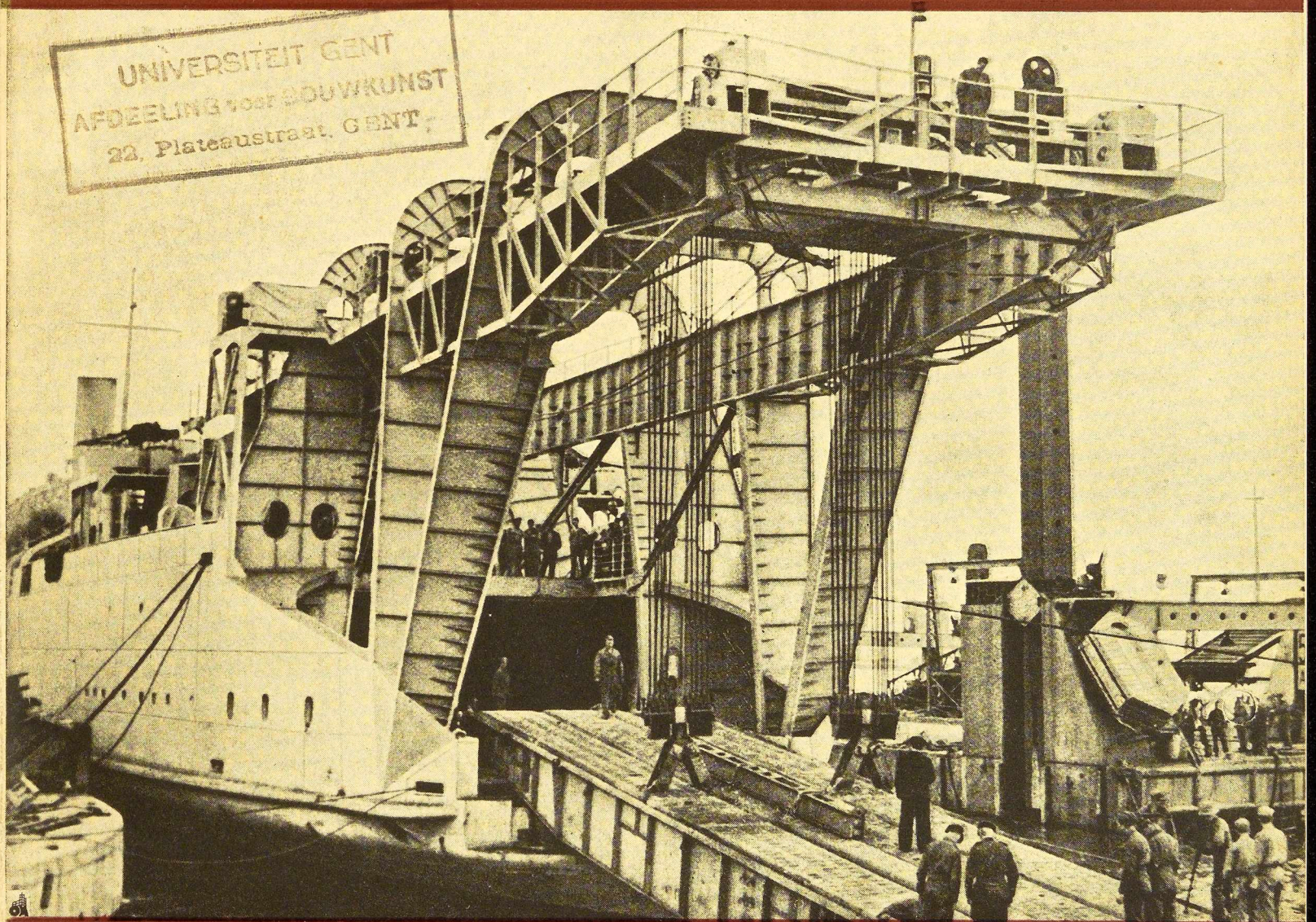


L'OSSATURE METALLIQUE



REVUE MENSUELLE DES
APPLICATIONS DE L'ACIER

DIXIÈME ANNÉE
9-10
SEPTEMBRE-OCTOBRE 1945

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

LA BRUGEOISE
ET NICAISE
& DELCUVE



ST O SIMAR S ENS

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} 9-10

SEPTEMBRE-OCTOBRE

1945

S O M M A I R E

| | |
|--|-----|
| Les nouvelles voitures légères des Chemins de Fer Fédéraux suisses. | 161 |
| Aérodrome flottant « Lily » | 165 |
| Nouveau passage supérieur en gare de Thionville, par G. Seckler | 166 |
| Transport de matériel roulant à travers la Manche | 170 |
| Remise en état du pont-rails « Southwark-Street » | 171 |
| Le contrôle des constructions soudées, par H. Gerbeaux. | 173 |
| Toitures métalliques préfabriquées | 180 |
| Le joint de la voie ferrée, par R. Campus | 183 |
| Une maison métallique permanente, la maison C | 191 |
| La coordination dans la construction du bâtiment, par R. Lambert | 193 |
| CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant les mois d'août et septembre 1945. - L'industrie sidérurgique britannique. - Distinction américaine aux usines sidérurgiques luxembourgeoises. - Le bas d'acier | 198 |
| BIBLIOTHÈQUE | 199 |

COUVERTURE : La photographie de la couverture représente une vue du bateau « Hampton Ferry », équipé d'une grue-portique pour le déchargement du matériel roulant. (Photo British War Office.)

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**.



DYNASTEEL



FABRICATION BELGE

L'ACIER DE QUALITÉ
POUR L'OUTIL DE QUALITÉ



DU FOUR ELECTRIQUE
DANS VOTRE MAIN

EXCLUSIVITÉ DE VENTE

STÉ A^{ME} GILSOCO • LA LOUVIÈRE

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

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

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

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

Vice-Président :

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

Administrateur-Conseil :

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

Membres :

M. Oscar BIHET, Administrateur-Directeur Général 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 Croyère, Bois-d'Haine.
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de La Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

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

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

TRANSFORMATEURS

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

ATELIERS DE CONSTRUCTION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Chaubobel, S. A., à Huyssinghen.

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

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

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

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

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

Ateliers 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., Marchienne-au-Pont.

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

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

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

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

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

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

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

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 Thiria, 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 St^e-Véronique, Liège; 16, rue des Boiteux, Bruxelles.

SOUDURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

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

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

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.

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

Philips, S. A., 37-39, rue d'Anderlecht, 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 & C^{ie}, 43, rue Masui, Bruxelles.

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

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

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

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

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

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

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

Collectivement :

Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 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 Bockstael, Bruxelles.

M. G. Moressee, 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.

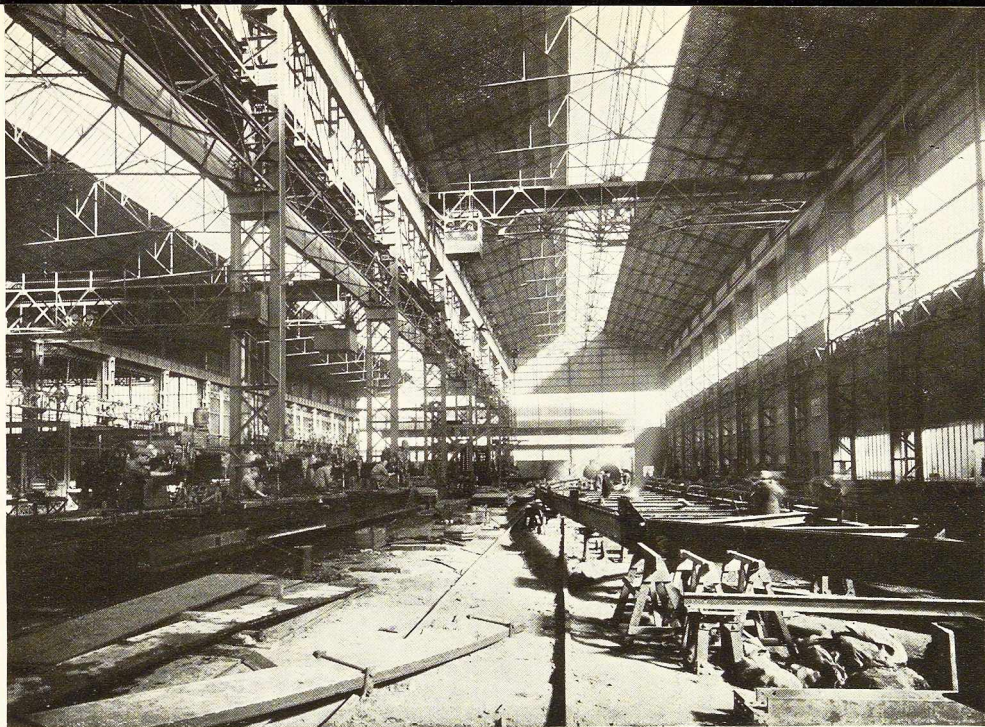
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

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

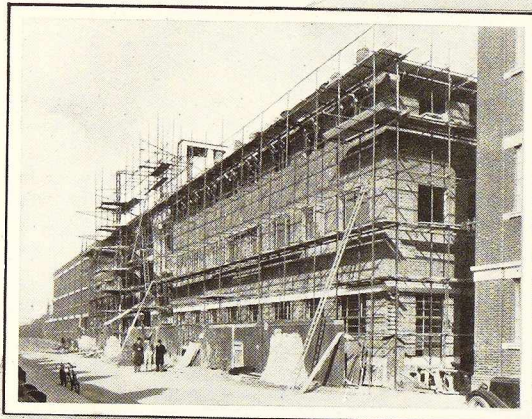
USINES DE BRAINE-LE-COMTE

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

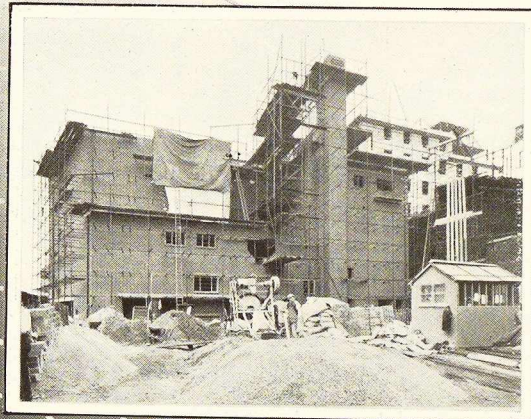
Pont de Wandre : travée sur le Canal Albert
Portée 59 m 400. Poids 618



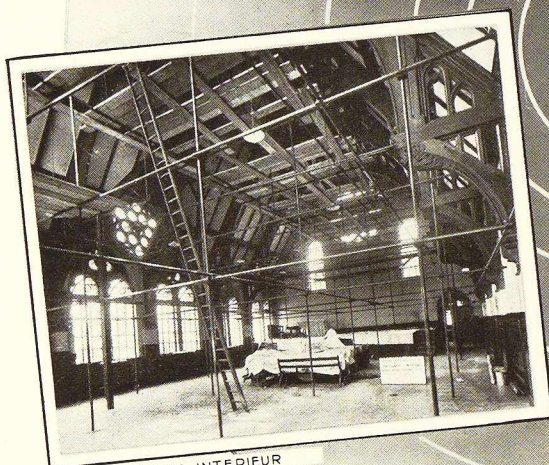
ECHAFAUDAGES TUBULAIRES "BURTON"



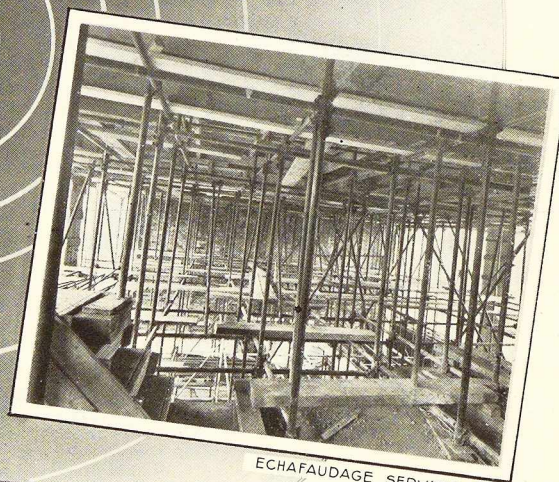
ECHAFAUDAGE INDEPENDANT



ECHAFAUDAGE SIMPLE



ECHAFAUDAGE INTERIEUR

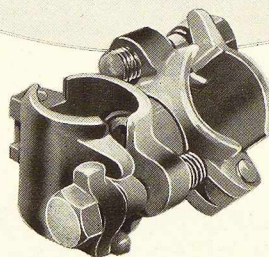


ECHAFAUDAGE SERVANT D'ÉTANÇON

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
IXELLES
Tél. 11.76.38 - 11.76.93

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

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. »



COCO

MÉHLEN

P

C

PALPLANCHES BELVAL

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

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

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

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

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

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

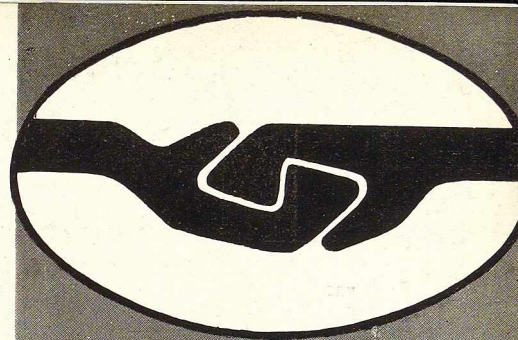
Belval-Z, Terres Rouges et Belval-O est envoyée sur demande.

Pour la Belgique, s'adresser à

LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE S.A.

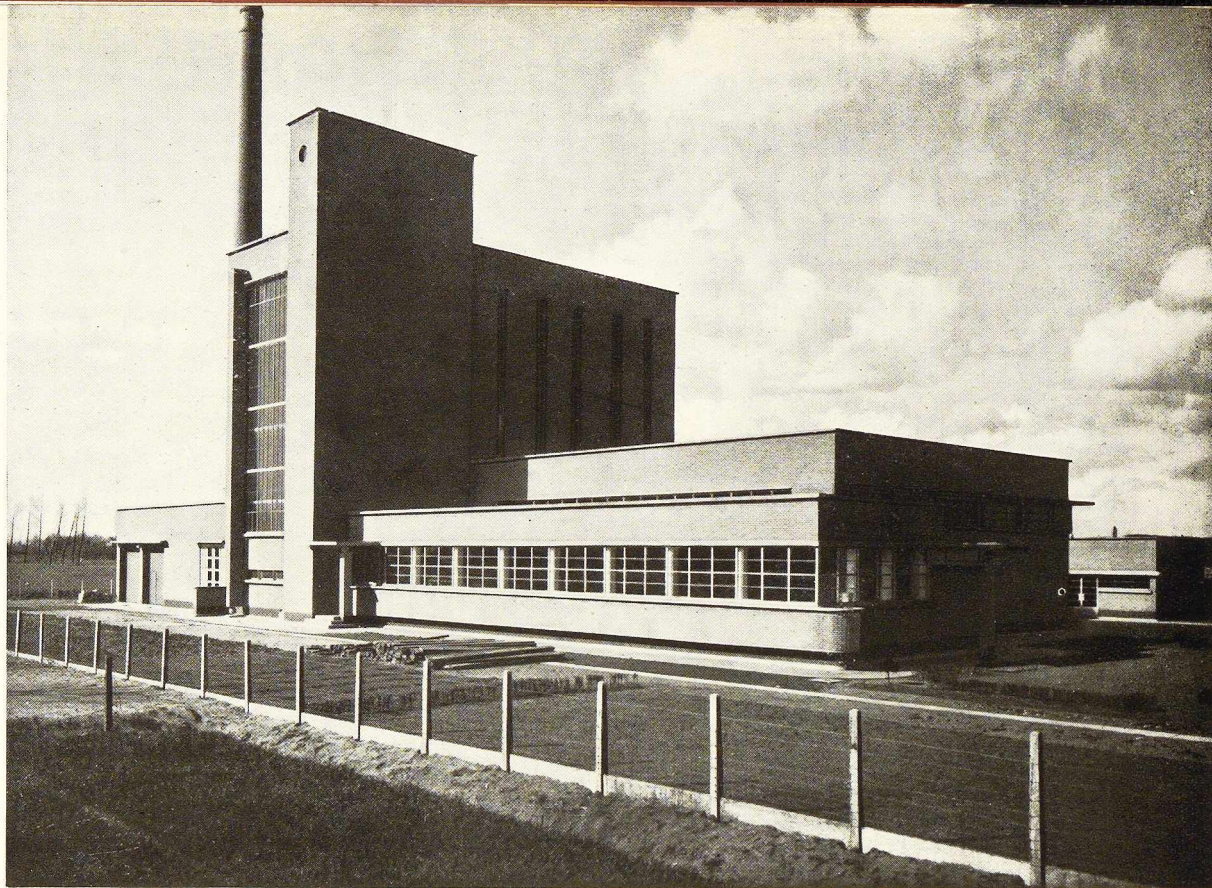
11, QUAI DU COMMERCE, BRUXELLES

Tél. 17.22.46 - Adr. Tél. BELGOLUX BRUXELLES



D L U M E T A

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS S.A. LUXEMBOURG



Usine à Terdonck

Architecte : J. Lippens, Gand

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE BAUME S. A.

SOMIEBA

TÉLÉPHONES : 279 LA LOUVIÈRE
15.81.57 BRUXELLES

LA LOUVIÈRE

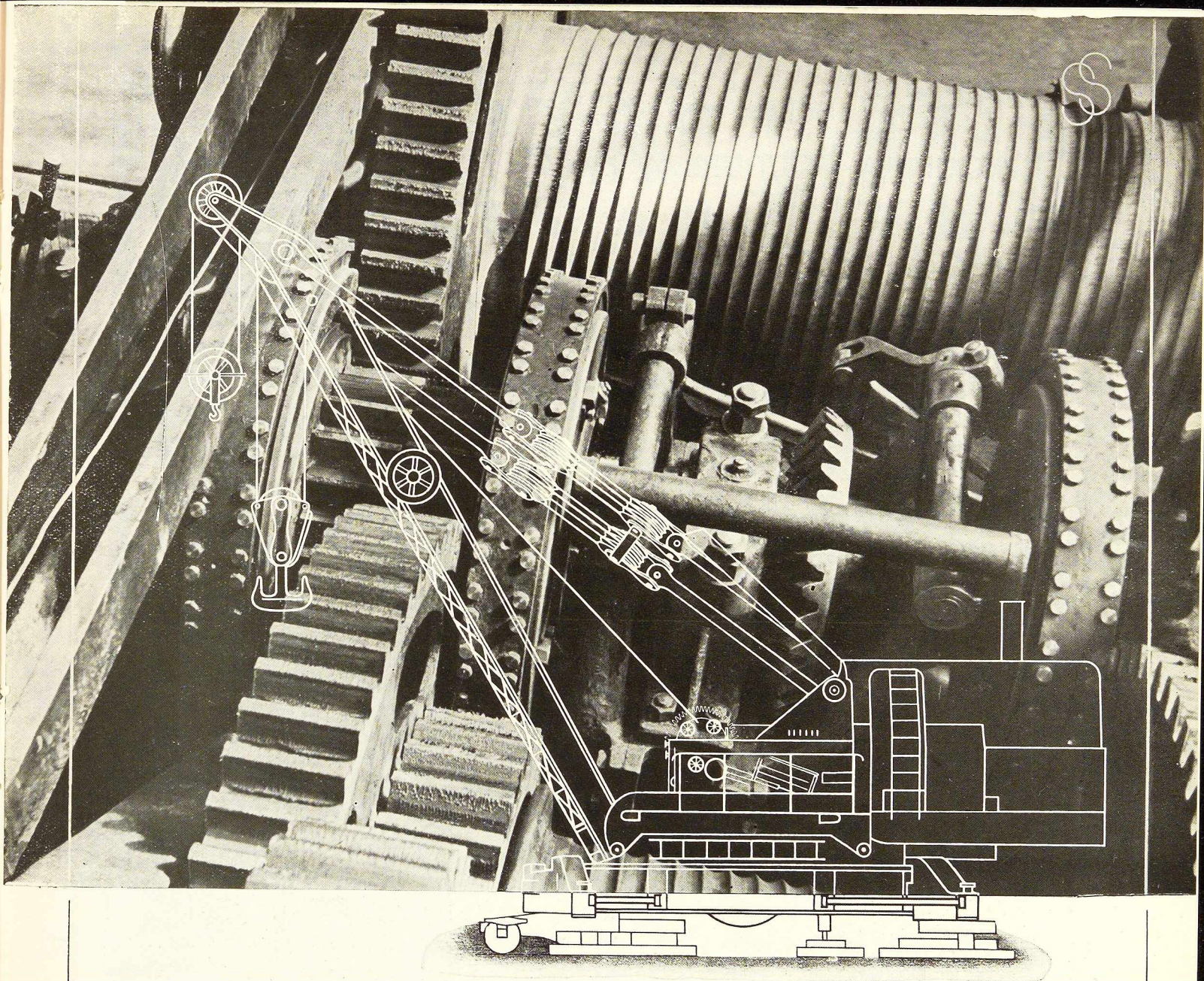
MENUISERIES MÉTALLIQUES

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

CONSTRUCTION

CHARPENTES, RÉSERVOIRS
TUYAUTERIES, POTEAUX
SOUDURE ÉLECTRIQUE

REGISTRE DE COMMERCE : MONS 378



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

COCKERILL

SERAING

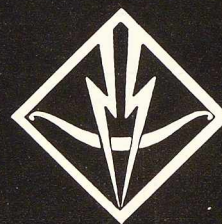
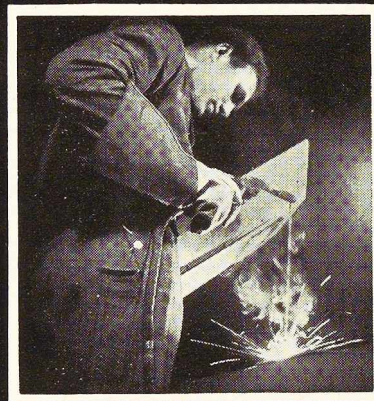
Studio Simar-Stevens

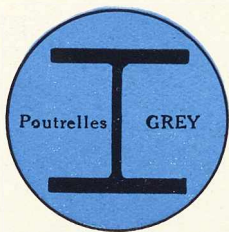
ÉLECTRODES
POUR LA SOUDURE A L'ARC
OUTILLAGE
POUR SOUDEURS
TRANSFORMATEURS
DE TOUTES PUISSANCES

MÉTAUX D'APPORT
AUTODÉCAPANTS OU AUTODÉSOXYDANTS
POUR LA SOUDURE AU CHALUMEAU
DE L'ACIER, LA FONTE, LE BRONZE,
LE CUIVRE, LE LAITON, LE NICKEL,
L'ALUMINIUM ET SES ALLIAGES,
LA TOLE GALVANISÉE.

TOUJOURS
A L'AVANT-GARDE DU
PROGRÈS
ARCOS

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE AUTOGÈNE
S. A.
58-62, RUE DES DEUX GARES - TÉL. 21.01.65
BRUXELLES

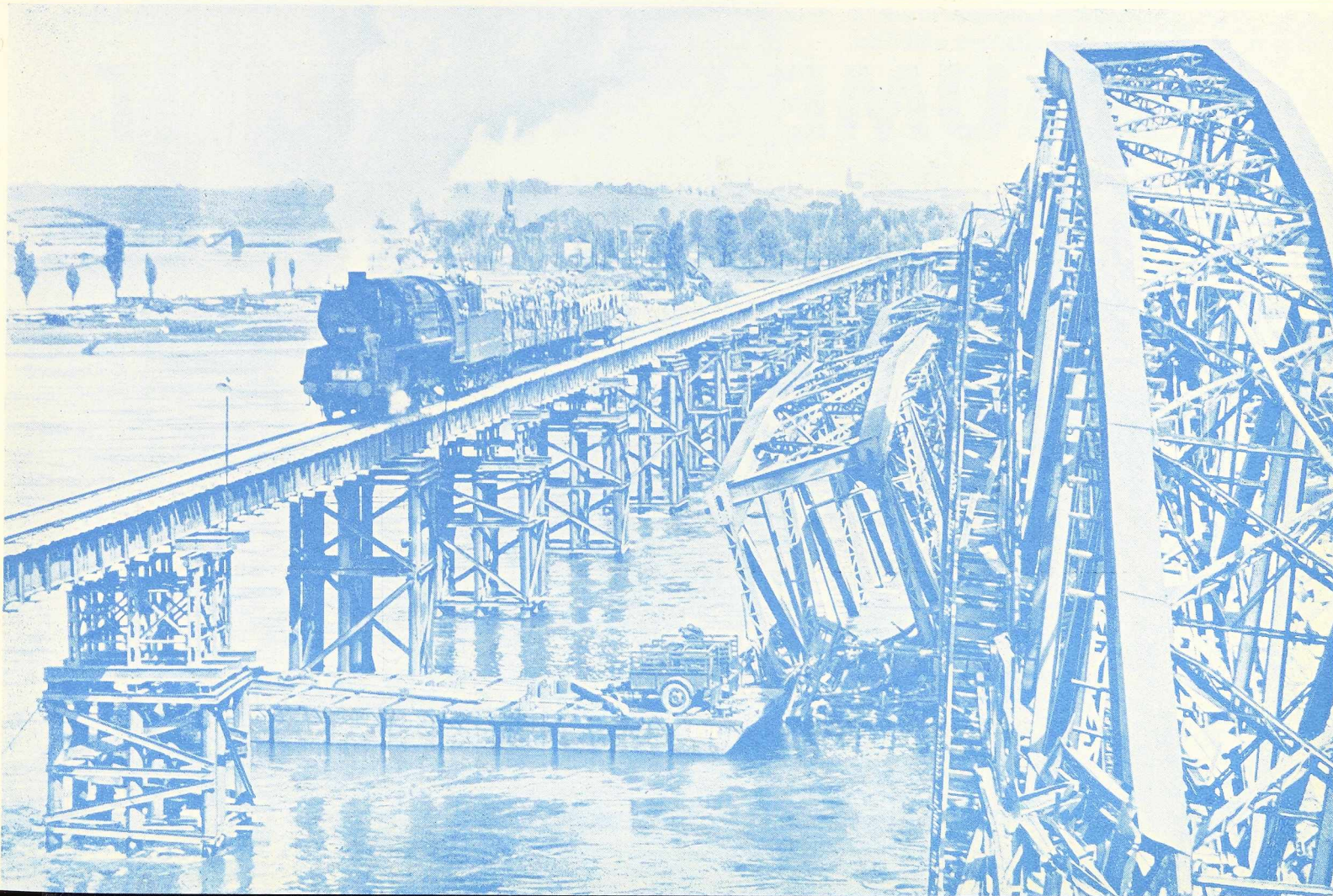


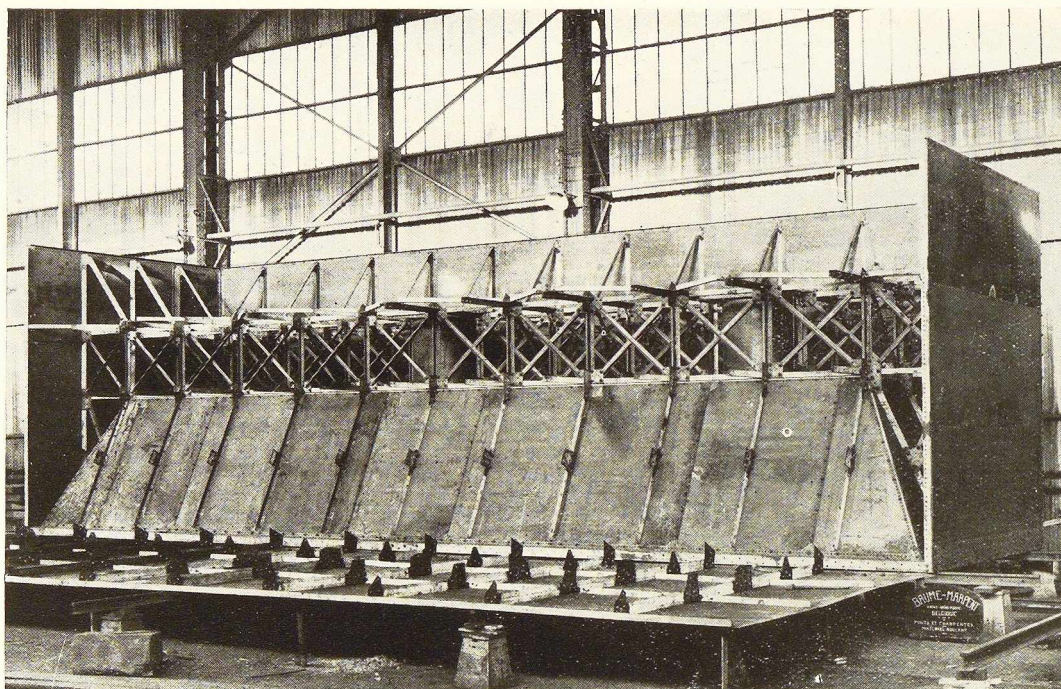


DE DIFFERDANGE

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

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





Caisson de fonçage utilisé pour la construction du pont de Kafr-el-Zayat, Egypte

BAUME & MARPENT

SOCIÉTÉ ANONYME

HAINÉ-SAINT-PIERRE, MORLANWELZ (Belgique)

