

L'OSSATURE METALLIQUE



REVUE MENSUELLE DES
APPLICATIONS DE L'ACIER

DIXIÈME ANNÉE

5-6

MAI-JUIN 1945

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

UNIVERSITEIT GENT
AFDEELING VOOR BOUWKUNST
29, Paterstraat, GENT

LA BRUGEOISE
ET NICAISE
& DELCUVE



STUDIO SIMAR STEVENS.

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

38, boul. Bischoffsheim, Bruxelles - Téléph. : 17.16.63 (2 lignes)
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

10^e ANNÉE

N^{os} 5-6

MAI-JUIN

1945

S O M M A I R E

Le bâtiment d'administration de la P. G. E. M., à Arnhem	81
La destruction des ponts-rails métalliques pendant la guerre, par C. F. B. Lemaire	87
La maison métallique Braithwaite	98
L'avenir de la technique, par M. Lods	101
Le pont « Robert A. Gouldin Bridge »	104
Le profil tubulaire pour châssis de fenêtres métalliques, par F. Van den Berghe	105
Le viaduc de la Sitter, en Suisse	112
Calcul des récipients à viroles elliptiques soumis à une pression intérieure, par Em. Pierre	115
CHRONIQUE : Marché de l'acier pendant les mois d'avril et mai 1945. - Un plan quinquennal concernant l'industrie sidérurgique britannique. - Nuances modernes d'acier. - L'application de la soudure autogène à la construction des navires aux Etats-Unis. - L'industrie sidérurgique brésilienne. - Locomotives et wagons pour le réseau belge.	117
BIBLIOTHÈQUE	119

COUVERTURE : La photographie de la couverture représente le pont-rails Robert A. Gouldin. (Photo U. S. Army.)

ABONNEMENTS 1945 (6 numéros bimestriels) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : 80 francs belges.

France et ses Colonies : 120 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences GIRARDOT & Cie, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n^o 1760.73).

Autres pays : 26 belgas.

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

PRIX DU NUMÉRO :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 17,50,

France : francs français 25,- ; **autres pays** : belgas 6,-.

DROIT DE REPRODUCTION :

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

Société Anonyme des
Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries
de

THY-LE-CHATEAU & MARCINELLE

à Marcinelle

TÉLÉPHONE : CHARLEROI 122.93 (3 LIGNES)

TÉLÉGRAMMES : WEZMIDI-CHARLEROI

Spécialités :

Barres à boulons, à écrous,
à rivets et à fers à cheval.
Piquets de clôture standards,
droppers et varillas, marque
déposée « T. M. »



CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

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

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

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

Administrateur-Conseil :

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

Membres :

M. Aloyse MEYER, Directeur Général des A. R. B. E. D., à Luxembourg, **Vice-Président du C. B. L. I. A.** ;
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. Arthur DECOUX, Directeur Général de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de La Providence, Vice-Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges ;

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{ie}, Délégué de la Chambre Syndicale des Marchands de Fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique.
M. Hector DUMONT, Administrateur-Directeur de la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur ;
M. Emile HOUBAER, Directeur de la Métallurgie de la S. A. John Cockerill ;
M. Louis ISAAC, Administrateur délégué de la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi ;
M. Louis NOBELS, Vice-Président et Administrateur Délégué des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman ;
M. Henri NOEZ, Directeur Général de la Fabrique de Fer de Charleroi ;
M. François PEROT, Administrateur Directeur Général de la S. A. d'Ougrée-Marihaye, Vice-Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges ;
M. Henri ROGER, Directeur Général des H. A. D. I. R., à Luxembourg ;

LISTE DES MEMBRES

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 (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, Luxembourg.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
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-Chênée.
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borguet, Flémalle-Haute.
Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 100, avenue des Anciens Etangs, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

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

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

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

Mécanique et Chaudronnerie de Bouffoulx, Bouffoulx-lez-Châtelaineau.

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

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

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

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

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

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

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

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

Chaubobel, S. A., à Huyssinghen.

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

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

« Cribla », S. A., Construction de Criblages et 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 Detombay, S. A., à Marcinelle.

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., Marchionne-au-Pont.

Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamencourt & 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., 59, rue des Gloires Nationales, Auvélais.

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

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

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

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

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

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

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

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

Ateliers Métallurgiques et Chantiers Navals, S. A., 192, chaussée de Louvain, Vilvorde.

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

Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.

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

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

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

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

Etablissements D. Steyart-Heene, à Eecloo.

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

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

Compagnie Belge des Freins Westinghouse, S. A., 106, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.

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

Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

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

CHÂSSIS MÉTALLIQUES

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

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

MEUBLES MÉTALLIQUES

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

SOUDURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

L'Electrode S. C., 21, rue de la Meuse, Jemeppe-sur-Meuse.

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

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

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

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

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

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

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

COMPTOIRS DE VENTE
DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

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

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

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

Gilsoco, S. A., La Louvière.

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

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

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

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

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

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

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

J. Libouton & Cie, S. A., 15, rue Zénobe Gramme, Charleroi.

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

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

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

Collectivement :

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

Chambre Syndicale des Marchands de fer, 2, rue Auguste Orts, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

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

Bureau d'Etudes René Nicolai, 12, quai Paul van Hoegaerden, Liège; 6, place Stéphanie, Bruxelles.

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

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

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

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

PROTECTION CONTRE LA CORROSION

Acéméta, S. A., 64, avenue Rittweger, Haren-Bruxelles.

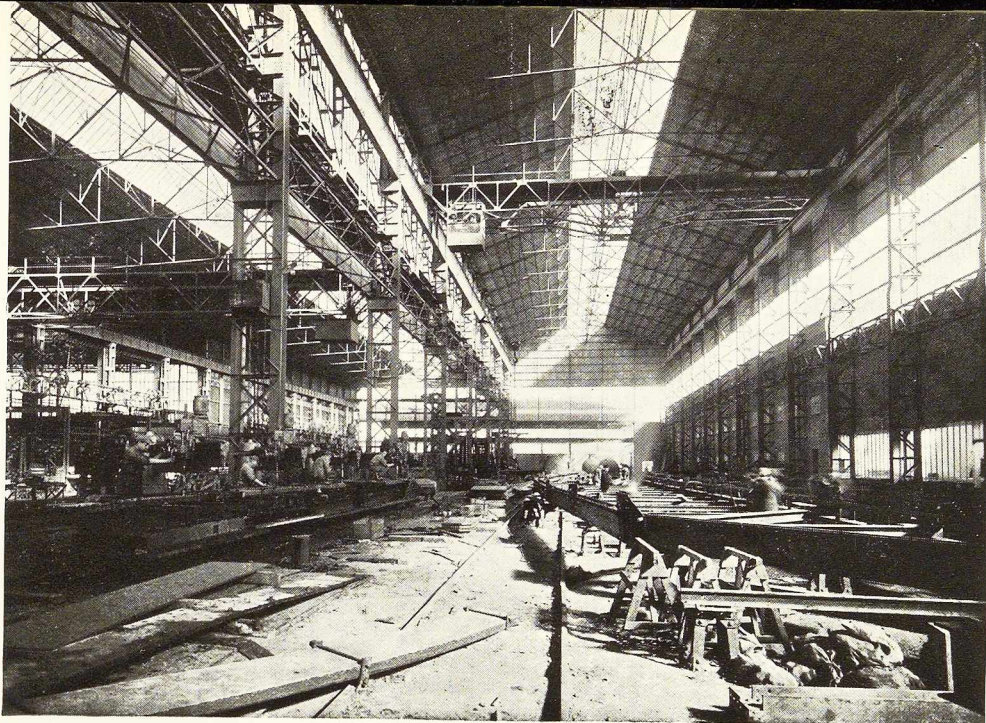
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

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

MEMBRES INDIVIDUELS

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

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



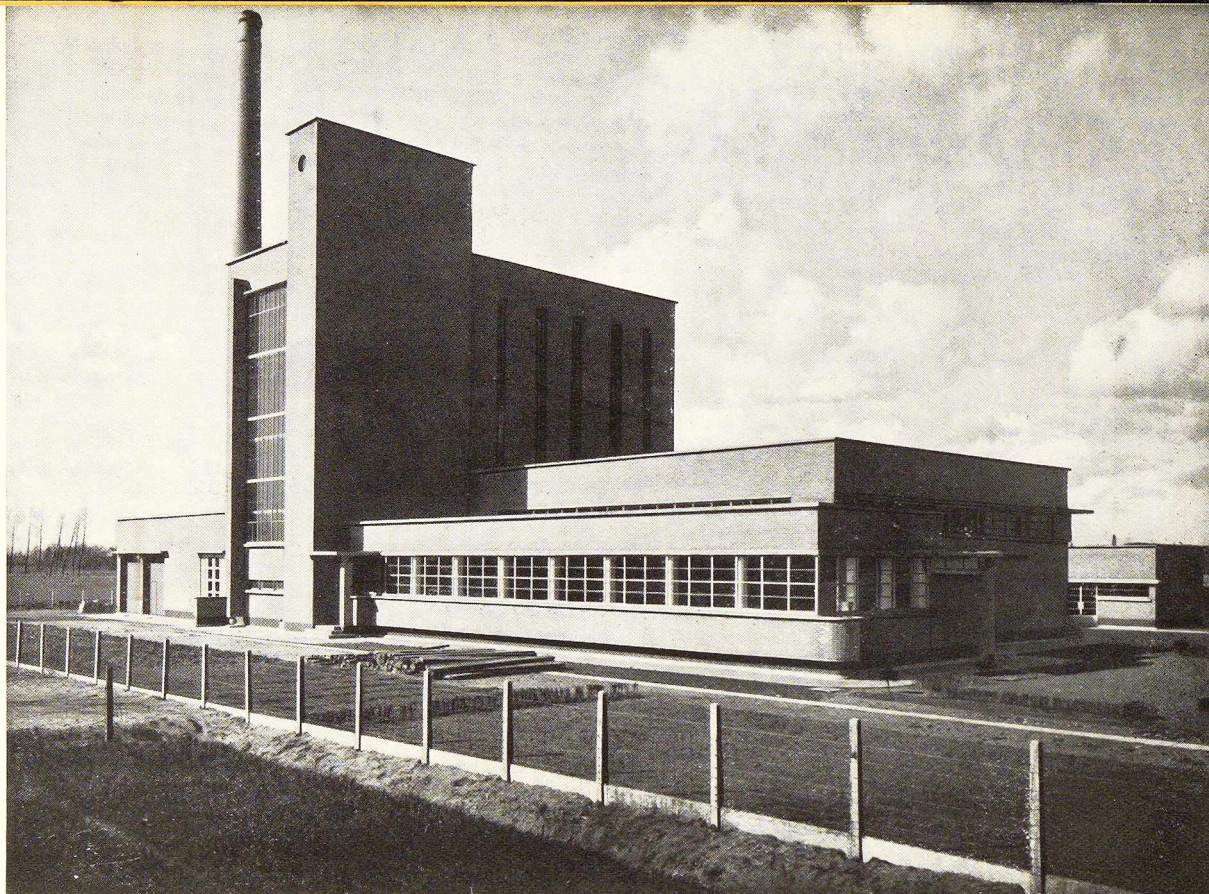
CHARPENTE D'UN
ATELIER DE CONSTRUCTION

USINES DE BRAINE-LE-COMTE

SOCIÉTÉ ANONYME
TÉL. BRAINE-LE-COMTE N° 7

Pont de Wandre : travée sur le Canal Albert
Portée 59 m 400 Poids 618





Usine à Terdonck

Architecte : J. Lippens, Gand

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE BAUME S. A.

SOMIEBA

TÉLÉPHONES : 279 LA LOUVIÈRE
15.81.57 BRUXELLES

LA LOUVIÈRE

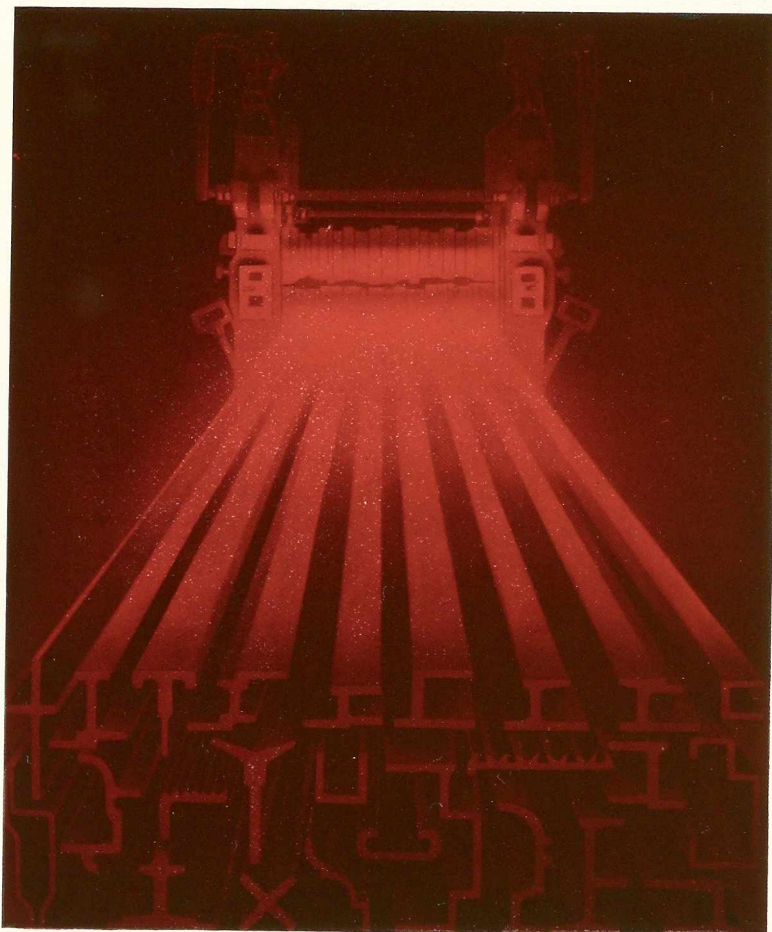
MENUISERIES MÉTALLIQUES

CHASSIS, PORTES, CLOISONS EN ACIER
ANTICORODAL ET BRONZE
CHAMBRANLES ET TOLERIES
SABLAGE, PARKÉRISATION
MÉTALLISATION

CONSTRUCTION

CHARPENTES, RÉSERVOIRS
TUYAUTERIES, POTEAUX
SOUDURE ÉLECTRIQUE

REGISTRE DE COMMERCE : MONS 378



Laminage à chaud

Profilage à froid

**Toutes sections
spéciales en acier**

**Création rapide de
nouveaux profilés**

**Spécialistes
en profilés
pour huisserie et
châssis métalliques**

LAMINOIRS

DE LONGTAIN

TÉLÉPHONES : LA LOUVIÈRE 759 et 1527

TÉLÉGRAMMES : LAMILONG La Louvière

C O D E S : Bentley et Acme

Société Anonyme

LA CROYÈRE (BELGIQUE)

P



CC

MEHLEN

C

PALPLANCHES BELVAL

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

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

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

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

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

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

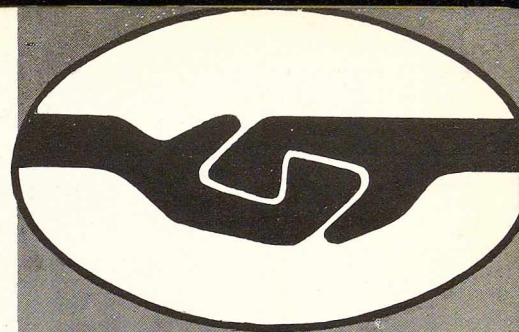
Belval-Z, Terres Rouges et Belval-O est envoyée sur demande.

Pour la Belgique, s'adresser à

LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE S.A.

11, QUAI DU COMMERCE, BRUXELLES

Tél. 17.22.46 - Adr. Tél. BELGOLUX BRUXELLES

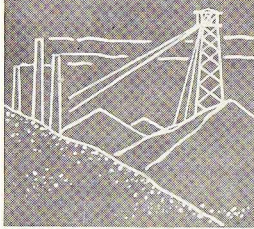


DLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS S.A. LUXEMBOURG

TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

CHARBONNAGES



CANALISATIONS

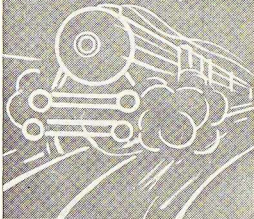


EAU

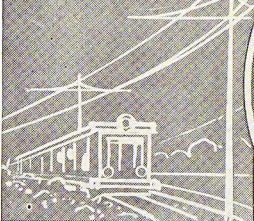


GAZ

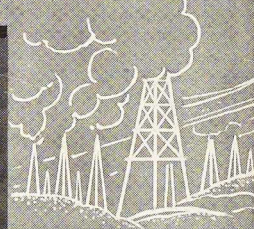
CONSTRUCTION
MECANIQUE



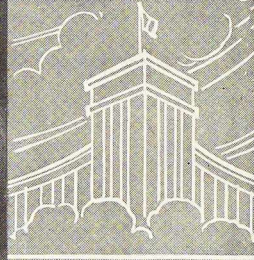
TRANSPORT
DE FORCE



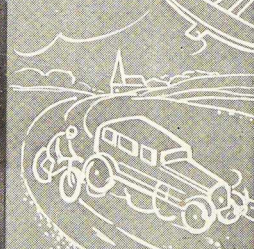
PÉTROLE



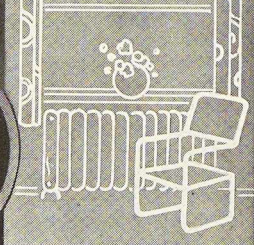
TRAVAUX PUBLICS



SPORTS



LE HOME



TOUS DIAMÈTRES
DE 3^m A 1250^m
ET PLUS



USINES A TUBES DE LA MEUSE

STÉ A ME FLÉMALLE-HAUTE BELGIQUE

SOBELPRO

OSSATURES

•

CHARPENTES

•

PYLONES

•

PONTS

•

MENUISERIE

MÉTALLIQUE

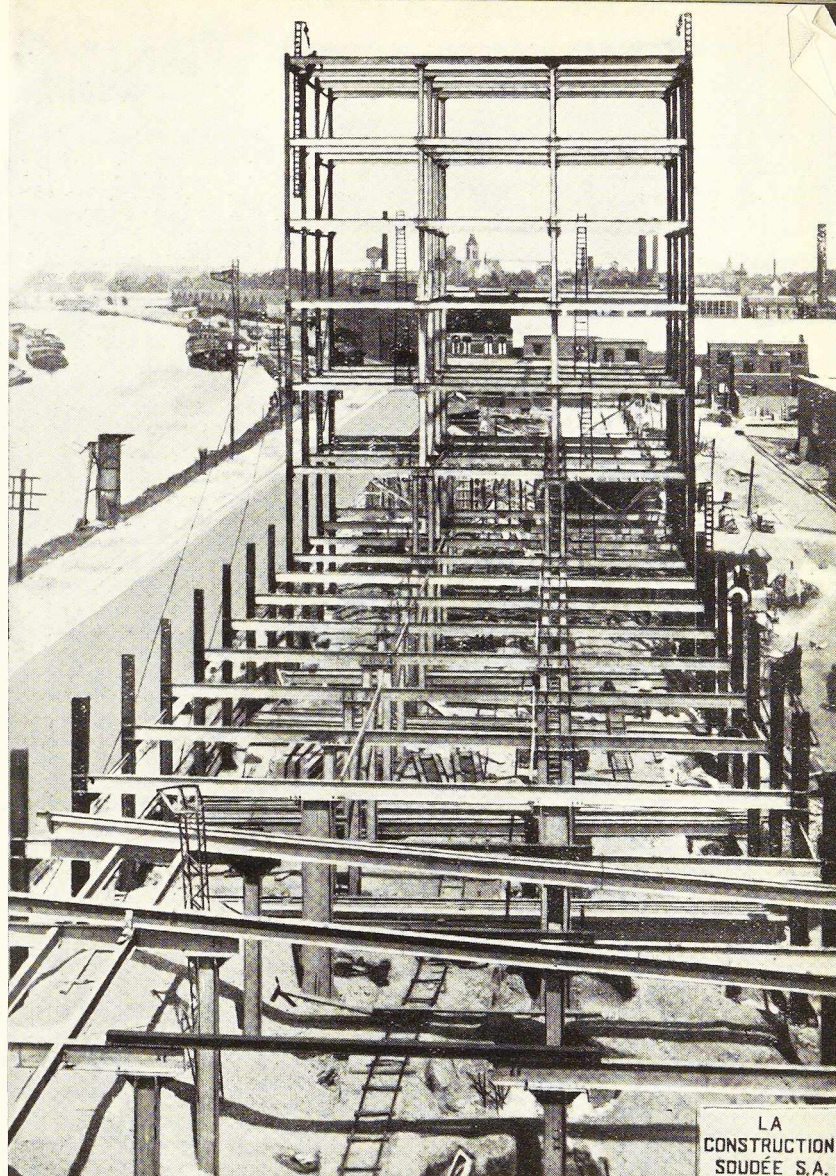
•

RÉSERVOIRS

ET SILOS

•

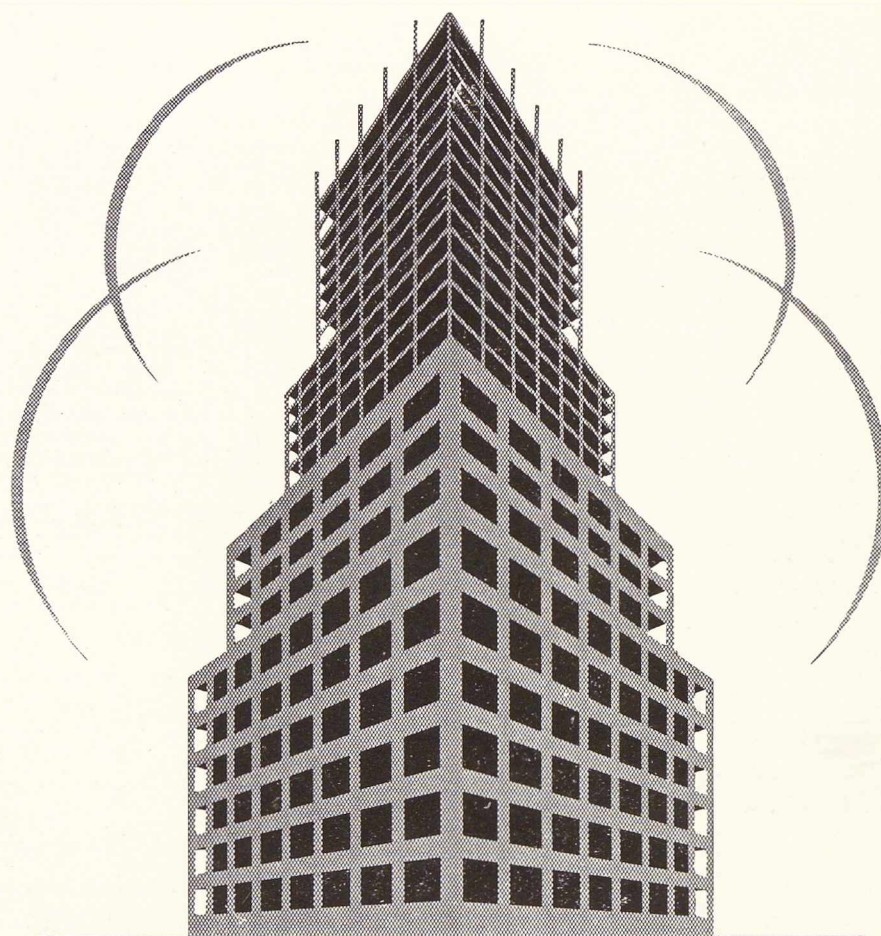
ETC...



Charpente métallique soudée des nouveaux bâtiments des Moulins de Trois Fontaines. Poids : 600 t.

LA CONSTRUCTION SOUDÉE

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ANDRE BECKERS, S. A.
AVENUE RITTWEGER, HAREN-BRUXELLES. Tél. 15.96.62



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

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

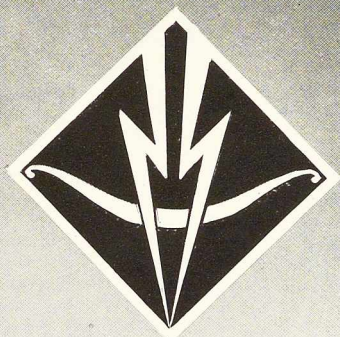
Chacune de ces divisions a son bureau d'études autonome dirigé par des ingénieurs spécialisés.

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

SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
PAUL WURTH • LUXEMBOURG

LES ÉLECTRODES

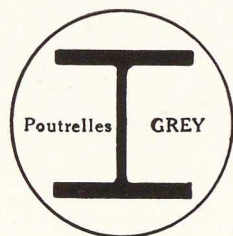
ARCOS



VOUS ASSURENT

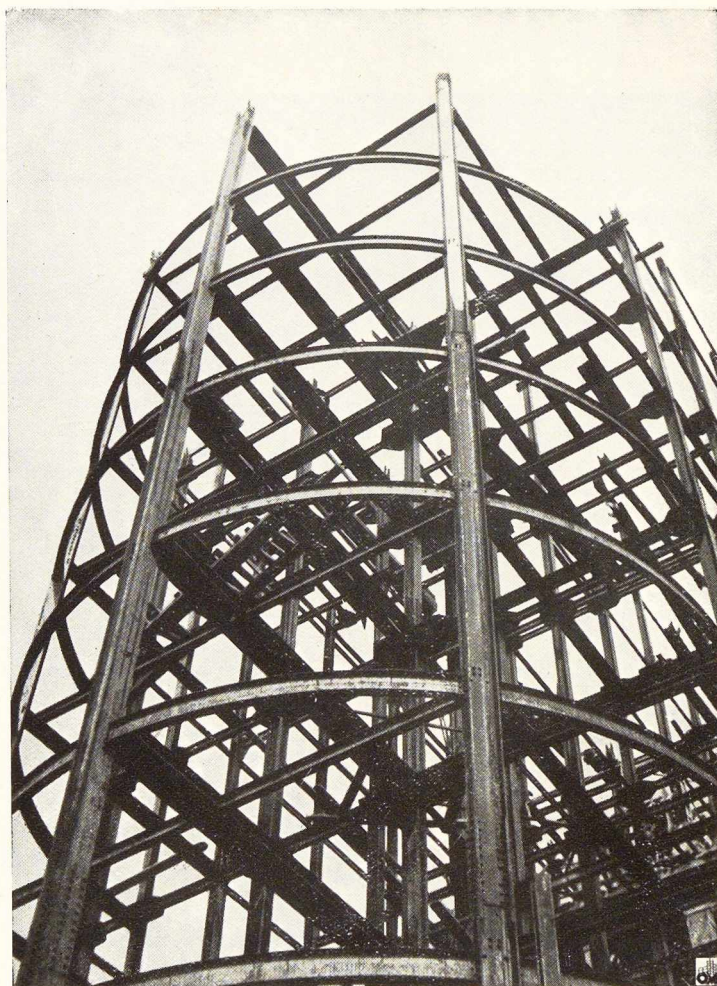
DES TRAVAUX DE
QUALITÉ CONSTAN-
TE AUX CARACTÉRI-
TIQUES MÉCANI-
QUES RÉPONDANT
AUX PLUS HAUTES
EXIGENCES ———

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE AUTOGÈNE, S. A.
58-62, RUE DES DEUX GARES - TÉL. 21.01.55 BRUXELLES



**POUTRELLES GREY
A LARGES AILES
ET FACES PARALLELES
DE 10 A 100 cm DE HAUTEUR**

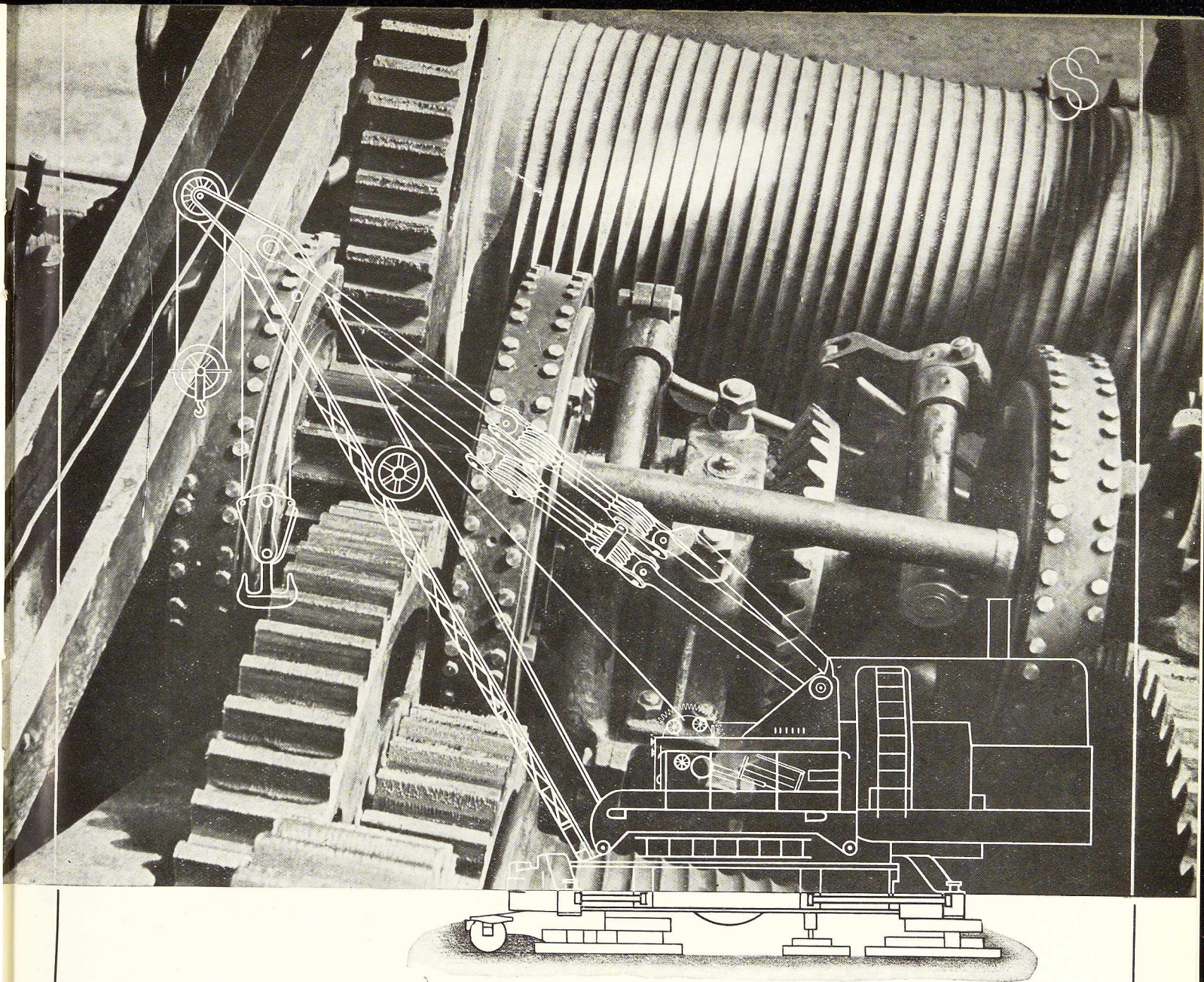
TYPE ÉCONOMIQUE D I E
TYPE A AME MINCE D I L
TYPE NORMAL D I N
TYPE RENFORCÉ D I R
TYPE A AILES ÉLARGIES D I H



Ossature de l'Institut J. Bordet et P. Héger

POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE

AGENCE DE VENTE POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE :
DAVUM, S. A., 22, rue des Tanneurs, 22, Anvers.
Téléphone 299.17. (5 lignes) — Télégramme Davumport



DÉTAIL DU MÉCANISME D'UNE GRUE ROULANTE DE
150 Tonnes FOURNIE AUX CH. D F. FRANÇAIS

COCKERILL

SERAING

Studio-Simar-Stevens

Dans la construction navale

LES ELECTRODES

OK



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

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

ESAB

SOCIÉTÉ ANONYME
116-118, rue Stephenson
BRUXELLES Téléphone 15.91.26



L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

10^e ANNÉE - N^o 5-6

MAI-JUIN 1945

UNIVERSITEIT GENT
AFDEELING voor BOUWKUNST
22, Plateaustraat GENT

Le bâtiment d'administration de la P. G. E. M. à Arnhem (Hollande)

Architecte-Ingénieur J.-H. Oosterhuis

Considérations générales

La *Provinciale Geldersche Electriciteits-Maatschappij* (P. G. E. M.), importante société d'électricité néerlandaise, a fait construire quelques mois avant le début de cette guerre un vaste bâtiment moderne pour ses services administratifs à Arnhem.

