le prix élevé du charbon américain auquel nos usines sont obligées de recourir, les cotations extrêmement élevées des mitrailles, les hausses de salaires constituent autant d'éléments qui augmentent les prix de revient.

La plupart des départements de constructions métalliques ont, à l'heure actuelle, des commandes suffisantes. Les constructeurs souffrent des délais de fourniture trop longs. Un nouvel arrangement vient d'être arrêté avec les laminiers pour assurer une distribution adéquate des tonnages.

Les expéditions de Fabrimétal ont atteint, en décembre, 148.791 tonnes, comprenant notamment :



	décembre	novembre
Produits de la tôle	28 375	28 085
Tréfilés, étirage, laminage à froid	39 972	41 108
Accessoires métalliques du bâtiment	8 904	9 703
Ponts et charpentes	14 138	15 000
Matériel de chemins de fer et tramways	4 784	6 300

Marché extérieur

Dans les circonstances actuelles, les usines hésitent à charger davantage les carnets de commande et sont souvent hors marché. Après les hausses de la première quinzaine de janvier, les prix ont peu varié, mais peu de cotations ont été faites, malgré les fortes demandes qui continuent à affluer, notamment d'Amérique. Nos grands voisins, l'Angleterre, la France et l'Allemagne se voient contraints, pour des raisons diverses, de réduire les tonnages disponibles pour l'exportation, ce qui est un des facteurs de la fermeté permanente des marchés.

Un nouvel accord conclu avec la Finlande comporte 75 000 tonnes de produits métallurgiques et pour 135 millions de francs de produits Fabrimétal.

On signale que l'Autriche a abrogé les droits d'entrée sur les produits sidérurgiques. Au Chili, les licences d'importation pour les mêmes produits sont supprimées.

Au Congo Belge, on prépare pour le mois d'août une grande foire internationale à Léopoldville. L'industrie belge de la construction métallique y participera sur une large échelle. De son côté, notre industrie sidérurgique a chargé le Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier d'organiser un stand collectif.

La sidérurgie dans le monde

Etats-Unis. — Une réglementation de plus en plus étendue, des restrictions de plus en plus sévères, des contrôles et des contingentements, tels sont les suites inévitables de la préparation militaire des Etats-Unis. Le Gouvernement a pris une ordonnance établissant le contrôle des salaires et des prix. La *National Production Authority* augmenterait les pourcentages des commandes à réserver à la défense. Pour l'industrie sidérurgique ce pourcentage serait porté de 15 à 20 %. La même autorité prépare un plan pour le contrôle et la distribution des matières premières, notamment l'acier, le cuivre et l'aluminium, à partir du 1^{er} juillet 1951.

Dans le programme d'expansion, selon lequel la capacité de production nord-américaine doit atteindre, en 1952, 103 millions de tonnes métriques, des investissements importants sont prévus et bénéficieront de l'amortissement accéléré, étant entendu que les projets en question seront destinés exclusivement aux besoins de la défense. Les sommes suivantes ont déjà reçu l'approbation de la *National Security Resources Board* :

Armco Steel Corp.	\$ 153 992 000
Youngstown Sheet & Tube Co.	86 095 000
Jones & Laughlin Steel Corp.	79 700 000
Lone Star Steel Co.	73 425 000
Great Lakes Steel Corp.	42 833 000
Crucible Steel Co.	26 124 100
Republic Steel Corp.	15 955 000
Northwest Steel & Wire Co.	14 507 000
Sheffield Steel Corp.	10 500 000
Neuf autres sociétés, ensemble	39 558 200

L'extension projetée exigera elle-même de fortes quantités d'acier. Certaines estimations indiquent qu'il faudrait 3 millions de tonnes d'acier pour créer une nouvelle capacité de production de 10 millions de tonnes. Encore faudra-t-il prévoir en plus des bâtiments, des rails, docks, pipe-lines, etc.

La seule construction de pipe-lines aux Etats-Unis nécessitera, pour 1951, 3 700 000 tonnes d'acier, contre 1 222 000 en 1941. Il existe dans le pays 160 000 milles de pipe-lines pour huiles et 100 000 pour gaz naturels. On compte en porter le total à 400 000 milles, correspondant à la longueur des chemins de fer des Etats-Unis.

La production d'acier se maintient toujours aux limites de la capacité totale. Les mitrilles avaient atteint \$55 la tonne, mais la réglementation des prix les a ramenées à \$44.

Angleterre. — L'ultime tentative de l'opposition pour reporter l'application de la loi de nationalisation de la sidérurgie anglaise a échoué et de ce fait l'*Iron and Steel Corporation* est entrée en fonction le 15 février. A partir du 15 mai 1951, la production de fer et d'acier sera réservée aux seules usines nationalisées, c'est-à-dire toutes celles dont la production dépasse 5 000 tonnes par an. Les entreprises de moindre importance devront faire l'objet d'une licence ministérielle.

Le Ministère des Approvisionnements a annoncé la formation d'un comité spécial d'experts du fer et de l'acier qui sera chargé de veiller à ce que les besoins du réarmement soient honorés par l'industrie.



Les effectifs des usines d'armement seront portés de 450 000 à 900 000 unités. Les dépenses prévues atteindront 4 milliards de £. L'industrie des besoins civils se verra limiter les approvisionnements : l'industrie automobile n'en recevra, pour le 1^{er} trimestre, que 70 % du tonnage de tôles fines consommé il y a un an. Il règne une grande pénurie de fer blanc et de nombreuses firmes de l'alimentation diminuent, sinon arrêtent leur production.

Le programme d'équipement des chemins de fer anglais comprend 400 locomotives, 2 440 voitures de voyageurs et 40 000 wagons.

Il existe en Angleterre une certaine pression inflationniste et on peut s'attendre à une révision des prix de l'acier dans le sens de la hausse.

Le tableau suivant donne la production d'acier, la consommation intérieure et les exportations directes et indirectes, pour les années 1946 à 1950 (en milliers de tonnes) :

	Production d'acier brut	Export. directe	Export. indirecte	Consommat. intérieure
1946	12 695	2 500	1 600	10 100
1947	12 725	2 000	2 100	10 300
1948	14 877	2 100	2 800	10 400
1949	15 553	2 500	3 200	10 900
1950	16 293	3 000	3 600	11 100

France. — La situation du marché sidérurgique est confuse. Le manque de coke entraîne une restriction de la production sidérurgique, à un moment où l'exportation a pris un élan sérieux et où les besoins intérieurs dépassent de loin les possibilités de fourniture. Il n'est pas impossible qu'il faille arrêter l'enregistrement de toutes nouvelles commandes à l'exportation. Rappelons que la France et la Sarre ont exporté en 1950, 2 798 550 tonnes de fer et d'acier.

La signature des accords réalisés dans le cadre du Plan Schuman est remise de semaine en semaine. Elle semble pourtant imminente et les tractations entre la France et l'Allemagne, d'une part, et la France et l'Italie, d'autre part, ne paraissent pas devoir remettre en question la bonne fin du Plan.

Allemagne. — Le maintien de la production aux environs de 1 million de tonnes par mois dépendra des possibilités d'approvisionnement, en coke notamment. Les préparatifs de grève ont été suspendus le 26 janvier, un accord ayant été réalisé sur la co-participation des syndicats dans la gestion des entreprises.

Aux usines Thyssen, à Hamborn, deux nouveaux hauts-fourneaux seront mis en marche en avril. La Suède a accepté de porter ses fournitures

de minerai à 4 800 000 tonnes avec, comme contrepartie, des livraisons plus fortes de produits laminés et de machines à la Suède.

U. R. S. S. — D'après une communication du nouveau Ministre de la Sidérurgie, la production d'acier brut de 1950 a atteint 27,6 millions de tonnes. Pour l'année en cours, on compte arriver à 30 millions de tonnes (fig. 2).