MARPENT (Nord-France)

MATERIEL ROULANT

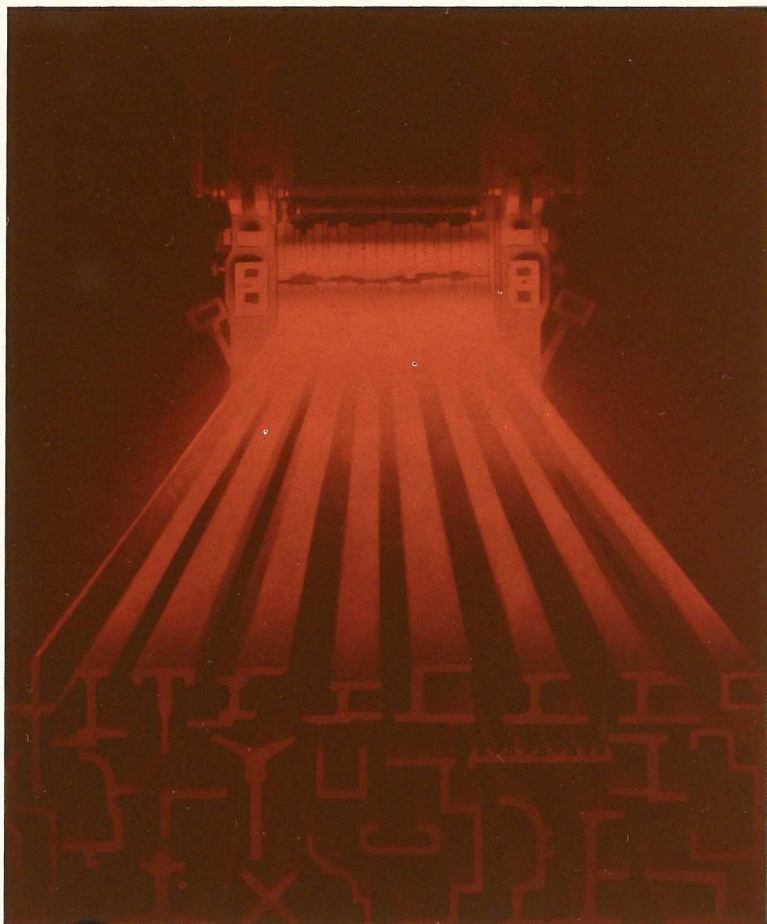
PONTS · CHARPENTES

ACIERS MOULÉS

RÉSERVOIRS

MOTEURS ROTATIFS

RM A AIR COMPRIMÉ



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

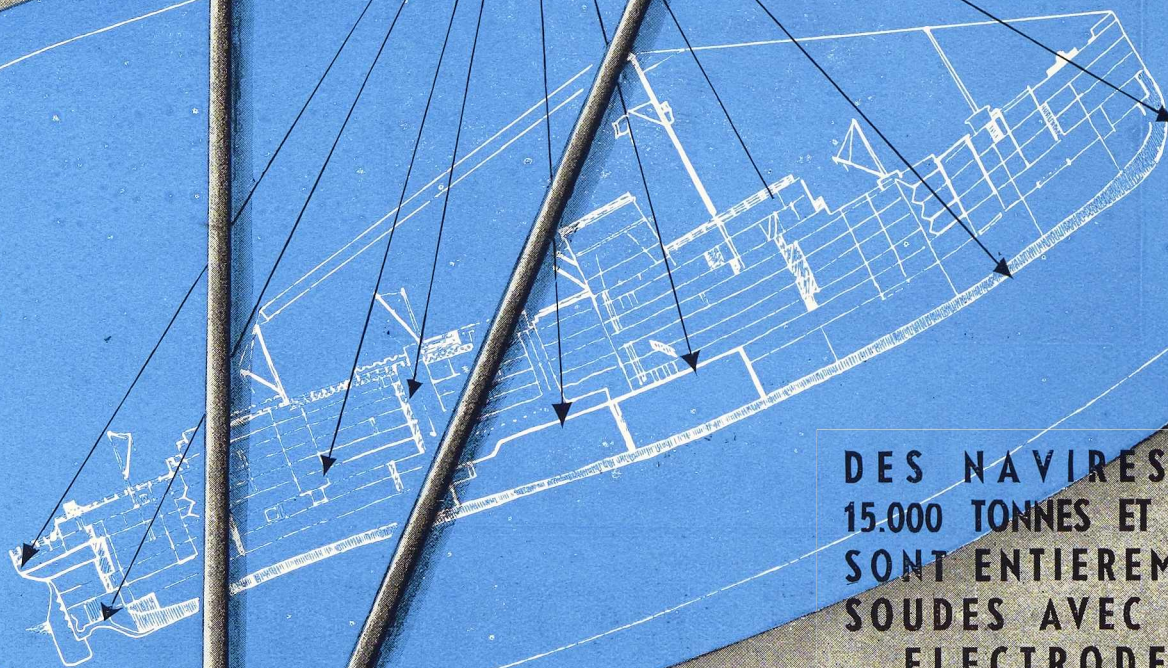
Société Anonyme

LA CROYÈRE (BELGIQUE)

Dans la construction navale

LES ELECTRODES

OK



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

AGRÉES 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° 9-10

SEPTEMBRE-OCTOBRE 1945

Les nouvelles voitures légères des Chemins de Fer Fédéraux suisses

Les services techniques des C.F.F. ont reconnu à temps que seules les constructions entièrement nouvelles pourraient arrêter le mouvement rétrograde de plus en plus fort du trafic voyageur, ou même transformer ce mouvement rétrograde en un trafic ascendant. Pour réaliser ces desiderata, il était primordial d'avoir un horaire plus chargé, une marche plus rapide des trains et des voitures plus légères et plus confortables.

Comme beaucoup de choses en Suisse, pays par excellence pour les vacances et le délassement, les chemins de fer, eux aussi, sont soumis à des influences étrangères. Ainsi on croyait, une dizaine d'années après la première guerre mondiale, devoir copier les exemples américains en faisant des voitures aussi lourdes que possible, ce qui fait que l'on arriva à un poids de 1.100 kg par place assise.

La concurrence, toujours plus forte, des transports par route obligea toutefois à réagir et l'on

arriva à créer le type léger en acier (fig. 266) qui a été réalisé en tenant plus particulièrement compte des conditions suisses.

Les lignes très accidentées des C.F.F. exigeaient des voitures avec lesquelles on pût rouler vite, surtout dans les courbes, tandis que la répartition très dense de la population nécessitant un grand nombre de gares sans quais suffisants, exigeaient des facilités pour l'accès et la sortie des voitures.

C'est dans ce but que l'on est arrivé au plancher surbaissé et à la subdivision en trois compartiments avec accès centraux.

Pour la réalisation de ces voitures légères en acier, on a recherché la sécurité et la commodité, en plus d'une construction simple et d'un poids réduit.

Les premières voitures légères en acier ont été mises en service en 1937. À l'origine, il y avait 6 types de voitures comme indiqué dans le tableau ci-après :

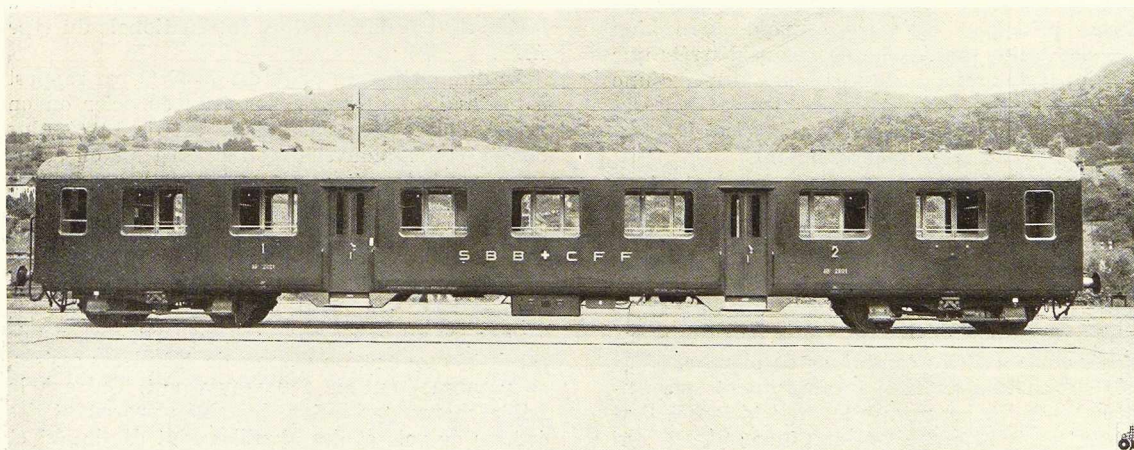


Fig. 266. Voiture légère de 1^{re} et 2^e classes, type AB ^{4u}, des C. F. F.

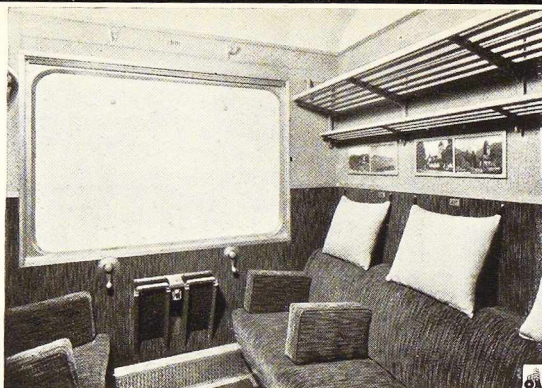


Fig. 267. Intérieur d'une voiture de 2^e classe des C. F. F. suisses.

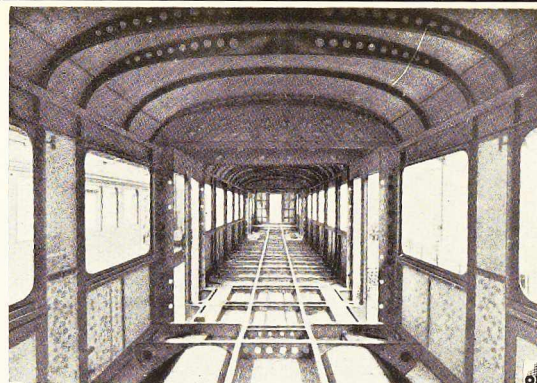


Fig. 268. Caisse métallique autoportante de la voiture AB^{4u}

- Voiture 2^e classe avec couloir central . . . série B^{4u}
- Voiture 2^e et 3^e cl. avec couloir centr. . . série BC^{4u}
- Voiture 3^e classe avec couloir central . . . série C^{4u}
- Voiture 3^e classe avec buffet série Cr^{4u}
- Fourgon série F^{4u}
- Fourgon servant en même temps de
fourgon postal série FZ^{4u}

Plus récemment on y a ajouté 4 nouveaux types:

- Voiture de 1^{re} et 2^e classes avec cou-
loir latéral série AB^{4u}
- Voiture 3^e classe avec couloir latéral . . . série C^{4u}
- Wagon-restaurant série Dr^{4u}
- Fourgon postal série Z^{4u}

Ces types satisfont à toutes les exigences de l'exploitation, ce qui démontre le côté économique des voitures légères en acier, vu qu'auparavant il fallait un nombre double de types différents pour le même but. Les voitures à couloir central sont destinées surtout au trafic intérieur suisse, alors que les voitures à couloir latéral, à part les voyages prolongés pendant la nuit, seront utilisables plus particulièrement pour le trafic international.

Toutes les voitures légères en acier ont un extérieur uniforme et sont construites d'après les mêmes principes. Elles conviennent aussi bien pour des trains omnibus à beaucoup d'arrêts que pour les trains rapides. Les passages fermés d'une voiture à l'autre, offrent non seulement la sécurité aux voyageurs mais améliorent aussi la capacité d'action du personnel ambulante.

Grâce au fait que les portières d'accès sont situées entre les bogies, on a pu prévoir des marches mieux disposés, des portières doubles et de grandes plates-formes entre les compartiments. En outre, il a été possible de ce fait, de placer les bogies tout à fait aux extrémités de la voiture, ce qui, en combinaison avec un centre de gravité surbaissé, améliorerait les conditions de marche.

La subdivision en trois compartiments permettait en outre de supprimer les inscriptions à l'extérieur pour fumeurs ou non-fumeurs, ce qui accélère l'accès des voitures. Pour les voitures à deux classes, cette disposition présente en outre

l'avantage qu'on peut accéder directement dans chaque compartiment.

Un point très important de ces nouvelles constructions est constitué par l'allègement par place offerte, malgré un espace plus grand, comme le montre le tableau ci-après :

| Série | Voitures lourdes acier | | | | Voitures légères acier | | | | Diminution du poids % |
|------------------|-------------------------|--------------------------|--------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------|---------------------------|-----------------------|
| | Longueur hors tampons m | Nombre de places assises | Tare t | Poids par place assise kg | Longueur hors tampons m | Nombre de places assises | Tare t | Poids par place assise kg | |
| AB ^{4u} | 21,40 | 42 | 46 | 1.100 | 22,70 | 42 | 28 | 665 | 39 |
| B ^{4u} | 20,40 | 48 | 41 | 855 | 22,70 | 48 | 28 | 580 | 31,5 |
| C ^{4u} | 20,05 | 78 | 39 | 500 | 22,70 | 72 | 27 | 375 | 30,7 |
| Dr ^{4u} | 20,40 | 52 | 48 | 925 | 22,70 | 52 | 33 | 635 | 31,4 |
| F ^{4u} | 20,40 | — | 35 | 1.720(*) | 18,40 | — | 22 | 1.200(*) | 30,5 |

(*) Poids par mètre-courant du fourgon.

Dans le présent article nous nous bornerons à la description de la voiture internationale du type AB^{4u}.

La diminution du poids est de 39 % par rapport à toutes les voitures à 4 essieux en acier ou en bois; l'espace par place assise est de 13 % plus élevé pour les nouvelles voitures légères en acier. La caisse de la voiture pèse 8 tonnes par rapport à 14 antérieurement, le poids des bogies a été réduit de 6,5 t. à 3,55 t. Les organes de traction et de choc, ainsi que les garnitures de frein à air comprimé, ne pèsent que la moitié environ de ceux utilisés antérieurement.

Pour les trains légers, dont la charge remorquée est de 150 tonnes, on dispose de 330 places assises, ce nombre étant de 210 auparavant. Grâce à la faible charge par essieu, les chocs provenant des éclisses de voie et des aiguilles sont diminués, et la marche devient plus tranquille et plus silencieuse.



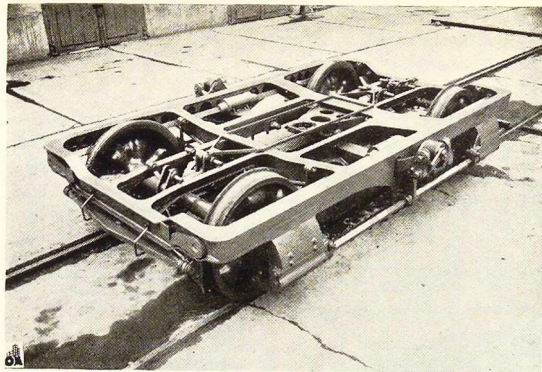


Fig. 269. Châssis de bogie de la voiture légère AB^{4u}

La caisse, de même que pour tous les autres types de voitures légères, est assemblée par soudeuse électrique. Les parois latérales, le toit et le plancher constituent une structure tubulaire à coins arrondis renforcés (fig. 268). Les caisses ont été essayées avec 15 tonnes de charge utile répartie sur toute la longueur et 100 tonnes de compression sur chaque face frontale. Les parois frontales sont particulièrement résistantes en vue de répartir, sur toute la longueur de la structure tubulaire, les charges de compression lors d'accidents (fig. 270). L'épaisseur des tôles est de 2,5 mm pour les parois latérales, de 1,5 mm pour le toit et de 2 mm pour le plancher. Pour toutes ces tôles, on a utilisé l'acier St 37. Pour rendre les parois intérieures plus rigides, elles ont été renforcées par des raidisseurs transversaux. La caisse est garnie intérieurement d'une isolation de 20 mm d'épaisseur.

Les organes de choc et de traction sont reliés par un levier de compensation; il n'y a pas de bielles de liaison traversant la voiture. Le jeu des ressorts des tampons comprend 120 mm et celui du crochet de traction 40 mm. On a utilisé d'abord des ressorts en caoutchouc, puis des ressorts de section conique en acier. La vis d'attelage présente une charge de rupture d'environ 50 tonnes pour un poids propre de la moitié seulement de celui qu'on avait jusqu'ici.

Pour les voitures de la série AB^{4u} avec couloir latéral, on a fait application, à titre d'essai, d'un bogie spécial avec barres de torsion, système SIG (Société Industrielle Suisse, Neuhausen) (fig. 269). Il n'y a pas de berceau proprement dit, dont la fonction est remplie par le châssis de bogie qui est suspendu aux boîtes d'essieu au moyen de leviers. Les pendules sont constitués par la carcasse des boîtes d'essieu en connexion avec des paliers à rouleaux du type pendulaire. La caisse repose au moyen de rouleaux sur les leviers dont le centre de rotation est constitué par les barres de torsion, à l'intérieur du châssis de bogie. Les barres de torsion sont tenues en leur milieu par des leviers qui, tout en les empêchant de tourner, servent à tendre les ressorts. Le guidage des boîtes

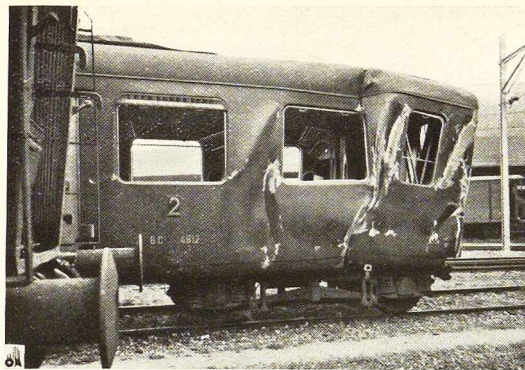


Fig. 270. Voiture endommagée à la suite d'une collision à la vitesse de 60 km/heure.

d'essieu est réalisé au moyen de leviers fixés entre le point d'appui du bogie et la carcasse des boîtes d'essieu. Les parties à frottement sont prévues soit à graissage permanent, soit à boîtes à graisse. On a fait usage d'essieux montés légers système Uerdingen, avec roues pleines et essieux tubulaires. Le poids d'un essieu monté est d'environ 650 kg par rapport à 1.250 kg pour les essieux habituels. Actuellement, on fait des essais avec des essieux montés légers construits entièrement en Suisse. Comme paliers d'essieu, on a utilisé des boîtes pendulaires à rouleaux systèmes SRO et SKF, de 130 mm de diamètre intérieur. La timonerie et les tringles de frein ont été construites avec un soin particulier au point de vue de l'allégement. Tous les boulons sont placés dans des douilles. Les sabots de frein sont en deux pièces avec semelle normale.

Par suite du faible poids propre par rapport à la charge utile, il fallait choisir un équipement de freinage donnant des pressions de sabot notablement plus élevées que d'habitude (théoriquement 140 au lieu de 80 % du poids propre de la voiture). Ces pressions ne doivent cependant être appliquées que pour les grandes vitesses, car, aux petites vitesses, elles bloqueraient les roues. A l'arbre de la dynamo un dispositif spécial dépendant de la vitesse de marche ne permet ces hautes pressions que lorsque la vitesse dépasse 80 km/h. Lorsque la vitesse décroît en dessous de 40 km/h, ce dispositif réduit la pression à la limite voulue. De cette manière, on a obtenu, à la vitesse de 120 km/h, des parcours de freinage plus petits que ceux obtenus par frein normal à 100 km/h. Les trains légers accusent à la vitesse de 100 km/h, des parcours de freinage de 35 % plus courts que pour le frein normal. Ce système de freinage a été étudié par les Ateliers des Charmilles S. A. à Genève, en collaboration étroite avec les C.F.F.

Les voitures sont équipées avec le régleur automatique pour timonerie de frein « Stopex », les cylindres de frein et la timonerie sont de construction particulièrement légère. Comme triple-valve,

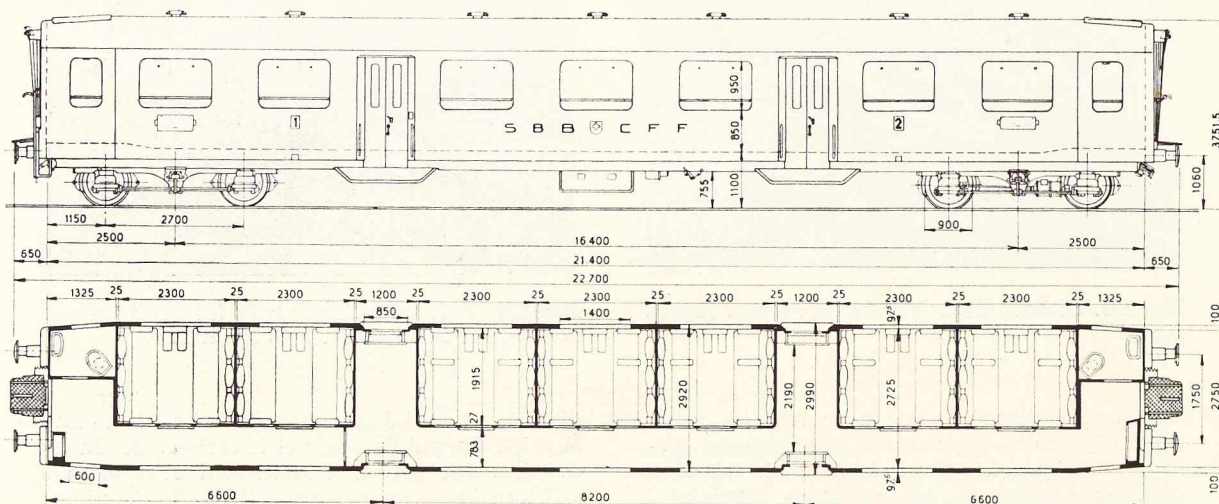


Fig. 271. Elévation et vue en plan de la voiture AB^{4u}

on a choisi le type normal L et R Westinghouse avec régulateur de pression. Le frein à main, du type usuel mais plus léger, ne peut être actionné que d'une des plates-formes intermédiaires désignée par un écriteau.

Les voitures sont équipées avec l'éclairage usuel de 36 V, dynamo, régulateur type BBC et deux batteries au plomb.

Le chauffage électrique de 1.000 V, 16 p/sec, correspond à l'exécution usuelle. Les radiateurs sont toutefois disposés le long des parois et revêtus d'aluminium. La température se règle au moyen de thermostats.

La ventilation des compartiments est assurée par des ventilateurs statiques disposés sur le toit et, dans le canal de ventilation, sont disposés des clapets manœuvrés électro-magnétiquement. En outre, quelques-unes des glaces latérales sont munies d'aération à registres en verre. Vu les conditions particulières de la Suisse, on a cru pouvoir renoncer à des installations de climatisation.

La construction des portières d'accès, dont divers types sont utilisés, a donné lieu à de grandes difficultés. Les portes sont en aluminium et, en règle générale, non peintes. Jusqu'à présent de bons résultats ont été obtenus avec la portière à deux battants repliables, type SWS.

Les fenêtres sont à châssis en aluminium ou sans cadre. Pour les premières on a utilisé du verre de cristal épais de 4,5 mm et pour les secondes, du 7 à 8 mm. Les vitres, du type Sécurit, sont munies de leviers types Hera et SIG et se manœuvrent par une manivelle ou une poignée. On donne la préférence aux fenêtres sans cadre.

Pour l'équipement intérieur, on a recherché la tranquillité, la simplicité et la facilité de net-

toyage. Les portes intérieures sont en aluminium nu, les parois en Pavatex (plaques de bois comprimé) avec revêtement de toile huilée en 2^e et de linoléum en 3^e classe, le plafond en Pavatex peint en clair et le plancher en planches de sapin épaisses de 20 mm avec garniture d'Inlaid ou de plaques en liège comprimé. Pour les voitures à couloir latéral, on a utilisé pour toutes les parois intérieures, des plaques en bois armé d'aluminium.

La nouvelle voiture AB^{4u} est construite selon les prescriptions régissant le trafic international; elle peut cependant être utilisée tout aussi bien pour le trafic intérieur. On a renoncé pour le moment, à établir l'installation de chauffage à vapeur.

L'économie de ces voitures réside surtout dans le fait des grandes performances kilométriques, vu qu'elles effectuent annuellement sans interruption jusqu'à 200.000 km, alors que les voitures utilisées jusqu'à présent faisaient au maximum 80.000 km.

Ces voitures ont été projetées et construites par la Société Industrielle Suisse à Neuhausen alors que les voitures à couloir central ainsi que les voitures-buffet, wagons-restaurant, fourgons et fourgons postaux ont été étudiés et construits en collaboration étroite avec les C.F.F., par la Fabrique Suisse de Wagons et d'Ascenseurs, Schlieren-Zurich. Un assez grand nombre de voitures légères en acier, de différents types, sont en construction, mais leur fourniture rencontre actuellement d'énormes difficultés par suite de raisons d'ordre économique.

BIBLIOGRAPHIE :

Bulletin des C.F.F., n° 8, 1944;
Economie et Technique des Transports, n° 51-52, 1945.





(Photo British War Office.)

Fig. 272. Aérodrome flottant installé en mer près de Lambash (Grande-Bretagne).

Aérodrome flottant « Lily »

Un inventeur anglais, M. R.-M. Hamilton de Londres, assisté dans les calculs mathématiques par M. J.-S. Herbert, de l'Eton College, a mis au point un système d'aérodrome flottant qui a reçu l'approbation de l'Amirauté britannique. Cet aérodrome, que les Alliés désignent dans leurs rapports chiffrés sous le nom de « Lily » (le lis), est illustré à la figure 272, il mesure $165^m00 \times 22^m90$, soit les dimensions d'un pont d'atterrissage d'un porte-avion moyen.

L'aérodrome est composé de 1.100 chambres flottantes en acier. La partie inférieure des chambres est cylindrique, tandis que la partie supérieure est constituée par un hexagone, dont le diamètre du cercle circonscrit mesure 1^m85 . La hauteur de ces chambres est d'environ 1 mètre,

sauf pour les chambres de l'extrémité avant (amarrée au moyen de câbles d'ancrage), dont la hauteur atteint près de 4 mètres et qui sont renforcées par des raidisseurs. Au moyen de charnières disposées sur chaque côté de l'hexagone, les chambres sont assemblées entre elles de façon à former une construction continue du type « ruche d'abeilles ». Les boulons sont munis d'un dispositif spécial, en vue d'assurer à l'aérodrome la flexibilité nécessaire. L'aire d'atterrissage peut ainsi suivre les ondulations de l'eau, ces mouvements étant en partie contrôlés par des cylindres hydrauliques. L'aérodrome « Lily », utilisable pour des avions pesant jusqu'à 4 tonnes, peut être assemblé par une équipe de 40 hommes en 1 heure.



Nouveau passage supérieur en gare de Thionville

par G. Seckler,

Ingénieur principal à la S. N. C. F.

Le 10 septembre 1939, a été mis en service le nouveau passage supérieur de Thionville situé au point kilométrique 188,196 de la ligne de Strasbourg à la frontière du Luxembourg. Cet ouvrage, qui donne passage à la route nationale de Metz à Trèves et à la voie de tramway de Thionville à Basse-Yutz, fait partie du projet d'agrandissement de la gare de Thionville. Son exécution est devenue nécessaire pour permettre la pose des voies supplémentaires et pour pouvoir supprimer le passage inférieur au point kilométrique 188,165 (fig. 274 et 275), qui en raison de son gabarit très restreint ne répondait plus, depuis longtemps, aux besoins de la circulation routière et donnait lieu à de nombreuses plaintes.

L'axe du nouveau passage supérieur est droit et forme avec celui de la ligne de chemin de fer un angle de $82^{\circ} 31' 30''$. La largeur entre garde-corps est de 16 mètres dont 11^m50 de chaussée et deux trottoirs de 2^m25 . Sa longueur est de 242 mètres.

Ce pont, dont l'étude a été faite dans tous ses détails aux bureaux techniques du réseau, comporte (fig. 276) :

1° Un ouvrage en béton armé sur la route d'accès à la gare de marchandises;

2° Un ouvrage à cinq travées en acier sur les voies et le chemin d'accès au dépôt;

3° Un ouvrage voûté en maçonnerie à trois arches sur le terrain et le canal des fortifications ainsi qu'un passage inférieur de 4 mètres d'ouverture prévu dans la culée du côté Basse-Yutz.