L'ancien immeuble administratif, situé de l'autre côté de la chaussée d'Utrecht, face à la nouvelle construction, avait dû subir, dès 1928, d'importantes transformations et agrandissements, le nombre du personnel employé atteignant alors 70 environ. Le rapide essor de la société fit ressortir, après quelques années, que tous les services étaient logés à l'étroit dans l'immeuble agrandi. Le personnel employé passait, en effet, de 70 en 1928 à 120 en 1938. Tenant compte de ces données et du manque de confort et d'hygiène créés par cette nouvelle situation, la société décida la construction d'un nouveau bâtiment administratif moderne et confortable, conçu de façon à pouvoir être agrandi ultérieurement sans nuire à son cachet architectural. Elle en confia l'étude à l'ingénieur J.-H. Oosterhuis.

Distribution des locaux

Le projet devait tenir compte du fait que l'ancien bâtiment serait maintenu en service. Dès lors, il fallut désigner les services et bureaux

qui déménageraient dans le nouvel immeuble. Après un examen approfondi, la meilleure solution parut être la suivante : les services comptabilité et administration passeraient dans le nouveau bâtiment, alors que la direction et le service technique resteraient dans l'ancien immeuble, à l'exception toutefois de la section « bâtiment » du bureau de dessin. En outre, il fallait prévoir dans l'immeuble à construire, au sous-sol, une vaste salle destinée aux archives, un abri pour la protection contre le péril aérien, la chaufferie, la sous-station électrique avec transformateurs et disjoncteurs, et l'installation de ventilation; au rez-de-chaussée, un hall central avec loge pour huissier; au premier étage, une salle de réunion pour le conseil d'administration, avec antichambre; ensuite une cantine avec réfectoire pour les employés et les locaux nécessaires pour les services de photographie et ses dépendances.

Le parti architectural adopté est représenté figures 156 et 157. En principe, chacun des quatre services (comptabilité, services régionaux, correspondance et bureaux de dessin), composant la partie administrative, occupe un étage. De la sorte, on trouve au rez-de-chaussée : le hall central, la loge de l'huissier et les services de comptabilité (la comptabilité mécanique a été installée dans une construction annexe, afin d'éviter aux autres bureaux les bruits des machines



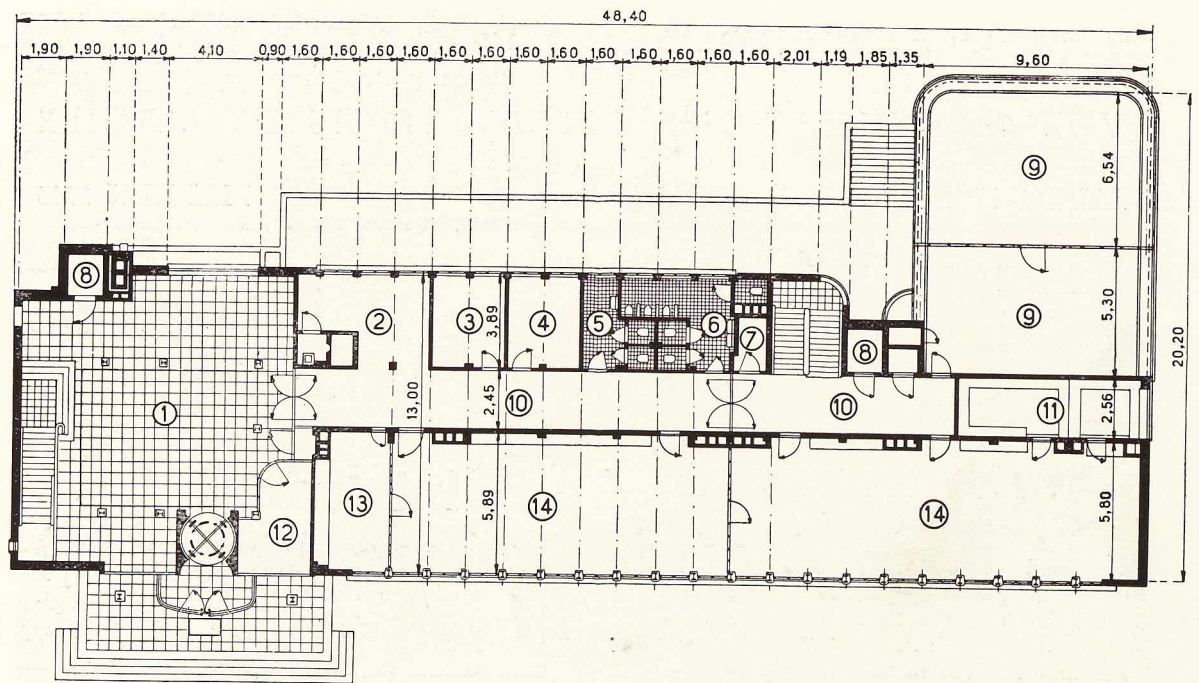


Fig. 156. Plan du rez-de-chaussée.

LÉGENDE : 1, hall; 2, vestiaire; 3, salle d'attente; 4, comptabilité; 5, toilette dames; 6, toilette messieurs; 7, canalisations et conduites; 8, ascenseur; 9, comptabilité mécanique; 10, corridor; 11, archives; 12, loge pour huissier; 13, caisse; 14, comptabilité.

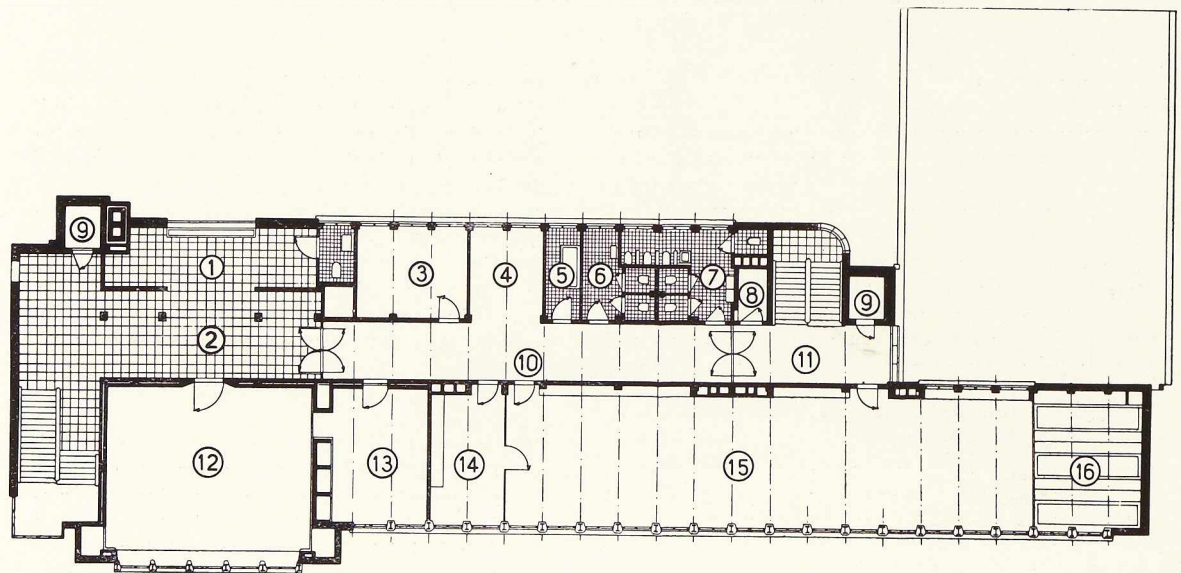


Fig. 157. Plan du premier étage.

LÉGENDE : 1, vestiaire de la salle de conseil; 2, hall; 3, salle d'attente; 4, vestiaire; 5, salle de bain; 6, toilette dames; 7, toilette messieurs; 8, canalisations et conduites; 9, ascenseur; 10, corridor; 11, vestibule; 12, salle du conseil d'administration; 13, antichambre; 14, compteur; 15, services régionaux; 16, archives.



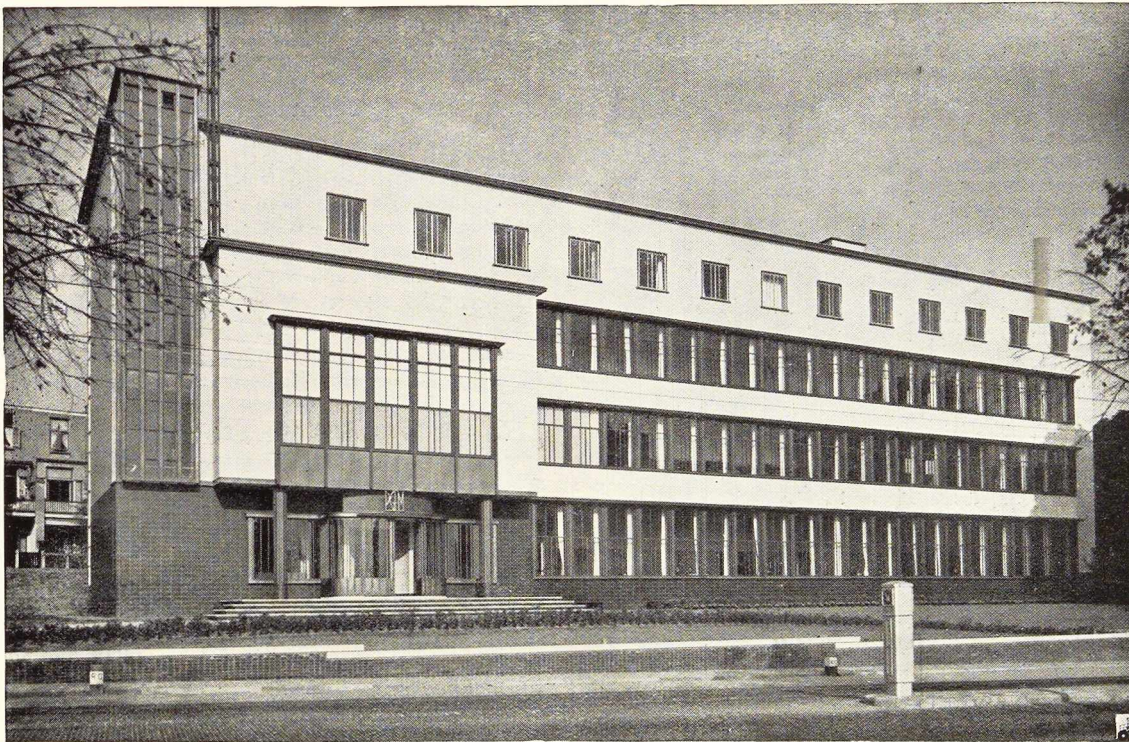


Fig. 158. Façade principale du nouveau bâtiment de la P. G. E. M.

comptables). Au premier étage : la salle de réunion du conseil d'administration avec ses antichambres et les bureaux des services régionaux. Au deuxième étage : la correspondance. Finalement, au troisième étage : le bureau de dessin et les services de photographie destinés à la publicité de la société.

Il est à remarquer que, dans un but d'économie, les corridors aux divers étages n'occupent pas la longueur totale du bâtiment. Notons, par ailleurs, que l'immeuble a été conçu de façon à permettre la construction, par la suite, d'une nouvelle aile du côté du hall central. Dès maintenant, il a été jugé souhaitable de relier l'ancien et le nouveau bâtiment par un tunnel. Celui-ci s'amorce dans le nouveau bâtiment à l'endroit de la cage d'escalier, côté du bâtiment annexe, et s'en éloigne sous le niveau des sous-sols.

Système constructif

Le choix comme système constructif de l'ossature métallique est particulièrement caractéristique dans le bâtiment qui nous occupe. En fait,

ce bâtiment ne comporte que trois étages sur rez-de-chaussée et, de plus, n'offre, ni grandes portées, ni charges élevées. Le choix de l'ossature métallique a été motivé par les avantages suivants :

- 1° Montage rapide;
- 2° Sécurité du matériau, qui dispense d'un contrôle minutieux;
- 3° Dégagement des étages pendant le cours de la construction, les planchers en béton reposent, en effet, directement sur les poutrelles de l'ossature et, de ce fait, exigent moins de coffrages et évitent la forêt d'étais qui caractérise les ossatures en béton;
- 4° Rapidité de construction : dans une ossature métallique, même partiellement montée, dès que les assemblages réalisent une fixation suffisante, les différents corps de métiers peuvent se succéder pour la construction des planchers, des murs, des cloisons intérieures et des installations diverses;
- 5° Meilleure isolation acoustique. A ce propos, on connaît l'inconvénient de l'ossature monolithique en béton, dans laquelle les murs de





Fig. 159. Vue de la salle de dessin située au 3^e étage.

remplissage sont construits d'un matériau de nature semblable au béton, favorisant de la sorte, à un degré élevé, la transmission du son. Il n'en est pas de même dans une construction à ossature en acier où chaque nœud d'assemblage constitue un obstacle à la transmission du son, et où les murs de remplissage en maçonnerie, d'ailleurs toujours d'actualité, sont d'une nature complètement différente de l'acier. La transmission du son y est pratiquement très réduite. C'est ainsi que dans l'immeuble de la P.G.E.M. les résultats obtenus ont donné entière satisfaction surtout en tenant compte qu'aucune mesure spéciale d'ordre acoustique n'a été prise, à l'exception des cloisons intérieures construites en béton cellulaire reposant sur une couche de liège comprimé;

- 6° Economie : lorsque le coût d'une ossature en acier est sensiblement le même que celui d'une ossature en béton, il est préférable d'employer l'acier;
- 7° Considération architectonique : à côté des avantages d'ordre technique donnés ci-dessus, le choix de l'ossature en acier a été motivé

par le désir de l'architecte de « construire léger ».

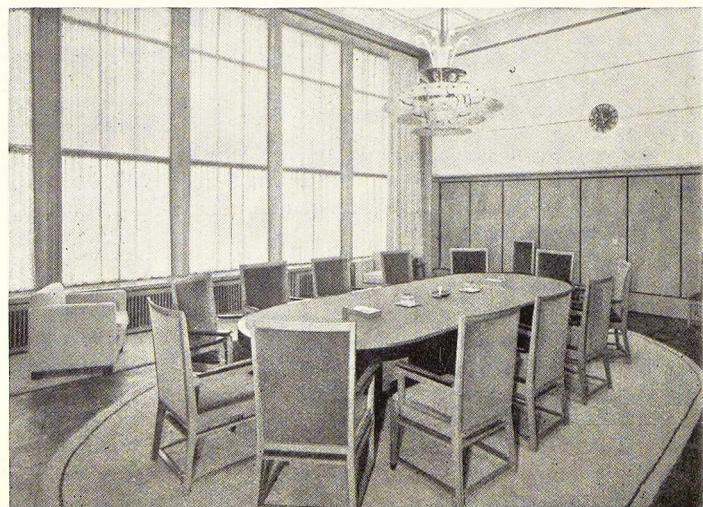
Description de l'ossature métallique

L'ossature métallique commence au niveau du rez-de-chaussée; les sous-sols et les fondations sont construits en béton armé (fig. 161). Les poteaux en façade, distants de 1^m60 d'axe en axe, sont des poutrelles à larges ailes H_e 12, dont la section reste la même sur toute la hauteur du bâtiment. Il aurait été possible de réduire à chaque étage la section de ces poutrelles, mais l'économie ainsi réalisée n'aurait pas compensé le supplément de travail nécessité par les assemblages et les détails constructifs plus compliqués. Les poutres transversales sont réalisées en poutrelles normales, sur la semelle supérieure desquelles ont été soudées des spires Alpha (fig. 161). Ce système s'est avéré particulièrement économique. L'exemple suivant montrera l'ordre de grandeur de l'économie ainsi réalisée. Les poutres soutenant les planchers des bureaux ont une portée de 5^m90 et supportent une charge uniformément répartie de 250 kg/m². En limitant la flèche au 1/600^e de la portée, il aurait fallu, dans le cas d'une poutrelle normale ordinaire, un profil IPN 26. Dans le cas de la poutrelle armée d'une spire Alpha, un profil IPN 20 a été trouvé suffisant. L'économie en poids ainsi réalisée est d'environ 36 %; sur l'ossature entière cette économie représente encore 15 %.

Un second et important gain en poids a été obtenu par un choix judicieux des matériaux de remplissage et du revêtement. Dans la construction envisagée, les murs de remplissage représentent un poids de 370 kg/m², alors qu'un mur en maçonnerie de 1 1/2 brique d'épaisseur pèse 600 kg/m², d'où 38 % de réduction de poids mort.

L'ossature métallique a été assemblée par rivure et n'offre, au point de vue exécution et montage, aucune caractéristique bien spéciale. Le tonnage d'acier St. 37 mis en œuvre est de

Fig. 160. Salle de réunion du conseil d'administration.



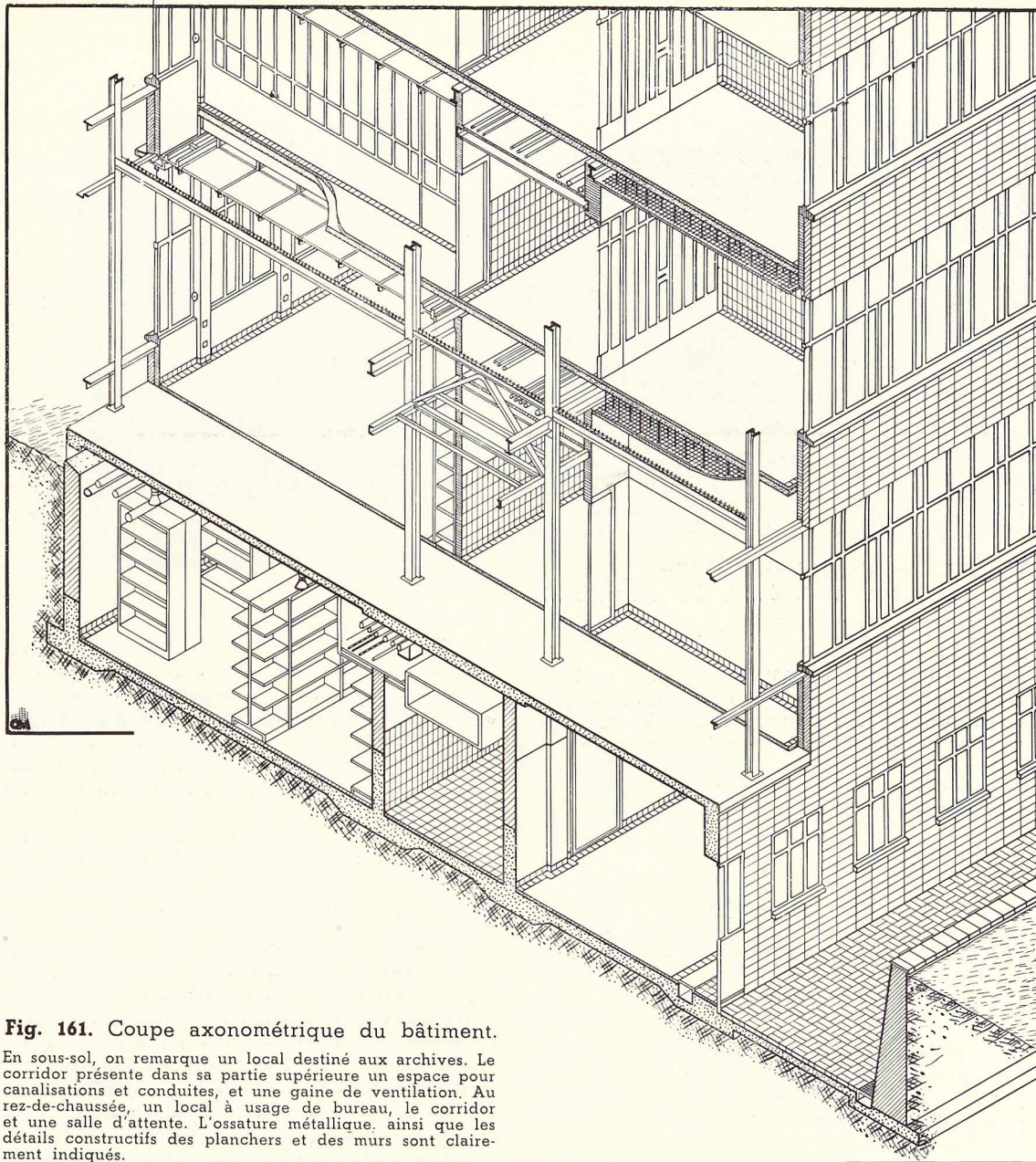


Fig. 161. Coupe axonométrique du bâtiment.

En sous-sol, on remarque un local destiné aux archives. Le corridor présente dans sa partie supérieure un espace pour canalisations et conduites, et une gaine de ventilation. Au rez-de-chaussée, un local à usage de bureau, le corridor et une salle d'attente. L'ossature métallique, ainsi que les détails constructifs des planchers et des murs sont clairement indiqués.

128 tonnes. Tenant compte que le cube bâti, à partir du rez-de-chaussée, s'élève à 11.120 m^3 , il a été utilisé $11,5 \text{ kg}$ d'acier par m^3 , ce qui indique un emploi très judicieux du métal. Néanmoins, compte tenu des charges imposées dans les calculs, l'ossature offre une marge de sécurité appréciable.

Parachèvement

Murs extérieurs

On a été particulièrement attentif dans le choix des matériaux constituant les parois extérieures.

Les principales conditions auxquelles devaient satisfaire les matériaux étaient : l'imperméabilité, l'isolation thermique et la légèreté.

À l'exception des pignons, les murs extérieurs sont constitués de la manière suivante, en allant de l'extérieur vers l'intérieur : le parement, un mur de maçonnerie d'une demi-brique, une couche de ciment étanche de $1,5 \text{ cm}$ d'épaisseur, une paroi de 7 cm d'épaisseur en briques de béton cellulaire, un enduit de mortier rendu étanche et, finalement, un revêtement de finissage.

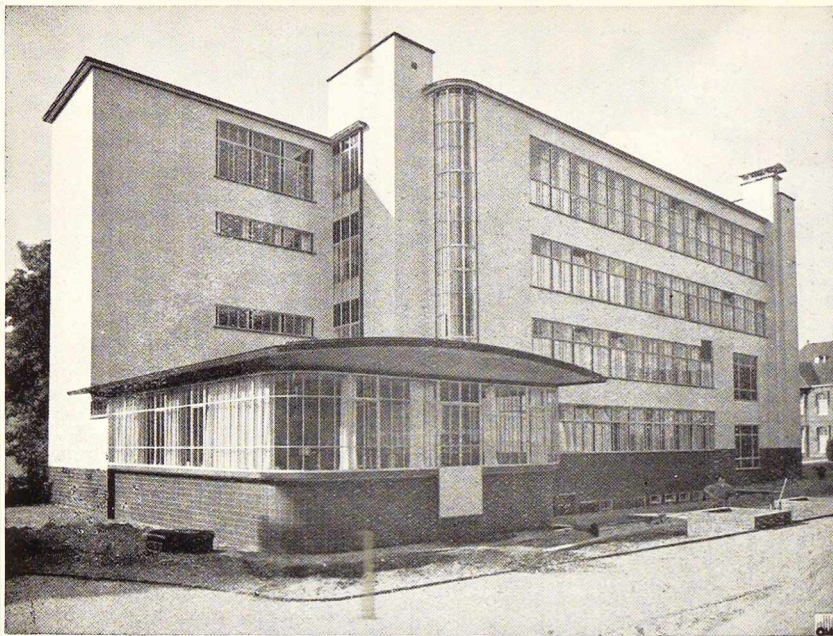


Fig. 162. Vue de la façade arrière. A l'avant-plan, l'annexe destinée à la comptabilité mécanique.

Extérieurement, les murs de façade sont revêtus presque totalement de carreaux céramiques émaillés de tonalité crème, à l'exception toutefois de l'encorbellement de la salle de réunion du conseil d'administration et des allèges de la façade Sud, qui ont un parement en plaques de travertin blanc d'Italie. Les soubassements de l'immeuble sont revêtus de carreaux céramiques émaillés de teinte brun foncé.

Les figures 156 et 162 mettent nettement en relief l'heureuse opposition des tons sombres et clairs des façades, alternés avec des larges baies vitrées, dont les montants sont garnis de bandes de verre noir.

Murs intérieurs

Les cloisons intérieures, construites en béton cellulaire, reposent sur le plancher en béton armé par l'intermédiaire d'une couche de liège comprimé, afin de réduire au strict minimum la propagation des bruits.

Parmi les différentes considérations qui ont motivé le choix du béton cellulaire, citons : la facilité de la mise en œuvre, l'exécution sans difficultés de gaines destinées aux canalisations électriques et autres, la possibilité de fixer des clous dans les murs sans devoir faire appel à des outils spéciaux (rawplugs ou vis à coin), enfin son excellent pouvoir isolant.

Jusqu'à 1^m50 de hauteur, les corridors ont été revêtus de carreaux de teinte vert mat rejointoyés au ciment de couleur bleue. Les murs des locaux à usage de bureaux ont été finis jusqu'à hauteur des portes avec un enduit plastique très résistant et très décoratif; les parties restantes

ont été parachevées par deux couches de couleurs.

Les halls du rez-de-chaussée et du premier étage ont un revêtement, jusqu'à hauteur des portes, en carreaux de teinte claire.

Planchers

Comme il a été dit plus haut, l'élément résistant des planchers est en béton armé, sur lequel ont été appliqués une couche de béton cellulaire, une couche de liège expansé et, finalement, le revêtement d'usure en « marmoleum ». Cette disposition a été utilisée dans tout le bâtiment, sauf pour les halls où le revêtement d'usure est constitué par un dallage en marbre travertin de 30 cm X 30 cm. Les plafonds, exception faite des parties translucides, ont été exécutés par un enduit sur treillis céramique, soutenu par un réseau de fers ronds suspendu au plancher en béton.

Eclairage

Comme il se doit pour une société d'électricité, l'éclairage du bâtiment a été minutieusement étudié et l'installation particulièrement soignée. La majeure partie des locaux de service ont été dotés d'un éclairage par un faux-plafond translucide. Celui-ci est constitué par un grillage en fers T soudés sur lequel reposent les carreaux de verre dépoli.

Cet éclairage assure aux bureaux, à la hauteur de travail, une diffusion parfaite d'une luminosité de 130 lux. Les corridors et les halls sont éclairés au moyen de tubes à décharge.

Chauffage et ventilation

Le chauffage central est du type à eau chaude, par radiateurs du type normal. L'installation est alimentée par deux chaudières de 29,4 m² de surface de chauffe, fonctionnant à l'huile lourde. Cependant, celles-ci peuvent, le cas échéant, être chauffées au coke moyennant une grille spéciale.

Le conditionnement de l'air a été prévu dans tous les locaux affectés à des travaux en commun. La prise d'air frais se fait à la façade Nord, au niveau du second étage; un ventilateur est installé dans le sous-sol; l'air après avoir été chauffé, humidifié, puis réchauffé, est distribué dans les différents locaux par un réseau de canalisations.

Tunnel

Un tunnel, long de 30 mètres environ, relie l'ancien au nouveau bâtiment. Il a été réalisé en béton armé. Pour sa construction, on a établi sous la chaussée, dont le trafic est très intense, un pont provisoire en profils d'acier. Le parachevement du tunnel est identique à celui des corridors.