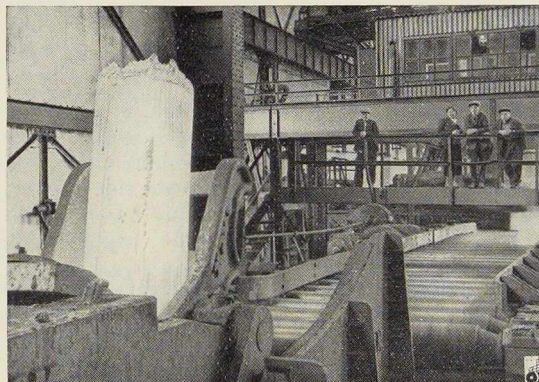


Photo Pressephoto.

Fig. 2. Combinat Métallurgique de Magnitogorsk (U. R. S. S.). Lingot d'acier de 7 tonnes.

Conférences de M. F. J. Vitale

M. F. J. Vitale, Architecte en Chef des Bâtiments Civils et Palais Nationaux, Professeur de Construction à l'Ecole des Beaux-Arts de Paris, fera le 14 mars 1951 deux conférences.

La première conférence, qui aura pour titre « Construire en acier — Histoire, ressources, réalisations de l'acier », sera faite à 9 h. 30 à l'Institut des Constructions Civiles de la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Bruxelles. La seconde conférence « Acier ou Architecture ? — De l'esthétique des constructions métalliques » aura lieu à 17 h. 30 à la Société Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels (S. R. B. I. I.), 3, rue Ravenstein, à Bruxelles.

Inauguration des nouvelles installations de laminage de tôles en bandes de la S. A. Métallurgique d'Espérance-Longdoz

Récemment, ont été inaugurées les nouvelles installations de laminage de tôles en bandes de la S. A. Métallurgique d'Espérance-Longdoz.

Un grand nombre de personnalités a assisté à la séance d'inauguration présidée par M. Coppé, Ministre des Affaires économiques et des Classes moyennes.

Après la cérémonie d'inauguration, la visite des nouvelles installations a permis de mesurer l'étape franchie et d'apprécier les nouveaux procédés de laminage de tôles en bandes.

Les procédés nouveaux de fabrication montrent combien a été profonde l'évolution de la fabrication de la tôle fine à chaud à partir de blooms et de larges selon le procédé en application dans le Pays de Galles au début de ce siècle.

La technique actuelle qui a été mise au point aux Etats-Unis depuis 1926 a profondément amélioré les procédés, élargi considérablement les possibilités d'utilisation de la tôle fine et, en même temps, a permis une grande économie de main-d'œuvre et un abaissement sensible des frais de transformation.

Sur le plan social, le progrès est considérable car le caractère pénible du laminage à chaud dans les anciennes installations est entièrement éliminé dans ces laminoirs ultra-modernes.

A noter que les tôles laminées à partir de bandes ont une perfection d'aspect et de surface à laquelle ne peuvent prétendre les tôles laminées à chaud suivant les anciens procédés.

Relaminées à froid, ces bandes permettent d'obtenir des tôles d'une régularité d'épaisseur et de texture leur conférant des aptitudes exceptionnelles convenant pour de multiples utilisations.

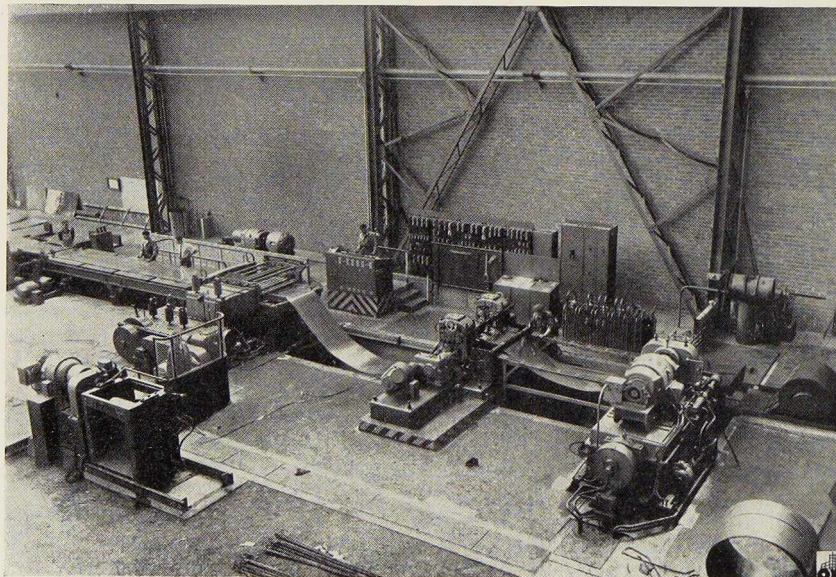


Fig. 4. Nouvelles installations de laminage à froid de la Société Métallurgique d'Espérance-Longdoz. Ligne de cisailage des tôles.

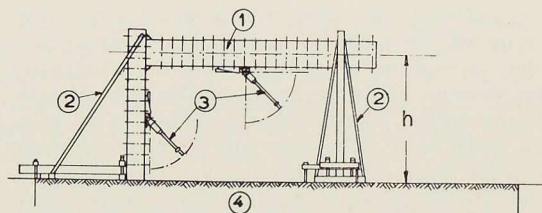


Fig. 3. Equerres et poutre de l'installation G. I. M. E. D.

1. Poutre; 2. Equerres; 3. Vérins pulsatoires; 4. Dalle.

Installation G. I. M. E. D.

Une grande installation mécanique pour essais de durée dite G. I. M. E. D. fonctionne actuellement à l'Association des Industriels de Belgique (A. I. B.) à Bruxelles. Cette installation a été conçue pour éprouver dans des délais très courts à la rupture par fatigue ou bien aux sollicitations statiques ordinaires des pièces et assemblages quelconques, aussi bien de très grandes dimensions que de dimensions réduites, en métal, en béton ou en bois. Sa caractéristique principale réside dans le fait que les efforts statiques ou dynamiques pulsatoires appliqués sur la pièce à essayer pourront être dirigés dans toutes les directions de l'espace.

La puissance actuelle de l'installation G. I. M. E. D., qui permettra la détermination rapide de la limite d'endurance des assemblages et des constructions, est de 50 tonnes.



Congrès de Soudure, Hanovre 1951

Un Congrès international de la Soudure se tiendra les 9 et 10 mars à Hanovre (Allemagne). Parmi les sujets traités citons les suivants : Conception et calcul des assemblages soudés. — Sécurité des constructions soudées. — Ruptures ductiles et fragiles des matériaux métalliques. — Capacité portante de cadres métalliques soudés. — Résistance des assemblages tubulaires soudés sous charges statiques. — Dispositions à prendre pour tôles sollicitées à la flexion. — Vibrations dans les bâtis de machines soudés. — L'économie dans la conception des constructions soudées.

Pour les inscriptions, s'adresser à l'*Institut für Werkstoffkunde der Technischen Hochschule, Welfengarten, 1, Hanovre, Allemagne.*

Congrès métallurgique mondial

Un Congrès Métallurgique mondial se tiendra à Detroit (Michigan, U. S. A.) du 15 au 17 octobre 1951, sous les auspices de l'*American Society for Metals (A. S. M.)*. Le programme prévoit des séances de travail et de discussion ainsi que des visites d'usines métallurgiques. Pour tous renseignements, s'adresser au Secrétaire de l'A. S. M., 7301 Euclid Ave. Cleveland 3, Ohio, U. S. A.

ECHOS ET NOUVELLES

Charpentes métalliques

La Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi vient d'achever les ossatures métalliques des nouveaux bâtiments de la *General Motors Continental S. A.* érigés au Noorderlaan à Anvers, représentant un tonnage de 1 500 tonnes.

La *General Motors* vient de confirmer à la même Société la commande de la fourniture et du montage des ossatures d'une nouvelle extension, d'un poids approximatif de 2 000 tonnes.