Les trois ouvrages de constructions différentes sont séparés entre eux par deux piles-culées de grande largeur (10 mètres environ) et ainsi nettement déterminés, de sorte que le manque d'homogénéité des trois ouvrages n'est pas nuisible à l'aspect de l'ensemble du pont (fig. 273). Deux escaliers accolés aux piles-culées permettent aux piétons l'accès direct des trottoirs du passage supérieur.

Caractéristiques des trois ouvrages

L'ouvrage en béton armé a une ouverture de 14^m80 entre culées. Le tablier d'une portée de 15^m50 est constitué par cinq poutres longitudinales de 1^m20 de hauteur et de 0^m50 de largeur avec hourdis sous chaussée de 0^m18 d'épaisseur et de deux trottoirs en encorbellement. Les efforts de traction dans la partie inférieure des poutres

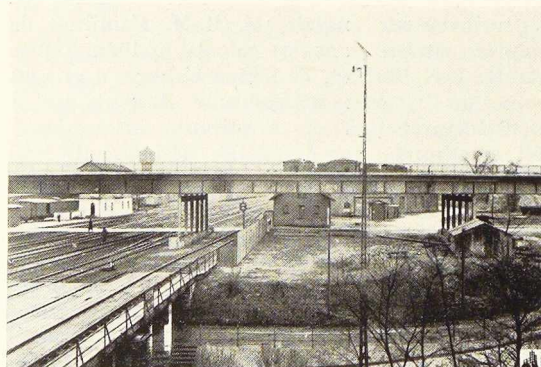
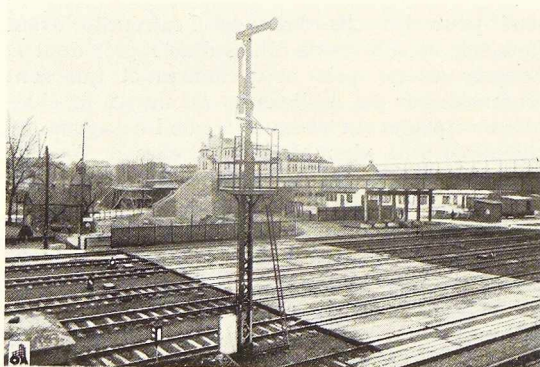


Fig. 273 et 274. Vue générale du passage supérieur de Thionville.



sont supportés par 12 barres rondes de 40 mm disposées en deux rangées. Des barres inclinées et des étriers de 10 mm à six branches ont été prévus en nombre suffisant pour transmettre en toute sécurité les efforts tranchants et éviter la formation de fissures. Aux deux extrémités du tablier se trouvent des bavettes en béton armé de 1^m50 de longueur et de 0^m10 d'épaisseur. Elles protègent à la fois les appuis contre les infiltrations et empêchent les dénivellations brusques de la chaussée qui se produisent très souvent aux abords des passages supérieurs.

Le viaduc proprement dit est constitué par six poutres à âme pleine portant un hourdis en béton armé de 0^m18 d'épaisseur et formant encorbellement sous les trottoirs. La hauteur des poutres varie de 1^m06 aux extrémités à 1^m66 au milieu. Leurs portées sont de 31^m50, 33^m50, 32^m00, 28^m95 et 28^m95. Les appuis intermédiaires sont constitués par des piles oscillantes en acier. Les articulations prévues à leurs extrémités (fig. 277) ont pour effet d'annuler les moments de flexion dans les colonnes qui ne travaillent par conséquent qu'à la compression et ne transmettent que des réactions essentiellement verticales à leurs fondations. Les poutres sont continues au-dessus des appuis intermédiaires, mais comportent dans la travée centrale deux articulations limitant une partie médiane de 22 mètres de longueur. Au droit des articulations, le hourdis est interrompu sur toute sa largeur par un joint transversal. En raison des grandes portées du tablier et de sa faible épaisseur, les poutres principales ont été exécutées en acier à haute résistance satisfaisant aux conditions de résistance imposées pour l'acier du type Ac 54. Le garde-corps, les piles et les entretoisements sont en acier ordinaire Ac 42, les appareils d'appui et les articulations en acier moulé. La rigidité transversale du tablier est assurée par le hourdis dont les armatures traversent les poutres tous les 0^m25 et par des entretoisements reliant les membrures inférieures tous les 8 mètres (fig. 278). La mise en œuvre du béton du hourdis a été effectuée au moyen d'une pompe à béton d'un débit horaire de 10 m³.

Des parafumées, constitués d'un voligeage en bois ignifugé, sont fixés aux membrures inférieures des poutres pour protéger le tablier contre l'action des fumées des locomotives. La métallisation des aciers primitivement prévue a dû être abandonnée en raison des prix excessifs.

Tous les assemblages ont été réalisés par rivure. Une construction entièrement soudée aurait coûté environ 20 % plus cher ainsi qu'il a été constaté lors de la soumission à laquelle des propositions pour soudures étaient admises.

Pour éviter des endommagements des piles mé-

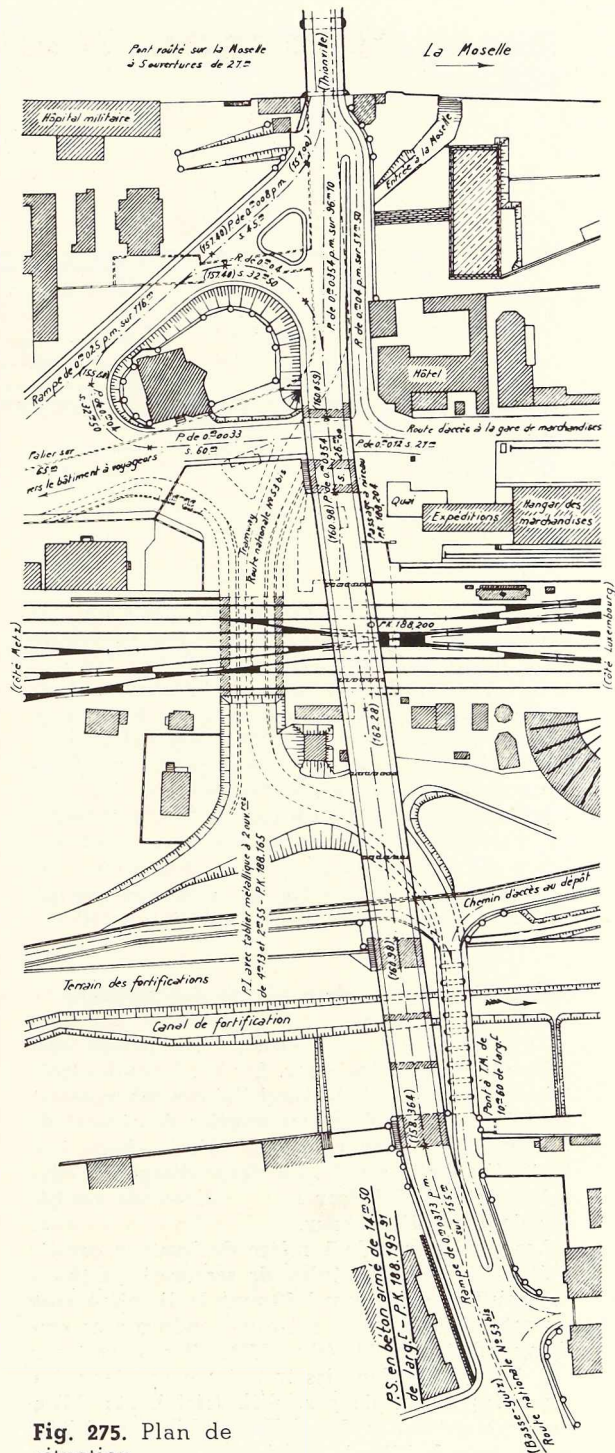


Fig. 275. Plan de situation.



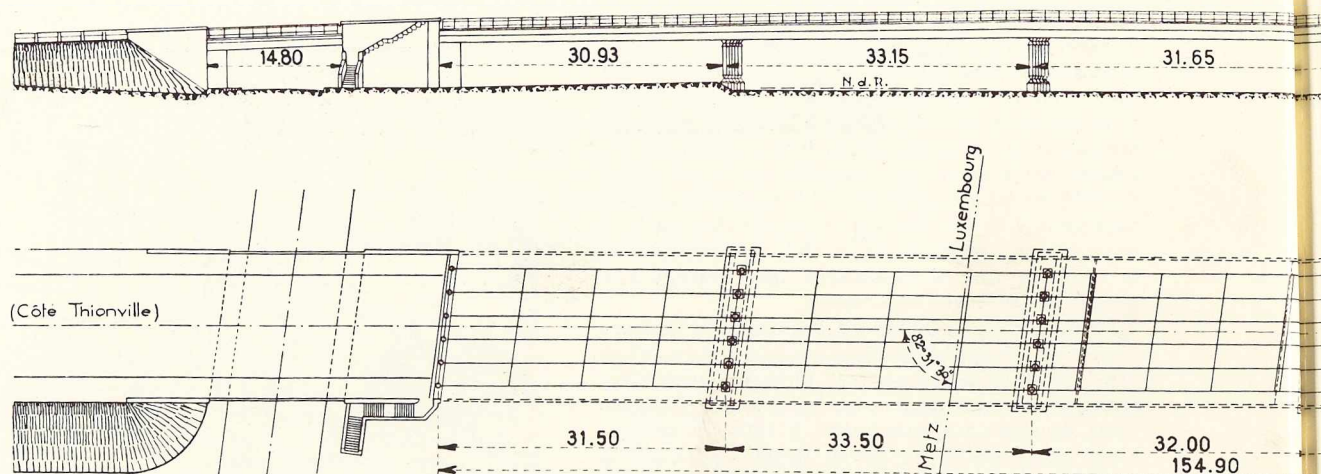


Fig. 276. Elévation et plan du nouveau pa

talliques en cas de déraillements, elles ont été protégées par des avant-becs robustes constitués d'un massif de béton armé (fig. 273 et 274).

Le pont-voûté en maçonnerie comporte trois arches égales de 14^m50 d'ouverture. Les voûtes qui ont une épaisseur à la clé de 0^m65 et de 1^m07 aux naissances ont été exécutées en moellons équarris taillés en voussoirs suivant le biais. Les têtes sont appareillées comme droites. L'intrados de la voûte est disposé en arc de cercle ayant une flèche de 1/7 de la portée. Les fondations des piles sont protégées contre les affouillements par des blocs de pierre pesant au minimum 150 kg.

Disposition de la chaussée et des trottoirs

La chaussée est constituée par un pavage mosaïque de 8 cm d'épaisseur. Les bordures des trottoirs sont en granit. L'étanchéité des ouvrages est assurée par une chape en mortier de ciment de 1,5 cm d'épaisseur recouverte d'une chape isolante d'asphalte souple. La chape d'asphalte elle-même est protégée par une contre-chape en béton de 4 cm d'épaisseur.

Les garde-corps de 1 mètre de hauteur constitués entièrement en tubes de serrurerie et tubes de chauffage de 30 mm à 60 mm de diamètre sont assemblés mécaniquement sans soudure avec serrillage d'étanchéité (fig. 279). Des ouvertures ont été prévues dans les trottoirs pour placer les conduites d'eau, de gaz, d'électricité, etc. Elles sont couvertes par des dalles mobiles en béton armé, pour faciliter la révision.

Calculs de résistance

Les calculs ont été établis conformément aux prescriptions du Règlement ministériel du 10 mai 1927 pour le calcul et les épreuves des ponts métalliques, compte tenu des prescriptions relatives à l'emploi des aciers à haute résistance du 7 février 1933 et des instructions relatives à l'emploi du béton armé du 19 juillet 1934.

Pour le béton à 350 kg de ciment, le Réseau a admis une limite de travail à la compression de 70 kg/cm² et pour les armatures une limite de travail à la traction de 13 kg/mm². Le travail des poutres en acier Ac 54 est inférieur à 18 kg/mm² pour les efforts de compression et de traction et inférieure à 14 kg/mm² pour les efforts de cisaillement.

Le viaduc proprement dit est du type cantilever. Les poutres de la travée centrale ont été calculées comme poutres reposant librement sur deux appuis. Les autres tra-

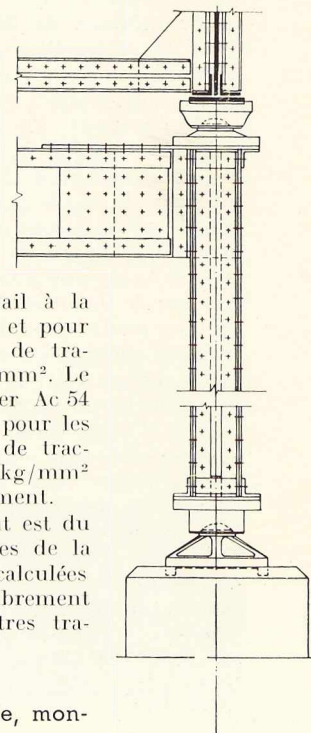
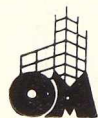
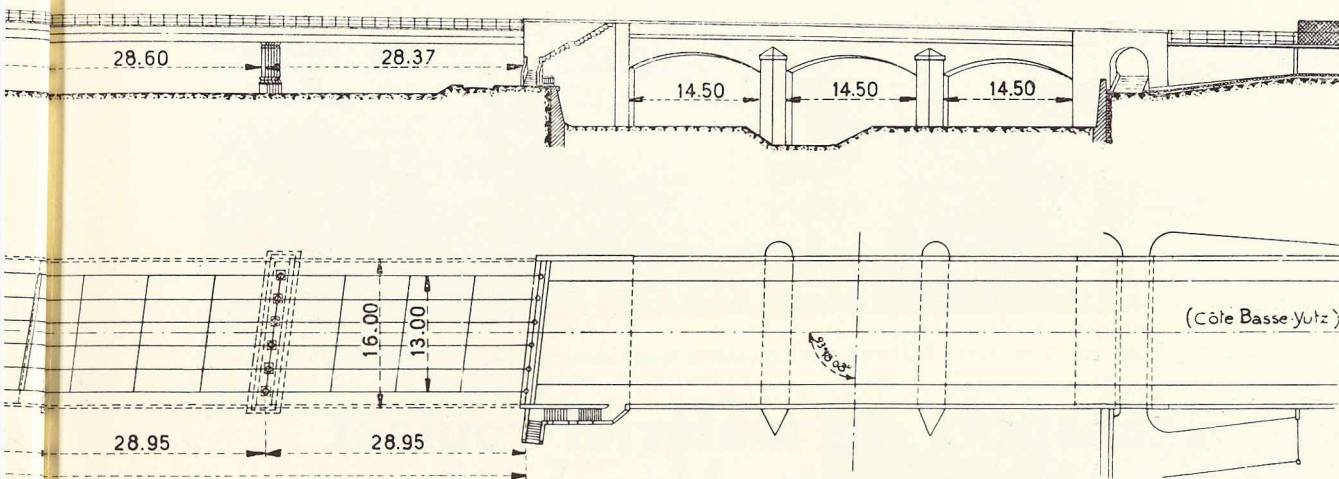


Fig. 277. Détail d'une pile, montrant les articulations.





eau passage supérieur de Thionville.

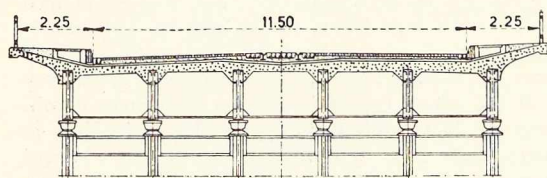


Fig. 278. Coupe transversale.

vées sont composées de poutres continues sur trois appuis. L'inconnue dans ce système hyperstatique a été déterminée en appliquant la formule classique de Clapeyron. Dans ces calculs on n'a pas fait intervenir le béton du hourdis.

Matériaux mis en œuvre et dépenses.

Les quantités de matériaux mises en œuvre pour cet ouvrage ont été les suivantes :

| | |
|--|----------------------|
| Acier Ac 54 | 466 t. |
| Acier Ac 42 | 93 t. |
| (dont 27 t. pour le béton armé) | |
| Acier moulé | 19 t. |
| Maçonnerie | 2.100 m ³ |
| Béton | 8.340 m ³ |
| (dont 230 m ³ pour le béton armé) | |

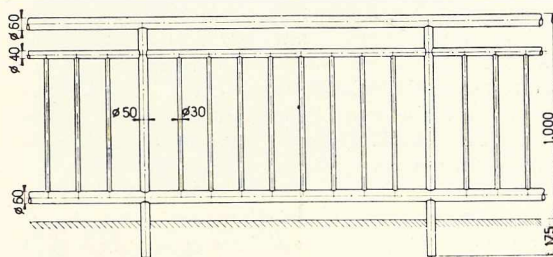


Fig. 279. Détail du garde-corps en tubes d'acier.

Les dépenses pour l'ensemble de l'ouvrage y compris les rampes d'accès, se sont élevées à 6.523.400 francs

Elles se décomposent sur les différents ouvrages, comme il est indiqué ci-après :

| | |
|------------------------------------|------------------|
| Culées du passage inférieur . . . | 649.420 francs |
| Rampes d'accès | 1.182.961 — |
| Ouvrage en béton armé | 129.488 — |
| Viaduc proprement dit | 2.500.171 — |
| Fondations pour ce viaduc | 376.526 — |
| Pont-voûte en maçonnerie | 1.684.834 — |
| Ensemble | 6.523.400 francs |

Les travaux ont été exécutés dans un délai de vingt mois.

G. S.



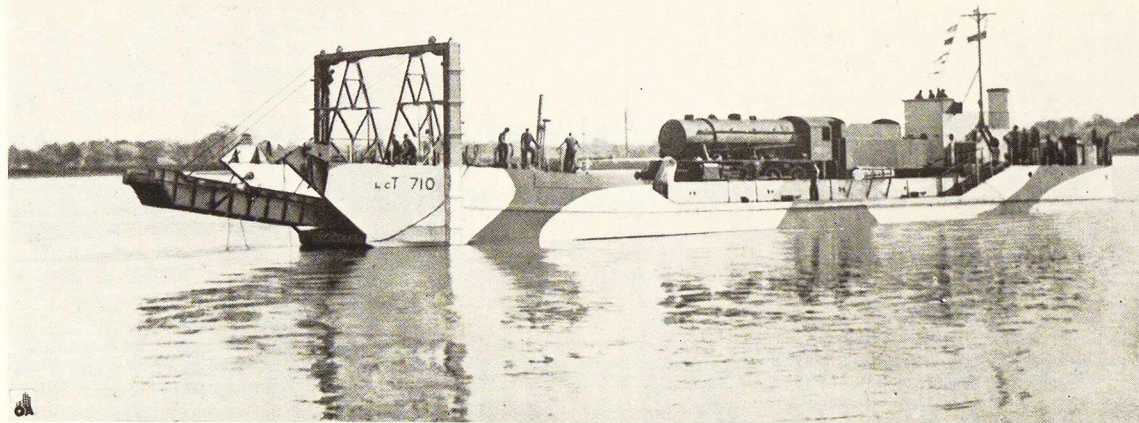


Fig. 280. Ferry-boat du Southern Railway transportant une locomotive. (Photo British Admiralty.)

Transport de matériel roulant à travers la Manche ⁽¹⁾

En élaborant les premiers plans de débarquement sur le Continent européen, les Alliés s'étaient rendu compte que, une fois les troupes débarquées, les communications par voie ferrée derrière les lignes deviendraient d'une importance vitale pour les forces expéditionnaires.

Comme le matériel roulant pris à l'ennemi aurait été certainement insuffisant, il fut décidé de construire, en Angleterre, un grand nombre de locomotives, wagons, trains sanitaires et wagons ateliers.

Le *War Office Transportation Service* fut chargé d'aménager des bateaux spéciaux pour le transport des locomotives et wagons d'Angleterre vers la France. Notons toutefois que, dès 1941, tous les ferry-boats britanniques avaient été transformés en poseurs de mines ou autres navires auxiliaires de la Marine.

En 1942 les chemins de fer L.N.E.R. possédaient encore quelques ferry-boats datant de la guerre 1914-1918 ainsi que 3 ferry-boats plus récents, construits pour le transbordement des trains entre Douvres et Dunkerque.

Le rétablissement du service des ferry-boats était conditionné par plusieurs facteurs. Tout d'abord, on ne devait pas s'attendre à trouver les lignes côtières françaises intactes. D'autre part, les emplacements des installations terminales sur les côtes françaises et anglaises ne concordaient pas avec les dispositifs des plans d'invasion. En conséquence, il fut décidé d'équiper les bateaux d'appareils spéciaux permettant la manutention des locomotives et des wagons pour les mettre en place sur n'importe quel quai muni de rails ou pouvant être rapidement raccordé à une voie ferrée proche.

Vers la fin de l'année 1942, des plans furent mis à l'étude pour la construction des grues-portiques placées à l'arrière des navires et pouvant soulever des locomotives pesant jusqu'à 84 tonnes.

Les bateaux du Southern Railway furent équipés de rampes de déchargement pour wagons et locomotives du type léger, tandis que les bateaux du chemin de fer L.N.E.R. pouvaient servir au transport du matériel roulant de n'importe quel type.

Il fut admis toutefois que les ressources combinées de la Grande-Bretagne et des Etats-Unis en ferry-boats étaient insuffisantes pour le « rééquipement » des lignes françaises en matériel roulant. Un officier américain a alors proposé de transformer les bateaux L. C. T. ⁽²⁾ en vue de leur permettre de transporter aussi bien des locomotives que des chars. La proposition fut adoptée par le War Office après un examen minutieux. Des L. C. T., tant américains que britanniques, furent transformés de cette façon; leur nombre atteignit 50.

Ces bateaux transportèrent plus tard 30.000 voitures et wagons sur le Continent. Une vue d'un d'entre eux ayant à bord une locomotive est donnée à la figure 280. Des bateaux similaires furent construits pour le franchissement du Rhin et d'autres fleuves continentaux.

Notons que le transfert des locomotives, comprenant le soulèvement à bord du bateau et la mise sur rails, se réalisait à la cadence record de 7 minutes par machine, à condition de disposer d'appareils de levage appropriés et d'un personnel entraîné.

(1) Extrait de *The Engineer* du 13 juillet 1945.

(2) L. C. T. — Landing Craft, Tanks (bateau de débarquement pour chars).



Remise en état du pont-rails « Southwark-Street » ⁽¹⁾

Un des dégâts le plus grave qu'ait subi le réseau du « Southern Railway » est celui causé par une bombe pendant la nuit du samedi 19 avril 1941, au pont n° 407 comportant 9 voies électrifiées, dont 4 principales, au-dessus de la « Southwark Street » à Londres (fig. 281).

Ce pont comprend six poutres maîtresses à âme pleine en fer puddlé, portant des entretoises à âme pleine en fer puddlé également et un tablier en bois.

La bombe tomba au point marqué X et causa les dégâts suivants :

L'extrémité sud de la poutre *a*, poussée hors de ses abouts, s'affaissa sur la route;

La poutre *b* endommagée assez gravement resta sur ses culées;

Les poutres *c* et *d* se sont rompues entièrement; — La poutre *e* fut endommagée dans la partie sud;

La poutre *f* prit une flèche et quelques panneaux furent défoncés;

A l'exception des entretoises entre les poutres *e* et *f*, les autres s'écroulèrent sur la route, en même temps que les rails, poutres et tablier.

Le ballast était jonché de débris à 100 mètres de part et d'autre du pont et la cabine de signalisation, située à 50 mètres du point de chute de la bombe, détruite.

Ces destructions sont visibles sur la figure 282. Heureusement, les culées du pont n'avaient subi aucun dommage.

On décida, en premier lieu, de rétablir la voie de garage, la moins endommagée, entre les poutres *e* et *f* et d'établir ainsi provisoirement un trafic

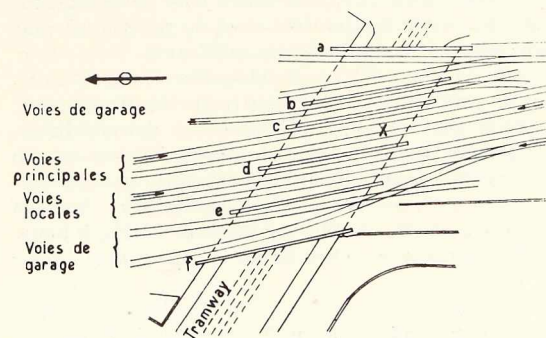


Fig. 281. Plan de situation.

à sens unique, ce projet constituant la première partie du programme de la reconstruction du pont.

Afin de supporter les entretoises non endommagées, on constitua quatre chevalets, dont deux en acier du type militaire, prenant appui sur la route

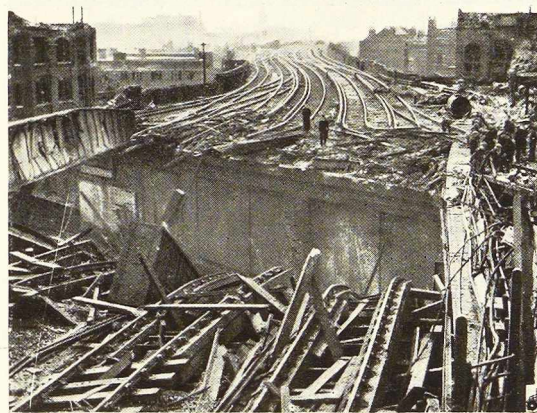


Fig. 282. Vue montrant les destructions causées par la bombe.

et laissant libre, entre eux, un passage de 7^m20 pour les deux voies de tramway, et deux en bois s'appuyant contre les culées des poutres.

Pour éviter tout encombrement inutile, il fut décidé d'amener les matériaux de reconstruction par la route en venant de l'est, alors que le déblayage s'effectuerait uniquement par l'ouest; ce déblayage fut effectué par une grue du type « Ruston-Bucyrus » n° 19. On fit ensuite basculer les poutres *a*, *c* et *d*, et on les découpa au chalumeau.

Pour la construction des deux chevalets métalliques, on eut recours à des éléments allégés utilisés dans les constructions militaires, établis sur des fondations en béton armé, posées au niveau de la route.

La vue 283 montre l'avancement des travaux, à la date du 30 avril, les débris n'ayant toutefois pas encore été enlevés.

(1) Extrait de la revue *Engineering* du 4 mai 1945.

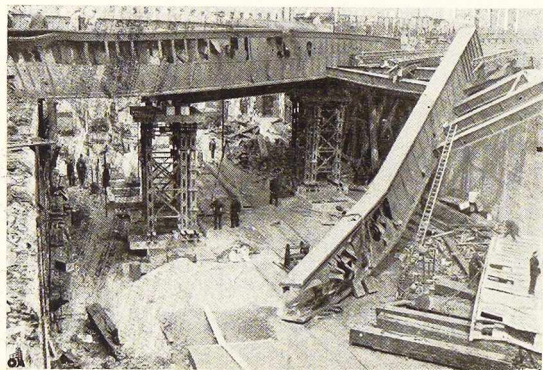


Fig. 283. Etat des travaux 11 jours après le sinistre.

Six poutres à âme pleine de 610×191 mm relient les plateformes de ces deux chevalets, ce nombre étant réduit à quatre entre les chevalets et les culées au-dessus des trottoirs; ces poutres, placées en dessous de la voie à remettre en état, portent des traverses en bois et des coins furent chassés entre ces traverses et les entretoises non endommagées. Ces dernières portent des poutres en bois de 30×15 cm de section sur lesquelles sont posés les traverses et les rails.

Ainsi le trafic put être repris dès le 5 mai, c'est-à-dire, 15 jours après sa mise hors service.

En deuxième lieu, il s'agissait de rétablir les 2 voies principales, entre les poutres *c* et *d* déjà enlevées. Pour cela, on érigea deux charpentes métalliques dans l'alignement des précédentes, sur des fondations en béton armé, posées antérieurement; des poutres à âme pleine de

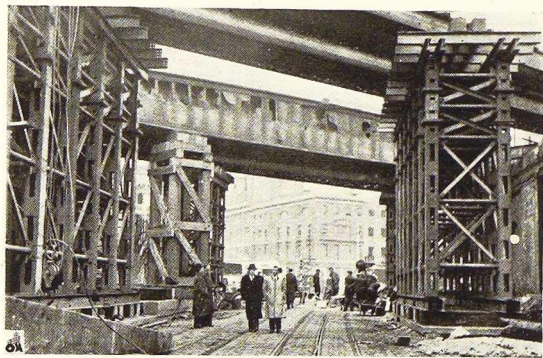


Fig. 284. Etat des travaux 25 jours après le sinistre. Au premier plan, les chevalets métalliques supportant les voies principales.