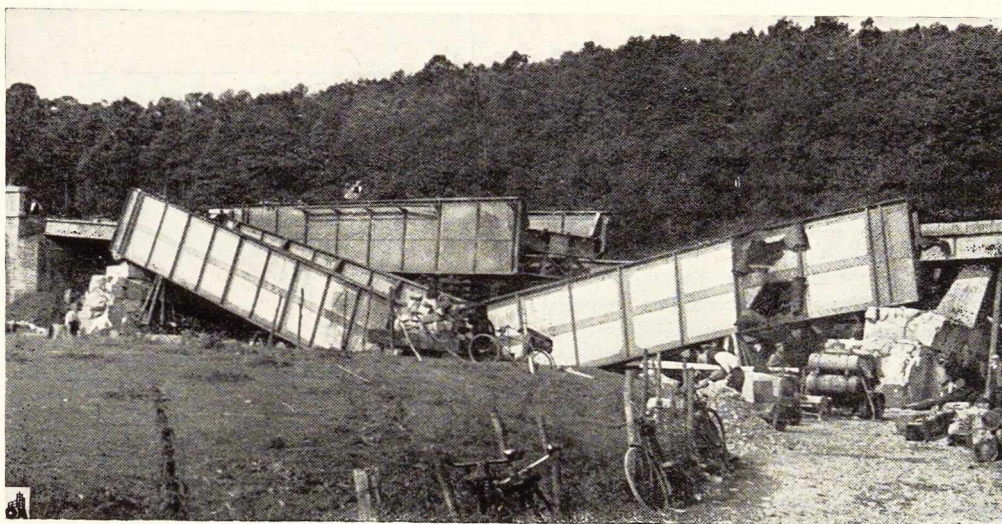


Fig. 163. Pont de Melreux sur la ligne Liège-Jemelle. On note que la plus grande partie de l'ouvrage est encore réutilisable, les destructions étant localisées. Voir également la figure 184.

La destruction des ponts-rails métalliques pendant la guerre

par **C. F. B. Lemaire**,
Ingénieur des Constructions civiles A.I.G.
Titulaire du Prix Ch. Lemaire

Il est heureusement rare que les ingénieurs d'un pays aient la possibilité d'examiner comment les constructions qu'ils ont conçues résistent à des destructions violentes. L'invasion de la Belgique, en 1940, a provoqué la destruction volontaire d'une quantité impressionnante d'ouvrages d'art construits entre la fin du XIX^e siècle et les années précédant la guerre. Il n'est pas sans intérêt de s'efforcer de tirer de cette catastrophe des conclusions quant à la valeur de ces ouvrages et des matières premières qui ont été employées à leur construction.

L'étude de M. l'Ingénieur C. LEMAIRE a donc à ce titre un très grand intérêt. Elle montre notamment que la qualité du métal employé dans les ponts de chemins de fer était bonne et que le degré de sécurité que présentaient ces ouvrages était, de ce fait, très élevé.

D'autre part, elle montre aussi que les griefs que l'on avait formulés en ce qui concerne la résistance des constructions soudées aux sollicitations particulièrement sévères des ponts-rails n'étaient pas fondés. Certains ouvrages, dont l'exécution avait donné lieu à des critiques, ont fait preuve d'une capacité de résistance élevée qui mérite d'être soulignée. O. M.

Introduction

La défense du territoire a entraîné, en 1940, la destruction au moyen d'explosifs, par l'armée belge, de 285 ponts-rails, de 60 passages supérieurs et de 10 tunnels. Cet ensemble d'ouvrages, généralement compris dans le réseau des chemins de fer belges, nécessitera pour sa reconstruction un total de 54.000 tonnes d'acier. La destruction des ponts a été beaucoup plus violente en 1940

qu'en 1914-1918. La violence des explosions a entraîné des ruptures par décohésion à faibles déformations. La chute des parties détruites a, au contraire, donné lieu parfois à des déformations plastiques, développées et fort intéressantes.

Dans beaucoup de cas, l'importance des charges d'explosifs ⁽¹⁾ a provoqué la destruction de

(1) Les charges étaient constituées de trinitrotoluène qui n'explose que sous l'action d'amorces puissantes. L'énergie libérée est de l'ordre de 350.000 kgm par kg d'explosif uti-

culées et de piles, parfois une sorte de volatilisation ou pulvérisation du béton et la projection à grande distance de pierres de taille et de blocs de béton. D'ailleurs, les maisons ont subi, aux abords des ponts, des dégâts plus importants relativement que ces ponts mêmes. Dans les ponts en béton, les destructions sont profondes au point de laisser la pierraille parfois complètement dépouillée de sa gangue de mortier. Des massifs en béton, non soumis directement à l'action des explosifs mais seulement à des poussées, se sont séparés en blocs suivant des plans horizontaux, correspondant probablement à des reprises mal soignées. Des parties de murs ont ainsi glissé parfois de 20 centimètres sur la maçonnerie sous-jacente, sans se disloquer, ni se déverser. En béton armé, on a constaté des adhérences imparfaites des armatures au béton : des aciers ont été littéralement « déshabillés » comme si on les avait retirés d'une gaine. Des crochets d'ancrage des armatures ont été complètement ouverts.

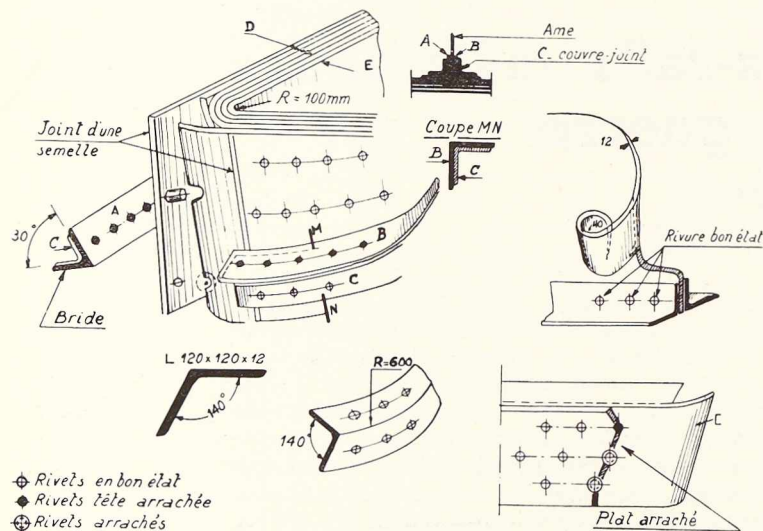


Fig. 164 à 167. Effet du choc sur un assemblage rivé.

D'une manière générale, de l'état dans lequel on a trouvé les charpentes métalliques après les explosions, on peut conclure que l'acier doux ordinaire que nous avons employé est de bonne composition. La section de rupture d'une construction rivée présente une striction importante; les trous de rivets sont ovalisés dans la section de

lisé. Si donc, dans un plan de rupture, le poids des charges est de 100 kgs, l'énergie dégagée en une très faible fraction de seconde est de 35 millions de kgm, donc suffisante pour soulever un tablier métallique de 1.000 tonnes à 35 mètres de hauteur.

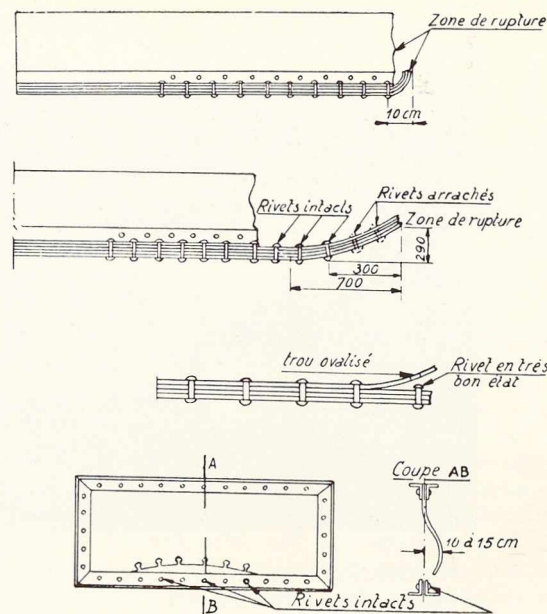


Fig. 168 à 171. Etat des rivets après l'explosion.

rupture. Dans une construction soudée, il n'y a pas de striction à cause des multiples tensions internes qui y règnent.

Les ponts soudés à âme pleine, allant jusqu'à 33 mètres de portée, se sont bien comportés. Leur bonne tenue montre que les appréciations pessimistes dont ils avaient fait l'objet étaient injustifiées. Dans la partie de la présente étude relative aux ponts du Canal Albert, on trouvera à ce sujet des renseignements complémentaires.

Les constructions établies ou renforcées depuis la constitution de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges se sont, dans leur ensemble, remarquablement comportées, ce qui confirme les constatations déjà faites en septembre 1939, après la destruction, par explosion accidentelle provoquée par un orage, du pont-rail du Val Benoît à Liège. C'est aux soins apportés à la conception organique des tabliers de pont qu'on doit la grande robustesse constatée. Grâce aux dispositions rationnelles adoptées pour les entretoisements et les contreventements, il ne s'est produit que peu de grandes déformations d'ensemble; on n'a guère constaté que des déformations locales, n'affectant que les zones touchées par les effets directs des explosions, des chutes ou des chocs.

Il y a lieu, notamment, de signaler l'efficacité remarquable des raidisseurs verticaux des poutres à âme pleine, comme ceux que comprennent le pont de Melreux (fig. 163), le pont dit « de Louvain » à Charleroi, et le pont de Kaaskerke à Dixmude. Contrairement à ce qu'on aurait pu croire, ces grandes poutres, n'ont subi



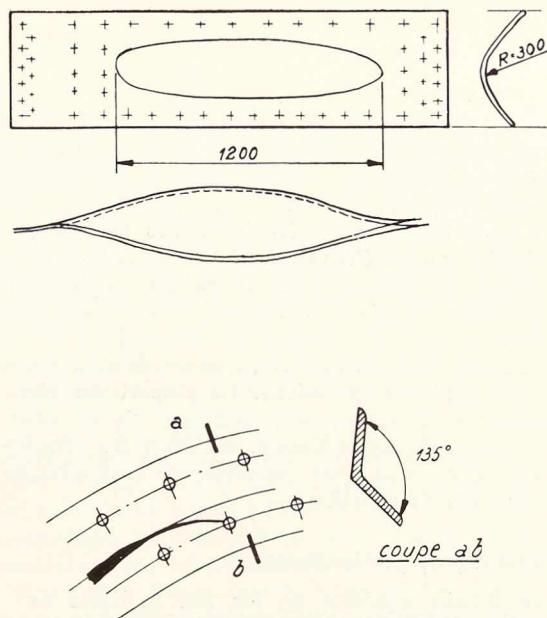


Fig. 172 et 173. Détails de poutres endommagées par l'explosion.

que peu de déformations transversales. Beaucoup de poutres de ce type sont restées réutilisables en grande partie. En ce qui concerne les anciens ponts, de conception moins rationnelle, dont les charpentes étaient constituées suivant des règles moins judicieuses, on a constaté des déformations plus grandes, des dégradations plus graves, rendant certaines réutilisations plus difficiles. Mais il est à remarquer que, même dans ces cas, on voit nettement apparaître le rôle bienfaisant des liaisons, comme celles que réalisent les entretoisements et les contreventements. Dans le cas d'entretoisements insuffisants, on a pu observer de nombreux effets curieux de flambages locaux.

En résumé, en dehors des avaries locales dues à la chute sur les culées ruinées ou sur le sol voisin, seuls les éléments directement atteints par l'explosion sont détruits. Les barres voisines, pour les poutres en treillis, les régions voisines pour les poutres à âme pleine, les assemblages voisins ont peu ou point souffert. De nombreux exemples pourraient mieux illustrer ces constatations générales.

Remarques générales relatives aux ouvrages rivés

D'une façon générale, les assemblages rivés ont bien résisté. Les rivets voisins de zones rompues ont été retrouvés, en majeure partie, en bon état, de même qu'aux endroits où le métal n'était que partiellement arraché ou tordu. Dans une bride constituée par une âme de 500×11 , deux cornières de $100 \times 100 \times 11$ et trois semelles de

11 mm d'épaisseur, on a trouvé des rivets intacts à moins de 10 cm d'une zone de rupture et tout contre la ligne de repli des tôles sur elles-mêmes. Dans une autre membrure, on a trouvé des rivets en bon état à proximité d'une zone de rupture et où les tôles de semelle, sans être complètement repliées sur elles-mêmes, étaient fortement ployées sur une assez grande longueur (fig. 168). Les trous sont généralement ovalisés et, en certains endroits, le métal de la première tôle a cédé à la périphérie de la tête du rivet, pour permettre le passage de celle-ci (fig. 169 et 170). Les craquelures sont très rares ou inexistantes dans les parties de métal tordues ou arrachées. Dans certains cas, les rivets sont restés en place et n'ont subi qu'une déformation par flexion du corps dans le plat déformé. Il existe quantité de rivets dont la tête a disparu. On pourrait peut-être expliquer cette rupture par une fragilité au collet du rivet, consécutive à la compression du métal au moment du rivetage et suivie d'un refroidissement plus rapide de cette zone que pour la masse du métal formant la tête. A l'occasion du dérivetage à la limite des parties récupérables, il a été parfois trouvé des rivets ne remplissant pas entièrement les trous des pièces à assembler. Dans bien des cas, les têtes « boutrollées » sont déportées, surtout dans les rivets dont le diamètre est supérieur à 20 mm.

Généralement aussi, la striction est nettement caractérisée dans les sections de rupture par explosion. Toutefois, nous avons constaté une ou

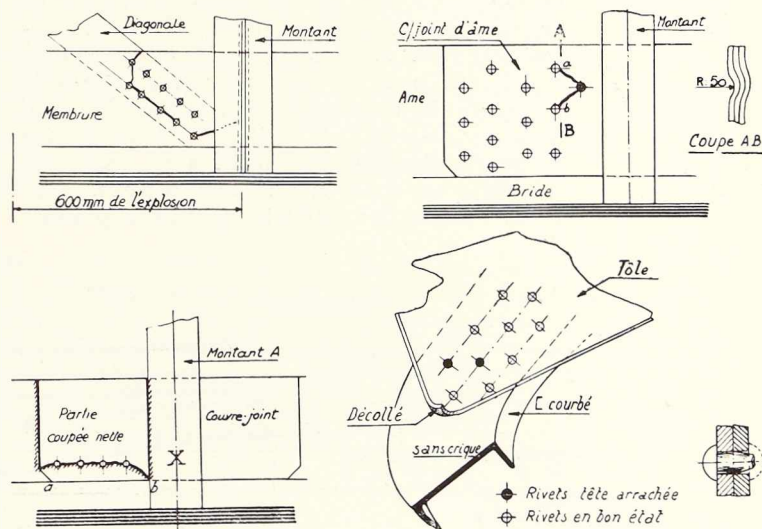


Fig. 174 à 177. Poutres et rivure endommagées par l'explosion.

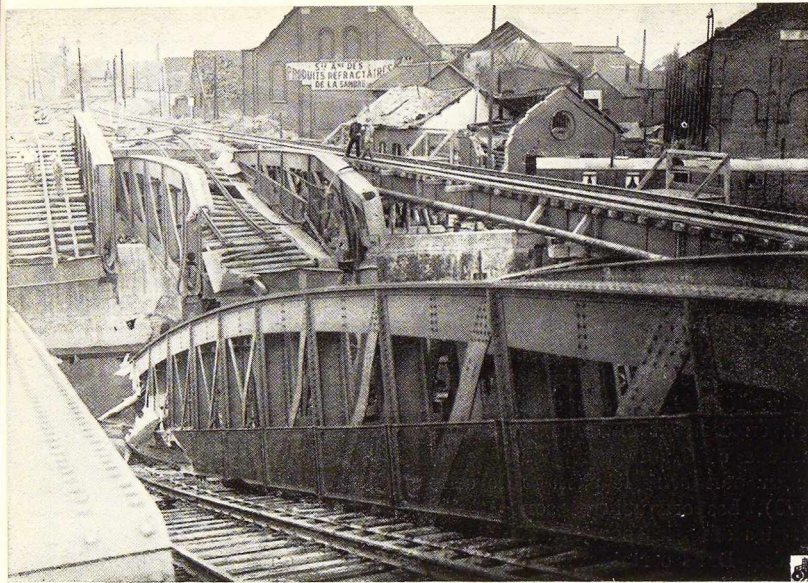


Fig. 178. Pont sur la Sambre, à Marchienne-au-Pont.

deux sections de rupture de l'espèce, franchement nettes, et faites comme à la cisaille; il ne semble pas qu'il y ait striction dans tous les cas. Cette absence de striction peut évidemment provenir du fait que les constatations relevées l'ont été dans des parties constitutives d'épaisseur relativement faible et dont le sectionnement, ou la rupture, a pu se faire par suite de la projection violente d'un fragment quelconque de métal arraché ou même d'une pièce entière.

Nous avons remarqué aussi des entretoises et des longrines de section composée, dont l'âme présentait un creux parfois très important, dû au choc d'une pièce ou d'un fragment quelconque projeté. Dans certains cas, le choc a dû être violent, car nous avons retrouvé des pièces dont le métal était percé de part en part comme à la poinçonneuse; dans un cas, sur la tôle d'un panneau de passerelle de visite, le trou atteint 40 cm de diamètre et le métal a été replié sur lui-même en étoile sur la face opposée. Nous avons examiné une entretoise dont l'âme présente

un creux de 10 à 15 cm sous l'effet du choc et dont le métal a été arraché au droit de plusieurs rivets (fig. 171 à 177).

Les ruptures caractéristiques des assemblages rivés se sont révélées en plusieurs endroits, c'est-à-dire qu'elles ont eu lieu en suivant la ligne ou traînée. Des fissures ont été rencontrées aux angles vifs des goussets ou des profilés. Il est possible, dans certains cas, que ces défauts soient antérieurs aux explosions. La plupart des tôles, goussets et profilés fortement ou pliés, n'ont pas le métal fissuré. Au droit des arrachements, certains plats (semelles) se sont allongés par suite de striction.

Remarques particulières

Ponts-rails anciens, en fer, sur la ligne de Namur-Charleroi-Erquelines (ayant 60 ans d'existence environ)

D'une façon générale, les anciens ponts rivés, en fer, de la ligne Namur à Erquelines, se sont très bien comportés, sous l'effet des explosions. Le métal s'est montré ductile et capable de grandes déformations plastiques.

On peut voir de nombreux éléments pliés, courbés, gauchis, enroulés en hélice et ne présentant ni criques, ni fissures. Les cassures ne sont pas nettes comme dans un métal fragile; elles sont au contraire rugueuses, raboteuses, à arrachements. Autour de certains trous provoqués dans des tôles par l'explosion, on peut voir des parties déchirées, repliées, mais attendant encore à la pièce. Le fer étant fibreux, c'est dans le sens de la direction des fibres que beaucoup de cassures se présentent. Les rivures sont généralement intactes aux abords des cassures et les assemblages ne se sont pas disloqués. Sur douze tabliers, six étaient sectionnés et effondrés. Six autres, quoique étant presque entièrement sectionnés, reposaient encore sur les culées après avoir subi un affaissement d'environ 0^m50. C'est

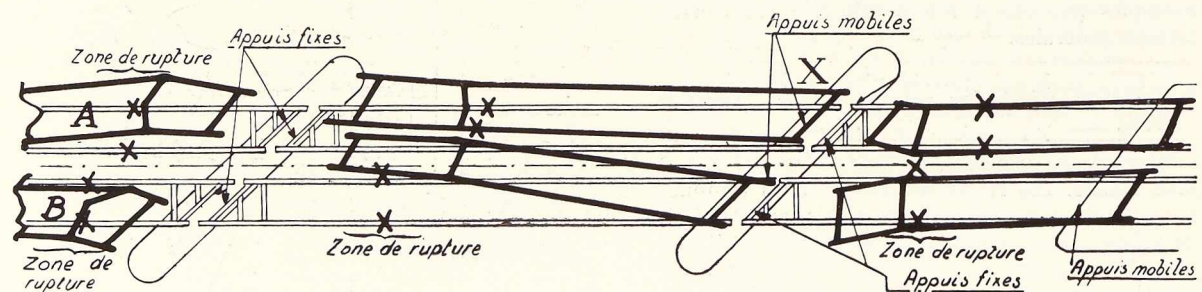


Fig. 179. Position des tabliers après l'explosion du pont de Chanxhe, sur l'Ourthe.



la meilleure preuve que les assemblages rivés se sont bien comportés et que le métal ne présentait aucune fragilité.

Cette constatation est particulièrement intéressante étant donné les résultats sévères des études structurales, relatives au fer dont nous parlerons plus loin.

Pont sur la Sambre, à Marchienne-au-Pont (construit à la fin du XIX^e siècle) (fig. 178)

1^o On a pu constater qu'à proximité des panneaux brisés par l'explosion, les rivets des diagonales étaient intacts bien que les montants proches fussent tordus et hors d'usage et que les assemblages du montant et de la console de la passerelle aient été sectionnés.

2^o Au droit des panneaux brisés par les explosions, les semelles des membrures supérieures et inférieures ont été repliées sur elles-mêmes comme si elles avaient été chauffées. Aucune craquelure n'a été découverte aux plis des tôles. Seuls des trous de rivets étaient ovalisés au droit de la section de rupture, les autres trous voisins étaient bien conservés; les rivets semblaient avoir cédé par arrachement des têtes. La section de rupture présente une striction très marquée.

3^o Les entretoises sont gauchies fortement. Ces déformations semblent plutôt provenir d'un allongement des longrines situées dans les panneaux de rupture. Ces longrines, sollicitées par un effort brusque d'extension, ont entraîné les entretoises voisines. Les assemblages extrêmes de ces dernières ont résisté et les âmes des entretoises ont fléchi transversalement.

4^o Les appareils d'appuis sont restés intacts.

5^o Les tabliers sont constitués de membrures en caissons, de montants en cornières et de diagonales en fers U pour les panneaux extrêmes et de fers plats pour les panneaux médians. Les diagonales ne portent guère de traces d'explosion, sauf



Fig. 180. Pont à Lobbes, au-dessus de la Sambre.

pour les panneaux brisés. Les montants voisins des panneaux rompus se sont bien comportés et ont conservé leur rivure intacte, leur alignement et leur verticalité.

Pont de La Buissière

Détruit en 1918, ce pont a été rétabli en 1920 par la Société anglaise « The Cleveland »; il était constitué par deux tabliers en acier (un pour chaque voie) avec poutres à treillis multiples, entretoises et longrines métalliques sous traverses équarries; portées de 43 m; biais de 66°.

Les chambres de mines n'ont pas été utilisées. Les deux tabliers ont été détruits par l'explosion des charges installées au droit des premier et deuxième tiers de la longueur des poutres et fixées aux membrures inférieures et supérieures de celles-ci. Aux brides inférieures du deuxième tiers (côté Charleroi), le métal a été complètement arraché par l'explosion; c'est en cet endroit que l'affaissement du pont s'est produit. Au droit

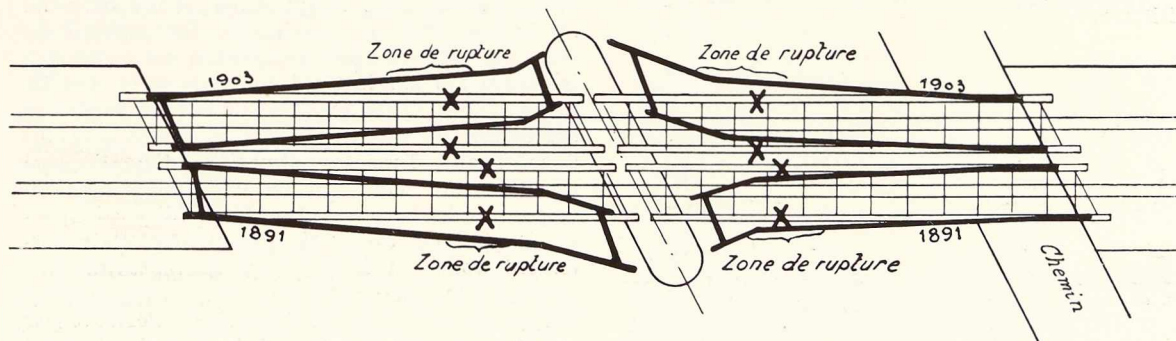


Fig. 181. Position des tabliers après l'explosion du pont de Douxflamme, sur l'Ourthe.



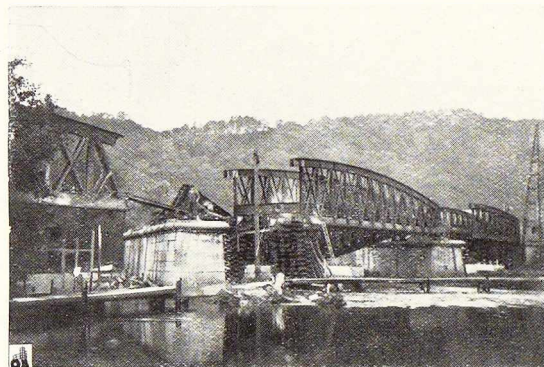


Fig. 182. Pont de Douxflamme, en cours de reconstruction.

du premier tiers (côté Erquelinnes), le métal des brides tant inférieures que supérieures a souffert de l'explosion mais, en aucun endroit, il ne présentait une rupture franche.

Pont à Lobbes, au-dessus de la Sambre
(fig. 180)

La destruction a été pratiquée sur les deux ponts de 44 m de portée totale, 4^m75 de hauteur de poutre en treillis multiples, fortement contreventés.

Déformations dues à la chute : ces déformations sont surtout importantes dans les membrures horizontales, dans les contreventements verticaux, dans les montants et dans les diagonales aux abords des panneaux détruits par l'explosion là où la chute a été la plus grande. Ces déformations diminuent graduellement pour les contreventements, les diagonales et les montants (diminution complète au bout de quatre

Fig. 183. Pont provisoire de Herenthals du type militaire.

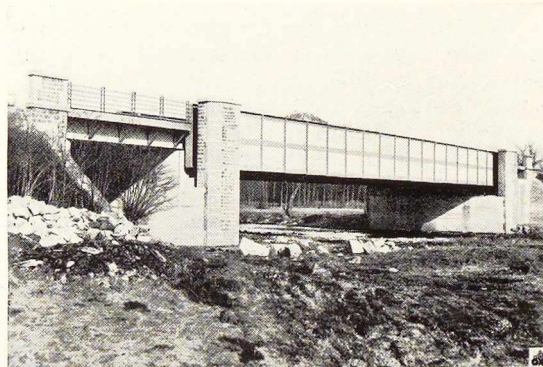


Fig. 184. Pont de Melreux.

panneaux de 2^m40) et elles cessent brusquement pour les semelles inférieures et supérieures à partir du deuxième panneau compté de l'endroit de rupture due à l'explosion.

Pont de Chanxhe, sur l'Ourthe

Cet ouvrage comportait, pour chaque voie, deux travées identiques, biaises et à poutres en garde-corps. Deux tabliers sont en fer et datent de 1891; les deux autres sont en acier et datent de 1903. Les poutres étaient du type mixte de 3^m30 de hauteur totale, dont 1^m40 à âme pleine à la partie inférieure et 1^m90 en treillis multiple. La portée était de 36 mètres pour chaque travée. Schématiquement, l'ouvrage se présentait en plan comme il est indiqué, en traits fins, au croquis de la figure 179.

Les charges furent placées pour chaque poutre sensiblement à l'endroit marqué par une croix, soit à 1/3 de la portée de part et d'autre de la pile centrale. Les charges ayant explosé simultanément, les quatre tabliers furent déportés de part et d'autre de l'axe longitudinal, d'une quantité atteignant 3^m50 au maximum. La position en plan des tabliers après l'explosion est indiqué à la figure 179 par le tracé en traits forts. Les tabliers étaient restés appuyés sur le bord supérieur des culées, les extrémités vers la pile se trouvant dans l'eau. Tous les appareils d'appui sont restés en bon état. Par suite du biais de l'ouvrage, et de la projection des tabliers de part et d'autre de l'axe, chaque poutre était fortement voilée et le platelage formait une surface gauche. La destruction est identique pour chaque poutre : rupture de la lisse inférieure par l'effet de la charge et rupture par flambement de la lisse supérieure au moment de la chute du

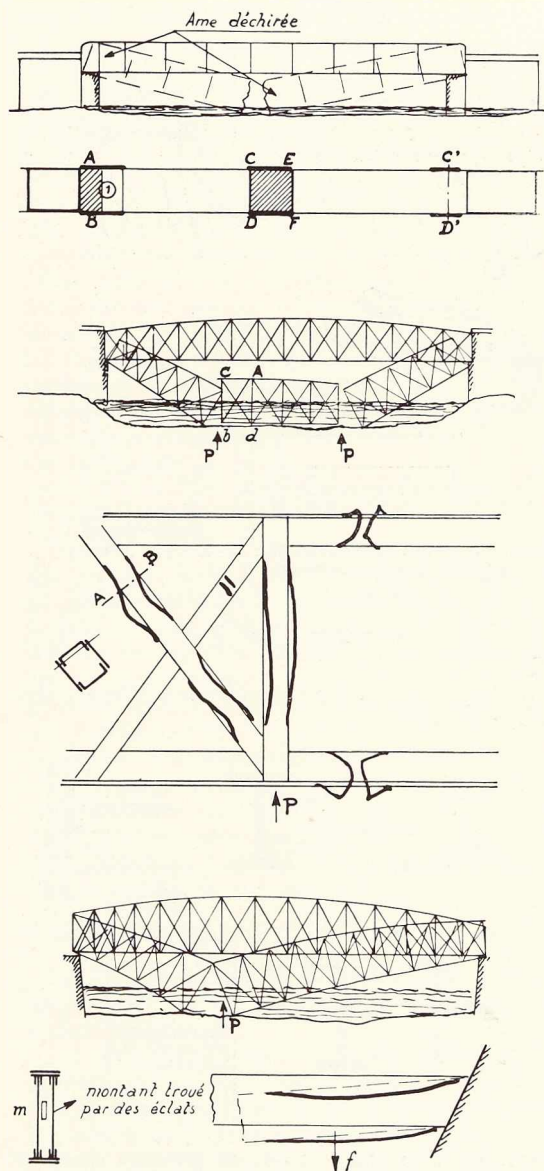


Fig. 185 à 189. Déformations d'ensemble des maîtresses poutres après l'explosion des ponts de Bomal et de Sy.

tablier. Le pli en forme de Z est caractéristique. La partie à âme pleine ainsi que le treillis ont subi des déformations variables sous l'effet du souffle et des réactions, au moment du choc sur le fond de la rivière. Les longrines et entretoises, situées dans la zone de rupture, ont été

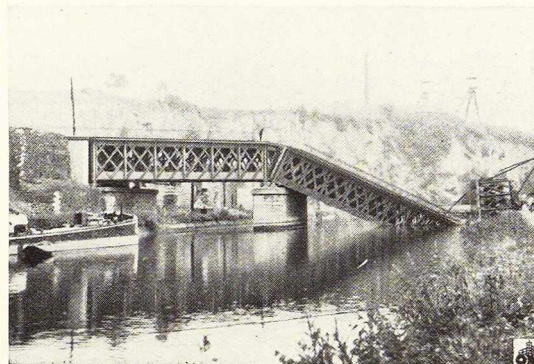


Fig. 190. Pont de Remouchamps, dont les ruptures sont dues à la chute du tablier.