Les charpentes métalliques des extensions de la Centrale de Bressoux, d'un poids approximatif de 2 500 tonnes, ont été confiées par la Société Intercommunale Belge d'Electricité à la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi.

Four à ciment soudé

La Société Cockerill (Division Construction) à Seraing, vient de fournir en Hollande, à la Société E. N. C. I., les éléments soudés d'un four à ciment du type Allis-Chalmers.

D'une longueur totale de 121 mètres, le four est constitué de viroles dont le diamètre intérieur varie de 3,50 m à 4,20 m.

L'épaisseur des tôles mises en œuvre est de 26 mm et 30 mm dans les viroles courantes, tandis qu'elle est de 38 mm pour les viroles recevant les chemins de roulement.

L'ensemble y compris les six chemins de roulement en acier moulé pèse 520 tonnes.

Toutes les soudures d'atelier ont été exécutées par le procédé « Unionmelt ».

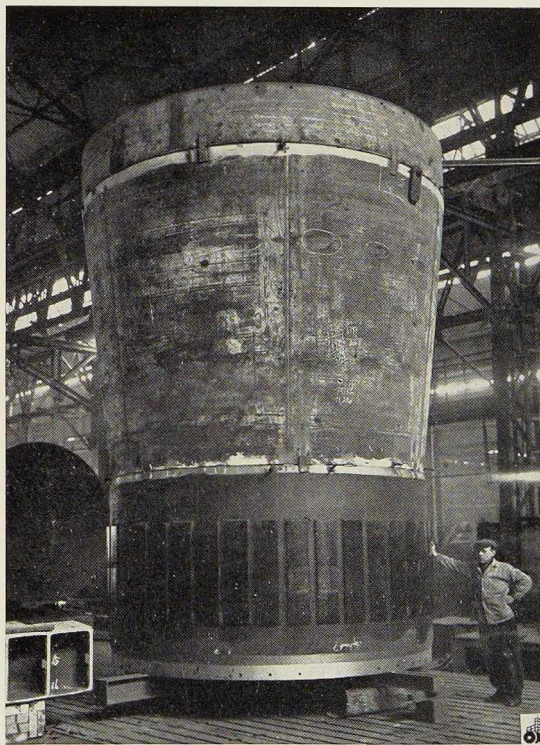


Fig. 5. Tronçon du four à ciment avec partie tronconique, en cours d'exécution.

Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

Bau-Entwurfslehre (Manuel de l'Architecte) 12^e édition

par Ernst NEUFERT

Un volume relié de 316 pages, format 21 × 30 cm, illustré de 3.600 figures. Edité par Druckhaus Tempelhof, Berlin, 1950. Prix : 32 DM.

L'important ouvrage du Professeur Neufert en est à sa 12^e édition. Le succès dont il jouit est d'ailleurs largement mérité. Il met en effet à la disposition de l'architecte et du constructeur une documentation détaillée se rapportant aux domaines suivants : portes et fenêtres, escaliers, ascenseurs, maisons d'habitation, écoles, immeubles industriels et commerciaux, étables, transports, hôtels, théâtres, cinémas, hôpitaux, églises, etc. et constructions sportives.

Pour chaque construction ou partie de construction, l'auteur donne des mesures en fonction des dimensions de l'homme (ou de l'animal). Les nombreux croquis cotés rendront de grands services.

Fire in Buildings (Le feu dans le bâtiment)

par E. L. BIRD et S. J. DOCKING

Un volume relié de 295 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 84 figures. Edité par A. et C. Black Ltd., Londres, 1949. Prix : 15 shillings.

La protection des constructions contre le feu continue à préoccuper les Autorités britanniques après la tragique expérience de la deuxième guerre mondiale. Il y a quelques années la Commission des Risques d'Incendie dans le bâtiment (*Fire Grading of Buildings Committee*) publiait un rapport contenant des recommandations à observer en matière de protection contre le feu.

L'ouvrage des Architectes Bird et Docking examine le problème sous un angle plus grand. Etayé par une expérience personnelle (pendant la guerre) et une abondante documentation britannique et américaine il constitue une contribution de valeur à la littérature technique sur la lutte contre le feu.

(1) Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent être consultés en notre salle de lecture, 154, avenue Louise, à Bruxelles, ouverte de 9 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis de 9 heures à midi).

Kunstschmiede Arbeiten (Travaux en fer forgé)

par Paul ASTERIA

Un ouvrage de 112 pages, format 17,5 × 25 cm, illustré de 140 figures. Edité par Wepf & Co, Bâle, 1950. Prix : 9,50 francs suisses.

Partout dans le monde, les procédés de fabrication industrielle supplantent de plus en plus le travail artisanal. La Suisse est un des rares pays où ce mouvement regrettable, mais qui semble fatal, est moins prononcé. L'Ecole technique de serrurerie de Bâle poursuit le but de parfaire la formation d'éléments peu nombreux mais doués et sévèrement sélectionnés.

Le présent volume, après une courte introduction en allemand et en anglais, reproduit une centaine de dessins et photographies de travaux d'élèves, qui témoignent du talent original de leurs auteurs et des méthodes sérieuses de l'enseignement qui leur est donné.

Tillämpad bågsvetsning - Application of Arc Welding (Applications de la soudure à l'arc)

Un ouvrage de 327 pages, format 23 × 29 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par la Société E. S. A. B., Göteborg (Suède), 1950. Prix : 15 couronnes.

A l'occasion de son 40^e anniversaire, la firme E. S. A. B. a organisé un concours international doté de nombreux prix et consacré aux applications de la soudure à l'arc.

Plusieurs mémoires d'un réel intérêt technique ont été présentés.

Cet ouvrage, rédigé en langues suédoise et anglaise, constitue le recueil de ces mémoires.

Reconstruction des Chemins de fer de l'Etat hellénique

La Direction des Chemins de fer de l'Etat hellénique (S. E. K. I.) nous a envoyé deux brochures illustrées sur la reconstruction du réseau grec, gravement endommagé pendant la guerre.

L'acier a joué un rôle important dans les travaux de reconstruction; le réseau restauré comporte, en effet, de nombreux ouvrages d'art en acier.





SC
SIDERUR

EN ACIER
THOMAS - MARTIN
●●●●●●●●
Tôles striées
Tôles navales
Tôles de construction
Tôles chaudières

SOCIETE COMMERCIALE DE SIDERURGIE, S. A.

1a, RUE DU BASTION (ELITE HOUSE) BRUXELLES
TELEPHONES : 12.31.70 (4 LIGNES) 12.00.53 (3 LIGNES)
COMPTE CHÈQ. POST. 33.79 — TELEGR : SIDERUR-BRUXELLES
REGISTRÉ DU COMMERCE : BRUXELLES 207.794