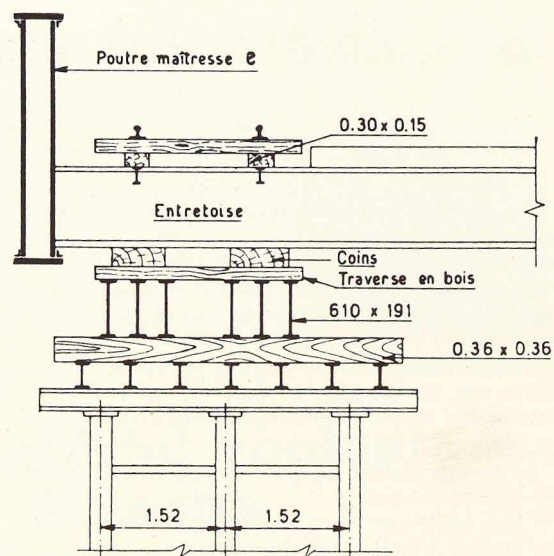


Fig. 285. Coupe transversale montrant la poutre maîtresse et les chevalets supportant les entretoises.

610×191 mm relient ces chevalets entre eux et aux culées des anciennes poutres, et supportent les traverses des rails. Notons que les charpentes en bois contre les abouts n'existent pas pour ce tronçon, les poutres étant placées à un niveau supérieur à celui des culées. Cette partie du programme fut achevée le 12 mai (fig. 284).

On rétablit ensuite les 2 voies secondaires entre les poutres *d* et *e* de la même manière que pour les voies principales. En plus, on disposa un chevalet en bois pour renforcer la poutre-maîtresse endommagée *e*.

Et pour terminer, une autre voie de garage fut rétablie entre les poutres *a* et *b*, mais au-dessus de chevalets en bois, jugés suffisants.

Six voies sur les neuf existantes avant le sinistre furent ainsi rendues au trafic dès le 29 juin.

Tous ces travaux, qui posèrent de nombreux problèmes délicats, furent menés à bien en un temps très court. Ils furent conduits par les services techniques de la Southern Railway, sous la direction de M. G. Ellson, M. Inst. C. E., à l'époque ingénieur en chef de la Compagnie.

Les photos qui illustrent cet article ont été obligeamment mises à notre disposition par la Southern Railway Company.



Le contrôle des constructions soudées

par H. Gerbeaux,

Chef de Service d'Etudes et de Contrôle
à l'Office Central et Institut de Soudure Autogène, à Paris

L'effort de guerre énorme accompli en peu de temps par le monde libre n'a été possible que grâce à la préparation rapide d'un formidable outillage de guerre, outillage entièrement issu des industries métallurgiques et mécaniques. Il a été nécessaire de créer à d'innombrables exemplaires, et dans les plus brefs délais, des machines et des engins nouveaux. Ce n'est que par la consécration des méthodes les plus rationnelles de fabrication, en bousculant les pratiques routinières et en les empêchant de reprendre pied, que ces résultats ont pu être atteints. C'est dans ces conditions qu'ont été engendrés des engins extraordinaires, que nous n'avons connus qu'à la Libération, et pour lesquels nous avons constaté que la soudure était le moyen généralisé d'assemblage. En même temps, les publications anglo-saxonnes nous ont appris la part essentielle que l'industrie devait au soudage. Bien entendu, l'extension illimitée, brutale et sans transition du procédé n'a pu se réaliser sans heurt. Dans cette hâte à produire, quelques réalisations ont donné lieu parfois à des échecs; en d'autres temps, ils auraient probablement jeté sur la soudure un discrédit au moins partiel; toutefois, un bilan sincère de l'emploi du procédé a montré que ses avantages demeuraient tels qu'il ne pouvait être question d'abandonner la soudure, quitte à étudier les causes des incidents et à les éviter ou à y porter remède.

A présent que les derniers combats ont pris fin, une tâche immense de reconstruction se présente pour tous les pays libérés. Cette tâche doit être accomplie en partant initialement d'outillages insuffisants en nombre et en qualité et en utilisant une main-d'œuvre limitée, aux moyens physiques diminués, aux qualités professionnelles affectées par l'improduction des années d'occupation, dont la formation professionnelle a été souvent négligée et dont les activités ont été parfois peu propices à l'acceptation future d'un labeur assidu.

Ainsi se présentent simultanément de lourdes tâches de rééquipement, d'apprentissage, de reclassement professionnel, de perfectionnement et

de reconstruction accélérée. L'ensemble, pour aussi inquiétant qu'il se présente, ne soulève cependant pas de difficultés plus grandes que celles que durent résoudre les pays libres dans leur préparation à l'effort de guerre en créant de toute pièce, en pays agricoles, de vastes centres industriels et en utilisant aux constructions les plus délicates une main-d'œuvre improvisée.

Dans le cas qui nous concerne, une comparaison objective des différentes techniques de construction nous montre que, pour notre tâche de paix, tout comme pour l'effort de guerre d'hier, l'emploi généralisé de la construction soudée s'impose parce qu'il permet, avec le minimum d'outillage, en appliquant un programme rationnel de fabrication, l'utilisation rapide et totale d'une main-d'œuvre à former ou à perfectionner à tous les degrés.

Toutefois sachant que la construction soudée présente en période normale certains aléas qui en ont retardé la généralisation, on peut craindre que, dans les conditions présentes, cet inconvénient s'aggrave encore. Cette difficulté, bien que sérieuse, peut être levée entièrement en appliquant à toutes les fabrications soudées l'exercice d'un contrôle rationnel simple mais rigoureux; nous pensons en effet que la plupart des échecs antérieurs de la soudure sont imputables soit à l'absence de tout contrôle, soit, quand il y avait contrôle, à l'exagération ou à la puérilité des conditions imposées.

Des règles simples et précises doivent atteindre les buts suivants :

- a) Tracer au constructeur des méthodes rationnelles de travail, l'habituer à surveiller ses fabrications soudées, lui rappeler ses responsabilités;
- b) Imposer à l'élaborateur et au fabricant de produits d'apport le souci de régularité et de qualité de ses productions;
- c) Provoquer et maintenir la qualité de la main-d'œuvre soudeur à un niveau satisfaisant et inculquer au praticien le sens de sa responsabilité morale;
- d) Eduquer et former des agents de contrôle et de maîtrise.



Nature du contrôle à exercer

Les constructions soudées de la première catégorie ne sont généralement confiées qu'à un petit nombre d'entreprises spécialisées, puissamment outillées et disposant de soudeurs et de cadres qualifiés. Des méthodes traditionnelles de travail, l'application d'un programme sévère et très complet de réception garantissent la sécurité de ces constructions.

Ce qui importe au plus haut degré, c'est d'assurer la même sécurité aux constructions courantes en ne faisant intervenir que des moyens de contrôle simples, efficaces, rapides, peu coûteux et dont la rigueur est adaptée à la classe des travaux. Un contrôle qui se limiterait aux seules opérations de réception après achèvement, en admettant même qu'il offre quelque garantie, n'aurait qu'une action négative. Un contrôle positif doit, au contraire, intervenir dans toutes les opérations préparatoires et durant la période d'exécution. C'est dans ce sens d'ailleurs que le contrôle est pratiqué en construction navale, en construction aéronautique, en béton armé, etc. et d'une façon générale dans toutes les fabrications classiques faisant intervenir des opérations complexes.

Nous nous limiterons à la description sommaire des phases principales du contrôle en fabrication courante soudée à l'arc électrique.

A) Réception des aciers de base

Les aciers au carbone non alliés ou les aciers alliés d'usage courant peuvent être définis avec une précision suffisante par leurs propriétés mécaniques et les teneurs maxima des éléments de leurs compositions. En France, une norme, concernant les conditions de réception des tôles d'aciers non alliés de différentes nuances, destinations et qualités, est en préparation. Elle satisfera aux demandes les plus variées des utilisateurs. Elle servira ultérieurement de base à la fourniture des profilés.

Pour les assemblages soudés, il est indispensable que les aciers à réceptionner soient sélectionnés suivant leur coulée. C'est seulement moyennant cette condition que les échantillonnages ont une signification. Considérons en effet un mauvais acier laminé : par ségrégation des impuretés et par une orientation favorable des inclusions en cours de laminage, cet acier peut présenter des propriétés mécaniques acceptables. La soudure, en répandant les impuretés dans la masse et en dirigeant les inclusions suivant des directions défavorables, accentue localement les défauts de l'acier. L'homogénéité de l'acier, qui n'avait en construction rivée qu'un intérêt secondaire, est

donc indispensable à la construction soudée. Aussi l'absence de défauts géométriques extérieurs et d'inclusion ou de ségrégation dans toute région que la soudure doit atteindre, constitue une sérieuse garantie de soudabilité des aciers de construction ⁽¹⁾.

Rappelons qu'il existe des essais tendant à la vérification de la soudabilité des aciers. Citons les principaux :

Essai direct de pliage Dutilleul, pour vérification de la ductilité des zones influencées par une passe de soudage;

Essai direct classique de pliage d'un barreau soudé;

Essai indirect Schnadt, de détermination de la cohésion vraie de l'acier;

Essai Kommerel de vérification de la soudabilité constructive des pièces épaisses;

Essai Focke-Wulf de soudabilité constructive oxy-acétylénique des pièces minces.

Ces essais constituent des moyens excellents de recherche, mais ils ne peuvent être admis actuellement, tout au moins pour les fabrications courantes, comme mode de réception des aciers parce qu'ils font intervenir des notions encore mal précisées et qui échappent au contrôle de l'élaboreur.

B) Réception du métal d'apport

En principe, les électrodes modernes peuvent dépasser largement en qualité les exigences des assemblages soudés courants. Cependant, les difficultés d'approvisionnement en matériaux entrant dans la confection des enrobages provoquent parfois des irrégularités de fabrication contre lesquelles le service de contrôle doit se prémunir.

La réception des électrodes doit être conduite méticuleusement en ayant soin de choisir celle-ci parmi les gammes offertes, en raison du cas de construction envisagé, en procédant par essai préliminaire d'échantillons. Afin de réduire les frais de réception, celle-ci doit, autant que pos-

⁽¹⁾ Le soudage à bain réduit et par passes multiples, fait avec un matériau d'apport de qualité, donne de meilleurs résultats que le soudage à forte pénétration, en une seule passe, sur pièce non chanfreinée : parce que le régime de fusion et les recuits successifs de chaque passe donnent une meilleure distribution des inclusions et une structure plus fine, et parce que moins de métal de base impur se trouve mêlé au métal fondu (fig. 286).

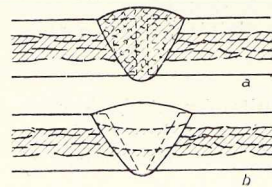


Fig. 286. Effet du soudage sur l'édifice interne d'un acier ségrégué et impur.
a) Soudure pénétrante sans chanfrein en une seule passe;
b) Soudure par petites passes sur pièce chanfreinée.



sible, porter sur des lots importants, bien identifiés, et provenant d'une même série de fabrication. Chaque diamètre d'électrode employé doit donner lieu à une réception complète.

Dans le cas d'emploi d'acier doux courant de construction, l'essai des électrodes peut être accompli en soudant sur un métal de base similaire. Ceci permet, le cas échéant, de réceptionner les électrodes avant livraison de l'acier destiné à la construction. Observons toutefois que dans le cas de soudage en surintensité, certains aciers de base effervescents donnent lieu à des soufflures qui, bien que situées dans le métal fondu, ne doivent pas être nécessairement imputées aux électrodes utilisées.

Dans le cas d'aciers spéciaux ou alliés, la réception des électrodes doit être conduite sur le métal de base à utiliser.

L'opérateur choisi pour ces essais doit être un bon opérateur, capable de subir avec succès les épreuves d'agrément demandées par la suite, mais il n'est pas nécessaire que son habileté le mette très au-dessus du niveau des soudeurs de fabrication.

Les essais doivent être accomplis dans l'ordre indiqué ci-après, de façon à examiner en premier lieu les causes les plus fréquentes de rebut.

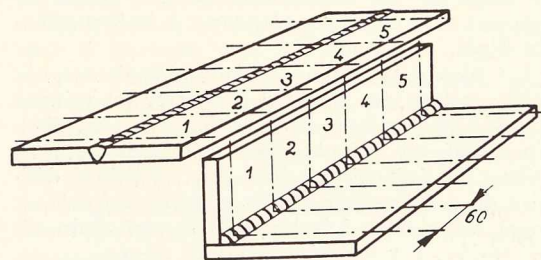


Fig. 287. Confection et débitage d'une éprouvette pour essai de texture.

APTITUDE À LA FUSION DES ÉLECTRODES

Des éprouvettes représentant localement les formes les plus typiques des assemblages de la construction, sont soudées dans les positions normales de fabrication. La nature du courant, son réglage, le maniement des électrodes sont conformes aux indications générales du fournisseur. Lors de ces manipulations, des directives particulières d'emploi pourront être établies. Elles seront soigneusement notées pour être utilisées en fabrication.

On vérifie la faculté d'amorçage et de réamorçage, la stabilité de l'arc, l'absence de crachements, la décantation normale du laitier et son enlèvement ultérieur facile. En cas de soudage en

position, l'aptitude à ce mode particulier de fusion est contrôlée. On peut contrôler encore pour des cas particuliers d'emploi : la facilité de moulage du dépôt sur latte de cuivre, de fusion à bain volumineux en fond de moule, de fusion correcte en surintensité jusqu'au bout de l'électrode, la fusion automatique manuelle, etc. Mais surtout, et dans tous les cas d'emploi, on vérifie que l'électrode, bien centrée, ne fond pas en *sifflet* et on contrôle la régularité de sa fusion. A ce sujet, la certitude de qualité ne peut être acquise qu'après fusion d'un certain nombre d'électrodes tirées de différents paquets du lot.

La norme française A 81-301 impose des conditions de dimensions et d'aspect des électrodes enrobées; toutefois, le comportement à la fusion n'est pas toujours immédiatement lié aux caractéristiques d'aspect.

ASPECT ET COMPACTÉ DU DÉPÔT

Les soudures exécutées au cours de ces essais de fusion d'électrodes sont soumises à un examen d'aspect. Dans le cas de cordons minces déposés en une seule passe et dans le cas de soudage en position, la forme de dépôt obtenue est prépondérante. S'il s'agit de pièces de fatigue, la parfaite régularité d'aspect et le raccordement progressif du métal fondu à la pièce, sans caniveau ni resaut sont obligatoires.

La compacité du dépôt est facilement contrôlée par l'examen de cassures, par pliage dans le métal déposé. C'est l'essai dit de texture. Toutefois, le métal déposé étant généralement plus tenace que le métal de base, une préparation est nécessaire pour y localiser les cassures. On assemble deux plaques de 35 à 40 cm de longueur par soudeure bout à bout ou d'angle (fig. 287) dans les conditions requises. Cette éprouvette est ensuite débitée transversalement, au chalumeau coupeur par exemple, en barreaux de 60 mm de large, les extrémités étant chutées. On enlève au burin pneumatique ou à la meule les surépaisseurs de soudeure de chaque barreau; puis, dans l'axe du joint, on pratique à la scie une entaille amorçant la cassure (fig. 289). La rupture a lieu enfin par pliage au marteau, ou à la presse, dans un étau ou dans un V. L'examen des cassures révèle les soufflures et les inclusions contenues. Etant admis que l'opérateur est capable, avec des électrodes de qualité, d'exécuter des soudures correctes, ces défauts sont imputés à l'électrode. La figure 288 montre le cas d'essai d'une très mauvaise électrode déposant un métal affecté de soufflures à environ 50 % de sa section.

Suivant la sécurité du travail à exécuter, on doit établir à l'avance une règle de réception de com-

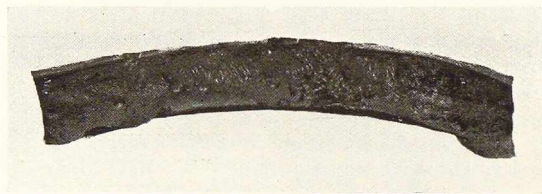


Fig. 288. Electrode ayant déposé un métal de très mauvaise compacité.

pacité fixant un pourcentage maximum de défauts admissibles : d'une part pour l'ensemble des barreaux examinés, d'autre part pour le barreau le plus défavorable.

Un examen radiographique de l'ensemble de la soudure, après enlèvement de la surépaisseur, peut remplacer l'essai de texture. Cependant, cet examen n'est admissible que pour un assemblage bout à bout. Il nécessite un matériel très coûteux qui, bien souvent, fait défaut et ne présente pas d'avantage sur l'essai de texture.

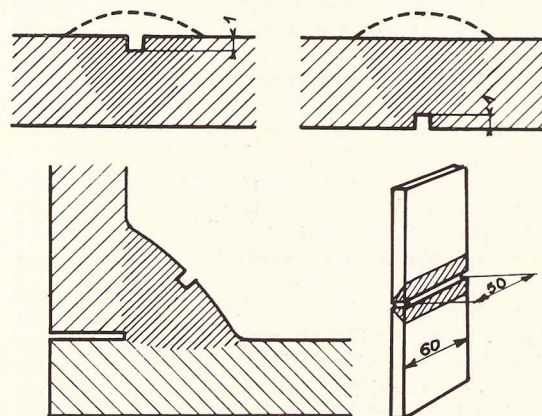


Fig. 289. Entaillage d'un barreau pour rupture par pliage.

FORGEABILITÉ DU DÉPÔT

Dans beaucoup de cas de construction soudée, il convient de garantir la fabrication contre les risques de fissuration des dépôts de soudure. Des divers essais actuellement en usage, nous n'en citerons que trois :

a) Un essai très simplifié consiste (fig. 290) à exécuter à plat un dépôt longitudinal sur une tôle de 15 mm environ d'épaisseur. Cette tôle est ensuite pliée, au rouge cerise, le dépôt au dessus. La soudure ne doit présenter aucune crique transversale, même dans les régions les plus dé-

formées. En exécutant sur l'éprouvette plusieurs dépôts avec différentes électrodes, on peut, dans un même essai, comparer leur forgeabilité;

b) Cet essai, dit essai d'encastrement, de la Marine nationale consiste à exécuter les opérations suivantes (fig. 291):

1° Deux cordons d'angle de 8,5 mm de profondeur aux extrémités du barreau et qu'on laisse refroidir pendant 1 1/2 heure;

2° Dépôt sur la face A d'un cordon continu de 3,5 mm de profondeur et qu'on laisse refroidir pendant 2 1/2 heures (la longueur d'électrode à déposer est définie, suivant le diamètre, de façon à limiter le cordon à une gorge de 3,5 mm);

3° Même opération sur la face opposée B;

4° Après refroidissement complet de l'ensemble, essai d'étanchéité à l'eau, sous pression d'abord progressive puis maintenue 1 minute à 225 kg/cm² (la pression est amenée par l'orifice C).

On ne tient pas compte des fuites éventuelles aux extrémités des cordons et aux reprises d'électrodes; elles sont matées et l'essai est poursuivi. Aucune autre fuite ni suintement ne sont admis;

c) Essai de compatibilité de l'électrode. — Cet essai correspond au cas de soudage de pièces épaisses et spécialement en acier moulé, l'addition de métal de base au métal déposé par l'électrode pouvant déterminer une tendance à la fissuration du dépôt.

Un bloc d'au moins 60 mm d'épaisseur, de même nature que la pièce à essayer, est rainuré à angle vif sur 10 mm de profondeur (fig. 292). Un dépôt est exécuté dans cette rainure avec l'électrode préposée et dans des conditions définies de préchauffage. Après complet refroidissement, un examen à la loupe de la surface du dépôt révèle s'il y a eu fissuration de celui-ci.

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU MÉTAL DÉPOSÉ

Les normes françaises A 81-302 et A 81-309 définissent avec précision le moule, les conditions

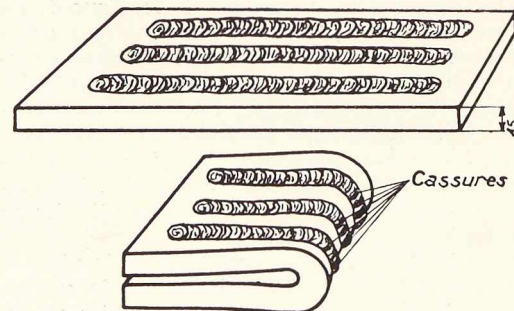


Fig. 290. Essai simplifié de forgeabilité.



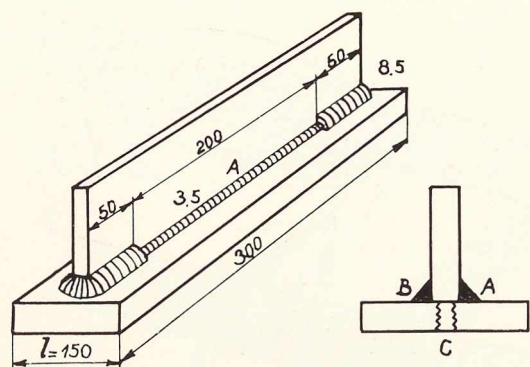


Fig. 291. Essai d'encastrement, de la Marine nationale.

d'exécution des dépôts et le mode de prélèvement des éprouvettes, ainsi que les propriétés mécaniques à obtenir du métal déposé pour différentes nuances et qualités d'électrodes. Ces caractéristiques normalisées sont inférieures à celles imposées jusqu'ici par certains cahiers des charges. Elles sont cependant très suffisantes et il serait dangereux de provoquer, par des exigences exagérées dans ce sens, l'abaissement d'autres propriétés moins aisément mesurables des électrodes.

Dès à présent les électrodes sont mises au point chez le fabricant puis réceptionnées suivant ces normes. Toutefois les essais correspondants peuvent être jugés onéreux lorsqu'ils ne concernent que des lots modestes d'électrodes. Divers essais simplifiés ont été proposés en remplacement, qui ne peuvent donner d'ailleurs que des indications approximatives des propriétés mécaniques, lesquelles ne sont bien définies qu'en application des normes.

Voici, par exemple, un ensemble d'essais particulièrement simples (fig. 293). Deux échantillons

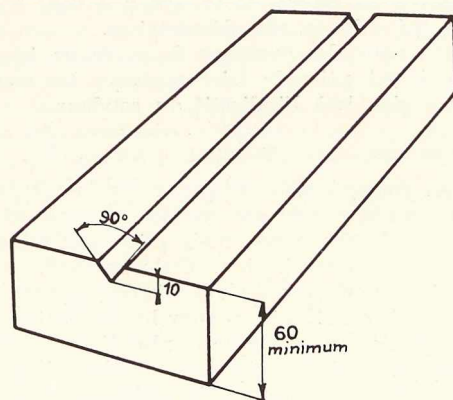


Fig. 292. Essai de compatibilité de l'électrode.

de tôles de $200 \times 350 \times 10$ mm sont d'abord rechargés sur leur champ puis soudés bout à bout de façon à obtenir une soudure de 13 mm de largeur de métal déposé. Les surépaisseurs sont enlevées à la meule, sur les deux faces; l'axe du joint est ensuite gravé à la pointe à tracer et des trous de 20 sont percés à distance convenable dans l'axe de la soudure. Au chalumeau on découpe des barreaux de manière à obtenir deux éprouvettes de traction à section réduite, deux éprouvettes de pliage et, le cas échéant, deux éprouvettes de résilience (cette dernière épreuve est toutefois facultative).

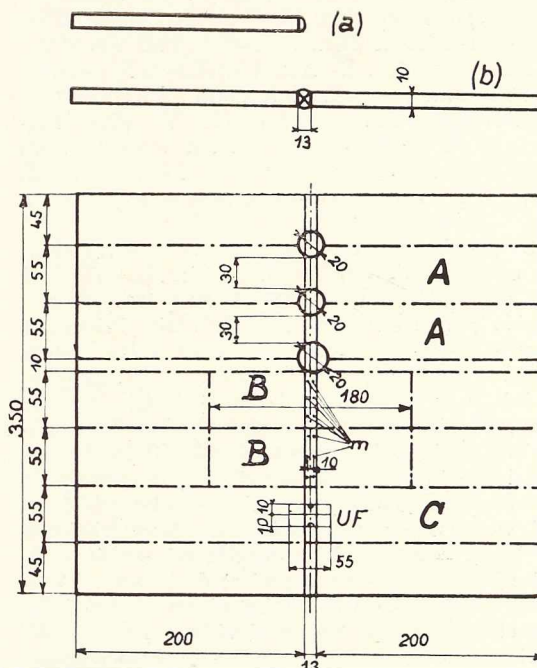


Fig. 293. Exemple d'essais mécaniques réduits
a) Rechargement sur un champ; b) Soudure bout à bout;
A. Eprouvette de traction; B. Eprouvette de pliage;
C. Eprouvette de résilience.

La résistance à la traction sur éprouvette à section réduite est pratiquement égale à celle qui serait mesurée sur un barreau fondu normal. Les éprouvettes de pliage sont destinées à définir les allongements du métal déposé. A cet effet, des coups de pointeau, distants de 10 mm, sont marqués dans le métal déposé, sur la face qui sera tendue durant l'essai de pliage. La région soudée est polie avec traits en long et les carres sont abattues. Le pliage libre est conduit avec poinçon de largeur 20 mm entre appuis distants de

50 mm. Il est arrêté à l'apparition de la première fissuration du métal déposé. La mesure curviligne de l'écartement des coups de pointe donne une idée de la capacité de déformation du métal déposé. La méthode a en outre l'intérêt de préciser la ductilité et la ténacité de la zone de liaison du métal avec le métal de base.

C) Agrément des soudeurs

Il peut paraître à un observateur superficiel que l'exécution des soudures offre peu de variété. En fait, il existe, en raison des dispositions et formes des assemblages, de la nature des électrodes, du courant de soudage et des caractéristiques exigées du joint, des variantes d'exécution auxquelles les soudeurs, aussi habiles soient-ils, doivent s'adapter. Il serait toutefois très mauvais que l'opérateur se « fasse la main » en travaillant effectivement aux constructions. En plus, l'aspect de la soudure étant souvent trompeur, un soudeur non contrôlé peut, de très bonne foi, faire, d'un bout à l'autre d'une série, de mauvais assemblages.

Dans le but d'agréer les soudeurs et de les adapter exactement au travail à fournir, un essai leur est demandé. Cet essai doit être très simple, rapide et peu coûteux. Il ne doit faire intervenir aucun matériel complexe de façon à être exécutable en tout lieu, tant à l'atelier qu'au chantier. Il doit pouvoir être répété autant de fois que cela est nécessaire à l'entraînement d'un soudeur lorsqu'on en juge la formation perfectible. L'essai consiste simplement à reproduire sur éprouvette, dans les conditions d'exécution exactement équivalentes, les assemblages les plus caractéristiques de la construction. L'éprouvette est ensuite soumise à des examens d'aspect et de texture. L'examen d'aspect consiste à apprécier et noter les caractéristiques de forme ainsi que tous les défauts et irrégularités visibles de l'assemblage. L'examen de texture est précédé d'un découpage de cet assemblage en barreaux, par oxy-coupage. Après entaillage, ces barreaux sont rompus dans la soudure et tous les défauts de compacité sont évalués et notés. Un barème simple, dressé à l'avance, permet de prononcer l'acceptation ou le refus de l'épreuve d'après les résultats des examens d'aspect et de texture. Dans certains cas particuliers, l'examen radiographique peut être substitué à l'examen de texture, mais en aucun cas cette substitution n'est obligatoire.

Tous les essais faisant intervenir des caractéristiques de ténacité, d'angle de pliage, de résilience, etc. sont abusifs car ils mettent en jeu des propriétés de la matière déjà choisie et dont le soudeur n'est pas responsable. Les essais des matériaux sont à accomplir lors de leur réception.

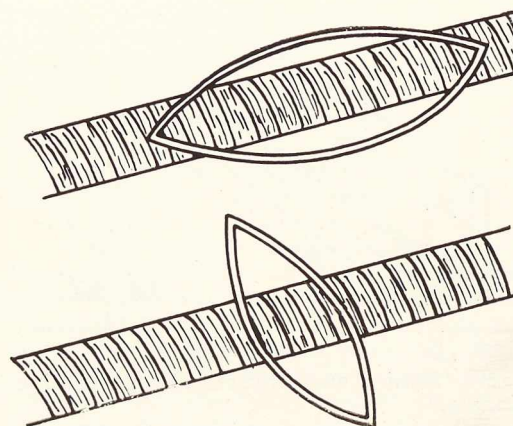


Fig. 294. Sondage à la scie sphérique.

Ils ne doivent pas être répétés à l'essai des soudeurs.

D) Contrôle en cours de fabrication

Avant la mise en fabrication, un plan de travail a été adopté. Le détail de préparation, l'emploi de montages, les méthodes et l'ordre de soudage ont été arrêtés. Des types de postes de soudage ont été agréés. La mise en application correcte de ces dispositions doit être continuellement observée pendant la fabrication. La régularité de travail des soudeurs est contrôlée et, soit à titre de sondage, soit pour toute remise au point, l'essai d'agrément peut être renouvelé en cours même de fabrication. Si le tracé le permet, quelques assemblages peuvent être prolongés d'une éprouvette témoin (tout comme il est courant de le faire en chaudronnerie pour les soudures longitudinales des viroles). Cette éprouvette témoin, soudée en même temps que la pièce, est soumise aux essais de compacité et, s'il y a lieu, à des essais mécaniques complémentaires.