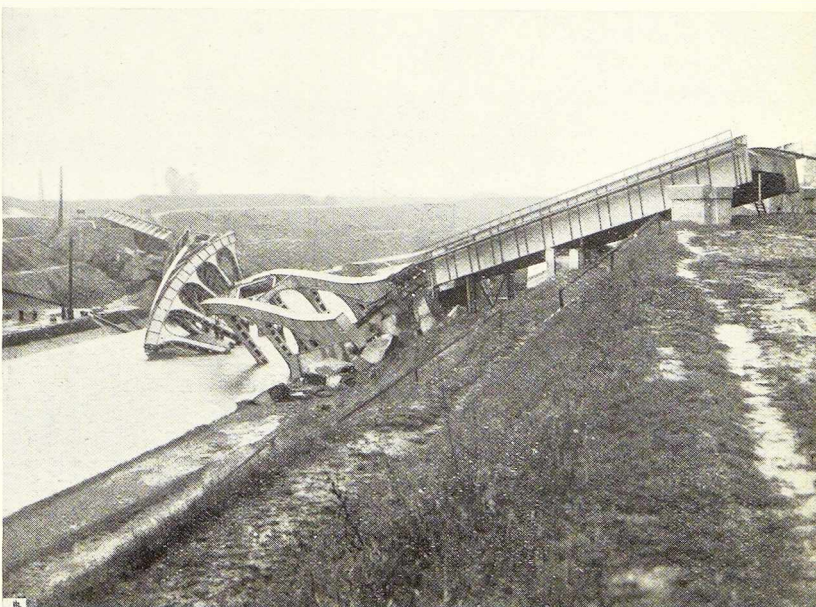
tordues et arrachées de leurs assemblages. A l'examen des sections de rupture, on ne constate qu'un faible effet de striction; cela paraît s'expliquer par la mise en charge brusque avec rupture instantanée.

Pont de Douxflamme, sur l'Ourthe

Cet ouvrage était également à double voie et comprenait six travées biaisées en acier doux, à poutres en treillis en garde-corps. Le schéma repris à la figure 181 donne la situation en plan de ce pont. Les parties biaisées sont de 34 mètres pour les travées extrêmes et de 41 mètres pour la travée centrale.

Les charges étaient placées aux endroits indiqués au schéma par une croix sur les lisses inférieures et supérieures, soit environ au 1/3 de la longueur. Un tablier (fig. 182) a pu être remis en place et la déformation des éléments princi-

Fig. 191. Pont de Gellick après sa chute dans le Canal Albert. On note que les travées latérales, de 33 m de portée, en construction soudée, sont intactes.



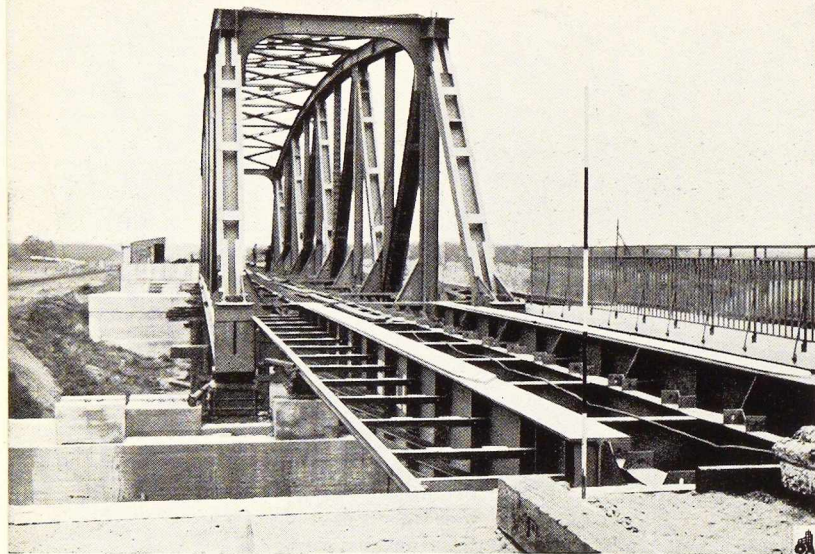


Fig. 192. Tablier du pont soudé de Kwadmechelen sur le canal Albert.

paux, que l'on a pu maintenir, a disparu. Dans un autre tablier, le gauchissement des poutres a augmenté les déformations des barres en treillis et le cintrage en plan de la lisse supérieure. Ces déformations sont telles que l'on doit les considérer comme permanentes et que le tablier devra être renouvelé entièrement. Les autres tabliers pourront être remis en service définitivement après renouvellement des seuls éléments détruits.

Pont de Melreux, sur l'Ourthe (fig. 184)

L'ouvrage composé de tabliers à âme pleine a été construit en 1939. Les entretoises voisines des panneaux de rupture (Grey 95 DIE) ont leurs âmes fortement voilées par projection des éclats et sous l'effet de compression verticale due au choc lors du contact des tabliers avec le sol aux points C - D - E et F (voir fig. 185). Les cassures des maîtresses poutres ne présentent pas d'effet de striction ni de déformations transversales

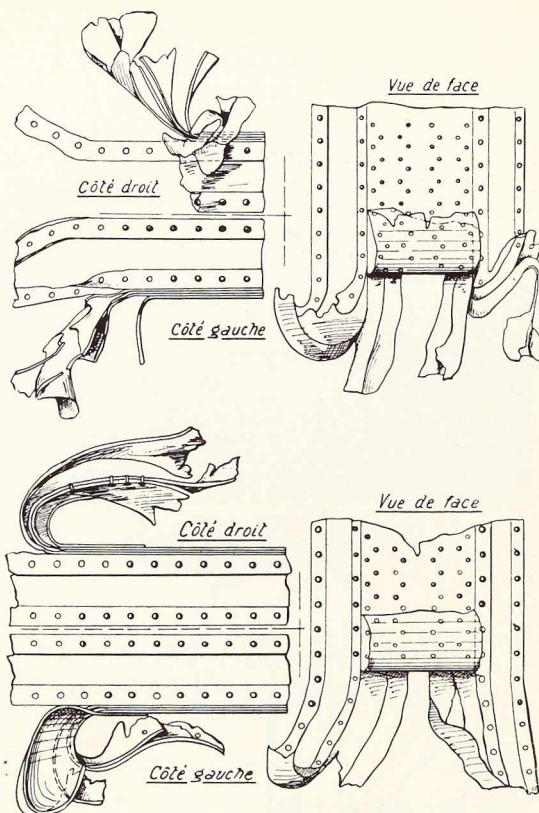
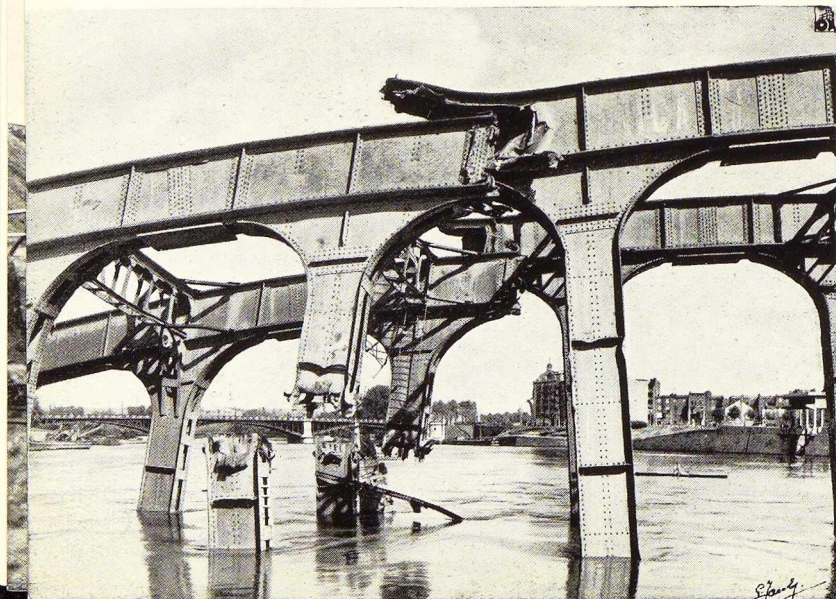


Fig. 194. Pont de Kwadmechelen. Aspect des déformations.

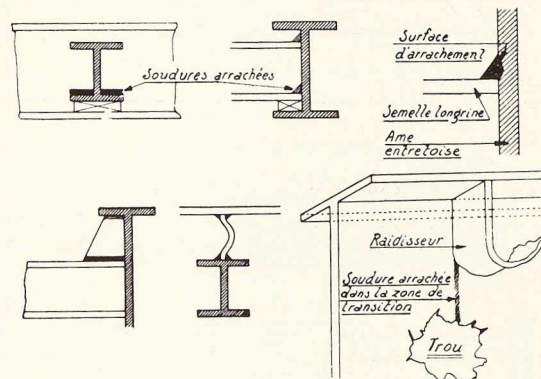


Fig. 195. Etat des maîtresses poutres du pont de Kwadmechelen après l'accident.

importantes; il s'est produit dans le métal un état complexe de concentration de tension caractéristique des ruptures par choc.

Déformations d'ensemble des maîtresses poutres :

1. Déformation due au choc subi par les tabliers prenant contact brusque avec le sol. Ces déformations ont été amorties en partie par l'enfonce-

Fig. 193. Pont du Val-Benoît, à Liège, détruit par l'explosion des charges provoquée par la foudre (1939).

ment des extrémités dans le sol, par l'élasticité des ponts et des assemblages et par la rupture des parties constitutives en contact avec le sol.

2. Déformation d'ensemble des maîtresses poutres après le choc aux appuis; les appuis A B C D et C' D' E F n'étant plus dans le même plan, dans leur état final d'équilibre, les poutres subissent un effet transversal de déformation (torsion sous l'effet du poids mort du tablier). Ce voilement transversal dépend de la raideur du platelage ainsi que de la déformabilité transversale des maîtresses poutres. Le moment d'inertie transversal des maîtresses poutres à âme pleine étant faible, celles-ci peuvent prendre des déformations transversales importantes non permanentes; ces déformations sont d'ailleurs atténuées par la raideur transversale importante des entretoises et des raidisseurs.

Pont de Bomal, sur l'Ourthe (fig. 186 et 187)

Poutres droites en treillis. Les charges d'explosifs ont été placées dans les membrures supérieures et inférieures. Les ruptures se sont produites sans déformation marquée; les entretoises voisines des ruptures sont déformées, les montants voisins des ruptures ont été arrachés de leurs goussets (cisaillement des rivets d'assemblage) et ont flambé par le choc P à la chute des parties du tablier. Les diagonales ayant subi un effort de compression important ont flambé, les fers U les constituant ont flambé normalement au plan de la poutre entre leurs étrépillons. Les diagonales fortement tendues se sont brisées par traction, sans effet de striction.

Pont de Sy (fig. 188)

Les charges d'explosifs ont été placées dans les membrures dans un plan normal à celui des maîtresses poutres.

Un montant d'about, *m*, a été perforé par la projection des éclats. On remarque l'effort de compression longitudinale qui s'est produit dans le platelage d'après le flambage des cornières supportant les tôles striées.

Les ponts du Val-Benoît, à Liège

Le 31 août 1939, à 18 h. 45, les deux ponts-rails métalliques, chacun à trois travées (2×65 mètres et 86 mètres) type Vierendeel, livrant passage à quatre voies de chemin de fer, au-dessus de la Meuse, ont été détruits en même temps que le pont-route d'Ougrée (ancien pont). La cause de cette explosion a été la foudre qui a atteint ces ouvrages au cours d'un violent orage. Par réaction, un courant s'est créé dans le cir-

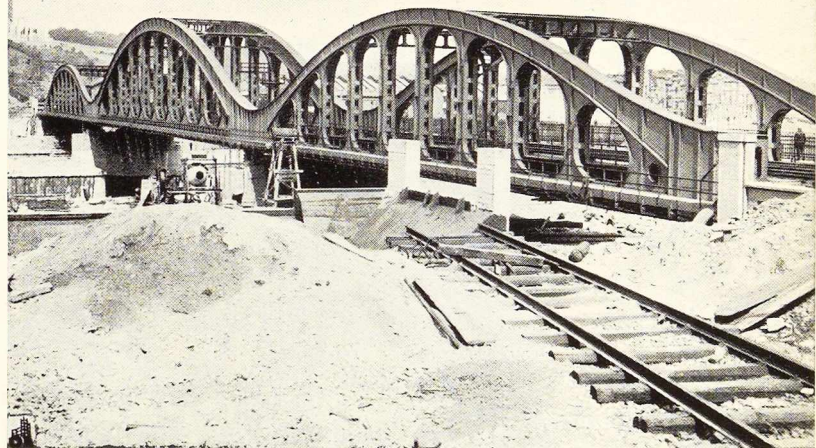
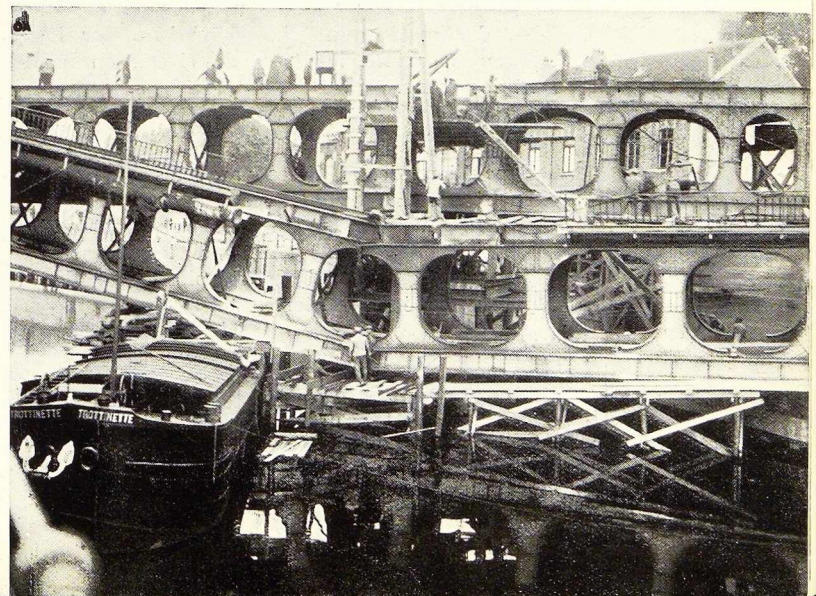


Fig. 196. Pont du Val-Benoît, à Liège.

cuit ouvert du compassement électrique, lequel a agi sur les détonateurs (fig. 193 et 196). Ces figures permettent de se rendre compte des dégradations d'ensemble et locales.

Là où les éléments se trouvent aux abords immédiats des charges, c'est-à-dire ont subi le choc instantané dû à l'explosion, il y a des ruptures nettes, sans striction, comme si l'acier doux ne présentait aucune ductilité. C'est la rupture par choc; l'instantanéité de celui-ci n'a pas donné le temps au réseau cristallin de se déformer avant rupture comme dans le cas des mises en charges progressives. Cette rupture par décohesion n'est pas du tout incompatible avec un métal doux bien élaboré. On a observé le même fait d'ailleurs sur des ossatures soudées où des ruptures nettes, sans striction, se sont produites subitement même accompagnées de détonations par la libération instantanée de tensions internes.

Fig. 197. Pont de Cureghem en cours de reconstruction.



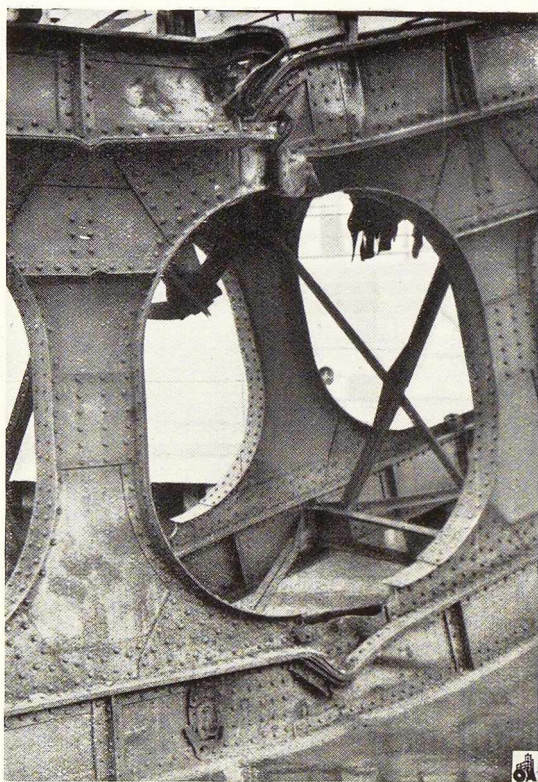


Fig. 198. Maîtresses poutres du pont de Cureghem. On note l'importance des déformations et leur localisation.

Les dégradations constatées en dehors de ces zones directement influencées, de même que celles qui sont la conséquence de la chute des tabliers, ont montré à peu près partout que l'acier mis en œuvre dans nos tabliers métalliques était de bonne qualité, c'est-à-dire résistant et ductile. Des tôles, des plats de semelle ont été pliés jusqu'à atteindre un angle de pliage de 180°; on a trouvé des pièces flambées, des plats ayant chevauché l'un sur l'autre, en déportant les têtes de rivets, en ovalisant les trous.

Pont de Cureghem

Type Vierendeel à lisses parallèles.

La figure 197 montre les travaux de réparation aux deux tabliers au droit des destructions locales. La figure 198 confirme les caractéristiques de l'effet local de l'explosion et de la bonne qualité de l'acier.

Pont de Malines

Sur la ligne électrique de Bruxelles à Anvers; type Vierendeel, portée de 63 mètres.

Ce pont a été découpé en trois tronçons par les charges explosives. Un fragment de la lisse supérieure arraché par l'explosion a été projeté à 100 mètres de distance. Ce fragment présente des cassures nettes des plats, lesquels bien que fortement pliés, ne montrent pas de fêlures; les rivets voisins ont bien résisté. Des semelles inférieures sont arrachées sur 1 mètre environ. L'examen n'a révélé aucun défaut des tôles; les rivets ont bien résisté. Des tôles se sont pliées en S par flambage; sans apparence de fissure. Des longrines sous rail en poutrelles Grey se sont brisées, les semelles présentent une cassure nette.

Remarques particulières relatives aux ouvrages soudés

Ponts-rails du Canal Albert

Parmi les ponts-rails du Canal Albert, se trouvent les ponts de Herenthals (avec une travée centrale, type Vierendeel, de 90 mètres de portée) remplacés provisoirement par des tabliers du type à treillis simple de 13^m50 environ de portée et par un tablier central, type militaire, belge de 25 mètres, le tout sur piles en bois (fig. 183).

Le pont détruit à Gellick comprend un tablier Vierendeel, à simple voie, de 113 mètres (c'est le maximum de portée atteint à ce jour pour un pont-rails de ce type), flanqué à ses abouts de deux tabliers de 35 mètres de portée, du type à âme pleine (fig. 191). Par suite de la destruction d'un des appuis de ces tabliers soudés, ceux-ci ont basculé et se sont profondément enfoncés dans le sol. En dehors des déformations locales provoquées par la chute du tablier, on n'a pas constaté de défauts ni dans les tôles ni dans les soudures. L'un des tabliers avait donné lieu à des inquiétudes à la suite d'un examen radiographique très approfondi de ses soudures. Par prudence, une pile de secours recevant une poutraison spéciale avait été construite. Le pont ne reposait pas sur cette pile. Des essais vibratoires avaient été ultérieurement exécutés; ces essais avaient d'ailleurs donné d'excellents résultats, qui ont été consignés dans un rapport détaillé du Professeur Roš de l'École Polytechnique fédérale de Zürich. L'ouvrage (fig. 191) a basculé autour de la fausse pile centrale. Son examen a donné de bons résultats ne justifiant pas les appréhensions exprimées. Ces travées soudées seront remises en place et réutilisées.

Le pont de Kwaadmechelen a une travée cen-



trale en treillis de 72^m50 de portée et deux travées latérales à âme pleine du type soudée. La figure 194 montre des déformations locales intéressantes. L'examen des soudures des travées d'approche détruites par explosion donne lieu aux constatations suivantes :

a) *Tablier vers Tessenderloo.* Les soudures verticales de l'âme, les soudures âmes-semelles, ainsi que les soudures d'angles reliant les plats de renfort aux plats nervurés n'ont pas souffert et ne présentent aucune trace de déformement. L'extrémité du tablier, côté culée, a été endommagée par l'explosion; l'entretoise extrême a été coupée et tordue; on constate des trous avec recroquevillement des tôles dans les extrémités des poutres principales. Les soudures d'angles reliant cette entretoise extrême ainsi que les goussets d'attache aux poutres principales n'ont pas cédé, bien que ces poutres montrent de fortes déformations. Les soudures reliant les semelles inférieures des longrines à la deuxième entretoise extrême, ont cédé dans la zone de transition, c'est vraisemblablement pourquoi on constate très peu de déformations aux abords de ces soudures.

b) *Tablier vers Bourg-Léopold.* Mêmes constatations générales; les soudures se sont bien comportées : une extrémité du tablier est également endommagée. Les goussets d'attache de la dernière entretoise se sont fortement pliés, sans faire céder les soudures d'angles. Au droit de l'extrémité d'une poutre, l'explosion a provoqué un trou et un raidisseur s'est enroulé sur lui-même en arrachant la soudure dans la zone de transition, la tôle d'âme n'ayant pas continué à se déchirer.

De ces constatations, il semble résulter que le point faible de ces soudures réside surtout dans la zone de transition entre le métal d'apport et celui de base, là où il peut se produire des transformations physico-chimiques du métal.

Tous ces ouvrages furent détruits par l'armée belge en mai 1940 afin de défendre la traversée du Canal Albert par les Allemands.

Des tabliers provisoires à une voie furent rétablis pendant l'occupation; des parties métalliques importantes furent récupérées par la S. N. C. B. et envoyées aux ateliers qui avaient construit les ponts avant 1940 afin de préparer la reconstruction des anciens ouvrages. Seul le tablier de Curange fut reconstruit définitivement par une firme allemande.

L'envahisseur démolit les tabliers provisoires et définitifs existants lors de sa retraite précipitée

en 1944. Les Alliés et la S. N. C. B. rétablirent des passages provisoires pour la voie ferrée; la restauration définitive est aujourd'hui en cours de réalisation par des entrepreneurs et des ateliers de construction belges.

Essais des matériaux des tabliers en fer et en acier

Suivant nos instructions, tous les anciens ponts-rails en fer ont été examinés au point de vue du métal, par M. SERVAIS, Chef des Essais du Matériel de la Voie de la S. N. C. F. B. Les résultats de ces enquêtes ont permis d'établir une classification donnant l'ordre de priorité suivant lequel le renouvellement de ces ponts devra s'opérer ultérieurement. Ils ont permis également de décider si des parties des tabliers détruits par explosion pouvaient être réutilisées. Il a été entendu que les tabliers détruits en mai 1940 et réfectionnés ensuite devaient être examinés en premier lieu. Ceux restés intacts ont alors été soumis aux mêmes investigations et les essais ont été pratiqués sur des éléments dont le remplacement était à prévoir.

Nous avons fait également examiner les matériaux d'un certain nombre de tabliers en acier, de tout âge, depuis ceux du grand pont d'Anseremme, sur la Meuse (un des premiers ponts-rails en acier, il date de 50 ans environ) jusqu'aux tabliers construits il y a quelques années seulement.

M. SERVAIS a indiqué, dans la très intéressante conférence qu'il a faite le 3 janvier 1945, à la Société Royale des Ingénieurs et des Industriels, les résultats des essais effectués, à notre demande, sur les matières provenant des tabliers métalliques dynamités au cours de la guerre 1940-1945.

En voici la conclusion.

Les ponts en fer se sont bien comportés, les qualités du fer puddlé utilisé, sont, en général, diverses et le plus souvent médiocres. Les teneurs en phosphore sont élevées, excessives : 0,4 à 0,8 %. La limite élastique est élevée par rapport aux charges de rupture, les allongements assez faibles; la ductilité très réduite, les essais de résilience ont donné pour 85 % des éprouvettes moins de 4 kgm/cm². Pas de signes sensibles de vieillissement aux essais mécaniques et métallographiques. Les aciers doux Thomas, non calmés, presque uniquement utilisés dans nos ponts métalliques, se comportent d'une manière fort satisfaisante. La corrosion est plus prononcée pour l'acier que pour le fer puddlé.

C. L.



La maison métallique « Braithwaite »

Il est généralement admis que le programme national de reconstruction en Grande-Bretagne portera sur un total de quatre millions de maisons à construire en dix ans. Pour se faire une idée de l'immensité de cette tâche, il est nécessaire de se rappeler que pendant les vingt ans de la période d'entre les deux guerres, le nombre maximum de maisons construites en Angleterre suivant les procédés traditionnels n'a jamais dépassé 350.000 maisons. La moyenne pour la période précitée se situe aux environs de 200.000 maisons par an. A supposer que l'industrie du bâtiment arrive, en perfectionnant ses méthodes, à bâtir deux millions de maisons en dix ans, malgré le manque de main-d'œuvre, le programme de reconstruction ne serait exécuté qu'à moitié. Il est donc absolument nécessaire d'adopter des méthodes entièrement nouvelles si l'on veut doter rapidement les sinistrés britanniques d'une habitation décente.

Les principaux facteurs qui régissent le vaste problème posé aux pouvoirs publics et aux constructeurs sont au nombre de trois : matériaux, main-d'œuvre, rapidité d'exécution.

Dans le numéro 3/4 - 1945 de l'OSSATURE MÉTALLIQUE, nous avons présenté à nos lecteurs deux

solutions métalliques anglaises : les maisons de la British Iron and Steel Federation et la maison semi-permanente *Arcon*.

A côté d'autres firmes qui se sont attaqué au problème, la Société BRAITHWAITE & Co Ltd, de Londres, a étudié et mis au point une maison métallique permanente, dont les principales particularités sont décrites dans le présent article.

Dispositions générales

Deux maisons de démonstration BRAITHWAITE, dont la partie architecturale est l'œuvre de l'architecte F. R. S. YORKE, F. R. I. B. A., ont été édifiées sur un terrain du London County Council à Hendon. Ces deux maisons diffèrent entre elles par leurs dimensions et la disposition des pièces, l'ossature et les détails constructifs étant les mêmes dans les deux cas.

Les éléments constructifs permettent en effet de dessiner en toute liberté le plan des maisons en respectant pour les murs et les cloisons un quadrillage d'environ 1 m de côté.

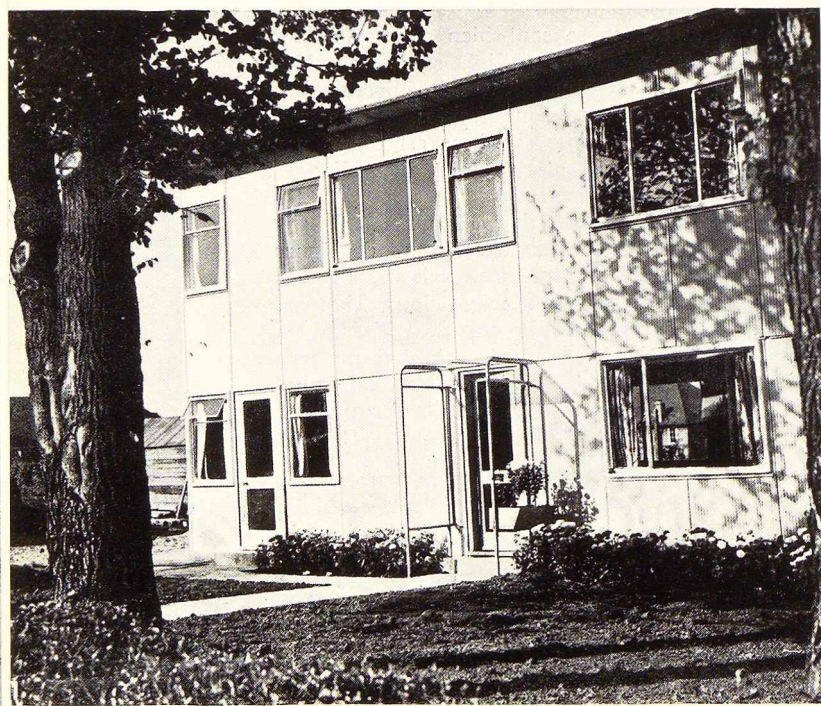
La maison n° 1 mesure 10×5 mètres. Elle comprend au rez-de-chaussée un hall en communication avec un living de 4×5 mètres et une cuisine de 3×5 mètres. Celle-ci donne accès à la salle à manger, mesurant 3×3 mètres. A l'étage, on trouve trois chambres à coucher ainsi qu'un bloc-eau groupant le bain, le lavabo et le W. C.

La maison n° 2 occupe une superficie de 42 m^2 , soit 7×6 mètres au rez-de-chaussée, il y a un grand hall de 3×3 mètres qui communique avec le living, la cuisine et le W. C. Le living est une pièce spacieuse de 4×7 mètres. Quant à la cuisine, elle mesure 3×3 mètres, et est reliée directement au living, le passage se faisant par le hall. A l'étage, on trouve trois chambres à coucher, une salle de bain avec baignoire et lavabo, ainsi qu'un placard à linge. Les maisons 1 et 2 comportent l'une et l'autre une ossature métallique en tôle d'acier.