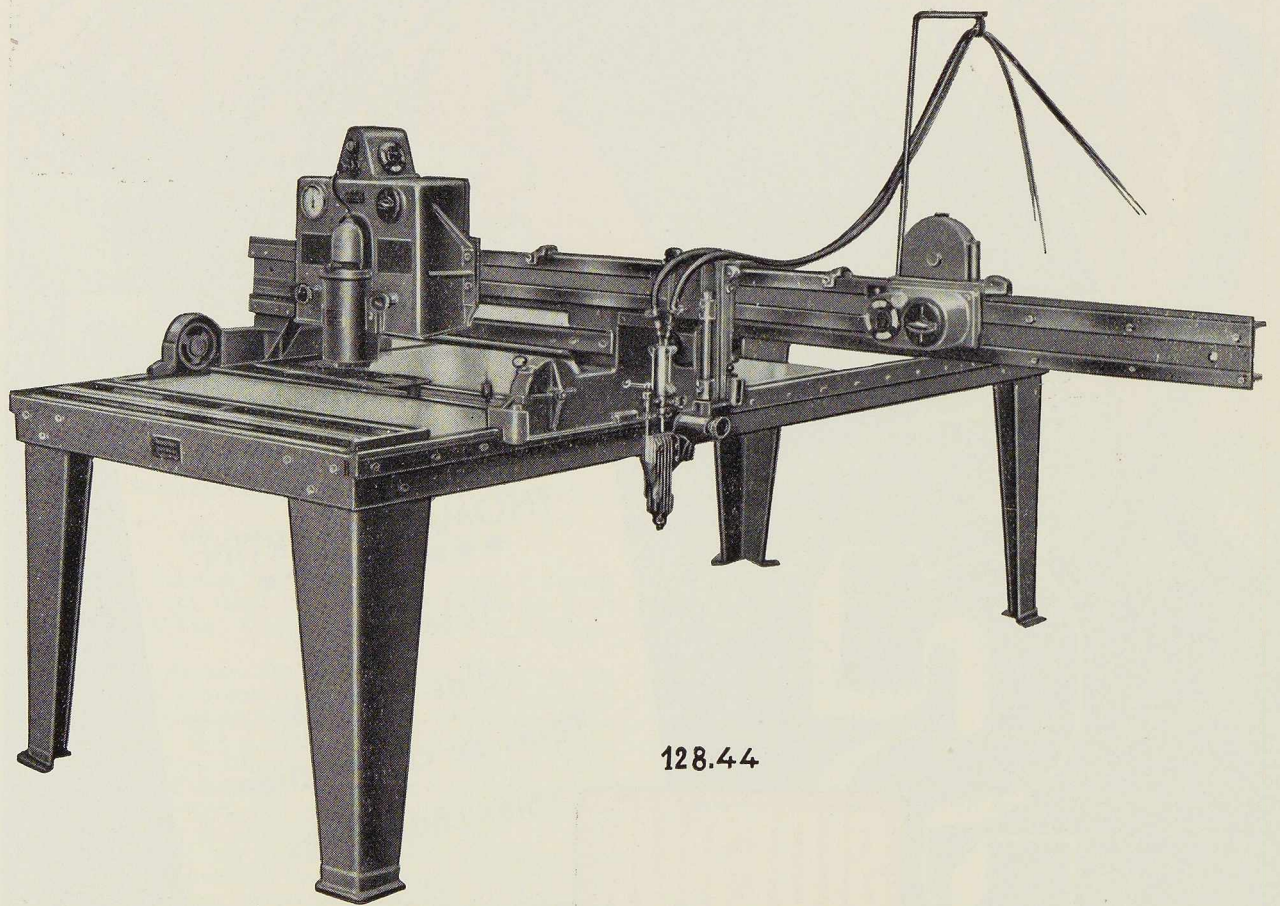
ORGANISME DE VENTE DE

SOCIETE ANONYME D'UGREE - MARIHAYE, à Ougrée
S. A. MINIERE ET METALLURGIQUE DE RODANGE, à Rodange (G. D. Luxembourg)
S. A. ACIERIES ET MINIERES DE LA SAMBRE, à Monceau-sur-Sambre
SOCIETE ANONYME LAMINOIRS D'ANVERS, à Schoten-lez-Anvers

Office Technique de Publicité

Les temps "morts"
sont réduits au minimum avec

« SECTOMATIC »



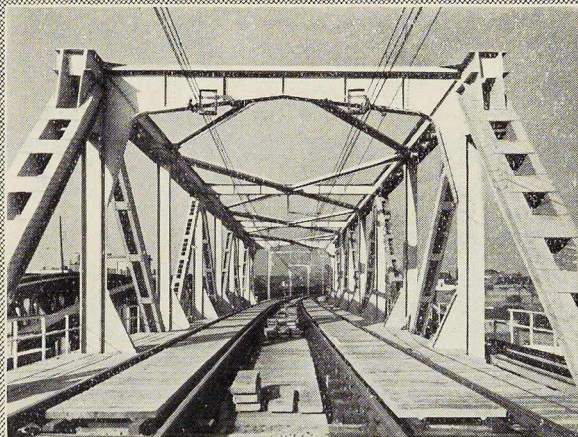
128.44

...la nouvelle machine fixe
d'oxy-coupage de

**L'OXHYDRIQUE
INTERNATIONALE**

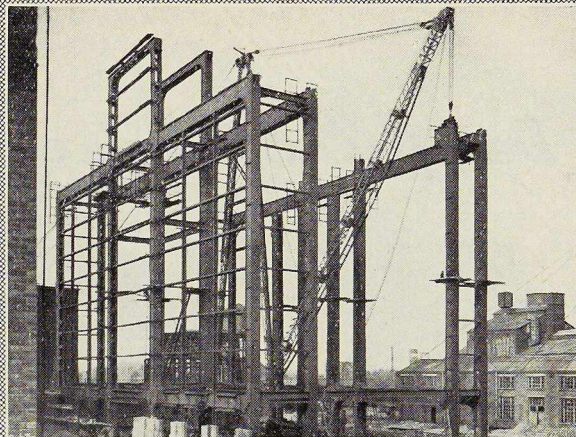
S. A. — 31, RUE PIERRE VAN HUMBEEK
BRUXELLES Téléphone : 21.01.20 (5 lig.)





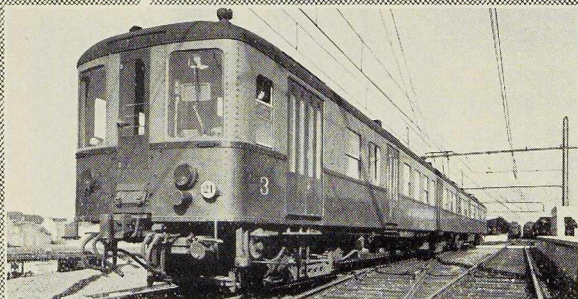
Pont rail à double voie (525 f.). Ligne électrique Bruxelles-Charleroi. Portée 61,300 m.

Automotrice double S. N. C. B. (160 km/h).



Ossature métallique d'une centrale électrique en cours de montage.

Wagon-citerne de 52 m³ pour le transport de propane.



*WAGONS • VOITURES • LOCOMOTIVES
PONTS ET CHARPENTES • EMBOUTIS LOURDS ET MOYENS*

ELEMENTS DE CONDUITES FORCES • APPAREILS SOUDES POUR HAUTES PRESSIONS
RESSORTS • PIECES DE FORGE • BRIDES POUR TUYAUTERIES A HAUTES PRESSIONS
TOLES GALVANISEES

LES ATELIERS METALLURGIQUES



NIVELLES

SOCIETE
ANONYME

SIEGE SOCIAL ET
DIRECTION GENERALE
NIVELLES

USINES A
NIVELLES • TUBIZE
LA SAMBRE ET MANAGÉ

Téléphone : Nivelles 22 • Télégr. : Métal-Nivelles

Deux fois autant de copies avec un kilo d'encre



Même si ce n'est vous qui achetez l'encre, une autre personne doit bien le faire. Pourquoi ne lui parlez-vous pas du Roneo « 500 » avec le système d'encre spécial, qui réduira de moitié les dépenses en encre et simplifiera votre vie. Il n'est plus nécessaire d'interfolier, même pour des impressions double face sur du papier de duplicateur normal; plus de copies inutilisables; plus de gaspillage de stencils; — vous pouvez faire des circulaires polychromes — et n'oubliez pas : vos mains restent propres du début à la fin.



Persuadez-le de faire appel au

RONEO "500"
SERIES II

LE DUPLICATEUR AVEC LE SYSTÈME D'ENCRAGE SPÉCIAL



HERINCX-RONEO, S. A.