Même pour des ouvrages de moyenne importance, il est utile de faire marquer les assemblages exécutés à l'indicatif du soudeur.

E) Réception des soudures

Il est indispensable de prononcer la réception des assemblages non pas en bloc au moment de la livraison d'ensemble mais pièce par pièce, à mesure de la fabrication. Cette méthode seule permet un examen assez attentif des assemblages et avertit le constructeur, pour les autres travaux en cours, de la rigueur de la réception.

Seule la radiographie permet d'apprécier de façon objective la compacité de chacune des soudures à réceptionner. Elle n'a cependant de



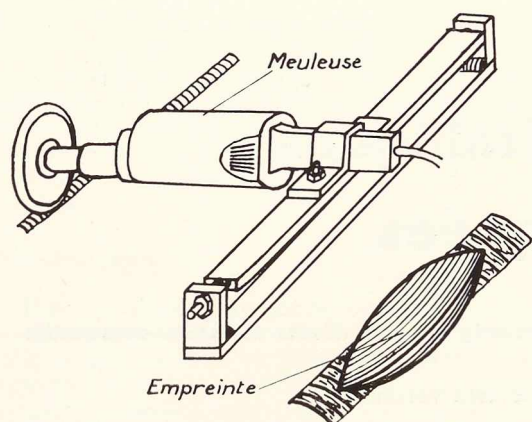


Fig. 295. Sondage à la meule biconique.

pleine valeur que pour les assemblages bout à bout. Actuellement le contrôle radiographique est beaucoup trop coûteux et les postes trop peu nombreux pour être d'un usage général. En outre, la radiographie en chantier et surtout en position est lente et très difficile. Ce serait une grande erreur que d'imposer cette forme de contrôle aux travaux courants ou, même pour les travaux de grande sécurité, à des formes d'assemblages pour lesquels son emploi est pratiquement inopérant (notamment des assemblages d'angle).

Un contrôle statistique portant sur une réception sévère préalable de tous les matériaux, sur une formation rigoureuse de la main-d'œuvre, sur une surveillance active de la fabrication, permet de porter sur les assemblages terminés un jugement évidemment subjectif mais de valeur certaine.

En cours même de fabrication, le contrôleur doit pouvoir user de la faculté, si la forme de construction l'y autorise, de prélever au moment opportun, à titre de sondage, tout joint soudé qu'il juge nécessaire d'examiner par la méthode destructive. Il est recommandable de procéder à ce titre à des essais semi-destructifs dont le type à présent classique est le fraisage Schmückler. Aux Etats-Unis un dispositif a été créé, utilisant une scie circulaire en forme de calotte sphérique qui, descendant par un mouvement de rotation, permet de découper dans une soudure bout à bout un échantillon en forme de « bateau » (fig. 294). L'empreinte ainsi obtenue peut être polie et attaquée pour examen macrographique. Le petit échantillon prélevé peut être encore l'objet d'une macrographie transversale ou de tout autre essai. Depuis longtemps déjà, l'Office Central de la Soudure pratique et recommande comme moyen simple de sondage des soudures bout à bout et des soudures d'angle accessibles,

l'emploi, pour l'obtention d'une empreinte en forme de bateau, d'une simple meuleuse portative (fig. 295), pourvue d'une meule biconique et montée sur un dispositif à tourillons pointé en place sur la pièce à contrôler. En choisissant une meuleuse à main assez puissante et en arrosant à l'eau durant l'opération, on peut par exemple meuler en plongée, au maximum en une minute, à une profondeur de 10 mm. L'empreinte finale est en forme de bateau. Elle est parfaitement adaptée à un rebouchage ultérieur par soudure. La méthode est commode et rapide, elle n'exige aucun matériel spécial car tout atelier ou chantier dispose habituellement d'une meuleuse portative du type convenant à cet essai.

Ces essais ne dispensent pas, bien entendu, de toutes les épreuves générales imposées à l'ouvrage. Chaque fois qu'il est intéressant de le faire, même si l'étanchéité n'est pas de rigueur, un essai à l'air à environ cent grammes de pression de tout corps creux ou de tout recouvrement obturé renseigne sur la compacité des assemblages, surtout s'il s'agit de soudures minces faites en une seule passe. Toujours pour les soudures minces, l'essai au pétrole appliqué sur une face de l'assemblage renseigne, par examen de l'autre face préalablement blanchie, sur l'étanchéité du joint.

Conclusion

L'emploi généralisé du soudage en construction exige un contrôle très attentif des matériaux, de la main-d'œuvre et des fabrications.

Un contrôle parfaitement efficace peut être accompli pour tous les travaux courants en ne faisant appel, en dehors de quelques essais indispensables des matériaux confiés au laboratoire, qu'à des moyens simples de l'atelier et du chantier. Prenant appui sur un cahier des charges convenablement étudié, tout contrôleur attentif et scrupuleux peut assurer la qualité d'une construction soudée. Les essais doivent se succéder et être tels qu'ils laissent au soudeur et à chaque matériau, leur part légitime des responsabilités. En France, l'Office Central et Institut de Soudure Autogène ont considéré que la généralisation du soudage dans les constructions était liée à l'établissement d'un contrôle rationnel et ils se sont efforcés, par la pratique des contrôles, à en étudier les modalités. En plus, le Comité de Normalisation de la Soudure a pris à tâche d'étudier progressivement des normes de réception de matériaux, de qualification de main-d'œuvre, de qualité d'assemblages, qui faciliteront beaucoup et unifieront dans l'avenir la rédaction des cahiers des charges et les méthodes de contrôle.

H. G.

Toitures métalliques préfabriquées

Les Etablissements Paindavoine Frères à Lille ont mis au point une toiture préfabriquée facilement transportable par éléments pesant moins de 400 kg. Ce projet vient d'être primé au concours du Commissariat à la Reconstruction.

Le but poursuivi et pleinement atteint a été de réduire le nombre d'éléments différents constituant la toiture (tels que fermes, pannes, chevrons, lattis et contreventement) au strict minimum possible; ce minimum atteint a été de deux — les éléments *versants* et *tirants* — la couverture se faisant, comme pour une toiture ordinaire, en tuiles.

Une autre exigence, non moins importante, imposait des éléments d'un transport et d'une manutention faciles, c'est-à-dire d'un poids et de dimensions limités. Les éléments devaient pouvoir être facilement transportables, soit par wagons de chemin de fer, soit par camion; ceci leur imposait une largeur maximum de 3 mètres, la longueur pouvant varier entre 4^m10 et 9 mètres; quant au poids, chaque élément pèse entre 250 et 400 kg et peut être facilement transporté sur chantier par 4 ou 6 hommes.

Les figures 296 et 297 montrent les deux types de constitution d'une toiture symétrique suivant que la forme adoptée est en A ou en Δ , chacune pouvant être conçue avec ou sans faux plafond.

Le montage d'une toiture se réalise dès lors facilement; celle-ci est obtenue par l'assemblage de trois éléments (2 versants et 1 tirant) formant ainsi un élément de toiture de 3 mètres de largeur. Par juxtaposition de plusieurs de ces éléments assemblés par boulons, on peut faire varier la largeur de la toiture. La figure 298 montre, à titre d'exemple, une manière d'assemblage d'un élément du type A au moyen d'un chevalet de montage; on y constate la simplicité d'un pareil assemblage, ne nécessitant aucun outillage spécialisé. Cet assemblage peut se faire au niveau de la toiture ou au sol, l'ensemble étant alors hissé en place par un mât; ce dernier procédé n'est toutefois à conseiller que si le nombre d'éléments dépasse trois (maisons de plus de 9 mètres de façade).

Description des divers éléments constitutifs

Élément versant

L'élément versant (fig. 299), qui forme un bloc complet préfabriqué en usine, peut se décomposer en plusieurs parties essentielles : le cadre, les lattis, les poutres sablières et la poutre de faitage.

Le cadre est constitué par trois chevrons, dont deux d'extrémité et un intermédiaire; ces chevrons sont en profil tubulaire constitué soit par soudure de deux cornières accolées, soit à l'aide d'une seule soudure d'un tube formé par une plieuse spéciale. Les deux chevrons d'extrémité portent en R l'axe qui les reliera au tirant; cette attache peut être prévue à la base (élément Δ) ou en un point quelconque du chevron (élément A). Ils comportent également des trous permettant leur réunion par boulons avec les éléments versants voisins.

Sur ces chevrons sont soudés des lattis qui ont donc une portée libre de 1^m50. Ces lattis, constitués en cornière 30 \times 30 \times 3 mm distants entre eux de 238 mm, supportent les tuiles d'un poids de 50 kg/m². Il importe de fixer ces lattis exactement à l'écartement voulu, car les éléments de toiture juxtaposés doivent avoir leurs lattis les uns en face des autres. Des gabarits de montage permettront de réaliser cette condition automatiquement.

La poutre sablière joue deux rôles; elle sert de repos à la toiture sur le dessus du mur et également à reporter la charge du chevron intermédiaire (sans tirant) sur les deux chevrons d'extrémité; elle est constituée par une cornière de 2 à 3 mm d'épaisseur pliée à l'angle voulu; la partie horizontale est percée de trous ovalisés permettant l'attache de la sablière sur la coiffe du mur. La poutre sablière est donc constituée par un petit caisson triangulaire à l'intérieur duquel on peut accéder, dans le but de poser des boulons de scellement ou de visser les écrous.

La poutre de faitage joue également deux rôles : elle sert à réunir les deux éléments versants entre eux et à reporter la charge du chevron intermé-



diaire sur les deux chevrons d'extrémité; elle est constituée en deux parties (une par élément versant) réunies par boulons en A et B. Cette demi-poutre A O B est soudée aux chevrons coupés perpendiculairement à leur axe et, dans ce but, l'angle A O B est droit; de ce fait, la poutre de faitage n'est symétrique que par rapport à l'axe vertical.

Élément tirant

Pour les profondeurs de bâtiments comprises entre 6^m40 et 8^m80, l'élément tirant peut jouer le rôle de faux plafond; cet élément est dans ce cas constitué par un cadre (fig. 300) de 3 mètres de largeur, possédant quatre axes d'articulation R, raidi par des traverses et pouvant supporter le poids du plafond. Des fourrures en bois fixées à ces traverses permettront l'accrochage de plaques d'*Isorel* qui y ont été fixées en atelier. Pour l'exécution de ces revêtements (sciage et fixation), une menuiserie d'entretien d'atelier pourra amplement suffire.

Dans le cas où le faux plafond n'est pas désirable, ce cadre est remplacé par deux barres de traction par élément de toiture.

Accessoires

a) AIGUILLES. — Pour limiter la flèche des tirants, surtout lorsque ces derniers supportent le faux plafond, il y a intérêt à poser des aiguilles au milieu de la portée du tirant et qui s'accrocheront à la poutre de faitage. Cette aiguille ne présente aucune difficulté de fabrication; elle peut, par exemple, être constituée par un fer rond.

b) COIFFE DE MUR. — Elle arrive, soit avec l'élément tirant, soit séparée de celui-ci; dans le premier cas, elle est scellée dans le mur avec le tirant, dans le second cas, l'élément tirant est fixé après le scellement de la coiffe.

Prix de revient de ces toitures

a) Ossature métallique :

| | |
|---|------------------------|
| acier (chevrons, lattis, boulons) | 36 kg/m ² |
| peinture antirouille | 0,34 kg/m ² |
| soudure | 3 m/m ² |

b) Sous-toiture :

| | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| blochets en bois | 0,008 m ³ /m ² |
| panneaux « Isorel » | 1,2 m ² /m ² |

c) Temps de pose

chantier gain de 30 %

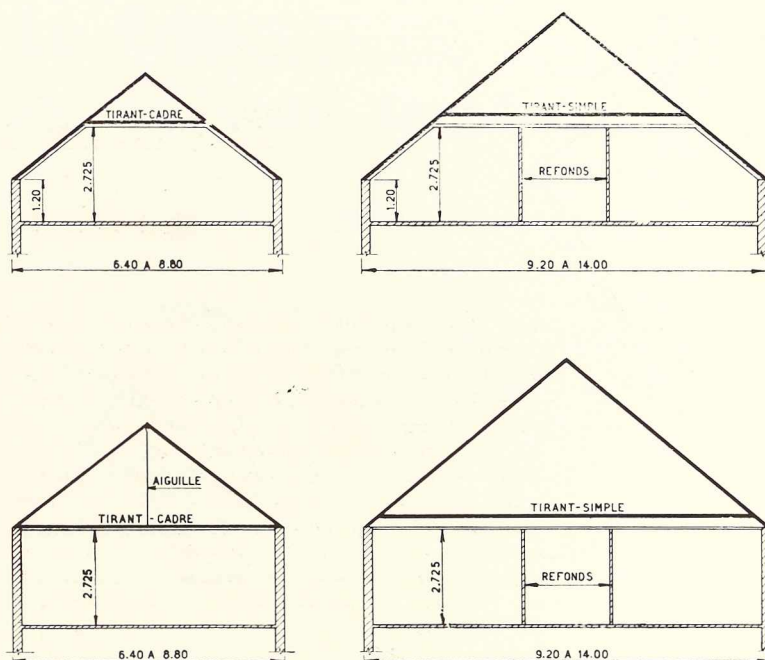


Fig. 296 et 297 montrant les deux types de constitution d'une toiture symétrique, suivant que la forme adoptée est en A ou en Δ, chacune pouvant être conçue avec ou sans faux plafond.

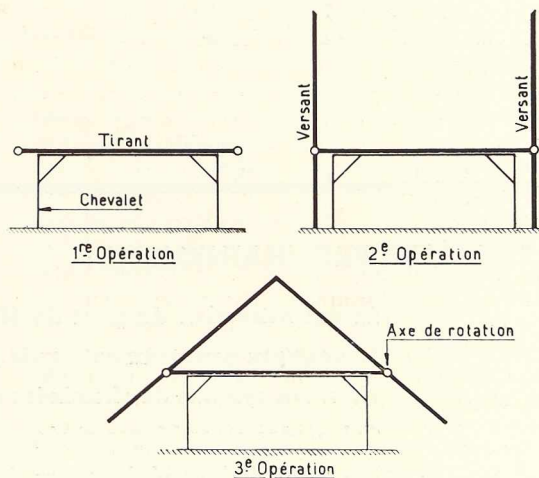


Fig. 298. Phases d'assemblage d'un élément du type A au moyen d'un chevalet de montage.



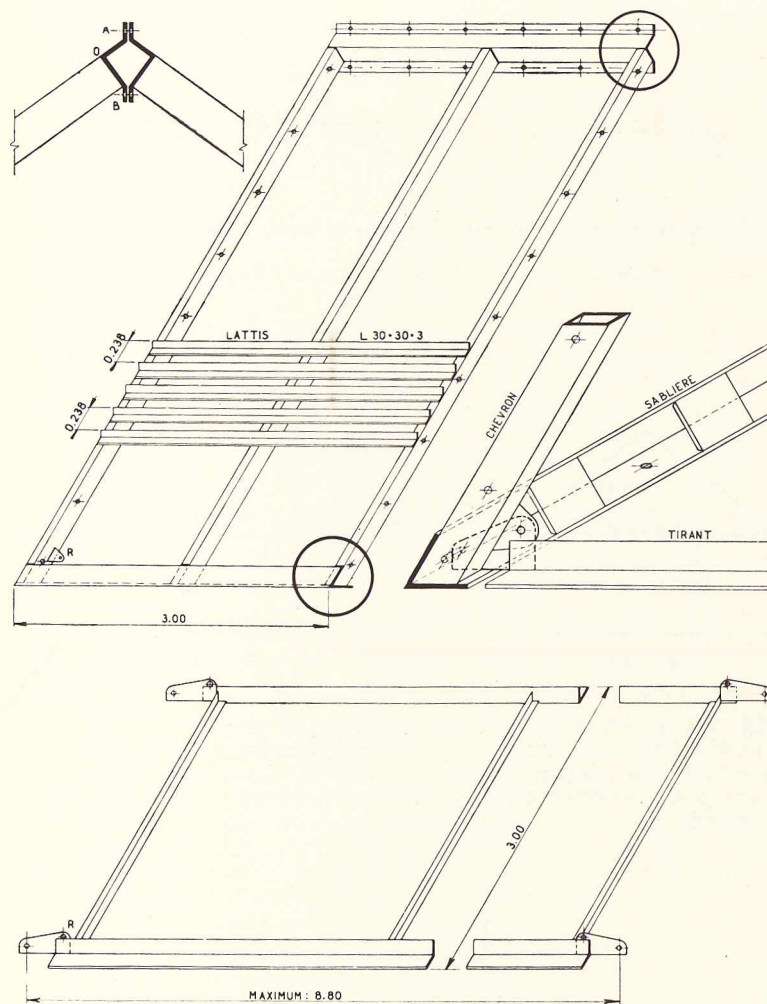


Fig. 299 (ci-contre). Schéma et détails d'un élément versant, formant un bloc complet préfabriqué en usine.

Fig. 300 (ci-dessous). Tirant constitué par un cadre possédant quatre axes d'articulation.

Conclusions

L'ossature métallique des éléments versants et tirants pour toiture symétrique à deux versants, telle que décrite ci-avant, est intéressante pour les raisons suivantes :

1° Elle permet une préfabrication beaucoup plus poussée que ne le permettraient les toitures ordinaires avec fermes, pannes, chevrons, lattis, puisque nous avons réduit à deux éléments ce qui est à monter sur chantier.

2° Cette préfabrication poussée a été rendue possible, grâce à la soudure, le travail à l'atelier sera peut-être un peu plus important, mais le gain de temps sur chantier sera beaucoup plus sensible, et ceci sans nécessiter une main-d'œuvre spécialisée.

3° Le montage permet une rapidité de pose telle, qu'il serait possible, dans un bâtiment de ce genre, d'être très vite à couvert et de permettre ainsi le travail des autres corps de métier à l'abri des intempéries.

4° Les combles habitables avec leurs panneaux d'*Isorel* sont vite mis en état, sont propres et ne laissent apparent aucune poutre ou ferme de toiture.

5° Les ancrages de la toiture sur mur sont simples. La coiffe de mur peut être posée par le maçon, avant la pose proprement dite de la toiture. Ces ancrages sont encore plus simples si le gros de l'œuvre est à ossature métallique.

À PARAÎTRE PROCHAINEMENT :

La reconstruction du pont de Menai en Grande-Bretagne.

Le nouveau pont tournant soudé de l'écluse des transatlantiques au port du Havre.

Nouveau système de cheminées métalliques soudées.

Calcul des assemblages rivés, par F. H. Frankland.

Les constructions légères aux Etats-Unis.

L'esthétique des grands ponts américains, par D. B. Steinman.



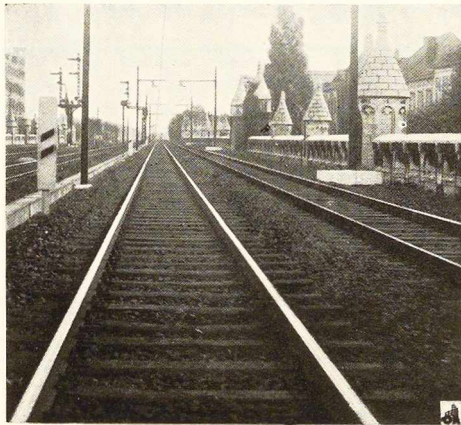


Fig. 301. Section de la ligne électrique de Bruxelles à Anvers comprise entre Berchem et Anvers-Central équipée au moyen de rails de 54 m, à joints parfaits.

Généralités

Le joint constitue le point faible de la voie. Les chocs qui s'y produisent au passage des roues des véhicules sont généralement attribués en ordre principal à l'interruption de la surface de roulement du bourrelet du rail. Nos constatations sur les lignes du réseau nous firent bientôt penser que la cause principale des chocs aux joints de la voie pourrait être l'imperfection de l'assemblage des rails et des éclisses.

Ainsi que chacun le sait, un rail est une pièce brute de laminage; des tolérances de fabrication sont donc inévitables. La spécification technique de la Société Nationale des Chemins de fer belges (S. N. C. B.) relative à la fabrication des rails stipulait notamment que l'écart entre les portées d'éclissage pouvait être supérieur de 0,25 mm à l'écart normal et inférieur de 0,75 mm à cet écart. L'écart relatif d'un rail à l'autre pouvait donc, dans les conditions les plus défavorables, atteindre 1 mm. Il existe donc, du fait des tolérances de fabrication, du jeu dans les éclissages, les rails assemblés étant rarement identiques. Les rails sont aussi plus ou moins dissymétriques par rapport au plan médian de l'âme; il se peut donc aussi que le jeu soit d'un côté de l'axe pour un des rails et de l'autre côté de l'axe pour l'autre rail.

Se rend-on bien compte de l'influence du passage à grande vitesse de roues lourdement chargées sur des joints aussi défectueux et n'est-il pas raisonnable d'admettre que ces jeux ont des effets beaucoup plus fâcheux sur la tenue des joints que l'existence d'une lacune pouvant atteindre au maximum 20 millimètres ?

Le joint de la voie ferrée

par R. Campus,

Ingénieur en Chef honoraire à la S. N. C. B.,

Professeur honoraire

à la Faculté polytechnique de Mons

La claire vision du mal nous fit aussitôt proposer, comme première mesure, la suppression de la tolérance en plus de 0,25 mm de l'écart des portées d'éclissage et la réduction à 0,50 mm de la tolérance en moins. Le jeu maximum fut ainsi réduit de moitié.

Cependant les jeux d'un assemblage, du seul fait qu'ils existent et si réduits qu'ils soient, augmentent progressivement par suite des sollicitations auxquelles cet assemblage est soumis et de plus en plus rapidement à mesure que ces jeux s'accroissent. L'élimination du jeu dans l'éclissage des rails constituerait donc un progrès considérable. Pour supprimer ce jeu, la mise en œuvre des rails dans l'ordre où ils sortent d'un même laminoir a été tout d'abord envisagée, mais l'idée dut être abandonnée en raison de difficultés d'ordre pratique résultant notamment des considérations suivantes :

1° Il faudrait alimenter un chantier de pose de voie exclusivement au moyen de rails provenant d'un même laminoir et numérotés dans l'ordre de fabrication, afin de les mettre en œuvre dans cet ordre, dans une même file de rails de la voie. Il y a lieu de noter que, dans les courbes, le développement des deux files diffère. Si donc les rails des deux files avaient tous la même longueur, il n'y aurait pas moyen de réaliser la concordance des joints en regard, laquelle est nécessaire pour permettre le serrage des attaches des rails aux traverses. Il faut donc établir, dans la file la plus proche du centre et à des intervalles déterminés, des rails plus courts que les rails normaux, afin de réaliser une concordance satisfaisante des joints en regard. L'épure de pose des rails dans les courbes devrait donc être remise à l'usine, afin qu'elle puisse tenir exactement compte de l'emplacement des rails plus courts que les rails normaux ;

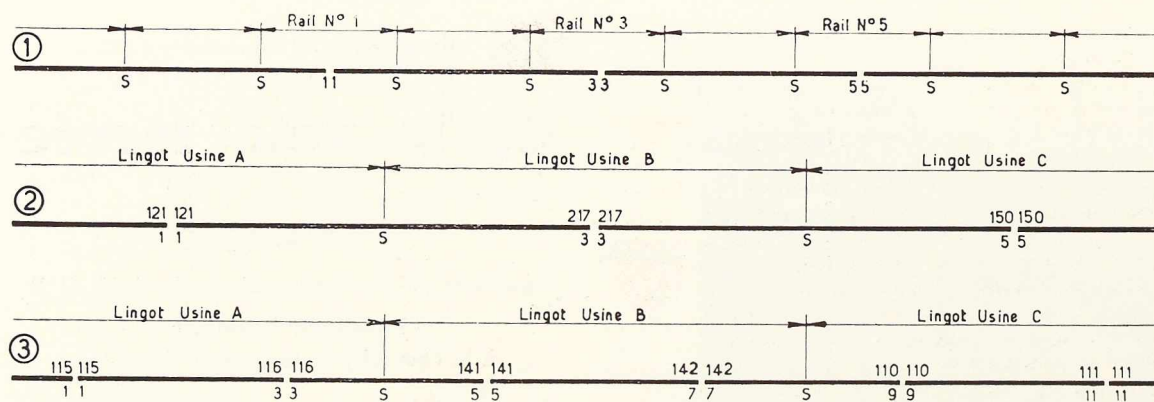


Fig. 302. Assemblage des rails par joints parfaits :
 1 : Rails de remploi de 35 m de longueur. - 2 : Rails de 54 m de longueur. -
 3 : Rails de 27 m de longueur.

2° L'approvisionnement de chaque chantier serait considérablement augmenté; aujourd'hui, une même fourniture de 1.000 tonnes de rails, correspondant à la pose de 10 km de voie, alimente simultanément plusieurs chantiers, afin de réduire l'importance des immobilisations de capitaux.

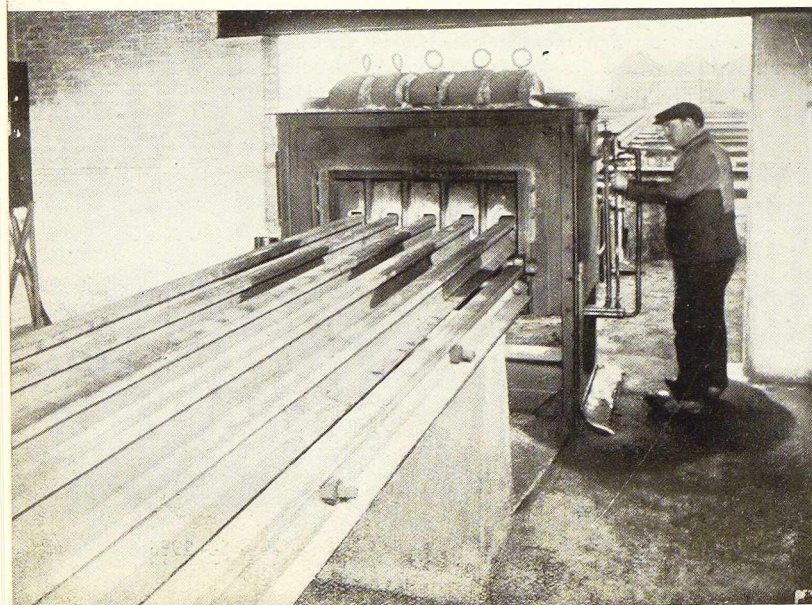
Une autre solution comportant le parachèvement des extrémités des rails, pour donner aux chambres d'éclissage des dimensions égales, a été examinée en commun avec les fournisseurs de rails. Il fut reconnu que le parachèvement des portées d'éclissage, par exemple au moyen de meules fixées en bout d'arbre de rotation, ne pouvait se faire avec assez d'exactitude, à cause des vibrations auxquelles ces outils seraient soumis; en outre, les industriels avaient de sérieuses objections à l'établissement des machines-outils dans les halles de laminage. Pour le surplus, le procédé eût été sans doute fort coûteux et malgré

cela non exempt d'aléas, les chambres d'éclissage de tous les rails de toute provenance devant être rigoureusement identiques, ce qui eût été difficile, si pas impossible, à réaliser. En conclusion, il fut admis que l'ajustage des extrémités des rails n'était pas d'application pratique.

Le joint parfait

L'apparition sur le marché industriel de puissantes machines automatiques à souder bout à bout par étincelage, capables de souder, en quelques minutes, des barres d'acier de 10.000 mm² de section transversale, nous a finalement conduit à la solution de l'éclissage sans jeu, à condition, bien entendu, que les boulons de l'assemblage soient bien serrés. Elle peut consister, par exemple (fig. 302, 1), à scier à mi-longueur des rails numérotés 1, 3, 5, etc. et à souder les extrémités de ces rails aux extrémités des rails non numérotés. Les chambres d'éclissage des deux moitiés d'un même rail étant absolument identiques, un assemblage parfait, sans aucun jeu peut être réalisé. Le sciage et la soudure des rails se font au dépôt de la voie de Schaerbeek, qui dispose de machines automatiques à souder puissantes, ainsi que d'un bureau de fabrication pour la préparation des commandes et le contrôle de leur exécution. La soudure a été appliquée tout d'abord à des rails de remploi, d'égale usure et dont les extrémités déformées ont été enlevées au moyen d'une scie circulaire. Les extrémités à éclisser sont numérotées 1-1, 3-3, 5-5, etc..., avant le sciage des rails, à la couleur à l'huile, afin d'éviter tout mécompte à l'atelier de soudure et sur le chantier de pose des rails. La numérotation est impaire pour une des files de rails d'une même voie et paire pour l'autre.