Détails constructifs

L'ossature qui repose sur des semelles continues en béton, est constituée par des portiques

Fig. 199. Vue générale d'une maison métallique Braithwaite



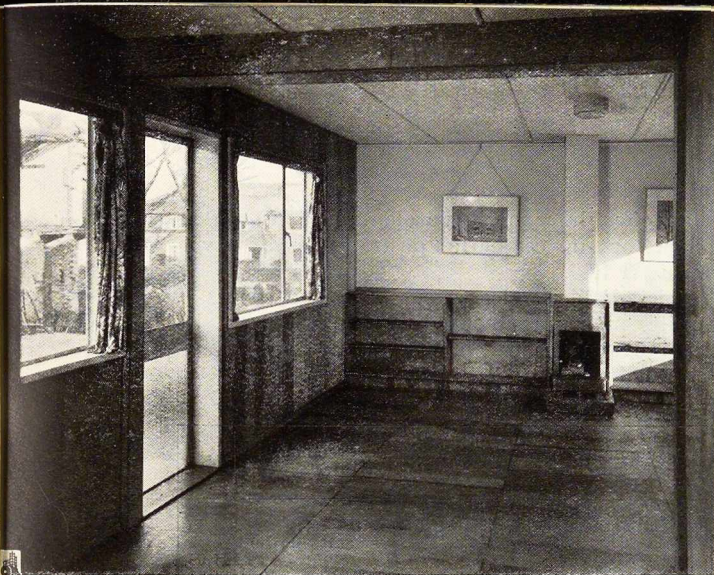


Fig. 200. Vue du living.

en tôle d'acier, profilée à froid. Chaque portique est formé de deux béquilles et d'un certain nombre de traverses. La portée est de 96 cm pour les portiques simples et de 1^m92 pour les portiques doubles. Les béquilles et les traverses en tôle de 1,6 et 2 mm d'épaisseur sont fixées les unes aux autres d'une manière rigide, par soudure au point.

Les éléments verticaux de l'ossature peuvent être assemblés suivant quatre dispositifs différents : deux portiques dans le prolongement l'un de l'autre; deux portiques formant un angle droit; deux cadres en ligne et un troisième à angle droit; quatre portiques se rencontrant en un point.

Les planchers sont portés par des poutres en tôle de 1,6 mm d'épaisseur, dont la section constitue un U renversé de 175 mm de hauteur.

Les âmes sont soudées à intervalles réguliers par des plats formant raidisseurs. Généralement, les poutres sont espacées de 96 cm d'axe en axe;

leur portée maximum est de 3^m84. Poutres et goussets sont pourvus d'écrous fixés par soudure, ce système permet un assemblage facile aux portiques au moyen de boulons.

Toutes les poutres sont revêtues de plaques en matière isolante, ces plaques formant isolation acoustique.

La protection à la corrosion est assurée par trois couches de peinture anti-rouille. Les éléments de petites dimensions sont en acier galvanisé.

La toiture est formée de dalles en béton léger du type cellulaire. Ces dalles de 7 cm d'épaisseur sont recouvertes d'une couche de bitume. Les murs sont en blocs de béton cellulaire; ces blocs mesurent 0^m96 × 0^m48; leur épaisseur est de 7 cm.

Equipement intérieur

Les châssis de fenêtre et les portes sont généralement métalliques. Les planchers, du type flottant, sont isolés des poutres et portiques par des éléments en liège et en fibre de bois. Excepté le plancher de la cuisine réalisé en béton cellulaire, les planchers sont en bois contreplaqué renforcé. Les revêtements intérieurs sont en panneaux isolants ou en carreaux céramiques émaillés. Quant aux revêtements extérieurs, ils peuvent être en brique, en ciment d'asbeste ou en tôle émaillée de 1,3 mm d'épaisseur.

L'importante question de l'isolation thermique a préoccupé à juste titre les constructeurs de la maison BRAITHWAITE. Des recherches très poussées ont été faites en vue de choisir le meilleur isolant économique. Finalement, on a adopté les panneaux isolants en bois contreplaqué de 1,2 cm d'épaisseur, qui ont donné de bons résultats aux essais.

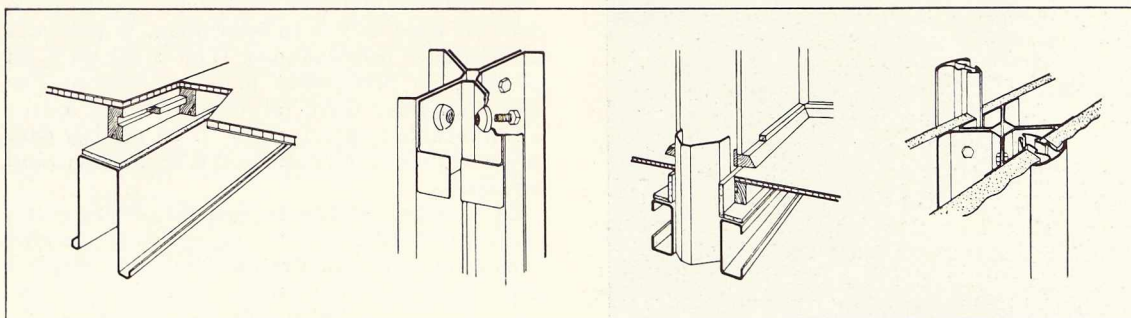


Fig. 201. Détails constructifs.

a) Plancher.

b) Assemblage de portiques.

c) Cloison et plancher.

d) Revêtements et détail du couvre-joint.

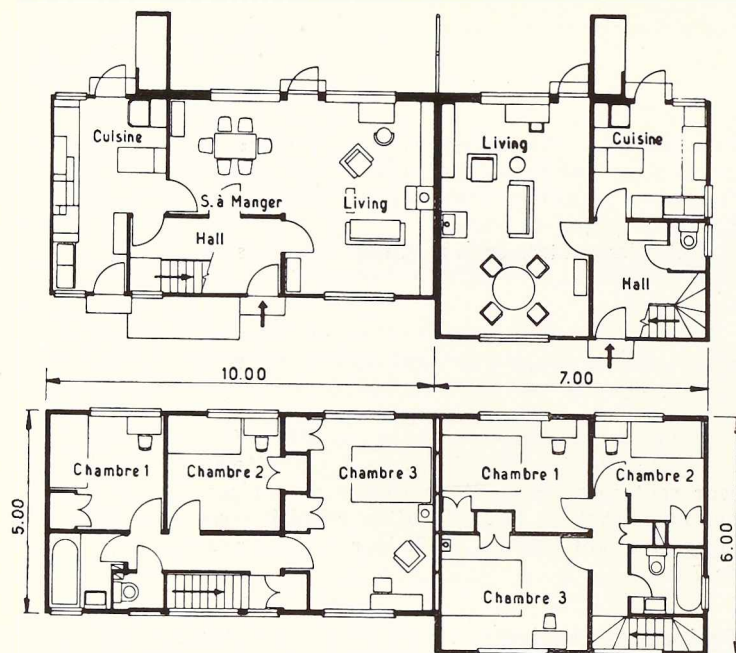


Fig. 202. Plans du rez-de-chaussée et du premier étage.

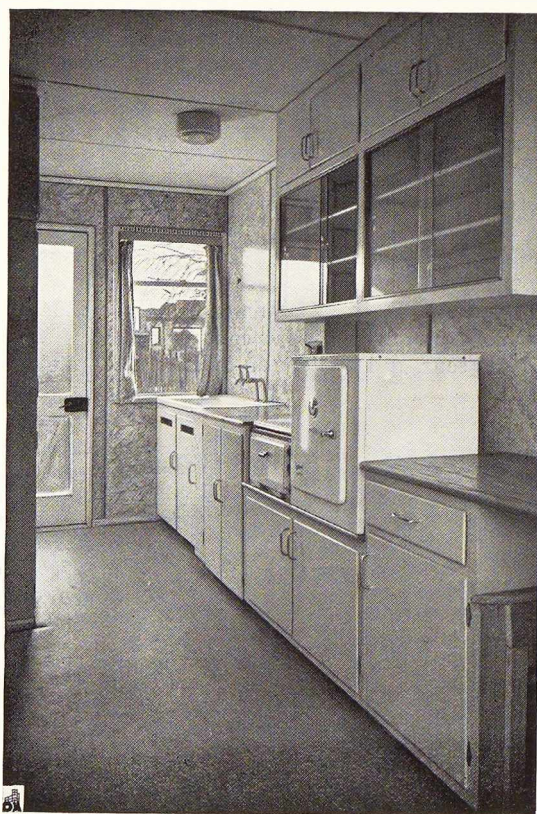


Fig. 203. Cuisine du type « tout en ordre ».

En effet, les panneaux isolants en bois contreplaqué ont un coefficient de transmission K voisin de H 1,85.

Voici d'ailleurs les valeurs des coefficients K (unités métriques) pour divers murs suivant les différents matériaux employés (y compris le matelas d'air) :

Revêtements extérieurs	Isolants	Revêtements intérieurs	K
Ciment d'asbete	Laine minérale	Carreaux genre éternit émaillé	1,75
»	»	Plâtre	1,66
»	Feuilles d'aluminium	Fibre de bois	1,75
»	»	Béton léger	1,48
»	—	Bois contreplaqué isolant	1,75
Briques	—	»	1,57
»	Feuilles d'aluminium	Fibre de bois	1,66
Acier	Laine minérale	Carreaux genre éternit émaillé	1,85

Considérant que le luxe d'hier est devenu aujourd'hui une nécessité, les constructeurs ont estimé que la cuisine, dont on ne saurait sous-estimer l'importance dans la vie d'un ménage, devait être pourvue d'appareils up-to-date. L'équipement de la cuisine des maisons BRAITHWAITE comprend : un évier en acier facile à entretenir, une armoire frigorifique d'une capacité minimum de 115 litres et une cuisinière avec four du dernier modèle. On espère produire ces appareils en série et réduire ainsi très fortement leur prix de revient, au point d'arriver à des prix inférieurs à ceux d'avant-guerre.

Quant à la salle de bain, elle est équipée d'un lavabo, d'une baignoire, avec distribution d'eau chaude et froide, d'un porte-serviette et d'une armoire.

Les maisons standard du système BRAITHWAITE, dont on vient de lire la description, se prêtent à de multiples combinaisons. C'est ainsi qu'il est possible, en juxtaposant plusieurs maisons munies d'un étage supplémentaire, d'arriver à faire un immeuble à appartements. Il est possible dans ce cas de prévoir des balcons et d'agrémenter ainsi les façades.

La maison métallique système BRAITHWAITE, comme les maisons d'autres systèmes décrites dans cette revue, montre que l'acier est appelé à jouer dans la reconstruction une place de premier plan. Ce matériau national (tant en Angleterre qu'en Belgique) aidera à une solution rapide et économique du problème de l'habitation d'après-guerre.



L'avenir de la technique ⁽¹⁾

par **Marcel Lods**,
Architecte D. P. L. G., Paris

Nous pensons que la renaissance de la France est liée étroitement à un énorme développement de tous les éléments techniques de la construction : étude technique des plans, étude technique des matériaux et étude technique des moyens de mise en œuvre.

Voici les raisons sur lesquelles se base notre conviction.

Toutes les industries à grand rendement ont, à un certain moment de leur vie, eu à subir une crise qui les a obligées à évoluer.

Un objet, un quelconque objet, cesse de se vendre — soit qu'il vienne d'être détrôné par un objet concurrent remplissant la même mission et d'un prix de revient moins élevé, soit que telle ou telle crise, ait, dans la région même où la fabrication a lieu, supprimé ou diminué les facultés d'achat des clients habituels, soit que l'exportation qui assurait le débouché ait été fermée.

Dans tous les cas, la conséquence est la même, le fabricant voit sa production lui rester pour compte.

Or, c'est un fait : depuis de longues années, la chose ne s'était produite dans le bâtiment qu'à de très rares intervalles. Lorsqu'elle eût lieu, elle n'amena, en tout cas, jamais le bâtiment à considérer qu'il devait se renouveler de fond en comble en bouleversant ses méthodes.

Durant les crises, on s'efforça d'abaisser les prix de revient, mais ce ne fut qu'en consentant, soit à des modifications trop superficielles dans la mise en œuvre (équipement meilleur du chantier, moyens de levage mécanique, emploi d'outils actionnés électriquement, etc...), soit à des concessions sur la qualité (diminution des épaisseurs des murs, emploi du sapin en place de chêne, suppression d'une couche de peinture, etc...). La construction continuait à être l'empilage de matériaux pondéreux.

C'est dire que l'essentiel a demeuré et que la fameuse crise, dont les débuts pénibles ont

abouti à des innovations bienfaisantes, ne s'est jamais déroulée jusqu'à son terme dans l'industrie du bâtiment.

Va-t-elle se produire maintenant ? C'est infiniment probable.

Le bâtiment dit « traditionnel » va voir s'ouvrir devant lui une si importante carrière que tous ses éléments seront à peine suffisants pour réaliser le travail, même en tenant compte qu'une large augmentation de rendement provienne de l'introduction du maximum de moyens mécaniques. Il va s'agir, en effet, de construire tout ce qui — dans l'état actuel des choses, s'entend — n'est pas encore justifiable d'autres procédés que ceux du bâtiment « traditionnel évolué » — les routes, les ponts, les quais, les gares, les monuments publics, ...

Nous savons bien certes, que même dans ce domaine, les surprises sont possibles : les kilomètres de jetées et de quais fabriqués en Angleterre, apportés en bateau sur la côte française, et montés en pleine tempête et sous le feu ennemi pour constituer le port de débarquement des armées alliées, nous donnent déjà un avant-goût de ce que l'avenir peut nous révéler...

Enfin, admettons que nous n'en soyons pas là dès demain.

Il y a ensuite l'immense travail de réparation.

Pour lui, aucun doute — c'est bien du « traditionnel ». Tel hôtel de ville en pierre de taille et telle cathédrale gothique, tous deux atteints par les bombes, seront réparés en matériaux anciens.

Reste le neuf — et, dans le neuf tout ce qui se répète.

Voici le domaine où va se produire l'évolution.

Nous disons les choses « qui se répètent ».

La répétition est la base même de l'effort industriel moderne grâce auquel nous pouvons avoir tous : des stylos, des appareils photographiques, des montres et des autos.

Et cet effort, qui a permis l'abaissement massif du prix de revient de ces objets concurrentement avec l'élévation de la qualité, n'est lui-même possible qu'autant qu'on admet l'étude

(1) Cet article est extrait de *Construire*, numéro spécial de la revue *Techniques et Architecture*, Paris, 1945.



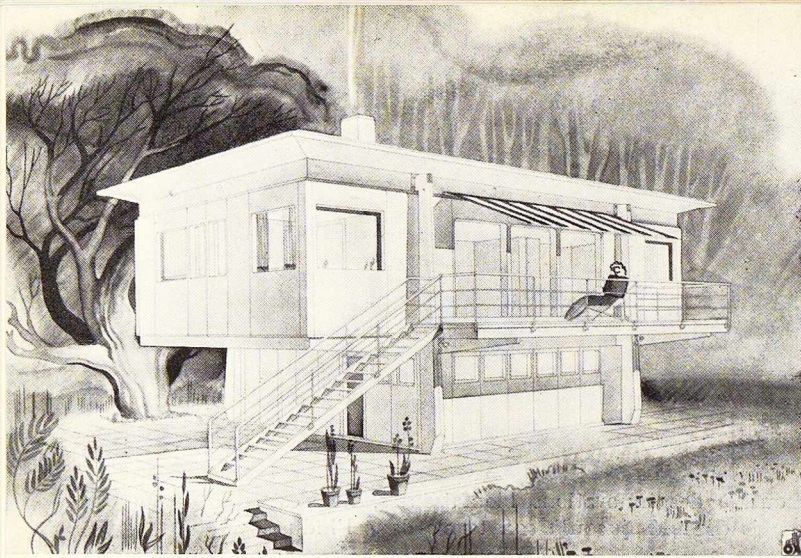


Fig. 204. Dessin d'une maison standard, œuvre de l'architecte Lods. Il s'agit d'une construction en tôle, entièrement préfabriquée.

extrêmement poussée de l'objet initial — étude faite à grand renfort de dessins, de maquettes, de prototypes — et l'établissement d'un outillage aussi parfait que possible; tout ceci n'étant réalisable qu'autant que les frais considérables auxquels on se trouve conduit, pourront être amortis sur un nombre important de pièces fabriquées.

Il est bon de noter, en passant, que déjà de nombreux objets, construits suivant cette technique, sont employés dans le bâtiment. Mais la technique d'emploi aboutit trop souvent à perdre les avantages que la fabrication en série avait procurés.

Un exemple particulièrement probant est fourni par l'interrupteur électrique. Cet appareil est, en général, construit suivant les meilleures méthodes industrielles — dessins, qualité des matières, sécurité de fonctionnement, réduction de prix, tout y est.

S'il devait être fixé sur un tablier de voiture, deux trous seraient prévus qui recevraient les boulons de fixation qui le maintiendraient en place, et les opérations de pose seraient réduites à quelques minutes, voire même quelques secondes.

Dans le bâtiment, tout change; il va s'agir de trous tamponnés, de scellements, d'emplacements mal déterminés sur lesquels on hésitera tant et si bien que l'appareil absorbera, pour sa pose, vingt fois les économies qu'on a réalisées sur sa fabrication.

Ce qui est vrai pour l'interrupteur électrique, l'est aussi pour mille objets fabriqués — une serrure moderne, un compteur, un robinet, une canalisation électrique, etc., etc...

C'est donc du bâtiment intégralement préfabriqué qu'il doit être question si l'on veut

espérer les réductions massives de prix de revient indispensables.

Quels bâtiments pourront se répéter ?

On peut penser à des usines, à des bureaux, à des bâtiments d'administration; on peut penser, bien mieux encore, à l'habitation...

C'est bien là, en effet, un des domaines dans lesquels l'étude technique va s'imposer.

La composition, la forme même des constructions vont dépendre étroitement de questions techniques.

Les fonctions auxquelles devra faire face le bâtiment futur seront infiniment plus complexes que celles relativement simples auxquelles devait satisfaire le bâtiment d'hier.

Qu'il s'agisse d'un hôpital, d'une usine, d'un bâtiment d'administration privée ou publique, voire même de la simple maison d'habitation qui doit, demain, permettre l'accomplissement, sans domestique, de la lourde mission d'une mère de famille nombreuse, c'est, à chaque fois, un problème ardu qui se présentera.

Le bâtiment de demain doit être exactement adapté à une mission plus que jamais impérieuse; plus, il devra souvent être adapté à une mission changeante.

Les fabrications de l'usine évolueront, la manière d'administrer changera, le tout très rapidement, la famille évoluera et les palliatifs avec lesquels on faisait, dans le passé, face à cette évolution (maison avec place en excès, dans un cas, et empilage dans un taudis exigü, dans l'autre) doivent disparaître de la vie de demain.

L'efficience maximum, indispensable désormais, va exiger des plans très exactement adaptés.

Tout ceci n'a trait qu'à la « mission » de la construction.

Mais les « moyens » avec lesquels on la réalisera vont, eux aussi, amener à une généralisation de l'étude technique poussée.

C'est énoncer une vérité première que d'affirmer qu'il y a tout autre chose à prévoir dans un plan de béton ou de charpente de métal, que dans celui d'une construction traditionnelle.

Le bon vieux dessin où deux traits parallèles avec la côte d'épaisseur 0,08 voulaient toujours dire : carreau de plâtre enduit deux faces; avec la côte 0,25 : une brique à plat enduite deux faces aussi, et avec la côte 0,50 un gros mur dont la composition moellon ou meulière se trouvait au cahier des charges, avait fini par n'être que la traduction, en un langage conventionnel d'un certain nombre de solutions — toujours les mêmes — qui diminuait singulièrement la valeur technique du dit dessin.

Le dessin de demain sera plus savant.



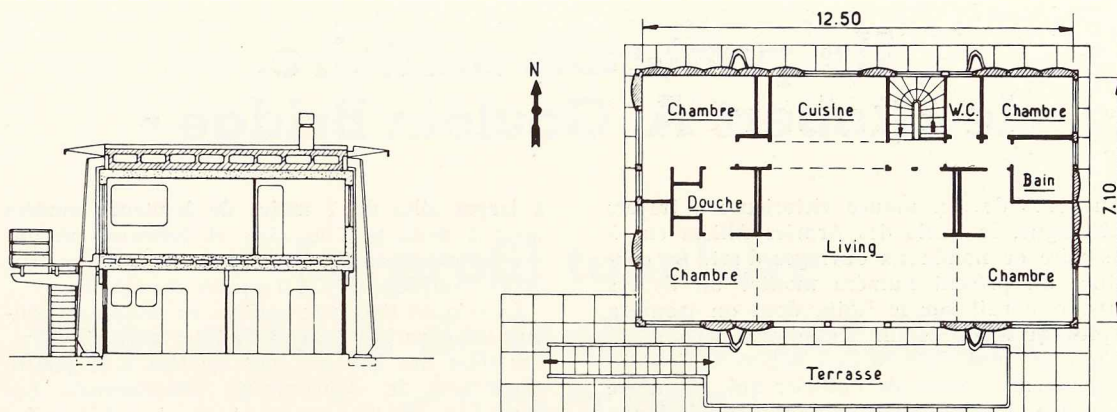


Fig. 205. Plan et coupe transversale d'une maison standard conçue par l'architecte Lods.

C'est pourquoi on constate, dès maintenant, que la moindre étude de début pour un petit pavillon fabriqué, dépassera la centaine de dessins et que l'étude définitive se traduira par des milliers de documents.

Les domaines de la matière première, ceux de l'outillage donneront, eux aussi, lieu à des études techniquement importantes.

Les matériaux vont être imposés par des nécessités impérieuses de production. De plus, ils devront répondre à certaines exigences de la fabrication mécanique.

Leur examen scientifique va représenter un travail considérable qui mettra en jeu de gros moyens.

Il restera encore à résoudre le problème de l'étude technique de leur mise en œuvre : fabrication de la maison (avec, au préalable, l'étude de l'outillage), transport jusqu'au lieu d'emploi, montage.

Dans tout ceci, il va s'agir de travaux ressortissant à des disciplines scientifiques, infiniment

plus rigoureuses que les procédés traditionnels.

Il est certain que la chose représente un travail considérable et des difficultés sans nombre. Elle doit pourtant être tentée.

Du point de vue national, d'abord; c'est, en effet, la seule façon de résoudre, à l'heure présente, le problème du logement, en France, où il est plus brûlant que partout ailleurs.

Du point de vue général, ensuite; le bâtiment étant le dernier à basculer de l'empirisme ancien à l'organisation scientifique du travail, le passage d'un système à l'autre va comporter des conséquences incalculables.

Les bienfaits qui en doivent découler, du point de vue humain, obligent à rejeter bien loin la faveur, plus ou moins grande, avec laquelle nous la considérons suivant nos goûts particuliers.

Il s'agit de modifier de fond en comble — et en mieux! — toute la vie de nos semblables.

Avons-nous le droit d'hésiter?

M. L.

Editions du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier :

Abaques et Tableaux pour le calcul rapide des constructions métalliques , par H. M. SCHNADT	Frs 150,-
Tableaux pour le calcul rapide des poutres à âme pleine , par O. HOUBRECHTS	Frs 150,-
Abaque Général de Flambage , par H. M. SCHNADT	Frs 40,-
Album de Macrographies pour la réception des tôles et larges plats en acier calmé , par la Commission Mixte des Aciers	Frs 40,-

Un pont-rails militaire, le « Robert A. Gouldin Bridge »

Au cours de son avance victorieuse à travers l'Allemagne, le génie des Armées Alliées eut à construire de nombreux ouvrages d'art. La couverture du présent numéro montre un de ces ponts, construit sur le Rhin, dont on trouvera ci-après quelques détails techniques.

L'ouvrage porte le nom de « Robert A. Gouldin Bridge » en mémoire de l'officier qui, en même temps que plusieurs hommes de son unité, donna sa vie pour son édification.

Il s'agit d'un pont-rails à simple voie. D'une longueur totale de 460 mètres, il comporte 23 travées d'une portée moyenne de 20 mètres. Le système portant est constitué par 4 poutrelles

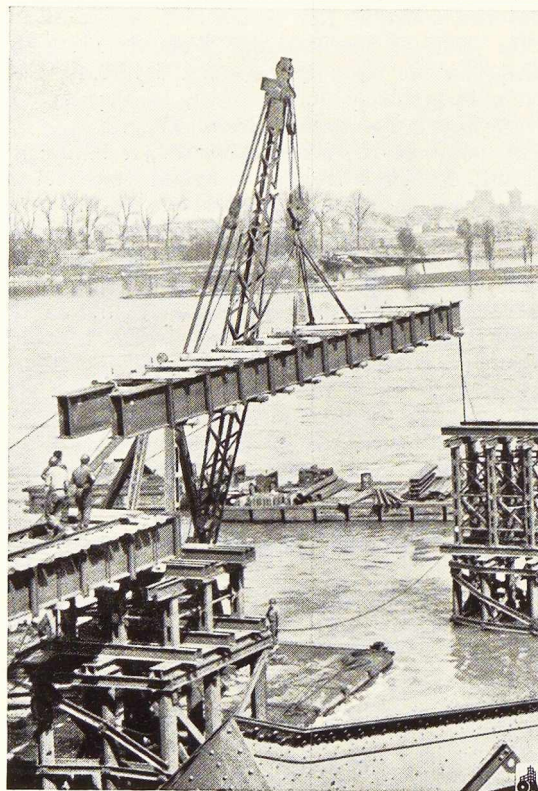


Fig. 206. Mise en place d'une travée de 26 mètres de portée, constituée de 4 poutrelles à larges ailes.

à larges ailes de 1 mètre de hauteur, soudées deux à deux par les ailes et formant caisson. Des cornières ou des fers U, serrés par des tendeurs, empêchent l'écartement des poutres.

La voie est fixée aux poutres au moyen de boulons traversant les traverses à intervalles réguliers. Les têtes des boulons sont soudées à la poutre empêchant le déplacement longitudinal. Les maîtresses poutres prennent appui sur les piles par l'intermédiaire de trois poutrelles perpendiculaires à l'axe du pont.

Pour les piles, il a été fait usage de chevalets métalliques démontables dont les montants verticaux, au nombre de douze, sont composés de deux fers U placés face à face et maintenus en place par des plaques soudées. Quant aux tra-

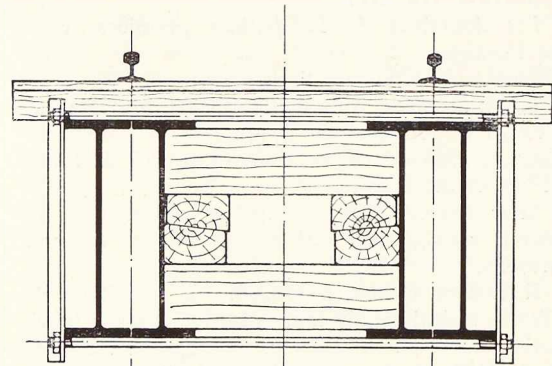


Fig. 207. Section transversale du pont R. A. Gouldin.

verses horizontales, elles sont formées par des tubes emboîtés dans des manchons soudés aux montants. Enfin, les diagonales sont constituées par des cornières boulonnées aux goussets, lesquels à leur tour, sont soudés aux montants.

Les piles reposent sur des pilotis battus dans l'eau.

Le pont « Robert A. Gouldin » édifié en huit jours, fait honneur à l'habileté du génie militaire des Armées Alliées. Il est intéressant de noter que les poutrelles à larges ailes et les autres profilés avaient été produits par les aciéries locales remises en marche aussitôt après la libération de la Belgique et du Luxembourg.



Le profil tubulaire pour châssis de fenêtres métalliques

par F. Van den Berghe,

Ingénieur A.I.G.,
Directeur Technique de la S. A. Chamebel

Un châssis de fenêtre, sauf de rares cas où il est appelé à porter une charge, ne doit en général pas répondre à d'autres conditions de résistance que celles qui lui assurent une raideur suffisante pour ne pas exposer au bris des verres. Ce bris peut être occasionné par la flexion trop forte d'une des barres constitutives ou par le gauchissement d'une partie mobile.

Afin d'éviter la flexion dangereuse que pourrait provoquer le vent sur un châssis vertical ou le poids mort et la neige sur un châssis horizontal, il est d'usage de faire appel à des pièces de résistance de forme rationnelle servant de renforcement. Bien rares sont les cas où cette résistance est obtenue par l'emploi uniforme de profils massifs pouvant suffire par eux-mêmes. On peut s'imaginer quel poids de matière, mal utilisée, se perdrait ainsi dans les énormes baies vitrées que nous devons à l'architecture moderne. Arriver à une utilisation rationnelle de la matière dans ces cas était chose aisée et les profils de renforcement, s'ils n'étaient pas à portée de main, furent rapidement créés.

Il en fut tout autrement dans le problème du gauchissement. Les ouvrants restèrent longtemps petits et emprisonnés dans les dimensions limites que leur assignaient les profils existants.

Mais l'architecture moderne força la main en exigeant des ouvrants de plus en plus grands. L'industrie du châssis métallique ne put répondre à cette exigence que par la création de séries de profils de plus en plus forts et de plus en plus lourds. On a, durant quelque temps, pu se satisfaire de cette solution mais, comme par raison de construction et d'esthétique, ces profils

lourds s'imposaient aussi aux ouvrants normaux et aux parties fixes avoisinantes, l'influence de cette solution de nécessité s'avéra désastreuse tant au point de vue aspect qu'au point de vue prix.

Pratiquement, tous les constructeurs avaient, au cours de leurs recherches, découvert que dans le gauchissement d'un cadre, les barres constitutives travaillent presque exclusivement à la torsion et que, par conséquent, il fallait surtout augmenter le moment d'inertie polaire des profils mis en œuvre sans cependant augmenter toutes leurs dimensions et leur épaisseur. Certains constructeurs renforcèrent les profils de la série leur paraissant la plus normale, par des rappiques et surtout en réalisant les grands ouvrants par des barres constituées de deux profils assemblés, donnant ainsi à la barre la forme d'un tube quadrangulaire. Ces profils, assemblés par des vis ou des points de soudure plus ou moins distancés les uns des autres, étaient loin de réaliser ce que la même section constituée d'un seul profil aurait pu donner comme moment résistant à la torsion.

Le profil tubulaire correspondant à la série de 36 mm, qui s'était avéré la plus commode, fut créé en France. (Voir fig. 211.) Ce profil réalisé par soudure électrique continue, avait enfin la résistance à la torsion que les assemblages cherchaient vainement à atteindre.