8-10, RUE MONTAGNE-AUX-HERBES-POTAGÈRES — BRUXELLES

TEL. : 17.40.46 (3 lignes)

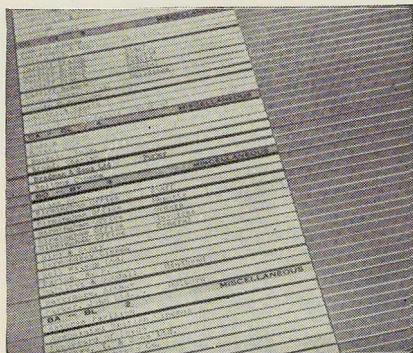
GAND : 3, avenue de la Place d'Armes — Tél. : 504.19

LIEGE : 10, rue Hazinelle — Tél. : 23.81.08

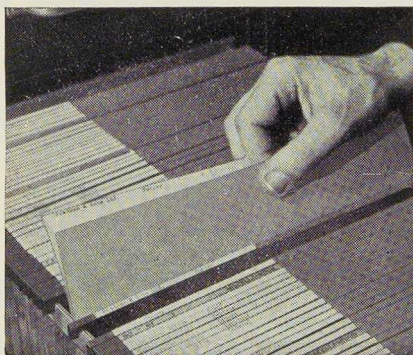
ANVERS : 12, place Léopold — Tél. : 33.34.41

Grand-Duché de Luxembourg : G. FABER, MERSCH — Tél. : 75

**Qu'il fasse
le classement
lui-même !**



SÉCURITÉ



FACILITÉ



Si votre patron se plaint continuellement de la perte de lettres ou de la difficulté de retrouver certains documents, des commandes ou des rapports, ne perdez pas patience. Suggérez-lui aimablement — mais soyez ferme — de faire appel à Roneo. Son système « Visible 80 » supprime le souci des lettres égarées et des dossiers mal classés. Il est extrêmement simple et facile à manipuler. Il économise énormément de temps et évite des ennuis. Tout le monde (y compris le patron) saura à tout moment où se trouve tout document.

**PERSUADEZ-LE DE FAIRE APPEL A
RONEO !**

**VOUS POURRIEZ METTRE VOTRE CLASSEMENT EN ORDRE,
DÈS LA SEMAINE PROCHAINE, SI VOUS INSTALLIEZ LE**

CLASSEMENT VISIBLE 80 RONEO

HERINCX-RONEO, S. A.

8-10, RUE MONTAGNE-AUX-HERBES-POTAGÈRES — BRUXELLES

TEL. : 17.40.46 (3 lignes)

GAND : 3, avenue de la Place d'Armes — Tél. : 504.19

LIEGE : 10, rue Hazinelle — Tél. : 23.81.08

ANVERS : 12, place Léopold — Tél. : 33.34.41

Grand-Duché de Luxembourg : G. FABER, MERSCH — Tél. : 75

Montage Métallique

une garantie!



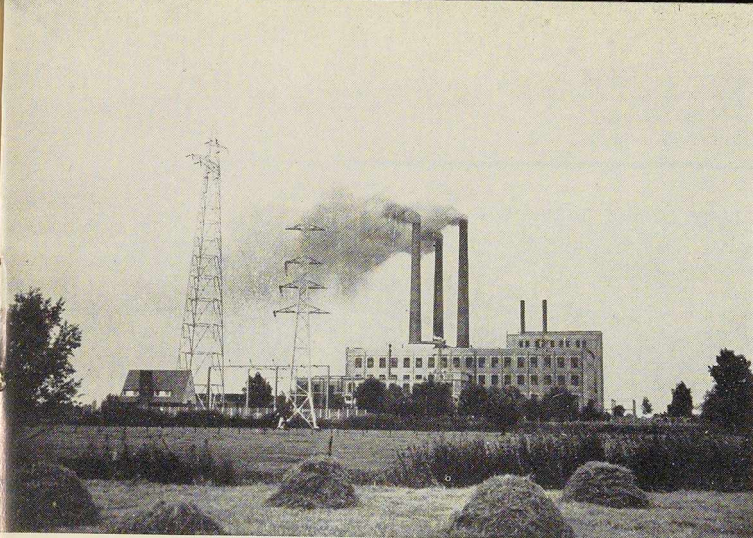
A. E. M. B.
13, Rue des Hirondelles BRUXELLES Tél. : 17.67.40

EST Editions SCIENCE & TECHNIQUE
21, rue Newton, BRUXELLES

BESSEMER

50 ans d'expérience

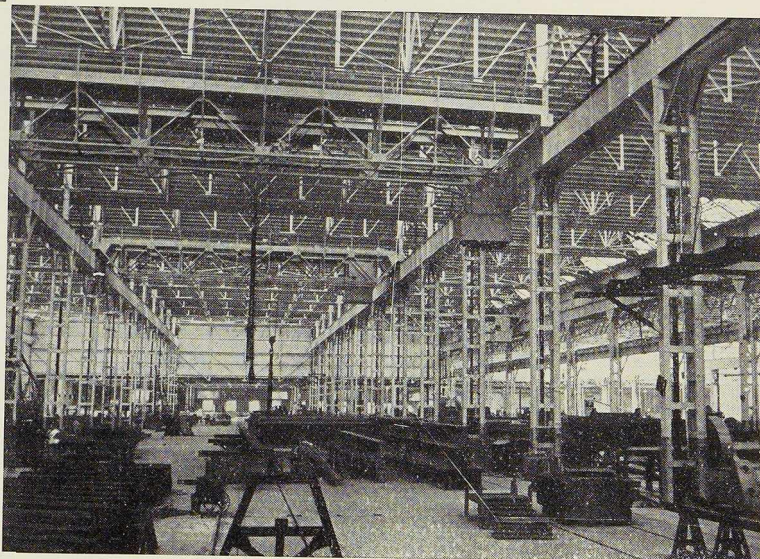
UNE TRADITION : LA QUALITÉ



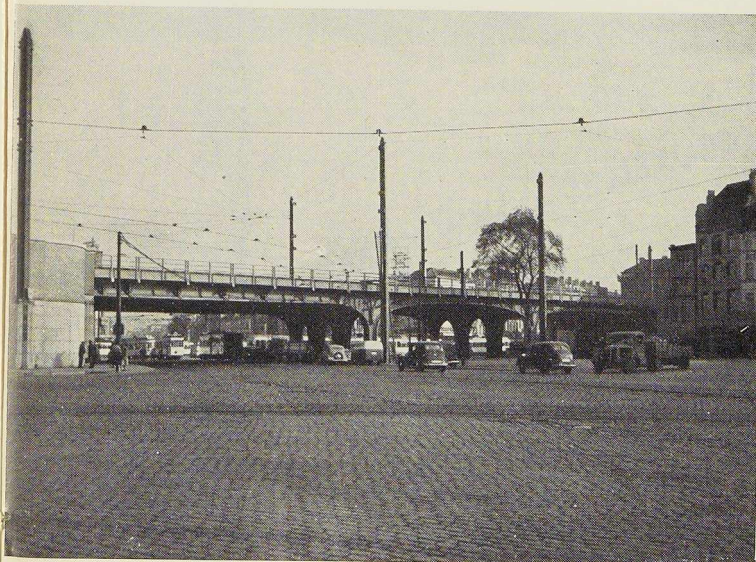
Centrale électrique de Schelle, châssis métalliques peints en **Bessemer**, pylônes peints en Phenalu.

BESSEMER

RÉPOND A TOUS VOS PROBLÈMES
DE PROTECTION ANTIROUILLE



Ateliers métallurgiques de Nivelles, charpentes peintes en **Bessemer**.



Viaduc de Bruxelles-Midi pour l'Office national de la jonction Nord-Midi, peint en **Bessemer**.