Fig. 303. Traitement thermique des rails à l'endroit de la soudure.



L'opération de la soudure comprend trois phases principales :

1° Une période de préchauffage, au cours de laquelle les rails sont amenés presque au contact, puis éloignés lentement. Des arcs jaillissent entre les points les plus rapprochés des extrémités des rails en présence. Le métal s'échauffe fortement en ces points et brûle même en partie avec projections. Lorsque les rails sont suffisamment éloignés, les arcs s'éteignent. La chaleur localisée aux endroits où les arcs ont jailli se transmet à toute la section des rails, dont la température monte en s'égalisant. On recommence la même opération de rapprochement suivi d'éloignement, pendant 3 minutes environ;

2° Chauffage proprement dit, au cours duquel le métal est porté au blanc soudant endéans une période très courte de 4 à 5 secondes et par conséquent économiquement. Le métal brûle par étincelage et les faces en regard des deux rails sont complètement débarrassées de toute trace d'oxyde;

3° La soudure s'opère alors par compression, comme à la forge, et un bourrelet se forme tout autour du joint soudé.

Dans les machines modernes du dépôt de la voie de Schaerbeek (fig. 304), ces trois phases se succèdent, dans l'ordre indiqué, à l'intervention d'un équipement de contrôle automatique qui limite le temps de chauffage, réduit la durée de la soudure et garantit la régularité des diverses opérations. L'intervention du facteur humain dans le fonctionnement de ces machines automatiques se borne, après un premier réglage complet, lors de leur mise en service :

a) A placer avec grand soin les rails à souder dans le prolongement l'un de l'autre, après avoir avivé, au moyen d'une meule portable, la surface des rails aux extrémités ainsi qu'aux endroits où les mâchoires de la machine doivent être appliquées, afin de réaliser un bon contact électrique.

b) A serrer convenablement les rails dans les mâchoires;

c) A mettre en marche l'installation, par la manœuvre d'un interrupteur à pédale;

d) A retirer les rails soudés;

e) A manœuvrer un interrupteur, pour déterminer le recul de la mâchoire mobile et préparer ainsi la machine pour une nouvelle opération;

f) A parachever la soudure des rails par burinage à chaud des parties en creux du bourrelet formé tout autour du joint soudé (fig. 305), lesquelles pourraient provoquer des amorces de rupture, et à marteler la surface de roulement pour en rétablir le profil avec grand soin. Le meulage de la surface de roulement n'est pas recommandable, car on risque de produire des

dépressions dans le rail, dépressions qui ont un effet déplorable, si légères qu'elles soient.

Il résulte d'essais systématiques (1) que, de tous les procédés connus, dans l'état actuel de la technique, la soudure électrique par le procédé énoncé et exécutée par une machine complètement automatique est la seule donnant un bon joint soudé; l'altération de l'acier du rail ne se manifeste que dans une zone très réduite de part et d'autre de la soudure et les caractéristiques du rail soudé par ce procédé et recuit (fig. 303) se rapprochent le plus de celles du rail lui-même.

Notons en outre que, le travail se faisant en série, le prix d'une soudure exécutée dans ces conditions n'est que la moitié de celui d'un éclissage.

La soudure des rails implique un raccourcissement des rails assemblés dont il faut tenir compte; il est de 0^m028 par soudure, pour les machines automatiques dont dispose le dépôt central de la voie de Schaerbeek. D'autre part, le trait de scie donne lieu à une diminution de longueur de 0^m007. Si donc on réalise des rails à joints parfaits de 35 mètres de longueur à l'aide de rails de remploi d'égale usure de 18 mètres de longueur, dont on coupe les extrémités déformées, on ne pourra enlever à chaque extrémité de chaque rail, trait de scie compris, que :

$$\frac{2 \times 18 - 2 \times 0,028 - 0,007 - 35}{4} = 0^m234.$$

Une section d'essai, en rails de 35 mètres de

(1) E. DESORCHER, Ingénieur principal à la S. N. C. B.; *Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer*, janvier, 1938.

J. RIBET, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur en Chef adjoint de la Voie et des Travaux à la Compagnie des Chemins de fer de l'Est français; *Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer*, décembre 1936.

Fig. 304. Machine à souder les rails bout à bout.

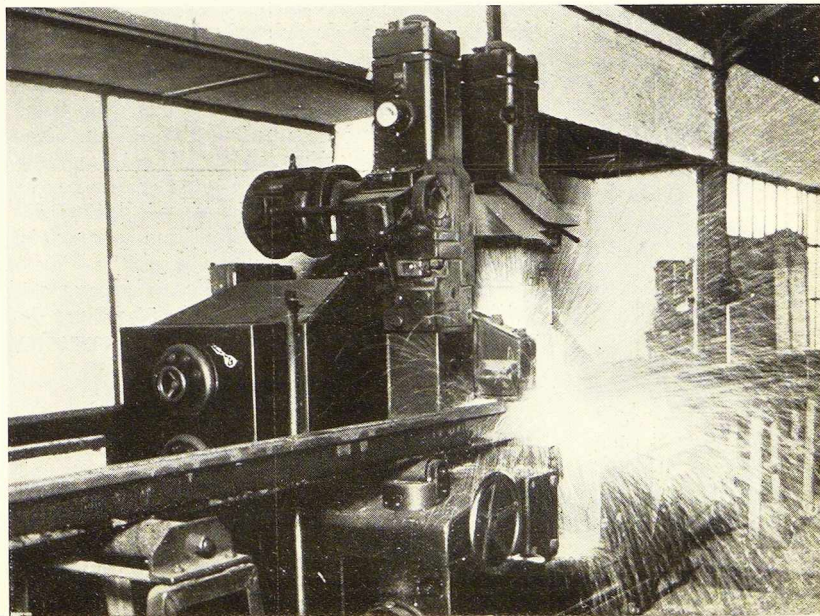




Fig. 305. Profilage du rail à l'endroit de la soudure.

longueur, réalisés par la soudure dans ces conditions, a été posée dans la voie de Jemeppe-sur-Sambre à Gembloux, entre Masy et Vichenet, au cours de l'année 1936. On ne perçoit pas, ou à peine, le passage d'un essieu sur les joints ainsi constitués, bien que la voie soit en service depuis plus de neuf ans et n'ait pas toujours été régulièrement entretenue pendant la guerre mondiale.

La réalisation par soudure de rails neufs de 54 mètres de longueur à joints sans jeu se présente dans des conditions exceptionnellement favorables, du fait que les lingots d'acier à rail donnent précisément deux rails de 27 mètres de longueur. Ces deux rails identiques sont repérés, à l'usine, à la couleur à l'huile, avant sciage, de part et d'autre du milieu du profilé dont on les débite, par l'application d'un même chiffre (fig. 302,2). En soudant bout à bout, au dépôt de Schaerbeek, des rails de 27^m014 provenant de lingots différents, sans jamais souder des rails provenant d'un même lingot, on réalise les rails désirés, au moyen d'une soudure par rail au lieu de deux soudures. Les rails soudés bout à bout peuvent être de provenances diverses.

Au dépôt central de Schaerbeek, où se font les soudures, les joints des rails destinés à un même chantier de pose de rails sont repérés suivant une numérotation continue, celle des épures de pose, que l'on substitue à la numérotation d'identification de deux rails d'un même lingot, apposée dans les usines; on évite ainsi toute erreur sur le chantier de pose des rails. La numérotation est paire pour une des files de rails d'une même voie et impaire pour l'autre.

La ligne électrique de Bruxelles à Anvers est constituée en partie par des rails de 54 mètres de longueur, obtenus de cette manière. Le voyageur

attentif peut distinguer nettement ces parties de lignes, où il ne perçoit aucun choc, des parties voisines, où la perception des chocs aux joints est très nette.

La pose à joints parfaits de rails neufs de 27 mètres peut se réaliser dans les conditions représentées par la figure 302,3. Les rails provenant d'un même lingot, soit un rail de 27 mètres et deux bouts de rail de 13^m514 sont repérés, à l'usine, à la couleur à l'huile, avant sciage. Ces matériaux sont expédiés au dépôt central de la voie de Schaerbeek où les bouts de rails sont soudés comme indiqué sur la figure. La pose comprend donc moitié rails de 27 mètres sans soudure et moitié rails comportant une soudure. Exceptionnellement, un rail de 27 mètres sans soudure devra être raccourci à l'atelier du dépôt, si son emplacement dans la file correspond à un rail court de l'épure de pose. Le repérage des rails se fait au dépôt, avant leur expédition au lieu d'emploi, suivant une numérotation impaire pour une des files de rails de la voie et paire pour l'autre file.

Le traitement thermique des extrémités des rails (1)

L'examen des statistiques de bris de rails des divers réseaux de chemins de fer fait apparaître que plus de 80 % des bris se produisent dans les extrémités éclissées. Encore convient-il de noter que ce chiffre ne comprend pas les rails retirés des voies pour fêlure à l'about ou étoilure des trous d'éclisses. Ces bris et avaries trouvent leur origine dans le fait que des chocs se produisent aux joints, en ordre principal par suite des jeux que comporte l'assemblage. Ces chocs, qui s'amplifient progressivement, provoquent l'écrasement du bourrelet et le matage des portées d'éclissage. Les défauts des rails et de l'éclissage s'accroissant, les chocs deviennent plus violents et augmentent la fatigue des extrémités des rails; des fêlures s'y amorcent dans l'âme, soit à la naissance du bourrelet ou du patin, soit dans les trous d'éclissage. Ces fêlures progressent plus ou moins rapidement, suivant le degré de fragilité du métal, se rejoignent et donnent finalement lieu à des bris.

Pour prévenir efficacement les avaries au rail ou tout au moins les retarder suffisamment, il faut agir sur lui pendant sa fabrication, alors que le traitement auquel on le soumet peut être sérieusement contrôlé, pour aboutir à un effet régulier, en se réservant la possibilité d'éliminer

(1) J. SERVais, Chef des essais du matériel de la voie de la S. N. C. B.: *Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de fer*, avril 1936.



les barres sur lesquelles le traitement aurait été sans action satisfaisante. L'utilisation de rails traités thermiquement sur toute leur longueur pourrait remédier aux effets destructeurs définis ci-avant, mais l'outillage nécessaire pour réaliser ces procédés de traitement comporte des installations spéciales importantes et coûteuses. On a donc recherché une solution plus simple, capable de donner satisfaction avec un maximum de sécurité et un minimum de frais.

Depuis 1933, la Société Nationale a mis à l'essai un certain nombre de rails dont les extrémités seules ont subi un traitement thermique. Ce traitement consiste soit à refroidir rapidement les bouts des rails à leur sortie du laminoir, soit à réchauffer les extrémités des rails froids et à les refroidir ensuite suffisamment vite pour atteindre les conditions de trempe désirées. Ce refroidissement est obtenu, dans les deux cas, à l'aide d'un outillage simple et spécialement étudié. Le réchauffage des extrémités de rails froids permet de bénéficier d'un effet de recuit, qui entraîne un affinage du grain et réalise un équilibre structural préalablement à la trempe, amélioration que ne peut procurer le refroidissement direct à la sortie du laminoir. On trempe à des degrés différents les éléments de la section du rail, c'est-à-dire qu'on fait agir les fluides de trempe sous des pressions variables et pendant des temps qui diffèrent pour les divers éléments du profil (surface de roulement, surfaces latérales du bourrelet, âme dans la région des trous, portées d'éclissage, etc.), de manière à donner à chaque partie de la section transversale du rail le degré de trempe optimum et les améliorations de structure capables d'assurer aux extrémités des rails les qualités mécaniques les mieux appropriées aux efforts auxquels elles sont soumises en service. Le fluide refroidisseur qui a donné les meilleurs résultats aux points de vue de la régularité et de la sécurité est l'air comprimé.

En septembre 1933, 58 rails de 27 mètres de longueur, traités aux abouts, furent posés dans la voie rapide Liège-Bruxelles, à Tirlemont. La circulation journalière sur cette voie est de l'ordre de 45.000 tonnes et la vitesse des trains de voyageurs est de 120 km/h. Après plus de deux ans, les extrémités des rails traités thermiquement n'accusaient que de très faibles dénivellations, de 0,3 mm au maximum, sans bavures aux abouts et ne s'étendant en longueur que sur 2 à 3 cm. Par contre, sur les rails ordinaires, posés en même temps dans la même voie, des dénivellations allant de 0,5 à 0,6 mm, s'étendant en longueur sur 8 à 10 cm, ainsi que des bavures rétrécissant les joints de 3 à 4 mm, dans le plan de roulement, ont été constatées.

En présence de ces résultats, tous les rails neufs mis en œuvre depuis 1935 dans les voies des lignes principales ont été traités thermiquement aux abouts.

Divers essais mécaniques de traction, de choc, de résilience, de dureté Brinell et de nombreux contrôles micrographiques ont été faits sur les rails ainsi traités et ont confirmé les bons résultats que l'on est en droit d'attendre d'une application systématique de ce procédé de traitement.

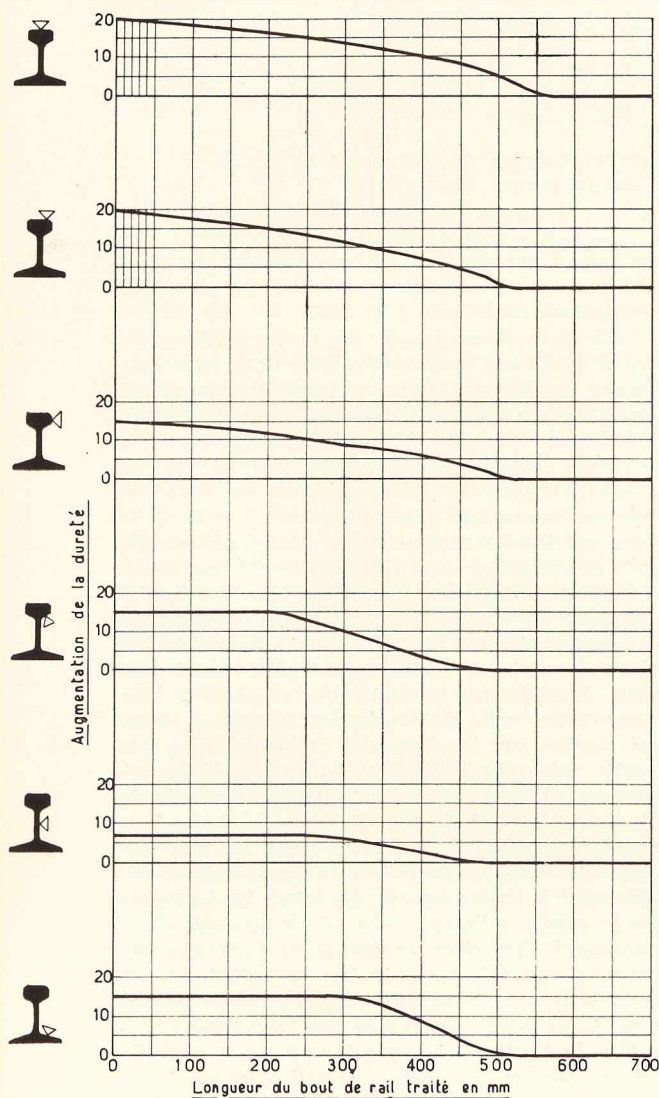


Fig. 306. Augmentation de la dureté d'un rail traité thermiquement à l'about (en kg/mm²).

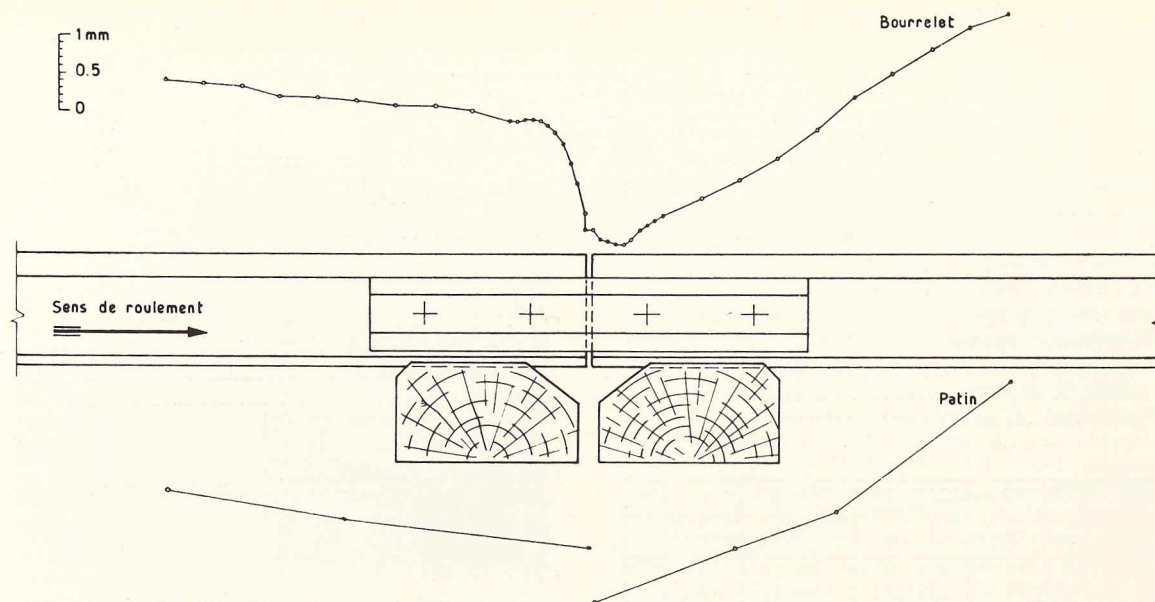


Fig. 307. Mesures des déformations sur la face supérieure du bourrelet et sur la face inférieure du patin d'un éclissage monté du type 28.

Le graphique (fig. 306) des essais de dureté Brinell indique les augmentations de celle-ci et leur répartition, dans le sens longitudinal, sur les différentes faces traitées. Les billages ont été faits avec bille de 10 mm, sous charge de 3.000 kg, maintenue pendant quinze secondes. Les micrographies montrent l'amélioration de la structure obtenue par le traitement. Le refroidissement par l'air comprimé tend à la sorbilisation de la perlite. L'effet du traitement se manifeste dans toute la section du rail. La transition entre la partie traitée et non traitée du rail est lente et progressive.

Bien entendu, comme dans tous les procédés de trempe d'acier dur, il convient de ne pas exagérer la vitesse de refroidissement, ni de partir d'une dureté initiale du métal trop grande. A cet égard, l'équilibre structural que procure le recuit obtenu par réchauffage des abouts de rails froids préalablement à la trempe est à recommander spécialement.

Eclisse élastique César, dite éclisse C

Nous sommes en mesure de réaliser un joint parfait, c'est-à-dire un éclissage sans jeu. Nous disposons aussi d'un moyen commode et peu coûteux de durcir la surface de roulement des rails aux abords du joint ainsi que les portées d'éclissage, tout en améliorant la structure et les caractéristiques du métal, par un traitement thermique approprié des extrémités des rails.

Un concours de circonstances heureux est venu mettre à notre disposition l'éclisse CESAR, dite éclisse C, qui, par ses dispositions et son élasticité, jouit de propriétés précieuses, de nature à

prolonger grandement la bonne tenue du joint et à parer à une négligence possible du personnel d'entretien de la voie (fig. 308).

Cette éclisse comprend une partie médiane ou partie éclissante proprement dite, deux bras élastiques, ainsi que deux extrémités comportant chacune un talon s'appuyant sur la portée d'éclissage du patin et une butée, séparée de la portée d'éclissage du bourrelet par un jeu de 1 mm, lorsque les bras de l'éclisse ne sont pas mis en tension par les boulons n^{os} 3 et 4. Cette mise en tension rapproche les bras de l'âme des rails et oblige les talons à grimper sur les portées d'éclissage du patin, jusqu'à ce que les butées viennent en contact avec les portées d'éclissage du bourrelet. Les bras fléchissent à la fois horizontalement et verticalement; ils constituent ainsi de puissants ressorts, qui combinent leur action avec celle des rondelles élastiques mises en tension par les boulons. Ces bras forcent la partie médiane de l'éclisse à rappeler l'usure à mesure qu'elle se produit; la tension verticale de l'éclisse, déterminée par l'ascension des talons sur les portées d'éclissage du patin du rail arc-boute les abouts des rails et s'oppose ainsi efficacement à l'affaissement du joint. La longueur de la partie éclissante, limitée à 150 mm, correspond à l'étendue maximum de la partie médiane d'une éclisse ordinaire susceptible d'être soumise à une usure appréciable en cours de service; la longueur de 50 mm des talons des extrémités de l'éclisse s'oppose à une usure sensible de ces derniers; la longueur des butées n'est que de 10 mm, afin qu'elles s'usent dans la même mesure que la partie éclissante, pour maintenir la marge de tension des bras et d'empêcher la



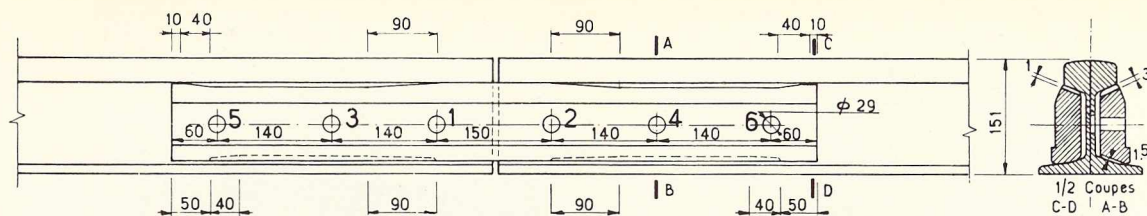


Fig. 308. Eclisse élastique César, dite éclisse C.

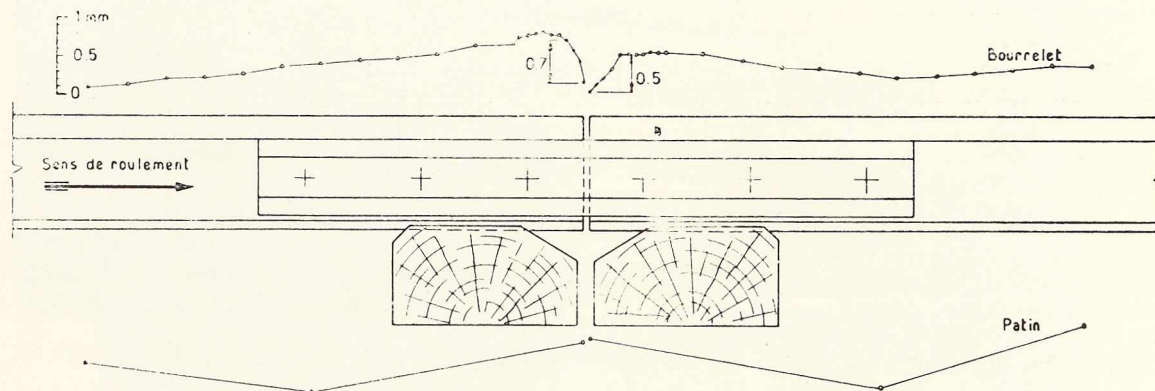


Fig. 309. Mesures des déformations sur la face supérieure du bourrelet et sur la face inférieure du patin d'un éclissage monté du type C.

torsion de ceux-ci, par le serrage des écrous nos 5 et 6.

L'éclisse C présente les avantages de l'éclisse longue, qui consistent à mieux assurer la continuité de la voie, tant au point de vue des sollicitations dans son plan que perpendiculairement à celui-ci, sans s'opposer, comme celle-ci, au rappel de l'usure dans la région du joint. Par suite de sa forme et de son élasticité, elle assure une certaine souplesse au joint et une relative capacité d'amortissement des chocs. Pour ces mêmes raisons, elle possède une aptitude d'adaptation au jeu que présente l'assemblage de rails non identiques, qui constitue un palliatif dont les bons effets ont été constatés.

Des éclisses C et des éclisses ordinaires ont été mises simultanément en œuvre, en 1933, dans la voie de Louvain à Bruxelles, à la station de Haren-Sud. La circulation journalière sur cette voie est supérieure à 30.000 tonnes et la vitesse des trains de voyageurs est de 120 km/h. Des éclissages des deux types ont été retirés de cette voie en 1942 et les usures et déformations ont été mesurées au laboratoire de métrologie de l'Institut de Mécanique de l'Université de Liège. Ces éclissages ont été enlevés de la voie entièrement montés et n'ont été démontés qu'après avoir effectué les mesures sur les ensembles montés, pour procéder à des mesurages sur les parties détachées, rails et éclisses. Ces mesures ont été faites au 0,01 mm près. Voici les principaux passages du rapport concernant les ensembles montés :

« Les ensembles, qui nous ont été livrés mon-

lés, ont été contrôlés au point de vue de l'usure du rail à la portée de roulement, suivant une direction longitudinale, et au point de vue de la déformation de l'assemblage.

» A cet effet, on a palpé le bourrelet du rail sur sa face supérieure (dans l'axe du profil du rail) et on a jaugé en quelques points la distance de la face inférieure du patin au marbre de référence.

» RÉSULTATS DES MESURES

» *Eclissage type 28 monté.* — Les résultats des mesures effectuées sont donnés à la figure 307.

» On peut faire les constatations suivantes :

» 1° L'assemblage s'est déformé d'une façon très appréciable; cette déformation est indiquée par l'allure générale inclinée des courbes relevées, tant sur le bourrelet que sous le patin; l'allure générale, bien parallèle, de ces lignes indique bien qu'il s'agit d'une déformation de l'assemblage. La flèche due à cette déformation est de environ 2,5 mm pour 1.100 mm;

» 2° A cette déformation de « flexion » de l'assemblage s'ajoute une déformation suivant une sorte de « cisaillement » de l'assemblage, le rail aval étant « descendu » à l'about de 0,7 mm environ;

» 3° L'usure des rails se manifeste sur la courbe relevée sur la face supérieure du bourrelet; on s'aperçoit :

» a) Que le rail amont marque de l'usure à partir de 50 mm environ de l'about et que cette usure, assez régulière, atteint environ 1,2 mm à l'about;

» b) Que le rail aval marque de l'usure jusqu'à 75 mm environ de l'about et que cette usure, dont la valeur est assez difficile à apprécier, semble compliquée d'un matage avec refoulement de matière.

» *Eclissage type C monté.* — Les résultats des mesures faites sur cet éclissage sont donnés à la figure 309.

» On peut s'apercevoir :

» 1° Qu'il n'y a pratiquement pas de déformation de l'assemblage;

» 2° Qu'en ce qui concerne les usures :

» a) Le rail amont marque de l'usure à partir de 30 mm environ de l'about et que cette usure atteint environ 0,7 mm à l'about;

» b) Le rail aval marque de l'usure jusqu'à 50 mm environ de l'about et que cette usure atteint environ 0,5 mm. »

Des mesures précises ont également été faites sur la surface de roulement des rails et sur les portées d'éclissage des rails et des éclisses, après démontage des ensembles.

Ce rapport prouve nettement les avantages de l'éclisse C par rapport à l'éclisse ordinaire type 28. Ceux des lecteurs qui désireraient prendre connaissance du rapport détaillé, peuvent s'adresser à la S. N. C. B ou à l'Institut du Génie civil de l'Université de Liège.

Il sera très intéressant de procéder dans quelques années à de nouvelles mesures comparatives d'éclisses C et d'éclisses type 28 ayant assemblé des rails identiques, établis dans la même voie, à la même date. Ces mesures seront plus concluantes encore que celles faites en 1942, les conditions initiales, c'est-à-dire absence de tout jeu de l'assemblage, étant rigoureusement identiques pour les deux types d'éclissage.

Conclusions

On peut donc réaliser d'excellentes voies, à joints parfaits, sur des lignes secondaires, par la mise en œuvre de rails de remploi réparés et soudés à l'atelier du dépôt central de la voie de Schaerbeek, assemblés au moyen d'éclisses ordinaires ou d'éclisses C, suivant l'importance du trafic. La dépense à engager pour une soudure supplémentaire est de 21 francs environ (sur la base stable des prix et salaires de 1939) c'est-à-dire une somme insignifiante en regard des avantages inappréciables du joint parfait.

La réalisation du joint parfait dans la pose des voies au moyen de rails de 54 mètres de longueur n'exige aucune dépense nouvelle, mais seulement l'observance de quelques prescriptions relatives au repérage des rails provenant d'un même lin-

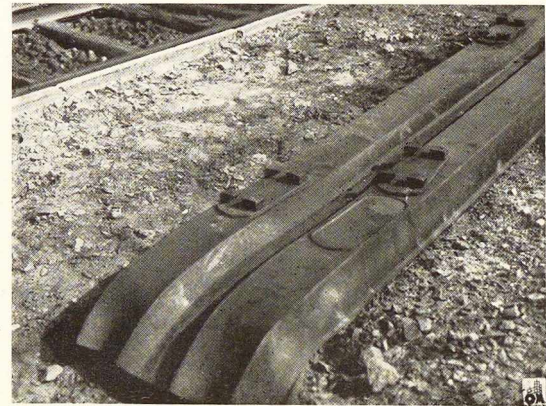


Fig. 310. Vue montrant la rupture du cordon de soudure, consécutive aux chocs.

got, tant dans les usines de fabrication des rails qu'à l'atelier de soudure du dépôt central.