Les Laminoirs de Longtain se mirent en demeure de réaliser ce profil et apportèrent ainsi à la fabrication des châssis métalliques une orientation nouvelle et heureuse.

Nous passerons maintenant à l'étude théorique du gauchissement afin d'en déduire les lois qui doivent régir l'emploi du profil tubulaire.



a) Etude statique

Déformation d'un cadre dans le cas le plus complexe (quatre barres différentes) en fonction de l'effort sollicitant et des dimensions (hauteur et largeur).

Les trois points A, C et D étant appuyés, un effort F est appliqué en B perpendiculairement au plan du cadre. Les dimensions du cadre, hauteur et largeur, sont désignées par h et l respectivement.

L'examen du croquis ci-après (fig. 209) nous montre que les côtés AC et DB sont tordus d'un angle α et AB et CD sont tordus d'un angle β . Nous voyons sur le même croquis que la déformation $\delta = l \sin \alpha = h \sin \beta$; ceci en admettant que les barres AB et BD restent linéaires.

Dans le cas d'une torsion simple, nous voyons en examinant la formule de St. Venant :

$$\theta = 40 \frac{FrL}{G} \frac{I_0}{\Omega^4}$$

- où : Fr moment de torsion (force \times bras de levier),
 L longueur,
 I_0 moment d'inertie polaire,
 G coefficient d'élasticité transversale,
 Ω section de la barre.

L'angle de torsion θ est donc fonction de la force F, du bras de levier r, de la longueur de la

barre L et d'une constante : $k = \frac{40 I_0}{G \Omega^4}$ dépendant exclusivement de la forme et de la constitution de la barre

$$\theta = F \cdot r \cdot L \cdot k.$$

Revenons au cadre : chacune des barres constituant a nécessité, pour sa déformation propre, l'intervention d'une force fonction de sa longueur, de la longueur de la barre adjacente (bras de levier), de l'angle de torsion et de la constitution de la barre (k).

Ces forces, toutes considérées appliquées en B, peuvent donc être différentes entre elles, mais leur somme doit être égale à la force totale F appliquée au sommet libre du cadre en B.

Nous désignerons par F_1 et k_1 la force et le coefficient intéressant la barre 1 et par F_2 et k_2 la force et le coefficient intéressant la barre 2 et ainsi de suite.

La barre 1 ou AC est tordue de l'angle α .

Il nous vient en appliquant la formule de St. Venant :

$$\alpha = F_1 l k_1 \quad (F_1 l = \text{moment de torsion})$$

$$\text{pour la barre 2 : } \beta = F_2 h k_2,$$

$$\text{pour la barre 3 : } \alpha = F_3 l k_3,$$

$$\text{pour la barre 4 : } \beta = F_4 h k_4.$$

Or, nous avons vu que $\delta = l \sin \alpha = h \sin \beta$ et pour des petits angles, nous pouvons écrire $\delta = l \alpha = h \beta$; en remplaçant dans cette équation α et β il vient

$$\delta = F_1 l^2 h k_1 = F_3 l^2 h k_3 = F_2 h^2 l k_2 = F_4 h^2 l k_4.$$

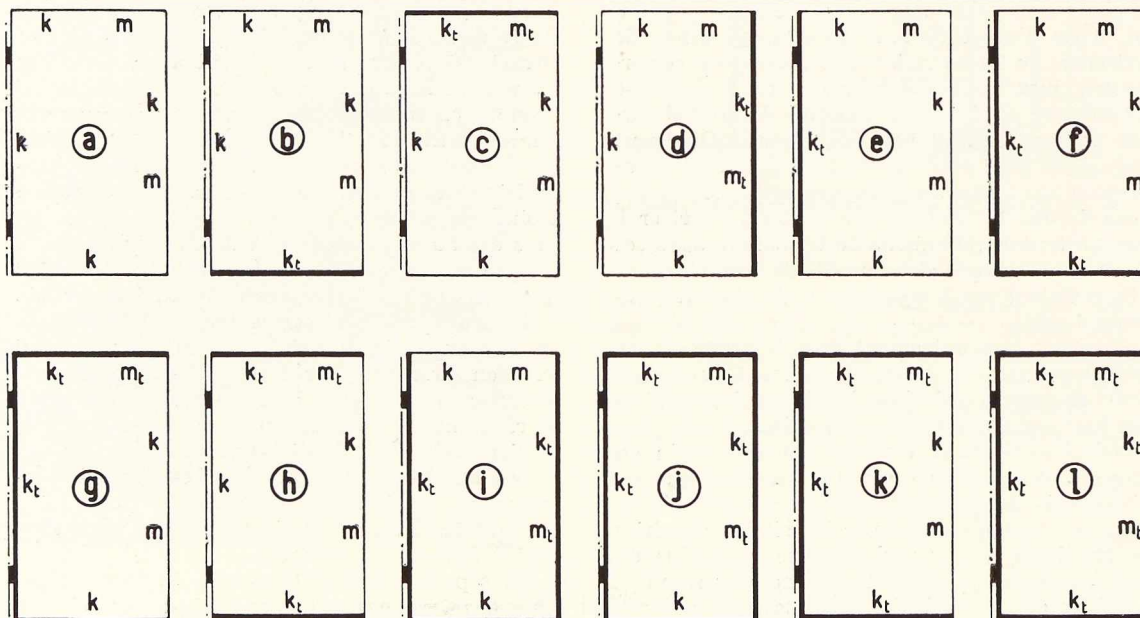


Fig. 208. Schémas de différents types de châssis, les gros traits indiquent les profils tubulaires.



On en déduit :

$$F_1 = \frac{\delta}{k_1 h l^2} \quad F_2 = \frac{\delta}{k_2 h^2 l} \quad F_3 = \frac{\delta}{k_3 h l^2} \quad F_4 = \frac{\delta}{k_4 h^2 l}$$

comme $F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$

$$F = \delta \left(\frac{1}{k_1 h l^2} + \frac{1}{k_2 h^2 l} + \frac{1}{k_3 h l^2} + \frac{1}{k_4 h^2 l} \right)$$

$$F = \frac{\delta}{h \cdot l} \left(\frac{1}{k_1 l} + \frac{1}{k_2 h} + \frac{1}{k_3 l} + \frac{1}{k_4 h} \right)$$

Nous pouvons donner à cette équation une première forme permettant de soumettre les dimensions h et l des cadres à une loi de sécurité.

$$\begin{aligned} \frac{\delta}{F} &= \frac{hl}{\frac{1}{k_1 l} + \frac{1}{k_2 h} + \frac{1}{k_3 l} + \frac{1}{k_4 h}} \\ &= \frac{hl}{h \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_3} \right) + l \left(\frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_4} \right)} \end{aligned} \quad (A)$$

$\frac{\delta}{F}$ est la déformation par unité de charge.

Il suffit de lui imposer une limite $\frac{\delta}{F} = C$, C étant, bien entendu, choisi avec une sécurité suffisante ; nous voyons que h et l seront soumis à une loi hyperbolique de la forme

$$\frac{h^2 l^2}{h + l} = C \text{ (constante).}$$

L'hyperbole construite suivant l'équation (A) sur des axes coordonnés, délimitera avec ceux-ci une zone dans laquelle pourront être inscrits tous les cadres dont la déformation est égale ou inférieure au maximum $\frac{\delta}{F}$ qu'on se sera imposé.

Les cadres qui auront leur sommet B sur l'hyperbole, auront donc la même déformation et cette déformation sera égale au maximum $\frac{\delta}{F}$ admis.

Chaque fois que dans l'équation (A) un des coefficients k_1 , k_2 , k_3 ou k_4 prendra une autre valeur, c'est-à-dire chaque fois qu'un des côtés du cadre changera de constitution, nous obtiendrons pour la même valeur de $\frac{\delta}{F}$ une autre hyperbole. On en arrive ainsi à un réseau d'hyperboles construites sur les mêmes axes et les cadres représentés à l'échelle de h et de l sur ceux-ci, indiqueront par la position de leur sommet B l'hyperbole et par conséquent la construction qui, dans chaque cas, répondra à la sécurité demandée. En représentant par k le coefficient du profil normal de 36 mm et par k_t celui du tubulaire, nous pouvons résumer les valeurs que prend l'équation (A) dans divers cas particuliers, dans le tableau ci-après.

TABLEAU I
Valeurs particulières de l'équation (A)

a	Les quatre côtés sont réalisés avec le profil normal	$k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{2k(h+l)}$
b, c	Une largeur est réalisée en profil tubulaire	$\begin{cases} k_1 = k_3 = k_4 = k \\ k_2 = k_t \end{cases}$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{2k h + \left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t} \right) l}$
d, e	Une hauteur est réalisée en profil tubulaire	$\begin{cases} k_1 = k_2 = k_3 = k \\ k_4 = k_t \end{cases}$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{\left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t} \right) h + \frac{2}{k} l}$
f, g	Une hauteur et une largeur réalisées en profils tubulaires	$\begin{cases} k_2 = k_4 = k \\ k_1 = k_3 = k_t \end{cases}$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{\left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t} \right) (h+l)}$
h	Les deux largeurs réalisées en profils tubulaires	$\begin{cases} k_1 = k_3 = k \\ k_2 = k_4 = k_t \end{cases}$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{\frac{2}{k} h + \frac{2}{k_t} l}$
i	Les deux hauteurs réalisées en profils tubulaires	$\begin{cases} k_2 = k_4 = k \\ k_1 = k_3 = k_t \end{cases}$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{\frac{2}{k_t} h + \frac{2}{k} l}$
j	Les deux hauteurs et une largeur réalisées en profils tubulaires	$\begin{cases} k_4 = k \\ k_1 = k_2 = k_3 = k_t \end{cases}$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{\frac{2}{k_t} h + \left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t} \right) l}$
k	Les deux largeurs et une hauteur réalisées en profils tubulaires	$\begin{cases} k_2 = k \\ k_1 = k_3 = k_4 = k_t \end{cases}$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{\left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t} \right) h + \frac{2}{k_t} l}$
l	Les quatre côtés sont réalisés avec le profil tubulaire	$k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k_t$	$\frac{\delta}{F} = \frac{h^2 l^2}{2k_t(h+l)}$



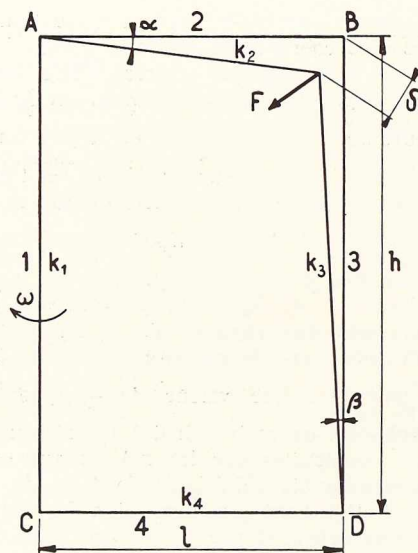


Fig. 209. Schéma de voilement d'un châssis de fenêtre.

Les termes k et k_t ont été choisis dans ces équations pour représenter respectivement les coefficients du profil courant de 36 mm et du profil tubulaire correspondant.

Ces coefficients seront de préférence déterminés expérimentalement sur des cadres soudés et non sur des barres. Les coefficients ainsi obtenus seront influencés par les déformations complexes qui se produisent dans les angles et dont cette théorie ne tient pas compte.

Il suffit donc de faire quelques expériences sur des cadres de dimensions et constitutions différentes et de relever les déformations δ et les efforts F appliqués.

En introduisant dans les formules les F , h et l de chaque cas ainsi expérimenté, on trouvera les valeurs de k et k_t correspondantes. Si les valeurs trouvées présentent quelques dissemblances, il suffit d'interpoler et on obtiendra ainsi pour k et k_t des valeurs satisfaisantes pour la pratique.

Les valeurs de k et de k_t déterminées et $\frac{\delta}{F} = \text{constante}$ étant choisi, chacune des formules du tableau I, donnera une hyperbole. Ces neuf hyperboles tracées sur les mêmes axes coordonnées déterminent le réseau de tous les cadres dont le profil de 36 mm et ses différentes combinaisons avec le profil tubulaire seront capables et dont la déformation sous un effort statique, ne dépassera pas la limite imposée.

Nous faisons suivre à titre comparatif, le réseau d'hyperboles auquel les 9 équations précédentes conduisent et pour limiter $\frac{\delta}{F}$ nous avons choisi le cadre entièrement en profil normal de 36 mm, de 1^m20 de hauteur sur 0^m60 de largeur. La pratique a prouvé que ce cadre offre toute sécurité et c'est la raison pour laquelle il est choisi ici comme critérium de comparaison.

L'hyperbole en traits interrompus limite les dimensions que pourraient avoir des cadres entièrement en profil de 45 mm, profil le plus lourd qui s'utilisait pour les grands ouvrants avant la création du profil tubulaire.

Ce réseau d'hyperboles ne peut cependant pas servir d'abaque pour déterminer la construction à adopter pour les cadres dont on voudrait limiter la déformation. Les conditions dans lesquelles nous avons mis les châssis ne correspondent pas à ce qui se passe dans un vantail qui subit un gauchissement dans la pratique.

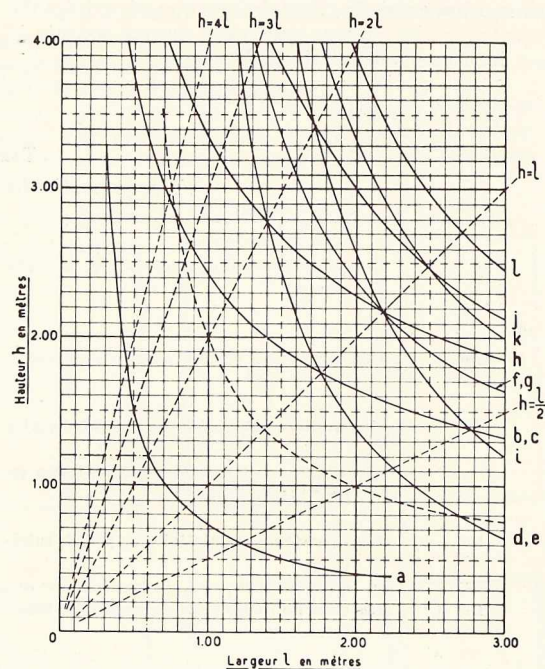


Fig. 210. Abaque de dimensions limites des châssis. La courbe en traits interrompus correspond au profil lourd de 45 mm.

b) Etude dynamique

Nous avons appliqué un effort à un châssis immobile alors qu'en réalité le gauchissement



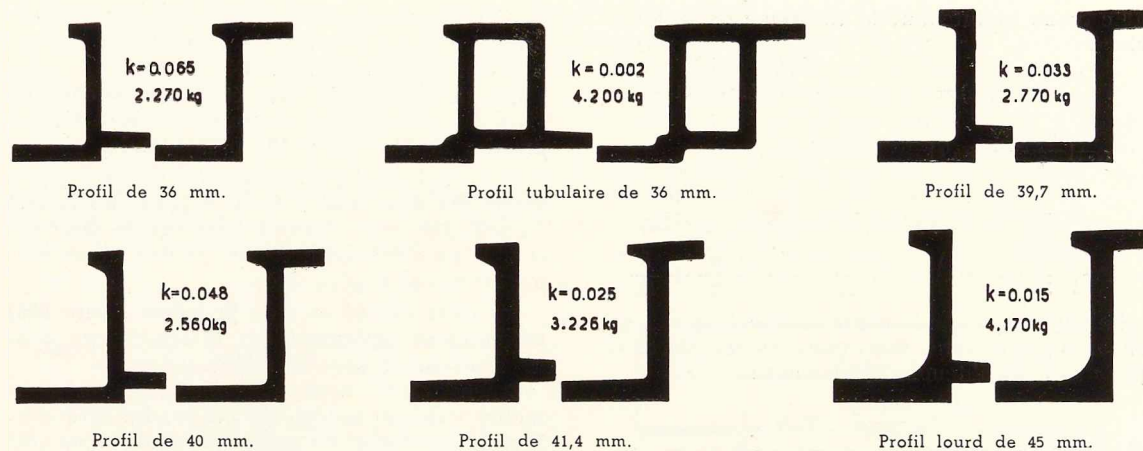


Fig. 211. Divers types de profilés et leurs caractéristiques (échelle : 1/2).

se produit sur un châssis en mouvement et bien que l'impulsion soit due à une force extérieure, le voilement ne se produit que sous l'effet de la force vive propre du châssis. Le poids du châssis et le mouvement dont il est animé ont donc une influence prépondérante.

Afin de traiter le problème sous cet angle, nous supposons donc que le cadre tournant autour d'un de ses côtés (AC) avec une vitesse angulaire ω , vient à heurter un obstacle avec son sommet D et se déforme sous l'effet de la force vive dont il est animé :

Soit $2T$ cette force vive.

Pour AB, nous avons :

$$T_l = \int_0^l \frac{1}{2} m_l \omega^2 r^2 dr = \frac{1}{6} m_l \omega^2 l^3.$$

Pour BD, nous avons :

$$T_h = \frac{1}{2} m_h \omega^2 h l^2$$

m_l et m_h étant les masses unitaires respectives des barres AB et BD.

La déformation se produira donc sous l'effet de la somme de ces demi forces vives

$$T = \frac{1}{6} m_l \omega^2 l^3 + \frac{1}{2} m_h \omega^2 h l^2 = \frac{1}{2} \omega^2 l^2 \left(\frac{m_l l}{3} + m_h h \right).$$

Cette expression $T = \frac{1}{2} \omega^2 l^2 \left(\frac{m_l l}{3} + m_h h \right)$ représente le travail à l'état de potentiel dont le cadre est capable au moment où il heurte l'obstacle en D et qui va s'absorber par la déformation du cadre.

Nous faisons ici abstraction de la force vive du côté CD et de la flexion qui en résulte pour ce

même côté, il est également fait abstraction de l'effet oscillatoire qui se manifestera dans les déformations du cadre. Nous croyons que la portée uniquement comparative du problème nous y autorise.

Travail de déformation T_d .

Pour la barre AC, nous avons :

En admettant une torsion angulaire α pour cette barre, obtenue par une force fictive F_1 , appliquée en B, nous aurons le moment de torsion

$$M_1 = F_1 l$$

or, nous avons vu précédemment que :

$$\alpha = F_1 \cdot l \cdot h \cdot k_1$$

d'où :

$$M_1 = F_1 \cdot l = \frac{\alpha}{h \cdot k_1}.$$

Comme le travail de déformation T_1 est donné par :

$$T_1 = \frac{1}{2} M_1 \alpha.$$

On a :

$$T_1 = \frac{\alpha^2}{2 h k_1}.$$

Nous aurons de même pour les autres barres

$$T_2 = \frac{\beta^2}{2 l k_2} \quad T_3 = \frac{\alpha^2}{2 h k_3} \quad T_4 = \frac{\beta^2}{2 l k_4}$$

en tenant compte des relations : $\delta = l \alpha = h \beta$ et $T_d = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$.

Il nous vient finalement :

$$T_d = \frac{\delta^2}{2 l^2 h k_1} + \frac{\delta^2}{2 h^2 l k_2} + \frac{\delta^2}{2 l^2 h k_3} + \frac{\delta^2}{2 h^2 l k_4}.$$

Ecrivons maintenant le théorème de la force vive :

$$T\left(\frac{1}{2} \text{ force vive}\right) = T_d (\text{travail de déformation})$$

$$\frac{\omega^2 l^2}{2} \left(\frac{m_l l}{3} + m_h h\right)$$

$$= \frac{\delta^2}{2 l^2 h k_1} + \frac{\delta^2}{2 h^2 l k_2} + \frac{\delta^2}{2 l^2 h k_3} + \frac{\delta^2}{2 h^2 l k_4}$$

$$\omega^2 h^2 l^4 \left(\frac{m_l l}{3} + m_h h\right) = \delta^2 \left(\frac{h}{k_1} + \frac{l}{k_2} + \frac{h}{k_3} + \frac{l}{k_4}\right).$$

En supposant que le cadre tourne à raison de 30 tours par minute, nous pouvons remplacer ω par π et nous obtenons finalement :

$$\delta^2 = \pi^2 h^2 l^4 \frac{\frac{m_l}{3} l + m_h h}{\left(\frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_4}\right) l + \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_3}\right) h} \quad (B)$$

Cette expression donnera un nouveau réseau de courbes dont l'allure sera bien différente de celles précédemment obtenues.

Il y a lieu de remarquer, tout d'abord, que dans les conditions de notre hypothèse un même cadre hétérogène pourrait donner des déforma-

tions différentes. Ainsi un cadre comprenant un tubulaire en largeur peut se présenter dans deux positions différentes (fig. 208_b et _c).

L'angle D (voir fig. 209) étant bloqué dans les deux cas, nous voyons de suite que le cadre (c) prendra la déformation la plus grande.

Comme il n'est pas possible de savoir a priori lequel des deux angles D ou B peut être heurté en pratique, nous devons examiner les deux cas et s'ils ne s'avèrent pas assez voisins, nous soumettre au cas le plus sévère (c).

Les deux cas (d et e de la même figure 208) présenteront également des dissemblances dans les résultats et pour la même raison.

Cependant ici nous pouvons toujours nous mettre dans le cas (e) qui est le plus favorable. Il suffit à cet effet de mettre le tubulaire du côté des charnières.

Comme précédemment, nous représentons par k le coefficient du profil normal de 36 mm et par k_t celui du tubulaire. m et m_t représenteront respectivement les masses par unité de longueur du profil de 36 mm et du tubulaire. Les diverses valeurs particulières que prend l'équation (B) sont résumées dans le tableau suivant.

TABLEAU II
Valeurs particulières de l'équation (B)

a	Les quatre côtés sont réalisés avec le profil normal	$\left\{ \begin{array}{l} k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k \\ m_l = m_h = m \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{6} h^2 l^4 m k \frac{l+3h}{l+h}$
b	Cas à remplacer par le cas plus défavorable c		
c	Une largeur est réalisée en profil tubulaire	$\left\{ \begin{array}{l} k_1 = k_2 = k_3 = k \quad k_4 = k_t \\ m_l = m_t \quad m_h = m \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{3} h^2 l^4 \frac{m_l l + 3 m h}{\left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t}\right) l + \frac{2}{k} h}$
d	Cas non réalisé en pratique		
e	Une hauteur est réalisée en profil tubulaire	$\left\{ \begin{array}{l} k_2 = k_3 = k_4 = k \quad k_1 = k_t \\ m_l = m_h = m \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{3} h^2 l^4 m \frac{l+3h}{\frac{2}{k} l + \left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t}\right) h}$
f	Cas à remplacer par le cas plus défavorable g		
g	Une hauteur et une largeur réalisées en profils tubulaires	$\left\{ \begin{array}{l} k_2 = k_3 = k_4 = k \quad k_1 = k_2 = k_t \\ m_l = m_t \quad m_h = m \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{3} h^2 l^4 \frac{m_l l + 3 m h}{\left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t}\right) (l+h)}$
h	Les deux largeurs réalisées en profils tubulaires	$\left\{ \begin{array}{l} k_1 = k_2 = k \quad k_3 = k_4 = k_t \\ m_l = m_t \quad m_h = m \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{6} h^2 l^4 \frac{m_l l + 3 m h}{\frac{1}{k_t} l + \frac{1}{k} h}$
i	Les deux hauteurs réalisées en profils tubulaires	$\left\{ \begin{array}{l} k_2 = k_3 = k \quad k_4 = k_1 = k_t \\ m_l = m \quad m_h = m_t \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{6} h^2 l^4 \frac{m l + 3 m_t h}{\frac{1}{k} l + \frac{1}{k_t} h}$
j	Les deux hauteurs et une largeur réalisées en profils tubulaires	$\left\{ \begin{array}{l} k_1 = k \quad k_2 = k_3 = k_4 = k_t \\ m_l = m_h = m_t \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{3} h^2 l^4 m_t \frac{l+3h}{\left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t}\right) l + \frac{2}{k_t} h}$
k	Les deux largeurs et une hauteur réalisées en profils tubulaires	$\left\{ \begin{array}{l} k_2 = k \quad k_3 = k_4 = k_1 = k_t \\ m_l = m_t \quad m_h = m \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{3} h^2 l^4 \frac{m_l l + 3 m h}{\frac{2}{k_t} l + \left(\frac{1}{k} + \frac{1}{k_t}\right) h}$
l	Les quatre côtés sont réalisés avec le profil tubulaire	$\left\{ \begin{array}{l} k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k_t \\ m_l = m_h = m_t \end{array} \right.$	$\delta^2 = \frac{\pi^2}{6} h^2 l^4 m_t k_t \frac{l+3h}{l+h}$



En prenant à nouveau comme point de départ le cadre normal de $1^m20 \times 0^m60$, nous avons au moyen de ces formules établi un nouveau réseau d'hyperboles d'allure bien plus logique et qui indiquera quand le profil tubulaire doit être utilisé et à quel endroit du cadre son insertion sera la plus efficace.

L'hyperbole en trait pointillé indique encore dans ce réseau les cadres maxima que le profil lourd de 45 mm permet de réaliser.

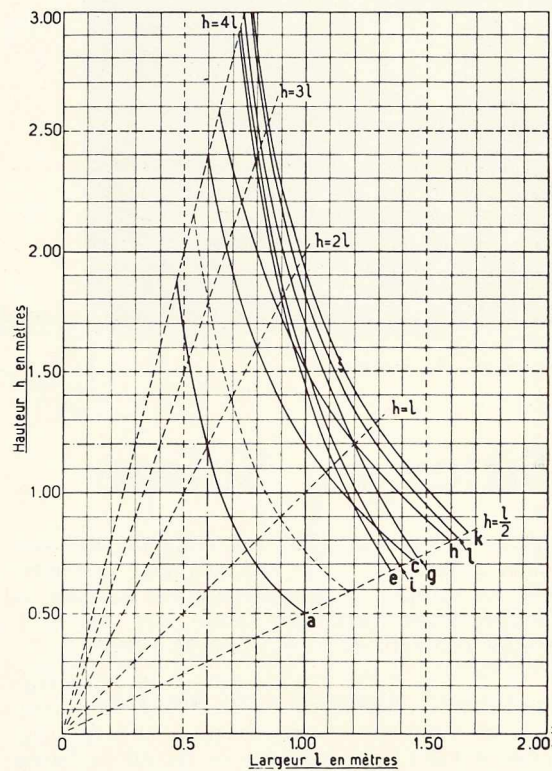


Fig. 212. Abaque des dimensions limites des châssis. La courbe en traits interrompus correspond au profil lourd de 45 mm.

A titre documentaire, nous examinons le cas du châssis suivant qui comprend 2 ouvrants de $1^m40 \times 0^m70$.

Construit en section de 45 mm ce châssis pèsera 125 kg. Les ouvrants ont des dimensions limites pour cette section. Le cadre de 1^m40 sur 0^m70 rapporté sur les axes a en effet son angle sur l'hyperbole pointillé du profil de 45 mm.

Construits en profil de 36 mm avec une largeur inférieure en tubulaire, ces ouvrants sont bien plus rigides et l'ensemble du châssis ne pèsera que 72,5 kg dont 6,5 kg de tubulaire.

Le châssis en 45 mm pèse donc 74 % de plus que le même châssis en 36 mm avec tubulaire et encore ses ouvrants sont-ils loin d'offrir la même raideur.

Si l'exemple qui précède et que nous n'avons pas choisi parmi les plus frappants, illustre l'éco-

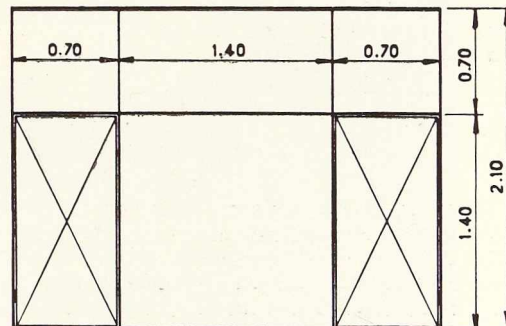


Fig. 213. Schéma d'ensemble d'un châssis de fenêtre.

nomie directe de matière que l'emploi du profil tubulaire permet de réaliser tout en apportant un gain sensible de qualité, nous ne pouvons pas terminer cet article sans attirer l'attention sur d'autres conséquences non moins intéressantes.

De nombreuses séries de profils ont été créées pratiquement toujours dans le même but d'augmenter leur résistance avec des résultats peu sensibles quant à cette résistance, mais désastreux quant aux multiples outillages nécessaires à leur laminage d'une part et à la fabrication des châssis d'autre part.

Les ateliers de construction importants se voyaient entraînés à stocker des poids considérables dans trois, quatre et parfois plus de séries différentes. Chaque série nécessitait souvent sa quincaillerie propre et ici encore les outillages et les stocks se trouvaient multipliés sans résultats appréciables.

L'apparition du profil tubulaire apporte donc aux architectes des possibilités restées jusqu'à présent inaccessibles, aux usagers une sécurité insoupçonnée et une économie considérable, aux constructeurs un pas gigantesque vers la standardisation avec une réduction immédiate des stocks et des outillages.

F. V. d. B.

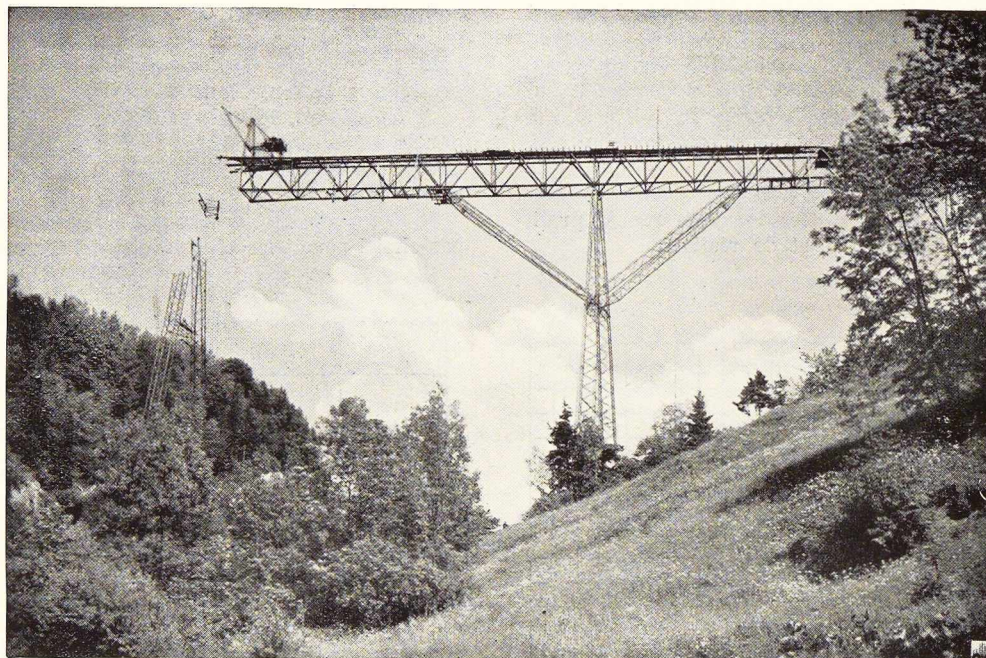


Fig. 214. Vue du viaduc en cours de montage.