PHENALU

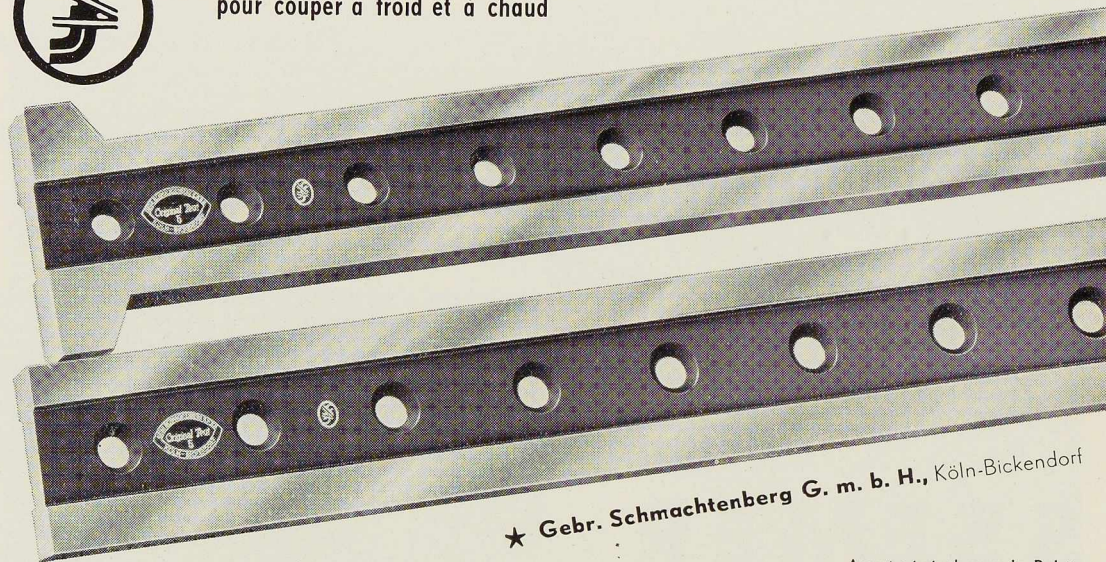
PEINTURE BITUMINEUSE POUR ATMOS-
PHÈRES ET UTILISATIONS SPÉCIALES

Peintures
Vernis
Émaux

S. A. USINES LAVENNE FRÈRES - DOUR. TÉL. 56
BRUXELLES 37.88.51



Lames de cisaille en notre qualité originale « Teut »
pour couper à froid et à chaud

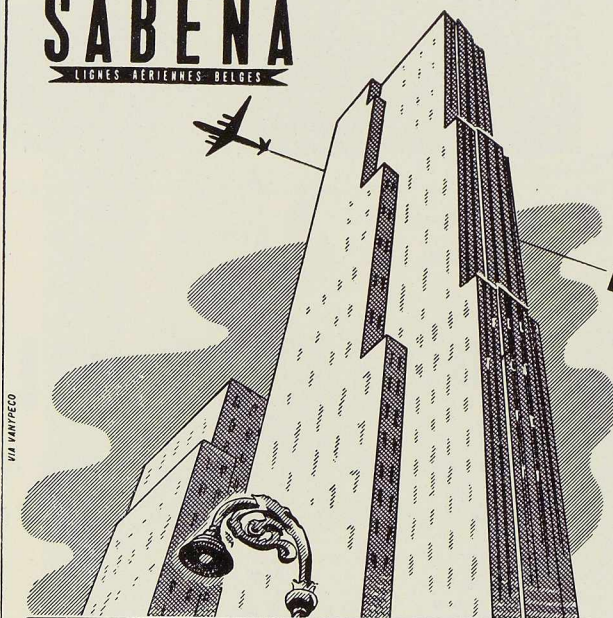


★ Gebr. Schmachtenberg G. m. b. H., Köln-Bickendorf

Agent général pour la Belgique

M. BURTON FILS, A HUY, 20, RUE DU VIEUX-PONT. TÉL. 110.56

SABENA
LIGNES AERIENNES BELGES



VIA VANPECO

BRUXELLES — NEW-YORK
et retour

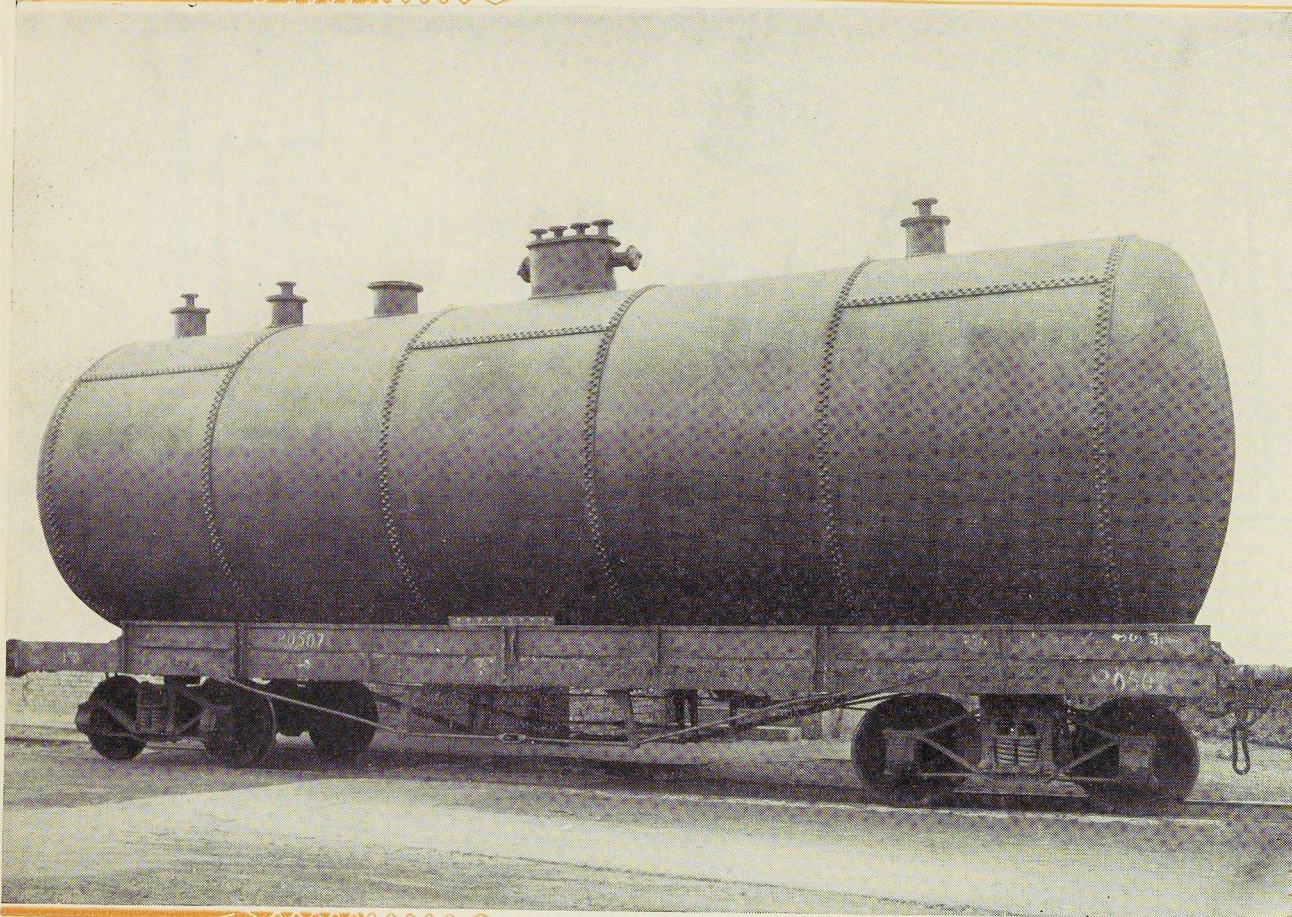
22.025 FB

RENSEIGNEMENTS :

TOUTES AGENCES DE VOYAGES

ET BUREAUX SABENA

La SABENA poursuit sa politique de réduction des tarifs et se fait un plaisir de vous annoncer qu'elle accordera en 1951 pendant les mois de janvier, février et mars une ristourne de 40 % sur le prix des billets aller-retour vers NEW-YORK. Ces billets seront valables 15 jours.