La pose à joints parfaits des rails neufs de 27 mètres exige le passage des rails par le dépôt central, pour la soudure d'un rail sur deux. Le coût de cette soudure, y compris le recuit, est de 48 francs. Les frais supplémentaires de transport, dans l'hypothèse d'un parcours supplémentaire, de l'usine au lieu d'emploi, de 100 km en moyenne, et les frais de manutention au dépôt, portent la dépense en plus à 30 francs la tonne de rails, soit environ 1,5 % du coût du rail. Ces évaluations s'entendent sur la base stable des prix et salaires d'avant-guerre.

Il a été constaté que les traverses métalliques doubles à selles soudées ne se comportent pas bien en service, en ce sens que celles-ci se détachent. Ce fait n'est pas imputable à la soudure des selles sur les traverses, mais résulte de ce que les rails assemblés par les éclisses n'étant pas identiques, les portées d'éclissage des bourrelets et des patins ainsi que les plans d'appui des patins des rails assemblés ne correspondent pas parfaitement. Par suite de ces discordances, des chocs se produisent, qui disloquent l'assemblage et provoquent la rupture des cordons de soudure (fig. 310).

Le joint parfait permet de conjuguer tous les progrès et de réaliser le joint appuyé sur traverses doubles. Dans cet ordre d'idées, trois joints appuyés sur traverses doubles en bois, d'une seule pièce, ont été établis, à titre expérimental, entre les cumulées 4,400 km et 4,600 km, dans la voie vers Anvers de la ligne électrique Bruxelles-Anvers.

R. C.



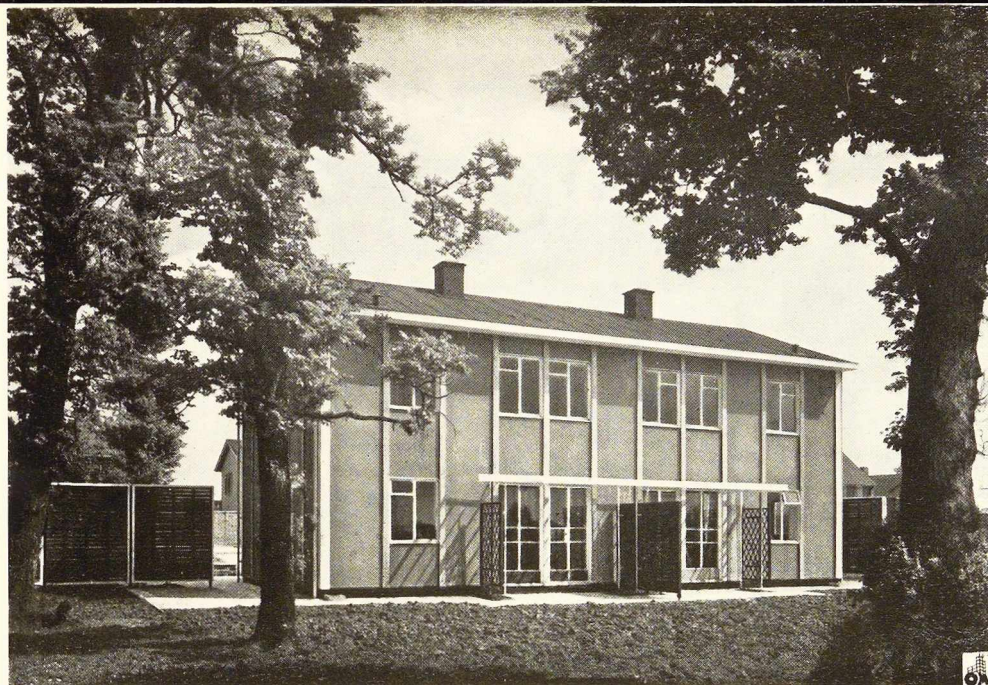


Fig. 311. Ensemble de deux maisons C au chantier expérimental de Northolt, près de Londres.

Une maison métallique permanente La maison C de la B. I. S. F.

La guerre a causé, en Grande-Bretagne, des destructions immobilières très importantes; la situation désastreuse de nombreuses familles britanniques restées sans foyer réclame une solution, aussi rapide que possible, de l'épineux problème de la reconstruction.

A côté d'autres organismes qui se sont attaqués au problème se trouve la *British Iron & Steel Federation* (B.I.S.F.). Dans le numéro 3/4, 1945, nous avons décrit deux maisons à ossature métallique (maisons A et B), œuvre de l'architecte Fr. Gibberd, pour le compte de la B. I. S. F.

Dans le présent article est décrit sommairement un nouveau type de maison (maison C), dont les plans sont dus à l'architecte Fr. Gibberd pour la partie architecturale et à l'ingénieur-conseil D. H. Lee pour la partie technique.

La maison C est complètement préfabriquée en usine. Les plans ont été conçus en vue d'un montage exceptionnellement rapide, sans outillage spécial et à l'aide d'une main-d'œuvre non spécialisée. La simplicité et la rapidité du montage sont dus, en ordre principal, à la construction de séries de panneaux à deux étages, lesquels se placent côte à côte avec une bande de recouvrement au-dessus du joint. Ces panneaux constituent en même temps le système portant et le revêtement extérieur et sont pourvus de

portes et fenêtres. De cette manière, une petite équipe peut monter la carcasse de la maison, y compris les portes et fenêtres en un jour.

La maison type installée au chantier d'expérience de Northolt, près de Londres, a été montée en 540 heures ouvrables, contre 2.000 heures nécessaires pour bâtir une maison analogue de construction normale. Les panneaux sont en tôle d'acier recouverte d'un revêtement spécial, constitué par de la peinture et des petites pierres. Les joints verticaux sont recouverts par un filet émaillé au four, mis en place sans l'aide d'aucun boulon ni vis. L'équipement intérieur (cage d'escalier, plomberie, chauffage, etc.) est complètement préfabriqué. Les plans de la maison ont été établis d'après le système modulaire; après avoir essayé des modules de 1^m06 et 1^m14, la Fédération a décidé de s'en tenir au module standard de 1^m06.

La maison type C comporte 3 chambres à coucher; elle mesure six modules en largeur et six en profondeur, ce qui donne une superficie intérieure totale de 40 m². Cette superficie permet d'élaborer cinq différents plans-types en changeant simplement la position des cloisons préfabriquées. Pour éviter la monotonie, on a prévu différents types et couleurs pour les revêtements intérieurs et extérieurs. De même, il existe plusieurs types de porches d'entrée.

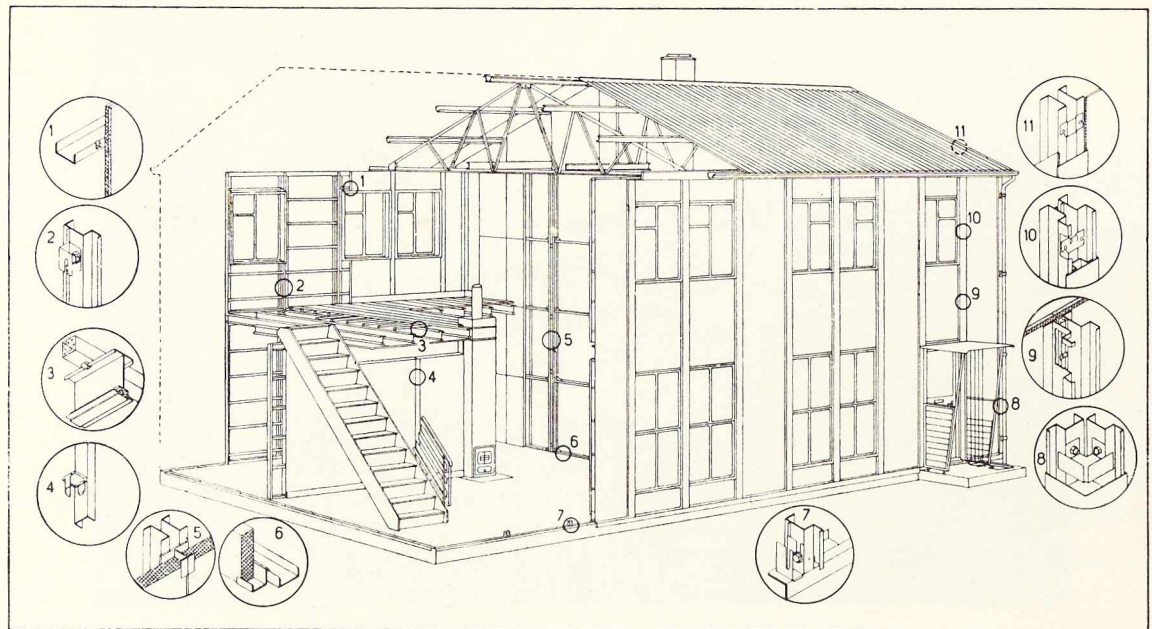


Fig. 312. Coupe et détails constructifs de la maison C.

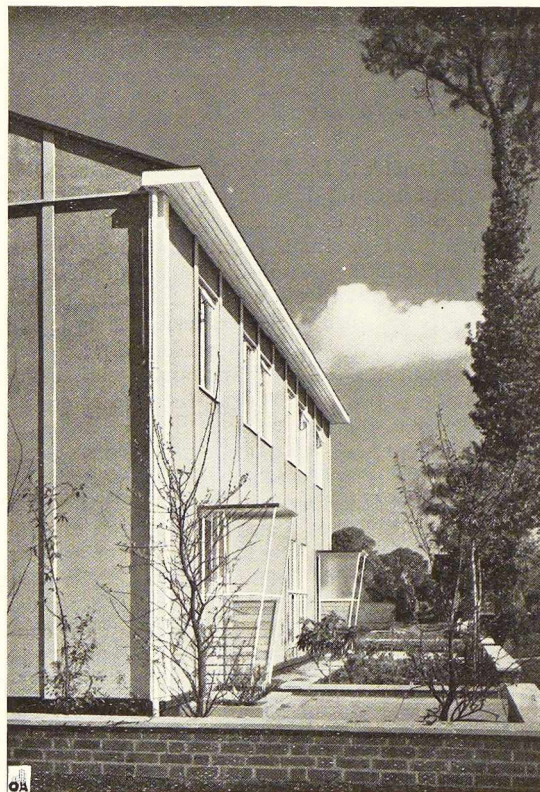


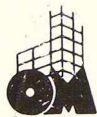
Fig. 313. Façade principale d'un bloc de deux maisons C de la **British Iron & Steel Federation**.

Le toit en tôle d'acier est supporté par des piliers en tôle pliée.

Les murs de la maison C du chantier expérimental de Northolt étaient revêtus d'un crépi rugueux de couleur rose, avec des filets émaillés de même couleur. L'une des portes d'entrée était peinte en bleu, l'autre en rouge indien, tandis que la toiture a reçu une coloration brune foncée.

Détails constructifs

Les éléments de murs, hauts de deux étages, sont revêtus extérieurement de tôle d'acier. Ce revêtement est soudé par points à la charpente métallique réalisée en profilés légers. Les portes et châssis métalliques du type standard sont logés dans les panneaux des murs. La charpente de la toiture est composée de fermes en treillis en profilés légers supportant la couverture en tôle. Les cloisons, entièrement réalisées en usine, ont une charpente en acier ou en bois; elles sont revêtues de panneaux en fibre de bois ou de plaques de plâtre. Au rez-de-chaussée, les planchers sont constitués par des dalles en béton, recouvertes de linoléum, posé sur une membrane imperméable. Le plancher du premier étage est en bois sur solives métalliques. Les châssis de fenêtres sont en profilés métalliques standard. Les encadrements des portes sont en tôle émaillée au four. La maison type C est équipée d'un appareil de chauffage qui a pour mission non seulement de chauffer les locaux, mais encore de fournir l'eau chaude à la cuisine et à la salle de bain.



La coordination dans la construction du bâtiment

par Roger Lambert,

Ingénieur A. I. Ig.,

Président du Centre d'Organisation Commerciale et Industrielle « Centrorga »

Les parties en cause

Dans la construction, on rencontre plusieurs parties en cause. Ce sont :

- a) L'architecte et l'ingénieur-conseil;
- b) Les spécialistes de l'électricité et de l'éclairage, du chauffage, de la ventilation et du conditionnement de l'air, de l'acoustique et des vibrations, des manutentions, des bureaux, ainsi que des installations sanitaires;
- c) Le service financier;
- d) L'entrepreneur et les corps de métier.

L'architecte est pour le bâtiment public et privé l'auteur et l'ordonnateur. En ce qui concerne les travaux d'art, travaux publics et bâtiments industriels, c'est l'ingénieur-conseil qui joue souvent ce rôle; mais on peut dire que dans toutes les grandes constructions les interventions de l'architecte et de l'ingénieur sont intimement liées et réagissent mutuellement.

Notamment dans les grandes constructions ayant une ossature portante, la conception du bâtiment doit être réalisée de la manière la plus appropriée. D'autre part, les formes, les lignes et les dimensions doivent être choisies en utilisant les ressources que présentent les techniques et possibilités des matériaux et calculs de l'ossature...

Pour situer la question, nous extrayons les passages suivants d'une conférence donnée en 1942 par M. L. M. CHAPEAUX, Ingénieur-Conseil A.I.G., devant plusieurs sociétés d'architectes et urbanistes :

« *L'intervention de l'ingénieur dans l'art de construire résulte du passage des données et formules empiriques aux méthodes scientifiques.* Avant le XIX^e siècle, l'ingénieur fait son entrée dans le monde et la personnalité du bâtisseur se dédouble en celle de l'architecte et celle de l'ingénieur, « ces frères ennemis », a dit je ne sais quel pessimiste, mais ces frères, que la raison, sinon l'amour, a fini par réconcilier...

» *L'adjudication-concours*, étendue à l'étude même de l'ossature en béton armé ou en métal, présente des inconvénients multiples dont l'évidence s'est manifestée de plus en plus clairement à mesure que l'on construisait des édifices de plus en plus importants et compliqués.

» Si même, sans recourir à l'adjudication-concours, on choisit tardivement un ingénieur compétent et expérimenté, son intervention franche et effective, alors que les plans de l'architecte sont terminés, risque d'y apporter des modifications parfois importantes, et peut-être même de les bouleverser.

» Si cette intervention est timide ou strictement limitée par les données des plans programmés de l'architecte, on peut perdre le bénéfice de solutions techniques intéressantes au triple point de vue économique, fonctionnel et esthétique, et réaliser une construction moins bonne dans son ensemble que celle qui eût résulté de la collaboration initiale de l'architecte et de l'ingénieur.

» L'architecte et le client, qu'il s'agisse d'une administration, d'un industriel, d'un commerçant ou d'un particulier, ont au contraire intérêt à choisir, dès le début de l'étude du bâtiment, l'ingénieur-conseil qui fera l'étude des ouvrages en béton armé ou en métal et cela pour les raisons suivantes :

» L'architecte bénéficiera, dès le début de son travail, de la collaboration de l'ingénieur qui pourra lui dire exactement dans quelle mesure et dans quelles limites on peut appliquer les solutions techniques les plus intéressantes et les plus adéquates. Ajoutons également que la collaboration de l'ingénieur est particulièrement indiquée lorsqu'il s'agit de résoudre rationnellement un problème de *fondations en mauvais sol*...

» Les plans d'ossatures précis et détaillés et le métré correspondant serviront de base à l'adjudication et placeront tous les soumissionnaires sur le même pied. Le client pourra aisément désigner l'adjudicataire et n'aura pas à comparer (ce qui est parfois très difficile et prête souvent le flanc à la critique) les valeurs respectives de projets différents, comme cela se passe dans le cas de l'adjudication-concours.

» Le projet d'ossature étant complètement terminé avant l'adjudication, aucune surprise n'est à craindre, et le client évitera ainsi les suppléments parfois démesurés résultant de projets insuffisamment étudiés ou contenant des réserves implicites. »



Quant aux divers spécialistes dont la compétence et la technique devront être mises à profit, il n'est pas téméraire de dire que leur avis, dès la conception, peut être non seulement des plus utiles, mais peut influencer même sur la réalisation d'ensemble. C'est ainsi qu'en matière d'électricité, la production ou la transformation du courant à l'arrivée, la prévision des canalisations et l'étude de toutes les possibilités d'utilisation revêtent un caractère technique où l'expérience et la documentation peuvent non seulement apporter des solutions originales, mais permettent des réalisations rationnelles et économiques. Parmi les applications de l'électricité, l'éclairage peut, à juste titre, être considéré comme un agent à la fois décoratif et utilitaire. Son utilisation rationnelle requiert la connaissance de la science de l'éclairagisme et des ressources que présentent les procédés modernes. On adopte trop souvent des sources lumineuses et des dispositifs stéréotypés pour éviter une étude approfondie et cela au détriment de la luminosité, des couleurs et de l'économie, sans parler du confort et de l'hygiène oculaire des usagers.

On peut en dire autant du chauffage et de la ventilation dont le type et le mode de réalisation ne doivent pas être fixés à priori. Il convient au contraire de rechercher les systèmes les mieux appropriés au but poursuivi, ce qui nécessite une connaissance approfondie de la question que seul possède le spécialiste. Il va de soi que les suggestions, provenant de l'étude s'y rapportant, pourraient apporter des idées et des données utiles à la conception elle-même. De plus, au moment de l'établissement des projets et plans, il est hautement utile de connaître le dimensionnement et le tracé des appareils et canalisations, ce qui requiert une intervention au moins consultative de l'homme de l'art, dès le début de l'étude du bâtiment.

A fortiori, la question du conditionnement de l'air peut-elle influencer les grandes lignes du projet à raison des espaces importants à réserver tant aux installations qu'aux canalisations. Par ailleurs, les phénomènes acoustiques et vibratoires sont sortis depuis quelques années de l'empirisme et obéissent à des lois dont l'étude scientifique a permis de combattre la transmission des bruits et vibrations, non seulement par l'utilisation de matériaux appropriés, mais aussi par les formes et le dimensionnement. La détermination de ceux-ci relèvent donc d'une technique connue par des spécialistes qu'il y a lieu de consulter à temps si l'on veut éviter de devoir recourir ensuite à des moyens de fortune ou d'aboutir à des résultats désastreux, voire à des litiges.

La question des manutentions et des ascenseurs est aussi une question technique dont l'étude aura pour conséquence la prévision d'espaces et d'em-

placements d'une certaine importance dans le bâtiment. Il faut donc qu'on procède à ces études, au moins dans les grandes lignes, au moment de l'établissement des plans d'ensemble. J'ajouterai même que la détermination des manutentions à effectuer devra faire partie de l'étude fonctionnelle préalable dont il sera question plus loin.

Quand il s'agit d'immeubles destinés à des bureaux, l'influence de l'étude fonctionnelle de ceux-ci sera déterminante et requerra souvent l'intervention de compétences en la matière (analyse du travail, circulation et volume des documents, mobilier *ad hoc*).

Signalons enfin l'intervention des spécialistes d'installations sanitaires dont le rôle est souvent négligé, à tel point qu'il n'existe que rarement des plans détaillés de ces installations et des canalisations y afférentes. Cependant, ces installations sont parfois importantes et le tracé des canalisations doit en être aussi bien prévu que celles du chauffage, de l'électricité, etc...

Cette nomenclature sommaire du rôle des divers spécialistes techniciens, permet déjà de se rendre compte de l'utilité de leur intervention dès les avant-projets. La coordination de cette intervention aura un double intérêt : à savoir la recherche des solutions les meilleures et la détermination suffisamment précise des éléments de la construction pour éviter dans la plus large mesure les imprévus au cours de l'exécution. Mais je m'empresse d'ajouter que ce concours de compétences doit se faire vers un but bien précis et sous la direction d'une personnalité maîtresse; en l'occurrence, l'architecte pour le bâtiment et l'ingénieur-conseil pour la construction industrielle. Il ne faut pas perdre de vue que dans le cas d'érection de monuments ou bâtiments publics ou privés, la primauté de la conception et du style revient à l'architecte.

Quant au service financier, c'est en réalité un service de contrôle budgétaire. L'étude étant suffisamment avancée pour faire une estimation de la dépense, il s'agit de faire le devis avec une précision telle qu'on puisse s'assurer du respect des prévisions. On est trop habitué aux *suppléments* dont la cause peut aussi bien provenir de la *fantaisie*, de la *négligence* que de l'*imprévu*. La fantaisie du maître de l'ouvrage est soit le changement qu'il juge bon d'apporter aux plans pour satisfaire une idée nouvelle, soit le complément artistique ou utilitaire qu'il imagine au cours de la mise en œuvre; la négligence est le fait de détails omis dans le projet. L'imprévu, c'est tout ce qu'on ne pouvait prévoir et aussi ce qu'on aurait pu prévoir et que l'on n'a pas prévu. Inutile de dire que c'est cette dernière catégorie



d'imprévus qu'il faut éviter par une étude précise et arrêtée *ne varietur* quand l'ordre est lancé.

Le contrôle de la réalisation du budget est un moyen de base pour combattre le gaspillage. C'est au service financier à le réaliser.

Enfin le dernier élément à envisager est l'entrepreneur général et les sous-traitants.

Leur rôle est d'exécuter les projets selon des règles et instructions du cahier des charges. Bien qu'il y ait intérêt à pousser assez loin les règles et instructions pour éviter tout malentendu, on ne peut cependant pas entrer dans tous les détails des procédés et qualités. Au surplus, l'entrepreneur général devra non seulement faire travailler son personnel et assurer l'arrivée à temps de tous les matériaux, mais il devra aussi coordonner le travail des sous-traitants et des divers corps de métier.

La coordination initiale

Pour nous rendre compte à partir de quel moment et dans quelle mesure la coordination doit se faire, nous l'envisagerons dès l'étude, et aux différents points de vue :

- a) Des fonctions;
- b) De l'architecture;
- c) Des matériaux;
- d) Des prescriptions.

Quand nous parlons de fonctions, nous envisageons bien le but de la construction dans son usage probable. Il va de soi qu'on construit pour abriter des *gens* et des *choses* : des gens qui vivent et se meuvent; des choses dont on se sert, ne fût-ce que pour les regarder à distance comme dans un musée. Mais sait-on toujours bien, et d'une façon précise, dès la conception de l'ouvrage, quelles seront ces fonctions ? Hélas non ! Et la plupart du temps, on n'obtient à ce sujet que des indications basées sur les données d'exploitation dans des constructions anciennes ne possédant pas, et de loin, les possibilités du jour. L'architecte se voit donc obligé de supputer tout ce qu'on ne lui dit pas; il doit se livrer à l'étude fonctionnelle. Celle-ci va rencontrer inévitablement l'usage de toutes les installations dépendant des spécialistes que nous avons énumérés plus haut. Ce sera le moment de répartir l'étude en confiant à chacun le domaine qu'il connaît, mais en coordonnant bien. Le rôle du coordinateur sera assuré par l'architecte ou l'ingénieur-conseil selon le cas. Ce rôle peut aussi être joué par un organe de coordination, tel qu'un centre auquel s'adresse le maître de l'ouvrage ou l'architecte. L'étude fonctionnelle pourra être l'occasion de la recherche d'améliorations du fonctionnement des services et

en tout cas de la meilleure utilisation des possibilités d'usage. A cet effet, l'architecte ne perdra jamais de vue que le bâtiment doit avant tout rendre les « services » que l'on en attend.

C'est en tenant compte de cet aspect de la question que le projet architectural revêtira sa véritable primauté artistique. Sans doute la ligne, les formes, les vides et pleins, les ouvertures, les couleurs et la décoration sont-ils des moyens au service de l'Art; mais la beauté de la réalisation ne sera parfaite que si dans le cadre issu du génie créateur de l'artiste se réalise le travail auquel il est destiné.

Le projet architectural est l'œuvre incontestable de l'architecte et il atteindra son but en tenant compte de toutes les possibilités techniques.

Un autre problème, et non des moindres, consiste dans le choix des matériaux. Que faut-il choisir ? La maçonnerie, la pierre, le béton, l'acier ?

Il serait hors de propos, dans le cadre de cet article, d'approfondir ces questions. Disons cependant qu'il importe de bien connaître, pour faire un choix judicieux, les avantages et inconvénients de chaque système. On constate par exemple que dans les pays où on a réalisé les plus importants buildings, tel l'Amérique, et plus près de nous la Grande-Bretagne, on fait de plus en plus usage d'ossatures métalliques. A ce sujet, nous rappelons ici les particularités et avantages de ce genre d'ossature :

1. — Minimum d'encombrement des éléments de l'ossature, d'où augmentation de la surface et du volume utile;
2. — Possibilités de transformations plus ou moins profondes, en tout temps, nécessitées par les changements d'affectation, etc...
3. — Possibilité d'une construction plus rapide et économique, à condition d'établir un planning rigoureux des différents travaux (d'où nécessité d'une étude et de plans complets préalables de tous les détails des équipements et des installations);
4. — Fondations plus économiques, parce que le poids mort est plus réduit et qu'il n'est pas nécessaire d'assurer une aussi grande indéformabilité des appuis;
5. — Sécurité plus grande d'exécution permettant de reconnaître les défauts éventuels après exécution et d'y porter remède;
6. — Réalisation plus économique si l'on tient compte de tous les facteurs intervenant dans le prix du bâtiment, et notamment si l'on tient compte du prix réduit des fondations et des mesures d'isolation thermique et acoustique, ainsi que des économies qui seront faites ultérieurement



au cours des transformations inévitables. L'enrobage en béton de tous les éléments de l'ossature métallique est à rejeter.

Au point de vue économique, on peut dire que le prix d'une ossature en acier non enrobée est sensiblement le même que celui de l'ossature en béton armé. En ce qui concerne les transformations éventuelles, elles sont fréquentes dans les bâtiments administratifs et industriels. L'isolation acoustique paraît être aussi plus aisée avec l'ossature métallique. Du point de vue technique, notons que les portées peuvent être plus grandes et le nombre de colonnes réduit.

La construction à ossature métallique constitue un système plus industrialisé que les autres modes de construction. A ce titre, il exige, pour réaliser son plein rendement technique et économique, un planning minutieusement étudié et rigoureusement observé. On arrive, dans ces conditions, en travaillant à simple équipe 40 heures par semaine, à construire et parachever un gratte-ciel de 70 étages, tel le R.C.A. Building du Rockefeller Center à New-York, en dix mois.

Il est à noter que le montage d'une ossature et en partie son habillage sont des travaux faits à sec et dont la rapidité d'exécution n'est pas directement conditionnée par les circonstances atmosphériques. Il est à remarquer aussi que les dangers de malfaçon sont peu importants dans une construction métallique et, surtout, les malfaçons éventuelles peuvent toujours être découvertes et réparées après coup, aussi bien sur le chantier qu'en atelier.

On peut en outre citer à l'actif de l'ossature métallique, une protection efficace contre l'incendie, facile à réaliser.

Quels que soient les matériaux choisis, il importe, pour éviter tous mécomptes, de les bien spécifier; car ces mécomptes pourraient nuire à l'homogénéité de la construction et la coordination du travail sera une des fonctions du cahier des charges; en réalité il s'agit plutôt d'un ensemble où s'insèrent toutes les prescriptions des divers et multiples travaux confiés non seulement à l'entrepreneur général, mais à tous les sous-traitants. Il est donc judicieux de faire établir les cahiers des charges relatifs aux diverses parties par les spécialistes ayant participé à l'étude. L'architecte ou l'ingénieur-conseil ou un organisme de coordination chargé de ce travail par l'architecte, devra intégrer ces cahiers des charges dans le cahier général ou les y joindre en annexe, après avoir examiné particulièrement leur concordance et les moyens d'assurer leur contrôle au cours des travaux. Les cahiers des charges devront sli-

puler les conditions de contrôle et de réception, en tenant compte des possibilités pratiques et de l'intervention éventuelle du planning.

La mise en œuvre

La condition essentielle d'une bonne mise en œuvre consiste dans la préparation minutieuse du travail dans le temps et dans l'espace. Elle part d'une nomenclature précise et complète de tous les éléments tels qu'ils doivent être amenés au chantier et de la détermination de l'ordre chronologique des opérations entrant dans la construction sur place.

On peut représenter cette succession de travaux graphiquement en partant d'un diagramme où les abscisses représentent les temps et les ordonnées les divers travaux; la décomposition de ces travaux pouvant être plus ou moins poussée selon le degré d'organisation de l'entrepreneur général et des sous-traitants. Un tel diagramme est représenté schématiquement à la figure 314.