Le viaduc de la Sitter en Suisse

Description

La route qui traverse la rivière Sitter, en Suisse orientale, empruntait depuis de nombreuses années un vieux pont en bois établi dans le fond du ravin. Cette situation entraînait pour le trafic l'obligation de gravir des rampes de 20 % et plus. Devant l'importance croissante du trafic, il a fallu remédier à cet état de choses et le vieux pont en bois a été remplacé par un viaduc métallique de 355^m60 de longueur.

Cet ouvrage, qui relie les localités de Haggen et de Stein (Canton de Saint-Gall), franchit le ravin et la Sitter à 85 mètres de hauteur. D'un aspect particulièrement léger et élégant, le viaduc comporte sept travées de 27^m20 à 69^m60 de portée. La largeur totale du tablier est de 3^m90, soit une chaussée de 2^m40 et deux trottoirs de 0^m75. Le tablier est constitué par une dalle en béton armé de 14 cm d'épaisseur, couverte d'un revêtement en asphalté. Des joints de dilatation divisent le tablier en une série de tronçons de 30 à 35 mètres de longueur. Un garde-corps de 1^m10 règne sur toute la longueur du viaduc. La voie

carrossable prévue pour une seule file de véhicules s'élargit en deux endroits pour permettre à deux voitures de se croiser; à ces endroits, la largeur totale du tablier (entre axes des maîtresses poutres) est portée de 3^m90 à 6^m80.

Le viaduc a été calculé pour une surcharge uniforme de 300 kg/m² ou la charge d'un véhicule de 8 tonnes. La pression du vent a été prise égale à 150 kg/m². Le taux de travail de l'acier admis dans les calculs est de 14 kg/mm² sans tenir compte de la pression du vent, et de 16 kg/mm² en tenant compte de cette pression.

Les poutres maîtresses, du type en treillis, ont une hauteur qui varie de 2^m00 pour la travée de rive, côté Stein, à 6^m00 pour la travée au-dessus de la rivière. Les montants et les diagonales du treillis ont été réalisés en cornières, tandis que pour les membrures on a utilisé des poutrelles H. Les poutres principales sont réunies entre elles par des traverses, constituées par des poutrelles I. L'ensemble forme un caisson continu reposant sur 8 appuis : deux culées de béton aux extrémités et six pylônes métalliques sur les



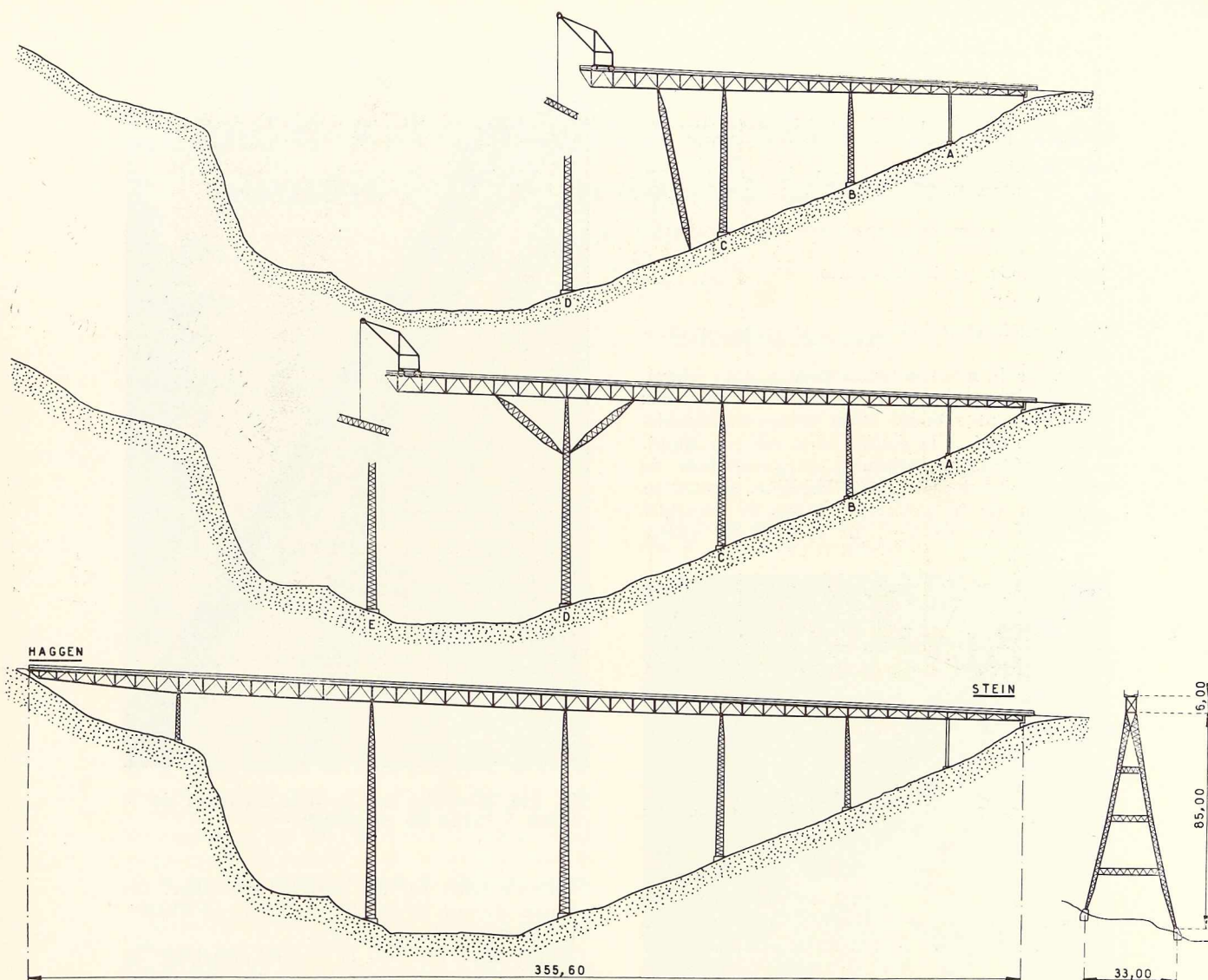


Fig. 215. Deux phases de montage et élévation complète du viaduc de la Sitter.

piles intermédiaires. Le plus petit pylône a une hauteur de 16 mètres, le plus grand, 85 mètres. L'écartement des deux montants du grand pylône atteint 33 mètres au pied; cet empattement offre une grande rigidité au vent dans le sens transversal.

Construction

En raison de la grande profondeur du ravin, il n'a pas été possible d'établir des échafaudages de montage. Toute la construction, à l'exception de la travée de rive côté Stein, a été montée de

proche en proche au moyen d'une grue de 10 mètres de portée circulant sur la poutre principale dont elle suivait l'avancement.

Le montage de la travée centrale, longue de près de 70 mètres, a présenté d'assez grandes difficultés. En raison de la longueur des porte-à-faux et des charges à supporter, la poutre prenait une flèche d'environ 50 cm; rien que le poids d'un homme travaillant sur la poutre lui imprimait une flèche de 3 mm. Dans ces conditions, le pylône métallique sur lequel devait s'appuyer la travée aurait été de 53 cm trop long. On a, en conséquence, construit un pylône dont la lon-

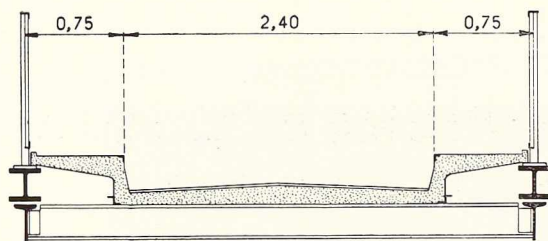


Fig. 216. Coupe transversale.

gueur réelle était inférieure à la longueur théorique.

Lorsque le montage de la poutre fut achevé, celle-ci fut relevée de 50 cm au moyen de vérins; le pylône fut rallongé d'un tronçon préalablement fabriqué et la poutre posée sur son appui.

Les pylônes métalliques sont constitués de tronçons de 14 mètres de longueur, soudés en atelier au moyen d'électrodes Arcos et assemblés sur place par boulons. Ils comportent quatre

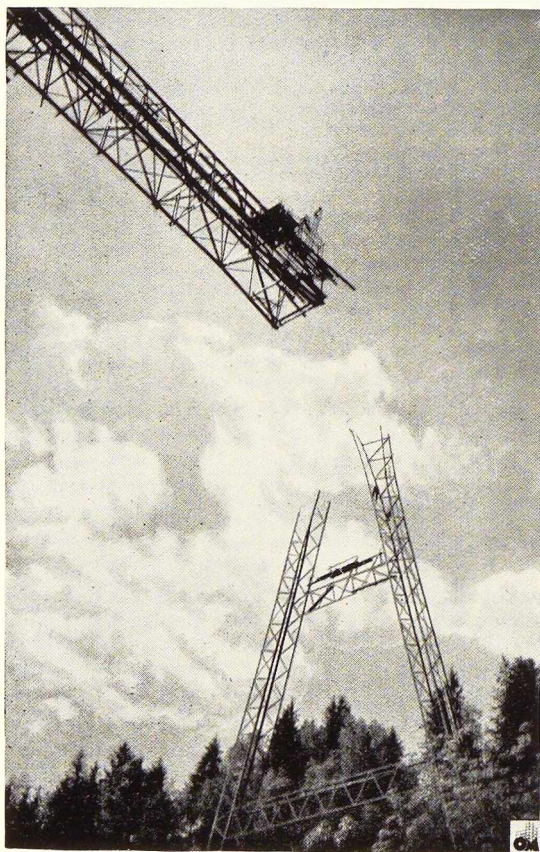


Fig. 217. Montage en porte-à-faux des poutres du viaduc.

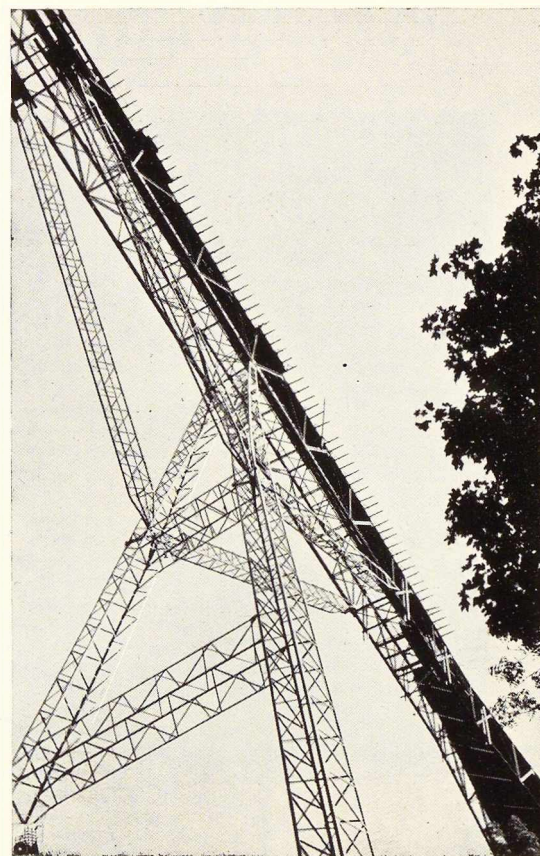


Fig. 218. Montage des poutres au droit de la rivière à l'aide de poussards.

montants reliés par des diagonales soudées. Les plaques d'assise et de tête des tronçons d'extrémité sont également soudées.

Entre deux pylônes, la poutre principale en cours de montage prend appui sur un pylône provisoire extensible. Au droit de la rivière, ce pylône a été remplacé par des poussards.

Dans les maîtresses poutres, les diagonales ainsi que les raidisseurs ont été assemblés par soudure. La soudure a encore été utilisée pour la chaussée, dont la dalle en béton est renforcée par des petites cornières fixées sur les traverses. Ces cornières sont enrobées dans le béton et assurent une liaison comparable à celle des spirales type *Alpha*.

Les plans et calculs de cet audacieux ouvrage d'art sont l'œuvre du bureau d'étude R. Dick, de Lucerne. La construction et le montage ont été réalisés par la firme E. Scheer, à Hérisau.

Le poids total de la construction métallique est de 350 tonnes. Le coût de l'ouvrage a été d'environ 300.000 francs suisses.



Calcul des récipients à viroles elliptiques soumis à une pression intérieure

par **Em. Pierre**,
Ingénieur Civil des Mines, A. I. Lg.
Directeur de l'Apragaz

L'emploi de *citernes à viroles elliptiques* se généralise pour le transport des liquides par camions ou remorques automobiles. Le choix de cette forme se justifie par l'abaissement du centre de gravité qui en résulte.

On en est arrivé à envisager des récipients de même forme pour transporter du gaz sous pression. Ils sont alors soumis à une pression intérieure résultant, soit de la tension de vapeur du gaz liquéfié, soit de l'air comprimé employé pour la vidange du liquide transporté. Malheureusement, une pression intérieure de quelques kilos par centimètre carré exige des épaisseurs tellement fortes que l'emploi de ces formes de citernes en devient prohibitif. C'est ce qui ressort de l'exemple ci-dessous :

La citerne à viroles elliptiques considérée devait être capable de recevoir une pression de service de 2 kg/cm². Les dimensions de la section de la virole étaient de 1.850 mm pour le grand axe, et de 1.000 mm pour le petit axe. Le constructeur n'avait pas calculé l'épaisseur de la tôle. En employant des tôles de 6 mm, il croyait avoir largement tenu compte de la forme elliptique et de la pression intérieure que le réservoir devait supporter.

Ayant été surpris des fortes épaisseurs de tôles obtenues par un premier calcul, nous avons effectué le calcul de ces viroles suivant trois méthodes différentes.

Signes et notations conventionnels

- p = pression intérieure, positive = 2 kg/cm².
 N = effort longitudinal circonférentiel (N est positif dans le cas de la traction).
 T = effort tranchant dans l'épaisseur de la paroi.
 e = épaisseur de la virole elliptique.
 a = demi grand axe de l'ellipse = 925 mm.
 b = demi petit axe de l'ellipse = 500 mm.
 i_{AA} = rayon d'inertie de l'ellipse moyenne de la paroi par rapport au grand axe.
 i_{BB} = rayon d'inertie de l'ellipse moyenne de la paroi par rapport au petit axe.
 t = tension maximum admise dans le métal = 8 kg/mm².

I. Méthode de Lorenz (1)

Les calculs montrent que c'est le point A (fig. 221) qui est le plus fortement sollicité. L'épaisseur en ce point est donnée par la formule :

$$e = \frac{N_A \pm \sqrt{N_A^2 + 4 \cdot t \cdot 6 M_A}}{2 t}$$

Si nous admettons une tension de 8 kg/mm² en A, cette formule donne :

$$e = 52 \text{ mm.}$$

Notons que les « Théories relatives au calcul des Enveloppes » (2) de M. GYSEN, Professeur à la Faculté Polytechnique de Mons, conduisent à des formules semblables, et, par conséquent, à un résultat identique.

II. Méthode basée sur la théorie des pièces courbes

Son application aux viroles elliptiques conduit à la formule suivante :

$$e = K \frac{a}{2} \cdot \sqrt{\frac{6 p (2 - \theta)}{t} + \frac{N_A}{t}}$$

dans laquelle

$$K = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} \quad \text{et} \quad \theta = \frac{1 - \frac{3 K^2}{8} - \frac{5 K^4}{64}}{1 - \frac{K^2}{4} - \frac{3 K^4}{64}}$$

L'application de cette formule au cas particulier dont nous nous occupons donne pour l'épaisseur en A :

$$e = 52,8 \text{ mm.}$$

III. Méthode utilisant l'équation de déformation aux points A et B

Appliquons à la ligne brisée AOB la même sollicitation qu'à la courbe AB du quart d'ellipse, et nous aurons :

$$M_A = M_B - p \frac{b^2}{2} + p \frac{a^2}{2} \quad (1)$$

(1) Voir LEHRBUCH DER TECHNISCHEN PHYSIK, par le Prof. Lorenz. Edit. Oldenbourg à Munich (1913).

(2) Extrait des publications de l'Association des Ingénieurs de l'Ecole des Mines de Mons, 4e fascicule 1936, no 59.



D'autre part, l'équation de déformation aux points A et B donne :

$$\Delta\alpha_B - \Delta\alpha_A = 0 \quad \text{soit} \quad \int_B^A M ds = 0 \quad (2)$$

Le moment M en un point quelconque (x, y) du quart d'ellipse AB est donné par la formule :

$$M = M_B - p \frac{b^2}{2} + p \frac{X^2}{2} + p \frac{Y^2}{2}.$$

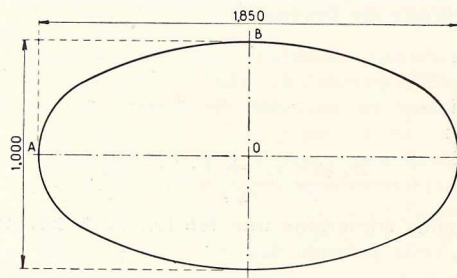


Fig. 219.

L'équation (2) devient finalement :

$$M_A = p \frac{a^2}{2} - \frac{p}{2} \frac{I_0}{S}.$$

$\frac{I_0}{S} = R_0^2 =$ carré du rayon de giration polaire du quart de l'ellipse. La tension maximum en A est donnée par :

$$t = \frac{N_A}{e} + \frac{\left(pa^2 - \frac{p}{2} R_0^2 \right) \frac{e}{2}}{\frac{e^3}{12}}.$$

On en déduit e, qui dans ce cas particulier vaudra :

$$e = 51,9 \text{ mm.}$$

Signalons que la S. A. *Les Ateliers Métallurgiques de Nivelles*, Division de Manage, est arrivée à des conclusions semblables dans le calcul d'une virole elliptique soumise à une pression supérieure (6 kg/cm²), mais dont le grand axe était beaucoup plus faible, et le rapport $\frac{b}{a}$ plus élevé (b = 250, a = 400, d'où $\frac{b}{a} = 0,625$). L'épaisseur trouvée était de 43 mm.

Remarques

1° Nous avons admis dans la tôle une tension maximum de 8 kg/mm² au point A, correspondant à la pression de service de 2 kg/cm².

On ne peut en effet admettre une tension supérieure si l'on considère que la soudure se trouve

précisément à ce point qui est le plus sollicité.

2° Nous n'avons pas tenu compte dans les calculs du freinage constitué par les deux fonds, car leur influence décroît rapidement vers le milieu de la longueur de la virole.

Conclusions

Les épaisseurs trouvées paraissent extraordinaires et on pourrait se demander si les tensions calculées correspondent à la réalité. En effet, les fonds bombés, dont les sections sont semblables à celles de viroles elliptiques n'exigent pas des épaisseurs aussi fortes.

Il en est de même pour les fonds plats; si on calcule l'épaisseur des fonds plats dont le diamètre est égal au grand axe des viroles elliptiques citées ci-dessus, et en appliquant la formule du Règlement des chaudières à vapeur :

$$e = 0,06 l \sqrt{\frac{p}{t}}$$

Soit respectivement :

$$e_1 = 0,06 \times 1850 \sqrt{\frac{2}{35}} = 27 \text{ mm.}$$

$$e_2 = 0,06 \times 800 \sqrt{\frac{6}{35}} = 20 \text{ mm.}$$

alors que les valeurs trouvées pour les viroles elliptiques étaient respectivement de 52 et de 43 mm.

Cependant, cette anomalie apparente s'explique aisément si l'on tient compte que les fonds plats et bombés sont encastrés sur leur pourtour. Ils ne peuvent donc se déformer que grâce à un écoulement de métal dans des zones relativement importantes. Il n'en est pas de même des viroles elliptiques qui, soumises à une pression intérieure, subissent une « mise au rond », sans que le périmètre de leur section doive être modifié, donc sans écoulement de métal.

On sait d'ailleurs que les réservoirs à viroles cylindriques peuvent subir lors de l'épreuve hydraulique une « mise au rond » qui s'effectue à des pressions bien inférieures à celle du timbre. Or, dans ce cas, la différence entre deux diamètres perpendiculaires ne dépasse pas les imperfections du cintrage et du dressage des bords droits des fonds, soit l'épaisseur de la tôle.

Il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'une virole elliptique appelée à rester rigide exige une épaisseur très forte pour une faible pression.

Nous attirons donc l'attention des constructeurs sur le danger de l'utilisation des réservoirs à viroles de section elliptique, dans le cas où ceux-ci sont destinés à recevoir une pression intérieure, si faible qu'elle soit. E. P.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier au cours du second trimestre 1945.

La production d'acier des usines belges et luxembourgeoises a continué à être faible au cours du second trimestre 1945. On constate cependant un relèvement modéré, mais régulier de la production.

Le problème d'approvisionnement en charbon reste le problème primordial auquel doivent faire face les dirigeants des industries sidérurgiques pour résoudre le problème de la production. Les perspectives à ce sujet restent limitées.

Du côté de l'approvisionnement en minerai, les contacts qu'on a pu prendre et les négociations en cours à l'heure actuelle avec la France et la Suède montrent que cette question peut être résolue.

En Belgique, 12 hauts-fourneaux seulement sont allumés; quatre d'entre eux sont exclusivement réservés à la production de fonte. Les hauts-fourneaux allumés se répartissent comme suit :

Usines Boël	1
Aciéries et Minières de la Sambre	1
John Cockerill	4
Ougrée-Marhay	2
Forges de la Providence	2
Thy-le-Château	2

Au Luxembourg, seuls les Hauts-Fourneaux et Aciéries de Hadir étaient en activité au cours du second trimestre 1945, et leur production était pratiquement entièrement destinée aux besoins militaires.

L'utilisation de l'acier a été la même au cours du second trimestre 1945 que pendant la période précédente. Une partie importante — approximativement les deux tiers — a été utilisée par les armées alliées soit directement, soit après transformation par les ateliers de construction. Le reste de la production a été mis par priorité à la disposition des charbonnages, de la construction navale et des sinistrés. Les autres utilisateurs n'ont pratiquement pas été approvisionnés.

Disons en terminant cette note que les perspectives des mois prochains semblent meilleures. On peut espérer un relèvement de la production du Luxembourg où des hauts-fourneaux vont être remis en activité. Parallèlement, le développement de la production belge peut s'accroître et, de cette façon, le tonnage mis à disposition du marché intérieur serait relevé. Ces perspectives ne paraissent pas d'un optimiste exagéré.

La production d'acier-lingot a été la suivante en Belgique au cours des cinq premiers mois de l'année 1945 :

Janvier	9.310 tonnes
Février	10.430 tonnes
Mars	14.765 tonnes
Avril	30.135 tonnes
Mai	37.034 tonnes

Il n'est pas sans intérêt de comparer ces valeurs à celle de la production mensuelle moyenne de 1939 qui est de 253.000 tonnes.

Un plan quinquennal concernant l'industrie sidérurgique britannique

L'industrie britannique du fer et de l'acier se prépare à mettre en application un programme de modernisation et d'extension dont le coût est estimé à £ 100.000.000 (17,6 milliards de francs belges).

Le plan prévoit notamment de nouvelles installations de laminage, dont la dépense est estimée à 2,5 milliards de francs belges, à Middlesbrough et de nouveaux fours à coke à Ebbw Vale.

La décision de répartir ce programme sur une période de cinq ans a été prise après avoir considéré les différents facteurs en jeu : tonnage d'acier nécessaire dans les années d'après-guerre, difficulté de trouver immédiatement la vaste quantité de nouvelles installations nécessaires, manque de main-d'œuvre, etc.

Nuances modernes d'acier

M. PIENS, Ingénieur E. C. P. a fait l'an dernier à Paris une remarquable conférence sur les *Nuances modernes d'acier* dont nous sommes fait l'écho dans nos Notes d'information. Aujourd'hui, nous recevons de l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux Publics de Paris, sa circulaire Série G, n° 11, donnant *in extenso* l'importante communication de M. PIENS.

L'exposé de M. PIENS montre que les tendances en France sont, d'une part, l'amélioration des aciers normaux, d'autre part, le développement des aciers à haute limite élastique.

L'application de la soudure autogène à la construction des navires aux Etats-Unis

A l'heure actuelle, la soudure est très largement appliquée dans le programme de constructions navales de guerre aux Etats-Unis : elle permet de réduire à la fois le prix et la durée de la construction des navires.



Le prix de revient des cargos qui était de 200 dollars (environ 9.200 francs belges) par tonne pendant la guerre précédente, est maintenant de 160 dollars (7.000 francs belges) seulement.

Alors que la construction d'un navire du type Liberty durait 180 jours avant décembre 1941, actuellement cette durée ne dépasse pas 40 jours. Un grand nombre de soudures peuvent être effectuées à l'atelier, ce qui accélère le travail et donne une plus grande sécurité. On n'a plus, sur le chantier, qu'à réunir des ensembles relativement importants.

L'industrie sidérurgique brésilienne

La production sidérurgique pendant le premier semestre 1944 s'est élevée à 30.000 tonnes de fonte, 100.000 tonnes d'acier et 79.000 tonnes de produits laminés.

Ces chiffres constituent une augmentation de 67, 81 et 66 % par rapport à la période correspondante de 1939, et 12, 21 et 13 % respectivement par rapport au premier semestre 1943.

L'industrie sidérurgique brésilienne est en plein développement; étant donné les réserves considérables de minerais que possède le pays, le Brésil deviendra, avec le temps, un des principaux fournisseurs d'acier aux républiques latino-américaines.

Locomotives et wagons pour le réseau belge

La Société Nationale a passé commande d'un certain nombre de locomotives tant en Belgique qu'à l'étranger.

Les 300 locomotives commandées aux Etats-Unis et au Canada sont des machines « Consolidation » (2-8-0), correspondant au type 38 de la Société Nationale, en service sur le réseau belge depuis plusieurs années et dont 150 unités ont été livrées après la guerre 1914-1918.

Des 213 locomotives confiées à l'industrie belge, 113 font partie de commandes passées par la Reichsbahn sous l'occupation allemande et reprises par la S. N. C. B., 100 autres sont des deux types standardisés 103 et 107.

Les locomotives commandées aux Etats-Unis et au Canada pèseront environ une centaine de tonnes. Les machines canadiennes coûteront probablement 76.000 dollars canadiens + 2.000 dollars de frais de transport. Ces machines arriveront chaudière montée. Les locomotives dont la commande est confiée aux Etats-Unis seront à un prix restant à fixer à la fourniture. En ce qui concerne les wagons, il y avait en fabrication, dans les ateliers de Belgique, en septembre 1944, 2.500 wagons. La S. N. C. B. a repris les contrats de fournitures, et 1.500 wagons restent encore en construction dans les ateliers du pays.

La Société Nationale commandera en outre en

Belgique, une première tranche de 10.000 wagons et fourgons répartis comme suit :

- 3.500 wagons tombereaux;
- 5.500 wagons fermés avec caisse en bois;
- 500 wagons fermés, mais avec caisse tôlée;
- 500 fourgons pour trains de marchandises.

Enfin, la Société Nationale a commandé, aux Etats-Unis, 6.000 wagons à fournir en 1945 et 2.000 en Grande-Bretagne, dont les premiers sont déjà arrivés en Belgique.

Les constructions préfabriquées en France

M. Marigny, Directeur au Service de l'Urbanisme, a fait récemment à Paris une conférence sur les constructions préfabriquées. Au cours de cette conférence, M. Marigny a exposé les raisons et avantages des constructions préfabriquées. Il a signalé que les services ministériels tout en ne prenant pas position en cette question, marquaient un vif intérêt pour la construction préfabriquée.

M. Marigny a insisté sur la nécessité d'avoir des constructions qui, au point de vue caractéristiques techniques, ne laissent rien à désirer par rapport aux procédés habituels de construction. Il a fait justice de certaines légendes sur la nécessité d'avoir des murs qui respirent et a montré que des constructions françaises préfabriquées sont habitées à la satisfaction générale depuis de nombreuses années.

Il a insisté sur l'appauvrissement en main-d'œuvre de toute l'Europe Occidentale et sur la nécessité de réduire le plus possible la main-d'œuvre de chantier qui sera insuffisante en quantité et en qualité.

M. Marigny a alors commenté les conclusions de différents concours techniques d'architecture ouverts par les services ministériels au cours de l'année 1944. Il a notamment montré qu'on était arrivé à des solutions satisfaisantes pour la construction en usine de blocs-eaux, de blocs-croisés, de cages d'escaliers.

Il est impossible, semble-t-il, de chiffrer dans les conditions présentes l'économie des constructions préfabriquées. On peut cependant admettre qu'un ordre de grandeur de 10 à 20 % d'économie doit raisonnablement être atteint.

M. Marigny s'est également beaucoup préoccupé de l'aspect architectural du problème. Il a montré que l'emploi d'éléments standards de grandes dimensions doit permettre à l'architecte de les combiner judicieusement et de garder à toutes constructions l'originalité indispensable.

D'autre part, il a attiré l'attention de ses auditeurs sur l'importance du rôle de l'architecte dans l'étude des différents prototypes. Ce serait, en effet, faire une grave erreur que de vouloir résoudre le problème du bâtiment avec des prototypes en petit nombre; dans ce domaine, après la création des premiers prototypes, l'évolution sera permanente, elle ne pourra se faire que grâce notamment aux architectes et à leur collaboration effective pour la mise au point de prototypes judicieux et conduisant à des ensembles dignes de l'architecture.



Bibliothèque

Nouvelles entrées (1) :

Les techniques de la métallurgie

par L. GUILLET.