Réservoir de 80 m³

METALLURGIE · CONSTRUCTIONS
MECANIQUES & METALLIQUES
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN COCKERILL

SERAING · BELGIQUE

COUVERTURES
MÉTALLIQUES

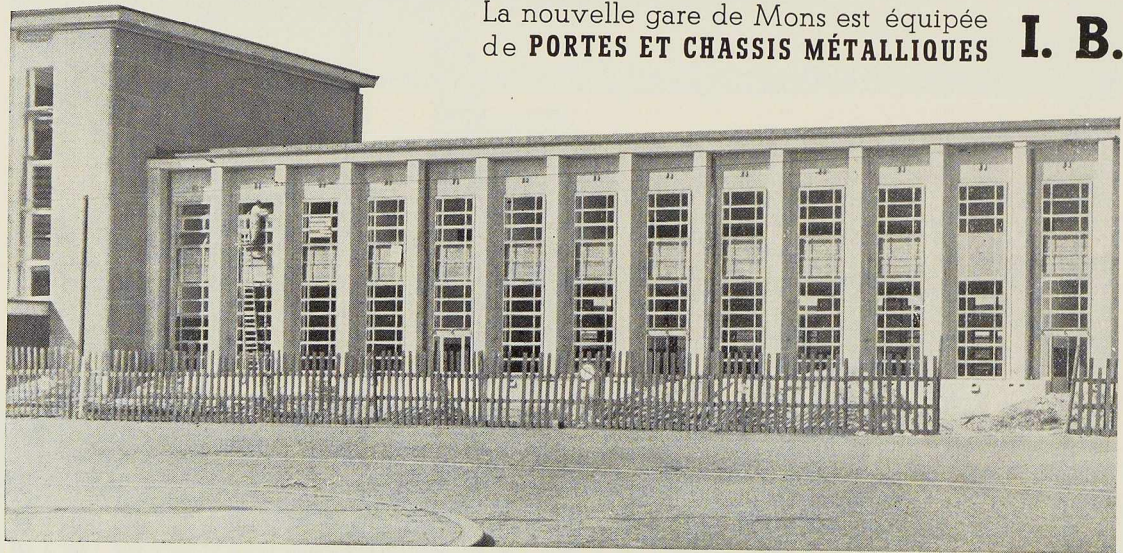
J. CROISÉ

6, SQUARE MARGUERITE
TÉL. : 33.66.45
BRUXELLES

INSTALLATIONS SANITAIRES
PRIVÉES ET INDUSTRIELLES

S.A. L'INDUSTRIELLE BORAINÉ, QUIÉVRAIN. Tél. 126
DIVISION MENUISERIE MÉTALLIQUE MÉTALLISATION

La nouvelle gare de Mons est équipée
de **PORTES ET CHASSIS MÉTALLIQUES I. B.**



Vue partielle de la façade principale de la gare de Mons.
Architecte : R. Panis - Parachèvement : Entreprises Générales L. Leturcq, Tournai.



TÉLÉGRAPHIEZ OUTRE-MER

"VIA BELRADIO"

LA VOIE NATIONALE BELGE RAPIDE
ET SURE VERS TOUS LES CONTINENTS

RENSEIGNEMENTS ET DÉPÔT DES MESSAGES
DANS TOUT BUREAU TÉLÉGRAPHIQUE
BELGE

TÉLÉPHONES	}	ANVERS	33.99.50
		BRUXELLES	TELEX 11 12.30.00
		LIÈGE	TELEX 2 23.58.70
		GAND	584.75

TARIFS ET CAHIERS DE FORMULAIRES FOURNIS GRATUITEMENT

Le Bureau d'Études Industrielles F. COURTOY s. a.

RUE DES COLONIES, 43, BRUXELLES — TÉL. 12.30.85

INGÉNIEUR-CONSEIL INDÉPENDANT

VOUS OFFRE SES SERVICES POUR TOUS

ETUDES ET PROJETS

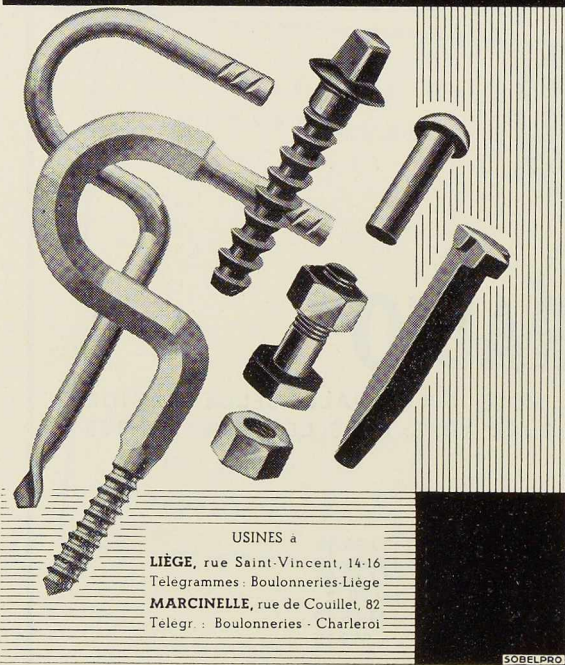
DANS LES DIVERS DOMAINES
DE LA TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ
MÉCANIQUE
THERMIQUE
GÉNIE CIVIL



ORGANISATION
EXPERTISES
CONTROLES
RÉCEPTIONS

**STÉA^{ME} DES BOULONNERIES DE LIÈGE
ET DE LA BLANCHISSERIE**



USINES à

LIÈGE, rue Saint-Vincent, 14-16
Telegrammes : Boulonneries-Liège
MARCINELLE, rue de Couillet, 82
Telegr. : Boulonneries - Charleroi

SOBELPRO

**ASSOCIATION INTERNATIONALE
DES PONTS ET CHARPENTES**

Congrès de Liège 1948

PUBLICATION PRÉLIMINAIRE

1 vol., 697 pages
Frs belges 400,—

RAPPORT FINAL

1 vol., 736 pages
Frs belges 550,—

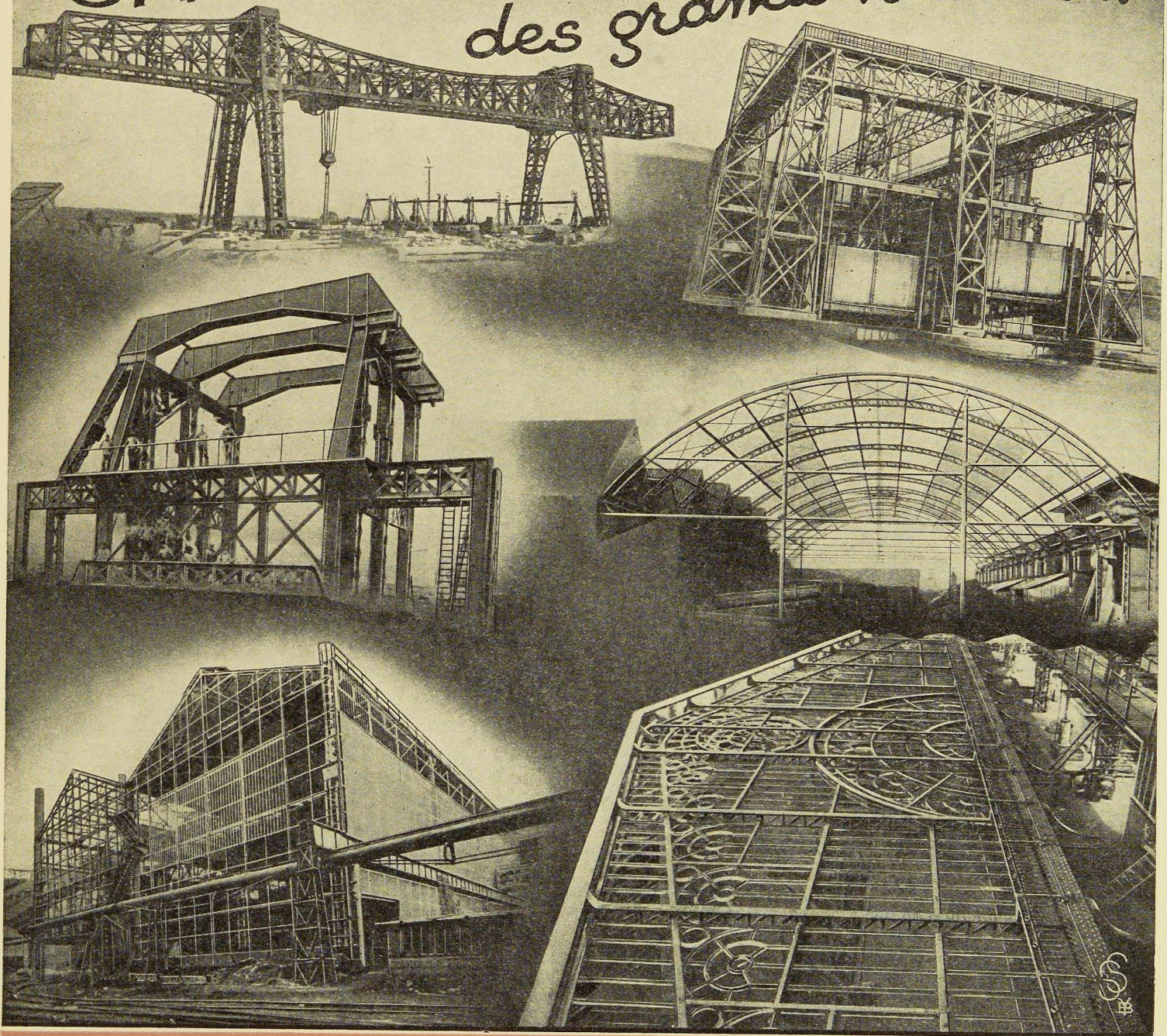
Veillez adresser vos commandes à la revue
L'Ossature Métallique, 154, avenue Louise,
Bruxelles.

C. C. P. 340.17

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A. C. E. C.	29	L'Industrielle Boraine	42
A. E. M. B.	38	S. A. Ateliers de Construction Jambes Namur	10
L'Air Liquide	6	Jouret	15
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	11	S. A. Lavenne Frères	39
Ateliers Métallurgiques de Nivelles	35	S. A. L. Leemans & Fils	13
Baume et Marpent	5	Laminoirs de Longtain	23
B. E. I.	43	Magifer-Grisard	21
Belradio	43	Manutention Automatique	28
Usines Gustave Boël	30	Anc. Ets Nobels-Peelmanns, S. A.	32
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis	7	Ougrée-Marihaye	31
Boulonnerie de Liège et de la Blanchis- serie	44	L'Oxydrique Internationale	34
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv.	III	Philips, S. A.	18
P. & M. Cassart	2	Sabena	40
C. B. L. I. A.	44	Gebr. Schmachtenberg G. m. b. H.	40
Cockerill	41	Siderur	33
Columeta	8-9	Soudométal	17
Croisé	42	Usines à Tubes de la Meuse	12
Davum	19	Ucométal	24-25
Alexandre Devis & C ^o	16-27	Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L.	26
Société Métallurgique d'Enghien Saint- Eloi couv.	IV	J. Verdeyen et P. Moenaert	22
E. S. A. B. couv.	II	Anciens Ets Paul Würth	14
Foire Internationale de Liège	20		
Herincx-Roneo, S. A.	36-37		

SPÉCIALISTES
des grands travaux...



**LA BRUGEOISE ET
NICAISE & DELCUVE**

SOCIÉTÉ ANONYME

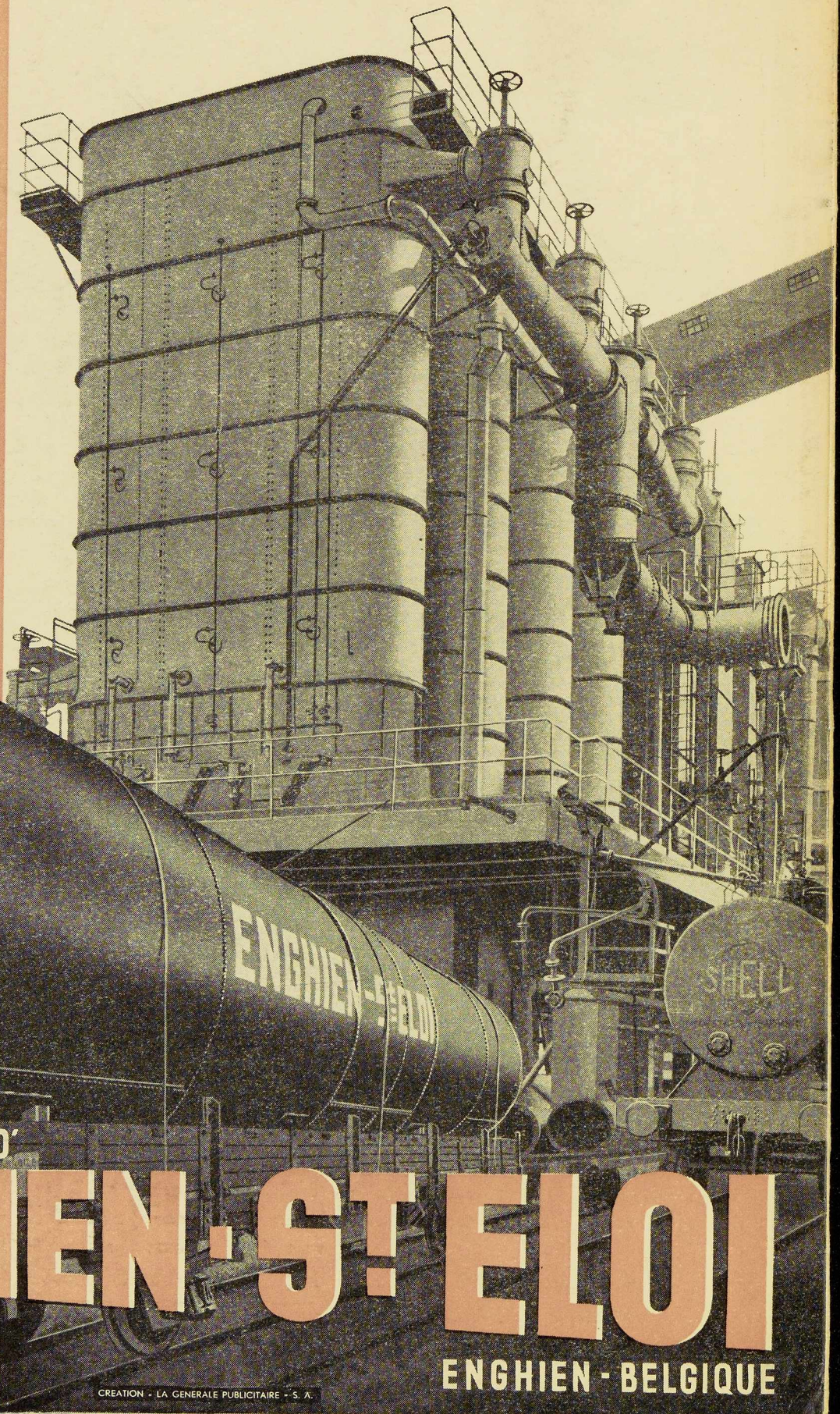
ACIÉRIES, FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTION
USINES : A SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES ET A LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)





CHAUDRONNERIE

PONTS ET CHARPENTES
WAGONS ET VOITURES
APPAREILS DE LEVAGE
PRODUITS DE BOULONNERIE



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

ENGHIEN - ST ELOI

ENGHIEN - BELGIQUE