Une brochure de 126 pages, format 11 × 17 cm, illustrée de 18 figures. Editée par les Presses Universitaires de France, Paris, 1944. Prix : 18 francs.

Dans ce petit volume qui fait partie de la collection « Que sais-je ? » l'auteur, Membre de l'Institut de France, fait le point des connaissances actuelles relatives aux techniques de la métallurgie.

On y trouvera des notes brèves, mais précises sur les sujets suivants : les opérations de chauffage; l'appareillage des opérations de calcination, de grillage et de fusion; les opérations de distillation et d'ébullition et leur appareillage; l'électrometallurgie par voie sèche et les fours électriques; les opérations par voie humide et leur appareillage; les opérations d'électrolyse par voie humide et leur appareillage; les traitements des différents minerais, les techniques actuelles des différentes métallurgies (fer, cuivre, plomb, zinc, étain, etc.).

Rebuilding Britain - A twenty year plan (La reconstruction de la Grande-Bretagne - Un plan de vingt ans)

par Sir Ernest SIMON.

Un volume relié de 256 pages, format 13 × 19 cm, illustré de 16 planches hors texte. Edité par Victor Gollancz. Ltd. Londres, 1945. Prix : 6 shillings.

Dans les notes introductives de son livre, l'auteur exprime sa confiance dans la possibilité de reconstruire la Grande-Bretagne en vingt ans de façon à assurer à chaque habitant un « home » salubre. Il croit également qu'une urbanisation rationnelle permettrait à chaque membre de la famille de se rendre facilement à son travail ou aux endroits de récréation.

La première partie de l'ouvrage intitulée « La construction » traite de la position du problème de l'entre-deux-guerres et notamment : matériaux, main-d'œuvre et prix de revient. Un chapitre spécial est consacré à la préfabrication et à la production en série de maisons standards.

Dans la deuxième partie consacrée à l'habitation, l'auteur expose les programmes pour les

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

On peut acquérir le catalogue de notre bibliothèque, édition 1944, au prix de 40 francs.

maisons d'après-guerre des différents Ministères intéressés (Travail, Santé, Travaux publics). Si ces programmes étaient réalisés, les Britanniques auraient 150.000 maisons (100.000 temporaires et 50.000 définitives) à la fin de la première année suivant la fin des hostilités et 200.000 maisons (100.000 temporaires et 100.000 définitives) à la fin de la seconde.

Dans les parties 3 et 4, l'auteur étudie les réalisations et les projets d'urbanisme à l'étranger (et notamment aux Etats-Unis et en U. R. S. S.) et en Grande-Bretagne.

Ayant été président du *Housing Committee* de Manchester, il insiste particulièrement sur les efforts et les travaux de cette ville en matière d'habitation et d'urbanisme.

Diverses annexes complètent l'ouvrage de Sir Ernest SIMON qui constitue une excellente synthèse du problème de la reconstruction en Grande-Bretagne.

Cours de résistance des matériaux

par H. LEPLAT.

Un volume de 151 pages, format 16 × 25 cm, illustré de 184 figures. Edité par A. DE BOECK, Bruxelles, 1945. Prix : 60 francs.

Ce cours de résistance des matériaux s'adresse aux élèves des écoles industrielles et professionnelles moyennes et supérieures. Les principaux chapitres traitent des problèmes suivants : traction et compression; vases soumis à des pressions intérieures; flexion; cisaillement; rivure; torsion; flambage; résistance composée.

Rédigé dans un langage simple et clair, et ne faisant pas appel aux mathématiques supérieures, l'ouvrage se confine dans les limites de la généralité. Il ne manquera pas de rendre des services aux agents d'exécution. On peut cependant regretter que l'auteur ait laissé de côté l'importante question des constructions soudées.

Silver Fox Stainless Steels (Aciers inoxydables Silver Fox)

Une brochure de 16 pages, format 21 × 28 cm. Editée par Samuel Fox et Co Ltd. Sheffield, 1944.

La publication Silver Fox contient un certain nombre de tableaux constituant un guide de l'usager d'aciers inoxydables. Les tableaux de la brochure se rapportent aux matières suivantes : caractéristiques mécaniques des aciers inoxydables; résistance à la corrosion; soudure des aciers inoxydables; traitements thermiques; usinage; poids et mesures.



Monographie des Matériels Algrain de ponts, de ponceaux et de platelages des types militaires et coloniaux

par P. ALGRAIN.

Un volume de 148 pages, format 16 × 25 cm, illustré de 92 figures et 25 planches hors texte. Edité par la Librairie Falk fils, G. Van Campenhout, Successeur, Bruxelles, 1944. Prix : 100 fr.

En présence des circonstances exceptionnelles ou lorsqu'il s'agit d'aller vite, les ponts métalliques à éléments standards, peuvent rendre de très grands services.

De tels ouvrages sont particulièrement appréciés en temps de guerre, ainsi qu'aux Colonies où la main-d'œuvre spécialisée est rare.

Le problème a reçu de nombreuses solutions, dont notamment les ponts Bailey qui ont rendu d'innombrables services aux Alliés pendant les victorieuses campagnes de 1944-1945.

Le colonel Algrain, auteur de l'ouvrage, que nous présentons aujourd'hui, a, lui aussi, mis au point un système d'ouvrages métalliques qui ont reçu la consécration de l'expérience militaire (guerre 1914-1918) et coloniale (Congo belge).

Son ouvrage s'étend longuement sur les qualités techniques et économiques des matériels Algrain.

Le livre est divisé en trois parties :

Ponts militaires, Ponts coloniaux, Divers.

Dans la première partie (Ponts militaires), on trouve les chapitres suivants : Considérations générales, Description sommaire du matériel réalisé, Etude des principes, Le matériel de ponts « modèle 1922 » et « modèle 1940 », Caractéristiques générales et données statistiques essentielles relatives aux trois matériels militaires belges « modèles 1916, 1922, 1940 » ainsi qu'au matériel « modèle 1940 » des Ponts et Chaussées, Le matériel de ponts militaires argentins « modèle 1927 ».

Les ponts coloniaux de différents modèles sont décrits en détail dans la deuxième partie.

Enfin, dans la dernière partie, le colonel Algrain donne quelques indications sur les perfec-

tionnements nouveaux prévus et l'exécution d'ouvrages de plus grande envergure.

Post-War Building Studies (Etudes concernant le bâtiment d'après-guerre)

Nous avons reçu pour notre Bibliothèque une série de publications du Ministère des Travaux Publics de Grande-Bretagne, connues sous le nom de *Post-War Building Studies* (P.-W. B. S.).

P.-W. B. S. 1. — House Construction (construction d'habitation). — Brochure de 150 pages, format 15 × 25 cm, illustrée de figures et planches hors texte. Londres, 1944. Prix : 2 shillings.

P.-W. B. S. 7. — Steel structures (constructions en acier). — Brochure de 8 pages, format 15 × 25 cm. Londres, 1944. Prix : 6 pence.

P.-W. B. S. 8. — Reinforced concrete structures (constructions en béton armé). — Brochure de 12 pages, format 15 × 25 cm. Londres, 1944. Prix : 6 pence.

P.-W. B. S. 14. — Sound insulation and acoustics (isolation phonique et acoustique). — Brochure de 80 pages, format 15 × 25 cm, illustrée de 32 figures. Londres, 1944. Prix : 1 shilling.

P.-W. B. S. 16. — Business buildings (immeubles commerciaux et industriels). — Brochure de 86 pages, format 15 × 25 cm. Londres, 1944. Prix : 1 shilling.

British Standards Yearbook (Annuaire des Standards britanniques)

Un volume de 207 pages, format 14 × 22 cm. Edité par la British Standards Institution. Londres, 1944-1945. Prix : 2 shillings.

Cet ouvrage constitue l'annuaire de l'Association Britannique de Standardisation (B. S. I.) pour 1944-1945. A côté de renseignements généraux sur les différents conseils et commissions de la B. S. I., on y trouve un index complet des standards britanniques classés par numéros d'ordre, donnant le titre du standard, le nombre de pages, le prix et une brève note sur son contenu. Un index par sujet est donné en fin de volume.

Avis à nos abonnés

Les abonnés de Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg qui n'ont pas encore renouvelé leur abonnement, pour le deuxième semestre 1945, sont priés de verser le montant de leur souscription, soit 40 francs, à notre Compte Chèques Postaux n° 340.17.

Pour la France, le montant de l'abonnement de juillet à décembre, soit 60 francs, doit être versé au Compte Chèques Postaux n° 1760.73 de

la Librairie des Sciences Girardot et C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris.

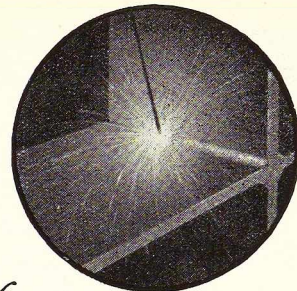
Les abonnés des autres pays voudront bien nous aviser dès maintenant de leur réabonnement. Le prix pour le deuxième semestre 1945 est de 13 Belgas, à verser dès que les circonstances le permettront au Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, 38, boulevard Bischoffsheim, à Bruxelles.



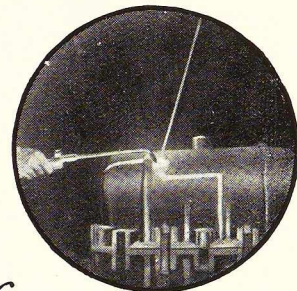
Souder....



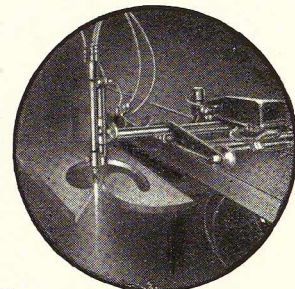
avec les appareils "AIR LIQUIDE"
c'est travailler pratiquement
et économiquement.....



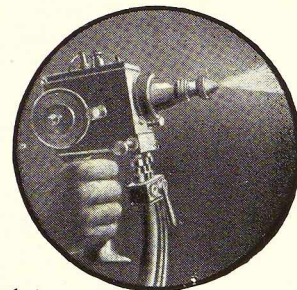
Souder à l'arc....



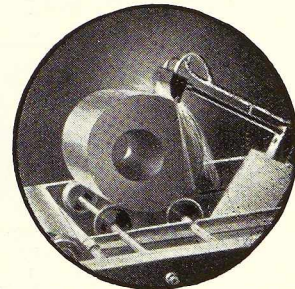
Soudo-braser ...



Oxy-couper ...

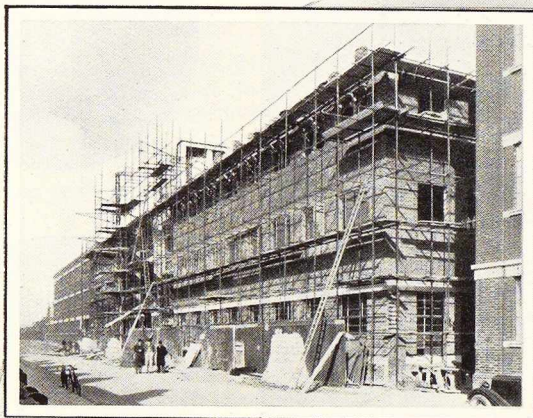


Métalliser ...

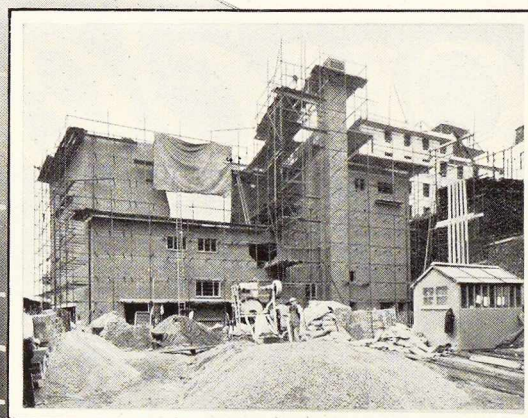


Tempérer ...

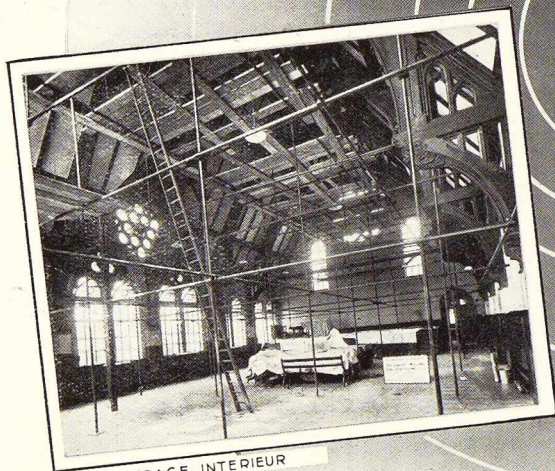
ECHAFAUDAGES TUBULAIRES "BURTON"



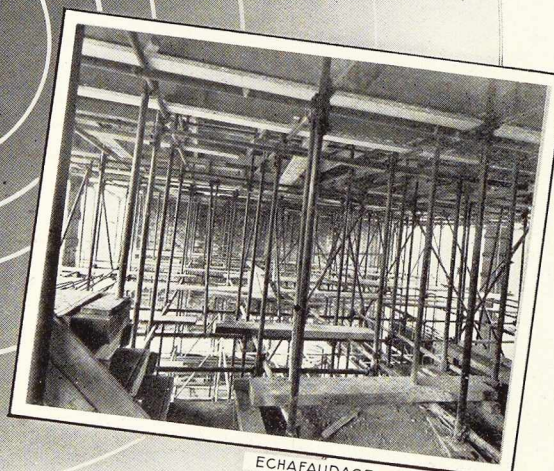
ECHAFAUDAGE INDEPENDANT



ECHAFAUDAGE SIMPLE



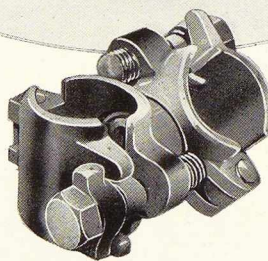
ECHAFAUDAGE INTERIEUR



ECHAFAUDAGE SERVANT D'ÉTANÇON

Systeme "DOUBLE-GRIP" en acier forgé-estampé

RAPIDITÉ



SÛRETÉ

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

ALEXANDRE DEVIS & C^{IE}

SOCIÉTÉ EN COMMANDITE SIMPLE

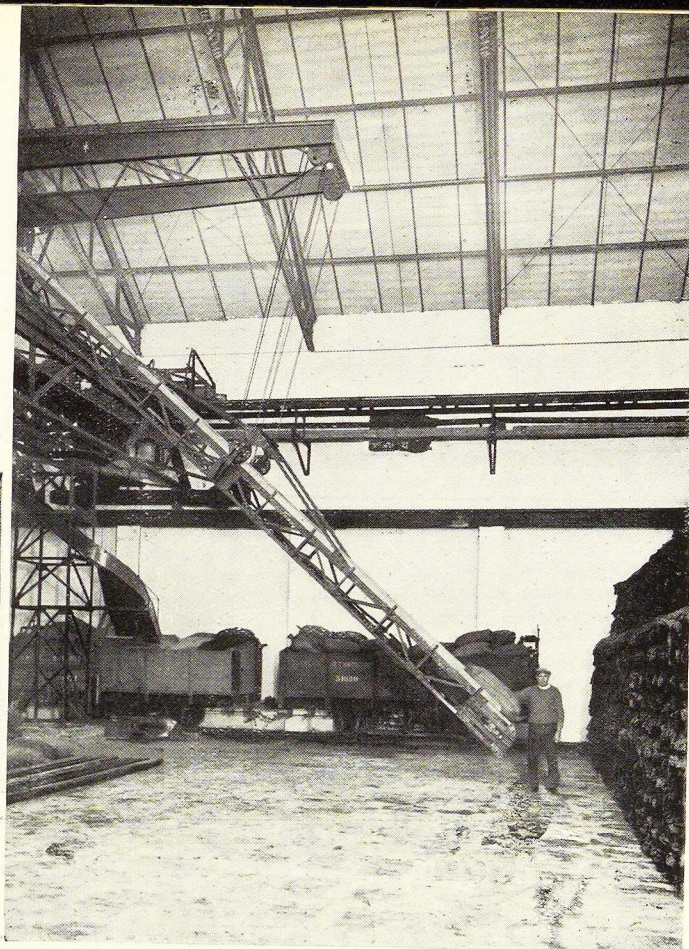
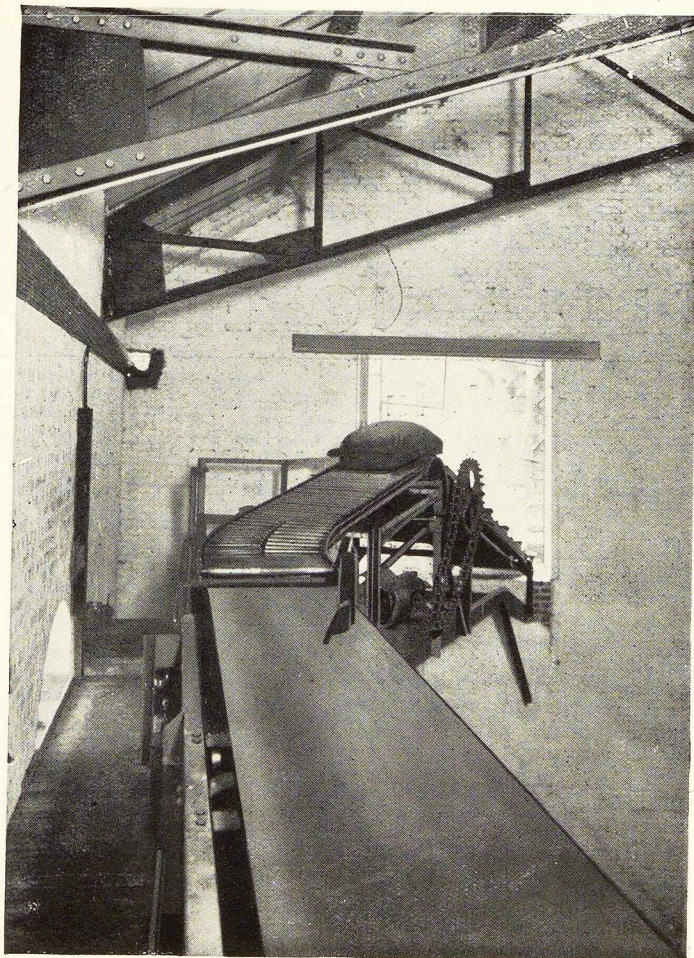
43 rue Masui
BRUXELLES
Tél. 15.49.40 (4 lignes)

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

45 rue Goffart
BRUXELLES
Tél. 11.76.38 - 11.76.98

Les constructions tubulaires « Burton » sont brevetées en Belgique et à l'étranger

ÉLÉVATEURS
TRANSPORTEURS
GERBEURS
TOBOGGANS
A SACS



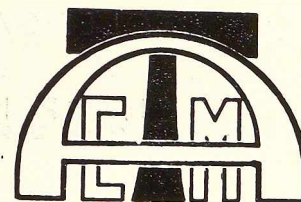
**INSTALLATION
DE STOCKAGE ET DE DÉCHARGEMENT DE SACS**

comprenant :

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

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

ANCIENNEMENT ATELIERS J.-J. GILAIN. TÉLÉPHONE 12



MARIGRÉE

SOCIÉTÉ COMMERCIALE D'OUGRÉE

Monopole de vente des produits de la
S. A. D'OUGRÉE-MARIHAYE A OUGRÉE (BELGIQUE)

Toute la gamme des produits laminés:

MATERIEL DE VOIE
BANDAGES
FIL MACHINE
PALPLANCHES
FEUILLARDS QUI SONT APPRÉCIÉS
DANS LE MONDE ENTIER
TOLES GALVANISÉES PLANES ET ONDULÉES
MARQUES « MERCURE » ET « CENTAURE »
CHARPENTES SOUDÉES ET RIVÉES, ETC.

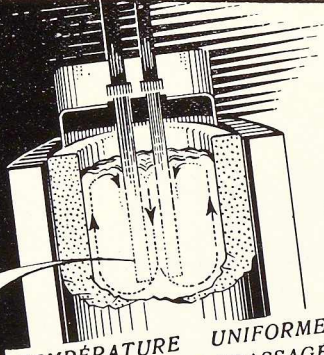


PONT SUR LE NIL A NAG HAMADI. Longueur : 453 m Largeur : 12,1 m. Poids : 2.100 t.

BAUME & MARPENT

SOCIÉTÉ ANONYME
HAINE-SAINT-PIERRE, MORLANWELZ (Belgique)
MARPENT (Nord-France)

PONTS · RÉSERVOIRS
ACIERS MOULÉS
CHARPENTES
MOTEURS ROTATIFS
RM A AIR COMPRIMÉ




... de la cause à l'effet !..

.... PAR NOS

FOURS ÉLECTRIQUES
A BAIN DE SEL


TEMPÉRATURE UNIFORME
DU BAIN PAR LE BRASSAGE
ÉLECTROMAGNÉTIQUE

STABILITÉ RIGoureuse
DE FORME DE L'OUTIL



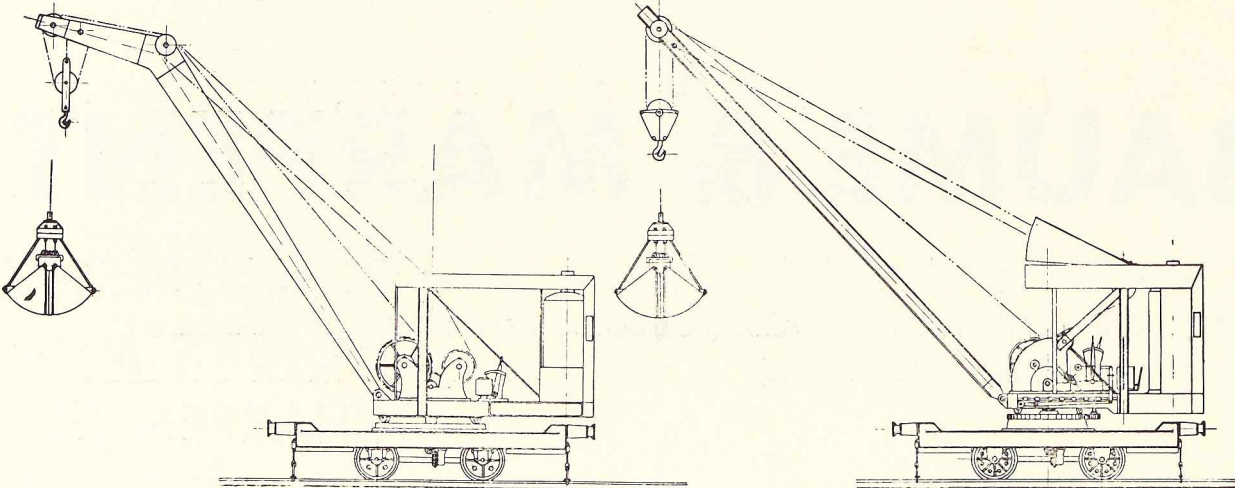
CONSULTEZ-NOUS SANS AUCUN
ENGAGEMENT DE VOTRE PART

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI



MÉCANIQUE ET CHAUDRONNERIE DE BOUFFIOULX
Société Anonyme Anciennement « LA BIESME » BOUFFIOULX (lez Châtelineau)

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



ENROBAGES COMPRIMÉS A LA PRESSE

*Pourquoi ? — Qualité !
Régularité !*

SOUDOMETAL S. A.

LICENCE DES PROCÉDÉS OERLIKON

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

SOUDOMÉTAL, SOCIÉTÉ ANONYME

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

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



NOS SPÉCIALITÉS :

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

LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES S. A. NIVELLES

USINES A NIVELLES - TUBIZE - LA SAMBRE - MANAGÉ

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

Les Ateliers de construction

Ventola

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

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

PHENIX-WORKS

SOCIÉTÉ ANONYME
FLEMALLE-HAUTE
(LIÈGE)

LAMINOIR A TOLES FINES, TOLES GALVANISÉES, PLANES ONDULÉES, TOLES PLOMBÉES, FEUILLARDS GALVANISÉS, FER-BLANC

ARTICLES DE MÉNAGE GALVANISÉS ET ÉMAILLÉS

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A		L	
A.C.E.C.	22	Laminoirs de Longtain	7
A.C.M.T.	19	M	
L'Air Liquide	17	Marigrée, Société Commerciale d'Ou- grée	20
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	13	N	
B		Les Ateliers Métallurgiques de Nivelles .	23
Baume et Marpent, S. A.	21	Nobels-Peelman	couv. III
Mécanique et Chaudronnerie de Bouf- fioux	22	P	
S. A. Usines de Braine-le-Comte	5	Phénix Works	24
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve.	couv. II	S	
C		Soméba	6
Cockerill	15	Soudométal	23
Columeta	8-9	T	
La Construction Soudée	11	Thy-le-Château & Marcinelle	2
D		Usines à Tubes de la Meuse	10
Davum	14	V	
Alexandre Devis & C ^o	18	Ventola	24
E		Anciens Ets Paul Würth	12
Société Métallurgique d'Enghien-Saint- Eloi	couv. IV		
E.S.A.B.	16		



TRIAGE LAVOIR - CHASSIS A MOLETTES - CADRES DE MINE, ETC.
WAGONS CHARBONNIERS - AUTODÉCHARGEURS - A BENNES, ETC.
WAGONNETS DE MINES

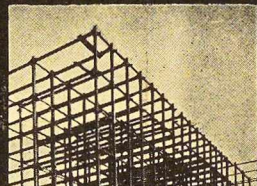
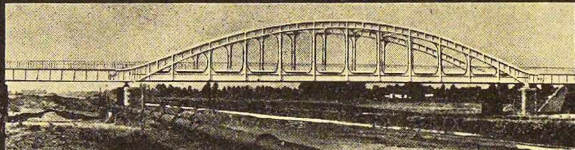
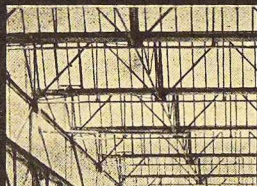
NOBELS-PEELMAN

ST NIKLAAS

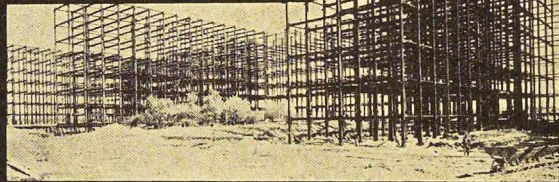
BRUGGEN - GEBINTEN - IJZERKETELMAKERIJ - SPOORWEGMATERIAAL

RIVURE

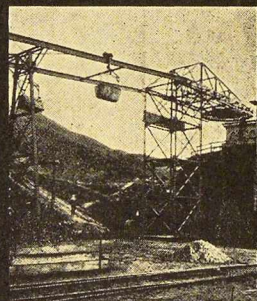
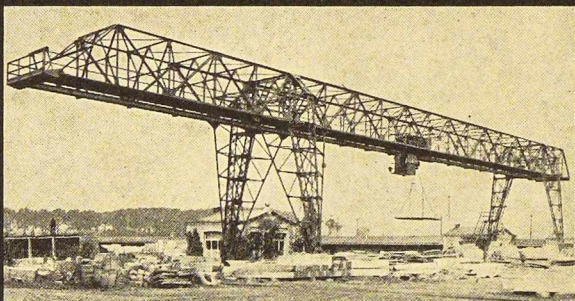
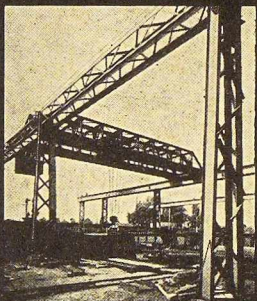
SOUDURE



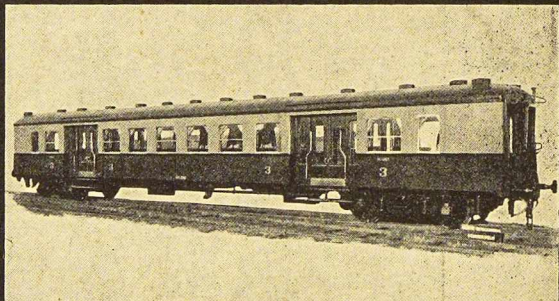
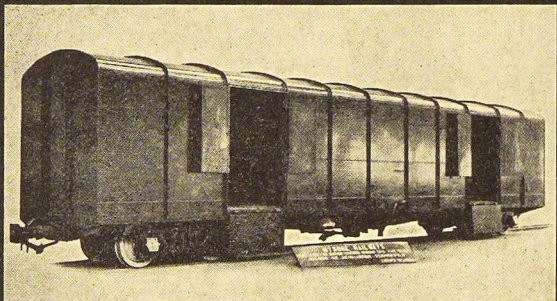
PONTS



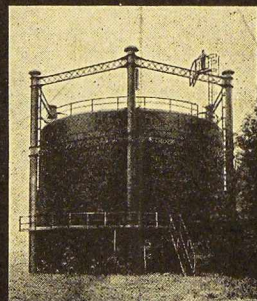
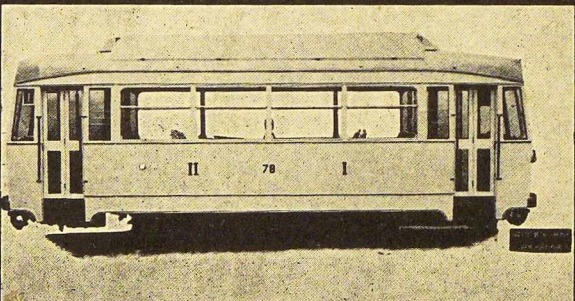
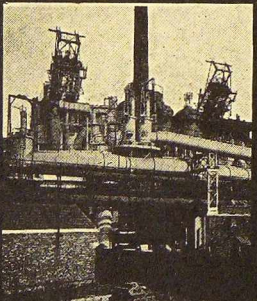
CHARPENTES



LEVAGE ET MANUTENTION



MATERIEL DE CHEMINS DE FER



TUYAUX

BOULONNERIE

CHAUDRONNERIE

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

ENGHIEN S^T-ELOI

Téléphone: 22 et 265 ENGHEN

A ENGHEN - BELGIQUE

Adr. Tél. SAINTELOI - ENGHEN
(Belgique)

Imp. G. Thone, Liège (Belgique)