Quand ce diagramme de principe aura été vérifié en ce qui concerne les dates de livraison des éléments, le rôle essentiel du planning sera d'en suivre l'exécution et d'apporter aux prévisions et au cours de la construction toutes les modifications qui pourraient être rendues nécessaires par les imprévus. De ce diagramme (que l'on peut détailler et préciser successivement au cours d'avancement), on pourra tirer des instructions précises pour les sous-traitants et divers corps de métiers. Au sujet de ces derniers, on ne doit pas oublier combien, dans leur ensemble, ils gardent une individualité souvent préjudiciable à la bonne marche des travaux. De vieilles méthodes, telles que la mise à dimension sur place provoquent des encombrements. De plus si l'ordre de succession n'est pas bien prévu et étudié, on assiste inévitablement à des chevauchements constituant des entraves à la bonne exécution d'ensemble, au mauvais rendement de la main-d'œuvre, parfois même à des conflits.

Sans pouvoir ici détailler cette question de la préparation, on en voit néanmoins l'immense intérêt.

L'architecte pourra avantageusement se faire assister dans cette tâche par les spécialistes de l'organisation. L'exécution se fera d'autant plus aisément que la préparation aura été plus poussée et les instructions précisées. Le rôle de coordination du planning en sera d'autant facilité. Ce rôle, en réalité, sera double: d'une part, veiller à l'arrivée des éléments, matériaux, approvisionnements à pied d'œuvre aux dates prévues; d'autre part, prendre toutes mesures nécessaires à pallier aux imprévus. Cette dernière tâche comportera



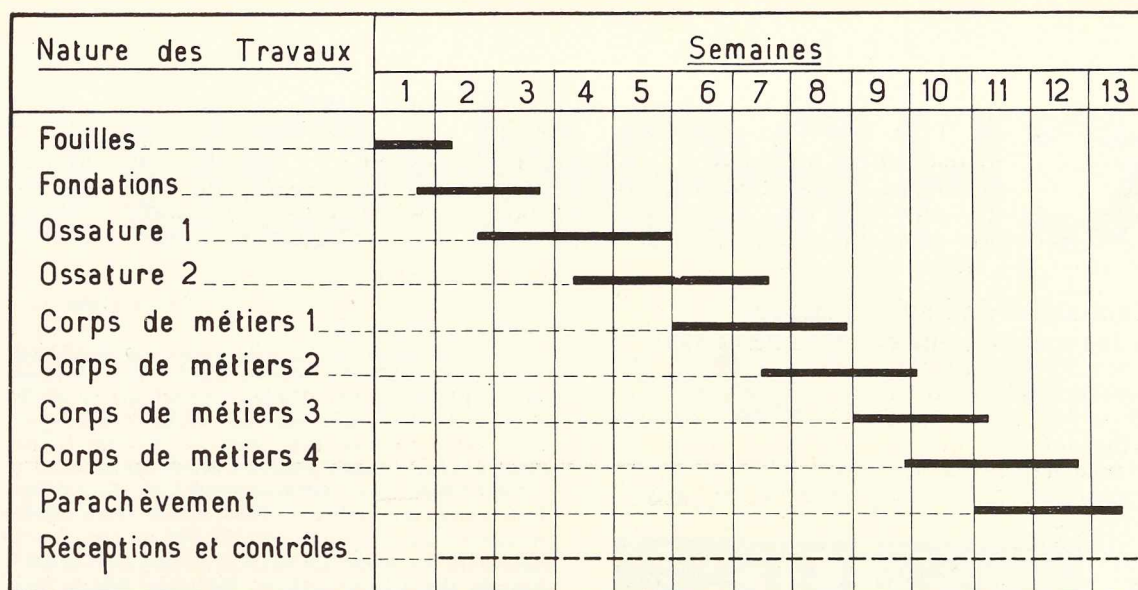


Fig. 314. Graphique indiquant l'organisation des travaux à effectuer pour la construction d'un bâtiment.

entre autres l'incidence de ces imprévus sur l'ensemble des prévisions et la solution instantanée des difficultés sur chantier. Le planning peut être imposé à l'entrepreneur général par le cahier des charges ou réalisées en collaboration avec lui.

Le contrôle

Celui-ci s'exerce tout au long de la construction, depuis le calcul jusqu'à la réception. Exception faite des contrôles journaliers d'entrées et sorties, personnel, appareils, etc... qui sont en réalité la part de l'entrepreneur, il y a intérêt à confier les missions de contrôle à des organes ou spécialistes du dehors. Cette manière de voir se justifie par le principe de la sécurité et de la qualification. Le principe a été notamment appliqué avec succès depuis un certain nombre d'années par le bureau SECO.

Le bureau de contrôle a pour objet le contrôle technique des projets, des calculs et de l'exécution des ouvrages de l'industrie du bâtiment et du génie civil. Le contrôle tend à prévenir les accidents et permet l'assurance contre les risques résultant de l'édification des ouvrages et des responsabilités qui peuvent en dériver. L'intervention du bureau de contrôle est déterminé par un accord conclu avec le maître de l'ouvrage, l'architecte, l'entrepreneur, le constructeur.

Ceux-ci fournissent au bureau de contrôle les cahiers des charges, devis descriptifs et conditions techniques régissant l'entreprise. Tous les plans d'architecte et d'exécution de la construction et des travaux d'aménagement ou d'équipement, chauffage central, installations électriques et sanitaires, ascenseurs, etc... à contrôler, y compris

ceux relatifs aux moyens et procédés d'exécution ou de montage, et soumettent à son examen les calculs de stabilité et de résistance et éventuellement d'épreuves.

Ces documents, et éventuellement les modifications qui leur seraient apportées, doivent être respectivement remis ou soumis au bureau de contrôle, préalablement à l'exécution des travaux auxquels ils s'appliquent. Ils doivent aviser le bureau de contrôle des différents stades d'exécution en général : mise en route des travaux, établissement éventuel d'états des lieux, approvisionnement de matériaux au chantier, mise en réception des matériaux aux laminoirs ou en fonderies, mise en usinages, montage à blanc en ateliers, expéditions, déchargement sur place, mise en place du matériel, des engins et dispositifs de montage, montage sur place, etc...

Ils doivent aussi autoriser le bureau de contrôle à procéder au contrôle technique de l'exécution aux chantiers et en usines et, d'une façon générale, fournir toutes facilités pour l'exercice de ce contrôle et l'organisation des essais et épreuves qu'il jugerait opportuns. On se rend compte par cette énumération sommaire, de l'importance du contrôle technique.

A ce contrôle, ajoutons la surveillance des dépenses. C'est en réalité, la phase effective du contrôle budgétaire dont il a été question au début de cet article à propos des services financiers. Le contrôle budgétaire n'a pas seulement pour but de veiller à la réalisation de prévisions; mais aussi de rechercher et étudier les motifs des écarts. On peut en tirer d'intéressantes conclusions et souvent fixer les responsabilités.

R. L.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant les mois d'août et septembre 1945

La production d'acier-lingot en Belgique a été de 67.980 tonnes en août et 81.729 tonnes en septembre 1945.

Pour les aciéries luxembourgeoises les chiffres correspondants sont de 19.146 et 15.420 tonnes.

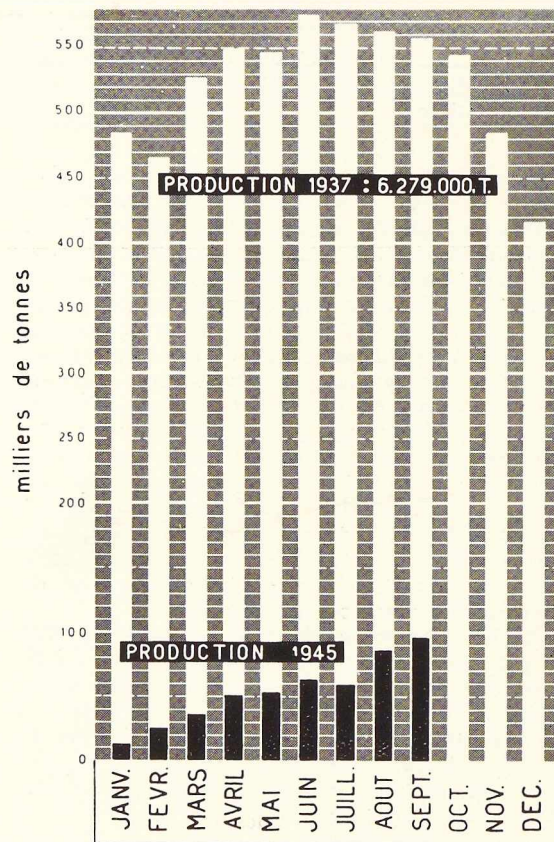


Fig. 315. Production actuelle des aciéries belges et luxembourgeoises, comparée à celle de 1937.

L'industrie sidérurgique britannique

On vient de publier en Grande-Bretagne les chiffres

concernant la production sidérurgique pendant la guerre.

En 1943, les aciéries britanniques produisaient en moyenne 250.600 tonnes d'acier par semaine, dont 219.900 tonnes d'acier au carbone et 30.700 tonnes d'aciers spéciaux. Les chiffres correspondant pour l'année 1944 sont de 233.500 tonnes dont 211.800 tonnes pour les aciers au carbone et 21.700 tonnes pour les aciers spéciaux. La production a subi une baisse en 1945; la moyenne hebdomadaire en janvier a été de 216.200 tonnes, tandis que celle du mois d'août n'a atteint que 186.000 tonnes. Il y a lieu de noter, toutefois, que le mois d'août comprenait les congés payés ainsi que le jour V. J. Depuis, la production a augmenté et les chiffres de septembre accusent une moyenne de 240.700 tonnes par semaine.

Distinction américaine aux usines sidérurgiques luxembourgeoises

Pour remercier ARBED et HADIR de l'effort fourni par ces deux sociétés pour venir en aide à l'armée américaine pendant qu'elle poursuivait sa victorieuse offensive vers le cœur de l'Allemagne, le Président TRUMAN leur a fait remettre une haute distinction.

Le 10 octobre 1945, les généraux LEE et ALLEN, accompagnés de leurs Etats-Majors, se sont rendus à la Société HADIR où ils ont hissé, dans la cour de l'usine de Differdange, le « Army and Navy Flag », en présence du personnel assemblé. Le cortège est revenu ensuite à Luxembourg où, sur la terrasse de l'ARBED, la même cérémonie s'est déroulée.

Le bas d'acier

M. W. TOWER, Président de l'*American Institute of Iron and Steel* a fait récemment la déclaration suivante :

Parmi les nouveaux objets en acier que la période d'après-guerre apportera aux consommateurs, figurera le *bas d'acier*. Des entreprises métallurgiques américaines ont, en effet, commencé la fabrication d'un fil de 0,048 mm de diamètre, soit un filament aussi mince que celui qui avait servi avant la guerre à la confection de bas de soie pour dames. Les essais qui se poursuivent en ce moment à New-York en vue d'utiliser ce fil d'acier pour bas d'acier inoxydable doivent être évidemment mis au point.

Le remaillage et le raccommodage devront s'effectuer de préférence par soudure.



Bibliothèque

Nouvelles entrées (1) :

Le calcul des systèmes hyperstatiques

par E. ROBERT et L. MUsETTE.

Un volume de 447 pages, format 16 × 24 cm, illustré de 357 figures. Edité par Desoer, Liège 1945. Prix : 350 francs.

Ainsi que le dit, dans la préface, le professeur Baes, l'ouvrage de MM. Robert et Musette donne le moyen de calculer la plupart des systèmes constructifs, plans de haut degré d'hyperstaticité, en ramenant le calcul à une méthode générale simple dans son principe et assez aisée dans ses applications numériques.

Les auteurs donnent tout d'abord une définition claire du système hyperstatique et exposent comment on détermine numériquement les déplacements dans la pratique des projets.

Entrant alors dans le vif du sujet, MM. Robert et Musette, indiquent la manière de résoudre effectivement les équations de condition.

La théorie des groupes et les équations générales de la statique des constructions font l'objet du chapitre suivant.

Une fois les principes fondamentaux exposés, les auteurs passent à la résolution de cas particuliers. Le lecteur trouvera des chapitres sur la résolution des systèmes suivants (théorie générale et applications numériques) : Arcs ou portiques multiples à pieds encastrés ou articulés — Portiques articulés à fermes sous-tendues — Poutres continues sur appuis élastiques — Pertuis fermés solidaires sur appuis libres au droit des montants — Systèmes librement appuyés à contour fermé rigide et montants articulés — Poutres Viendeel — Poutres en treillis à nœuds rigides.

L'ouvrage de MM. Robert et Musette, fruit d'une longue expérience, apporte aux ingénieurs une méthode de calcul des systèmes hyperstatiques usuels, non seulement rigoureux, mais en même temps aisément praticable jusque dans les cas les plus généraux.

Ce livre fait honneur à ses auteurs et sera apprécié par ceux qui ont à calculer des ossatures à haut degré d'hyperstaticité.

(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.

The Aesthetic Aspect of Civil Engineering Design (L'aspect esthétique de l'art de l'ingénieur du génie civil)

Un ouvrage de 120 pages, format 19 × 25 cm, illustré de 207 figures. Edité par l'*Institution of Civil Engineers*, Londres 1945. Prix : 6 shillings.

L'*Institution of Civil Engineers* britannique avait organisé un cycle de conférences sur l'esthétique des constructions du génie civil. Ce cycle a comporté six exposés faits par des ingénieurs et architectes de renom.

Dans la première conférence, le Dr Oscar Faber se demande si le problème concernant le traitement esthétique des constructions est de la compétence de l'ingénieur. Après y avoir répondu par l'affirmative, l'auteur expose ses idées sur l'harmonie des ouvrages d'art. De nombreux exemples illustrent sa communication.

Le recueil contient ensuite une étude du professeur Inglis consacré à l'esthétique des ponts et notamment des ponts métalliques. A côté de ces deux exposés, on trouve dans l'ouvrage, édité avec le plus grand soin, quatre études dues à des architectes éminents, études traitant plus spécialement de l'esthétique des bâtiments.

La reconstruction des ponts de Lyon

Un ouvrage de 88 pages, format 24 × 31 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise (E.C.L.), Lyon 1945. Prix : 100 francs français.

La plupart des ponts lyonnais ayant été détruits par l'ennemi en 1944, le Conseil de l'Association des Anciens Elèves de l'E. C. L. a voulu rendre hommage aux ingénieurs qui ont assumé la lourde tâche de reconstruction des ouvrages d'art de Lyon.

Parmi les articles de ce recueil, notons les intéressantes études suivantes : Nos ponts dans l'histoire — La reconstruction des ponts de Lyon — Les ponts détruits sur le Rhône et sur la Saône — Reconstruire et embellir — Le pont provisoire en amont du Pont Morand — Le Pont Poincaré — Reconstruction des ponts de la Guillotière et de la Mulatière — Les viaducs de la S.N.C.F. — Les ponts suspendus.



La protection phosphatique des métaux ferreux

par O. MACCHIA

Un volume de 251 pages, format 16 × 25 cm, illustré de 104 figures. Edité par Dunod, Paris 1944. Prix : 225 francs français.

La protection des métaux ferreux contre la corrosion préoccupe les métallurgistes et les constructeurs en raison du rôle que jouent ces métaux dans tous les domaines de la technique moderne.

Parmi les différentes méthodes de protection, la phosphatation occupe une place importante.

Le livre de M. Macchia, professeur à l'École Supérieure des Ingénieurs de Turin, constitue une excellente documentation sur ce procédé.

Traduit par J. Bryon, l'ouvrage traite des matières suivantes :

Propriétés et applications des revêtements phosphatiques — Composés utilisés pour la protection phosphatique et leur préparation — Facteurs influant sur la valeur protectrice du procédé — Contrôle analytique des produits phosphatants — Technique de la protection phosphatique — Revêtements phosphatiques défectueux — Essais des revêtements phosphatiques — Coût de la phosphatation.

Le livre se termine par une importante bibliographie relative aux écrits sur la protection phosphatique des métaux ferreux.

Electric Arc Welding Manual. Vol. I. Equipment (Manuel de soudure à l'arc électrique. Vol. I. Matériel)

Un volume relié de 126 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 84 figures. Edité par Murex Welding Processes Ltd, Walltham Cross (Angleterre) 1944. Prix : 5 shillings.

Après avoir rappelé les principes de l'électricité et le rôle de l'arc dans la soudure des métaux, le Manuel Murex donne des renseignements détaillés sur différents types de postes de soudure.

Son but est de permettre aux utilisateurs de choisir à bon escient, le matériel dont ils auront besoin pour leurs travaux de soudure.

Steel Construction (La construction en acier)

Un ouvrage relié de 416 pages, format 16 × 23 cm, édité par l'*American Institute of Steel Construction*, New-York, 4^e éd. 1944. Prix : 2 \$.

La troisième édition de l'aide-mémoire « Steel Construction » avait été analysée dans l'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 5, 1938, p. 244.

Les prescriptions standard ayant été modifiées aux Etats-Unis en 1941, l'*American Institute of Steel Construction* (A.I.S.C.) a décidé de reviser son manuel et d'en présenter une quatrième édition complètement mise à jour. L'ouvrage comporte cinq parties.

La première partie contient les renseignements

les plus fréquemment utilisés par les ingénieurs, constructeurs et notamment les caractéristiques des profilés en acier.

La seconde partie de l'ouvrage contient les renseignements relatifs aux moyens d'assemblage.

La troisième partie donne les sollicitations admissibles d'après les prescriptions de l'A.I.S.C.

La quatrième partie renferme les prescriptions et codes standard établis par l'*American Institute of Steel Construction*, l'*American Society for Testing Materials*, l'*American Welding Society* et l'*U. S. Department of Commerce*.

La cinquième partie de l'ouvrage renferme de nombreux renseignements généraux : poids spécifique des corps, diagrammes des moments fléchissants, etc.

Le carnet de chantier ou Doctrine de l'Architecte

Un ouvrage de 235 pages, format 12 × 19 cm, édité par Plon, Paris, 1945. Prix : 70 francs français.

L'ouvrage de M. Montagné, ancien pensionnaire de l'Académie de France à Rome, constitue une « introduction à une architecture humaine ».

L'auteur a divisé son livre en quatre parties : Naissance de la doctrine — Siècles français — Les lois permanentes — Le chantier.

Dans la première, M. Montagné fait faire au lecteur une promenade aux sources de la doctrine. Il montre ensuite comment la France et son art ont servi l'éternelle doctrine de l'architecture.

Les lois permanentes font l'objet de la troisième partie. C'est à l'abri de leur ordre que la matière s'élève au rang de l'œuvre d'art. La dernière partie, intitulée « Le chantier », constitue un plaidoyer éloquent de la cause d'une « architecture sociale », seule forme d'architecture digne du xx^e siècle.

Concevoir sa maison

par R. SCHUITEN

Un volume cartonné de 160 pages, format 22 × 28 cm, illustré de 200 dessins dans le texte offset et 17 reproductions en couleur. Edité par Dessart, Bruxelles, 1945. Prix : 300 francs.

Partant de l'idée qu'il fallait ranimer en Belgique la grande flamme qui illuminait la vie des artistes d'autrefois, l'auteur présente un raccourci illustré d'une histoire de l'art envisagée en fonction des profits que peut en tirer l'architecture moderne. Il se livre ensuite à une étude sur l'orientation, la disposition, l'équipement, l'esthétique et le confort des diverses pièces d'une maison. Suivent des considérations sur le style et le caractère d'une façade, ainsi que sur le tracé et l'architecture des jardins.

Ecrit par un architecte de talent, cet ouvrage ne manquera pas d'intéresser tous ceux qui le liront.





LA TREMPE SUPERFICIELLE AU CHALUMEAU

**DONNE UNE GRANDE
RÉSISTANCE A L'USURE**

**CONSERVE LA RÉSILIENCE
DE LA MASSE DE LA PIÈCE**

ÉVITE LES DÉFORMATIONS

EST RAPIDE & ÉCONOMIQUE

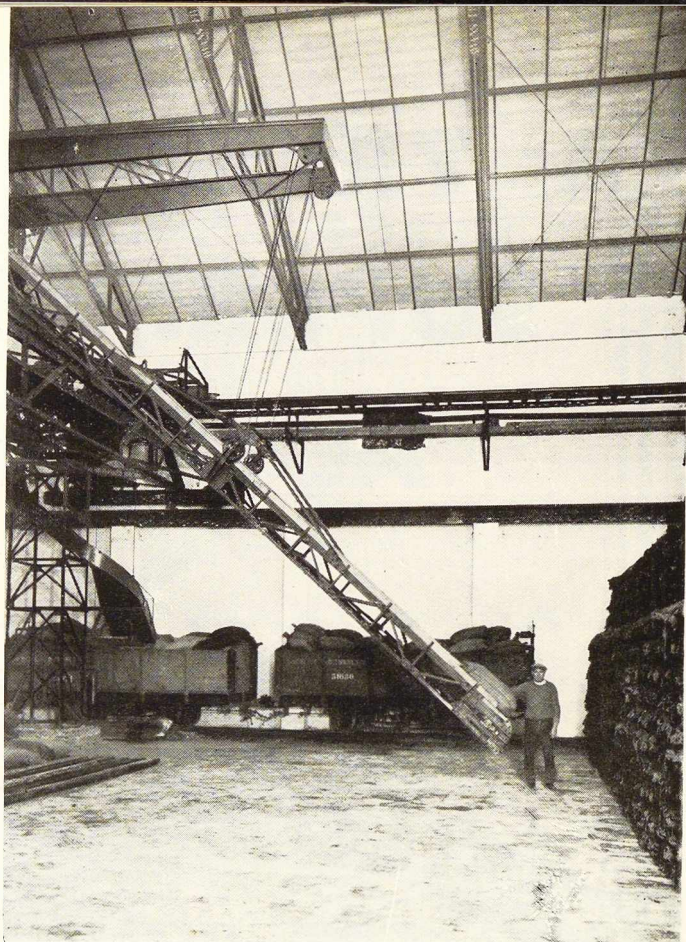
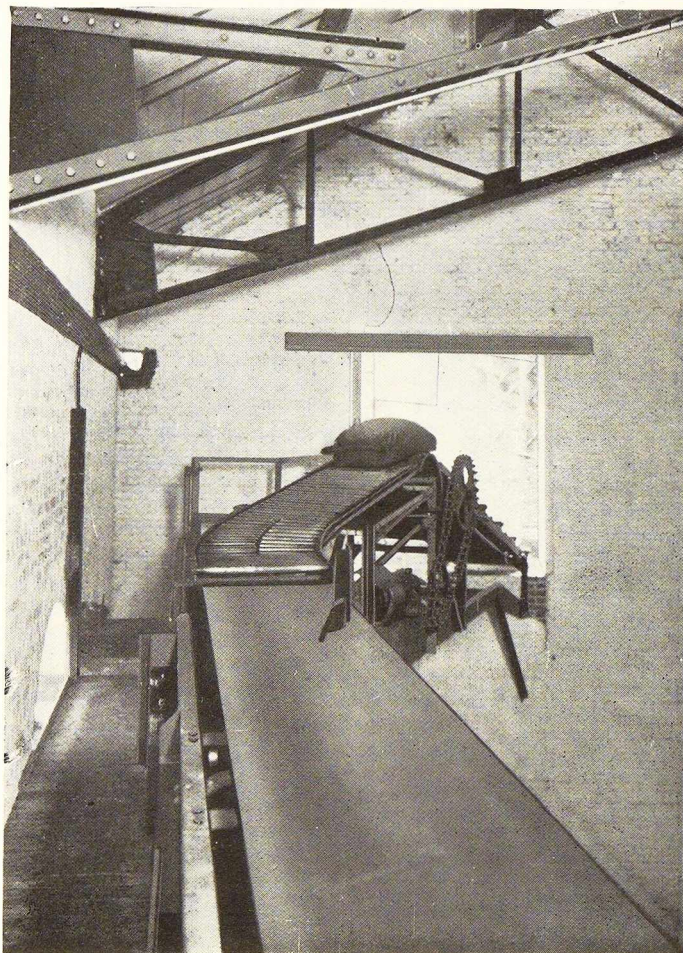
POUR TOUTS RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LA TREMPE
SUPERFICIELLE AU CHALUMEAU, S'ADRESSER AU

SERVICE TECHNIQUE DE SOUDURE AUTOGÈNE

DE LA SOCIÉTÉ "L'AIR LIQUIDE"

31, QUAI ORBAN, A LIEGE

ÉLÉVATEURS
TRANSPORTEURS
GERBEURS
TOBOGGANS
A SACS



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

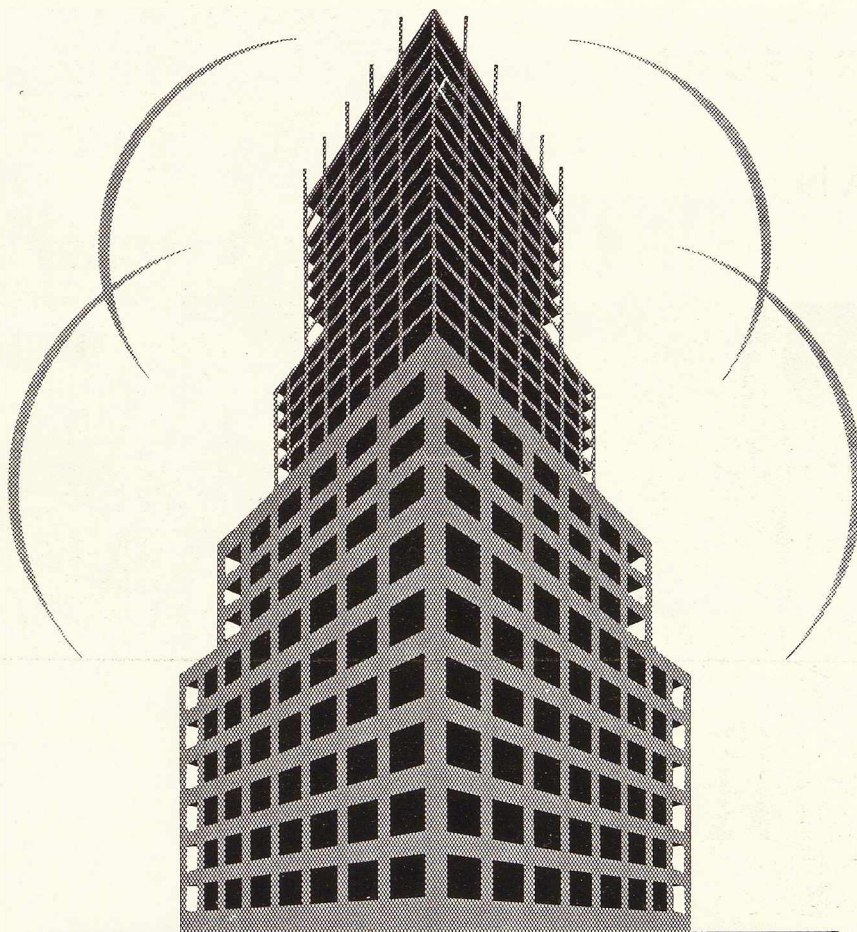
comprenant :

- 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





DC

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.

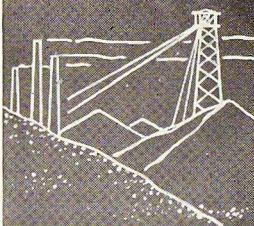
Chacune de ces divisions a son bureau d'études autonome dirigé par des ingénieurs spécialisés.

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

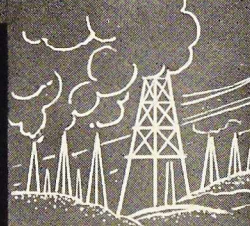
SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
PAUL WURTH • LUXEMBOURG

TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

CHARBONNAGES



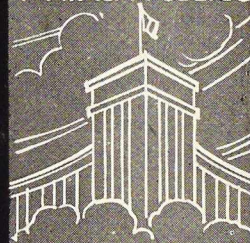
PÉTROLE



CANALISATIONS



TRAVAUX PUBLICS

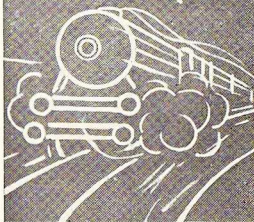


EAU

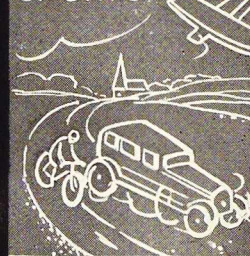


GAZ

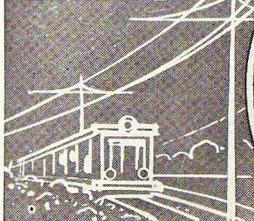
CONSTRUCTION MÉCANIQUE



SPORTS



TRANSPORT DE FORCE



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

USINES A TUBES DE LA MEUSE

STÉ AME FLE... BELGIQUE

SOBELPRO

OSSATURES

•

CHARPENTES

•

PYLONES

•

PONTS

•

MENUISERIE

•

MÉTALLIQUE

•

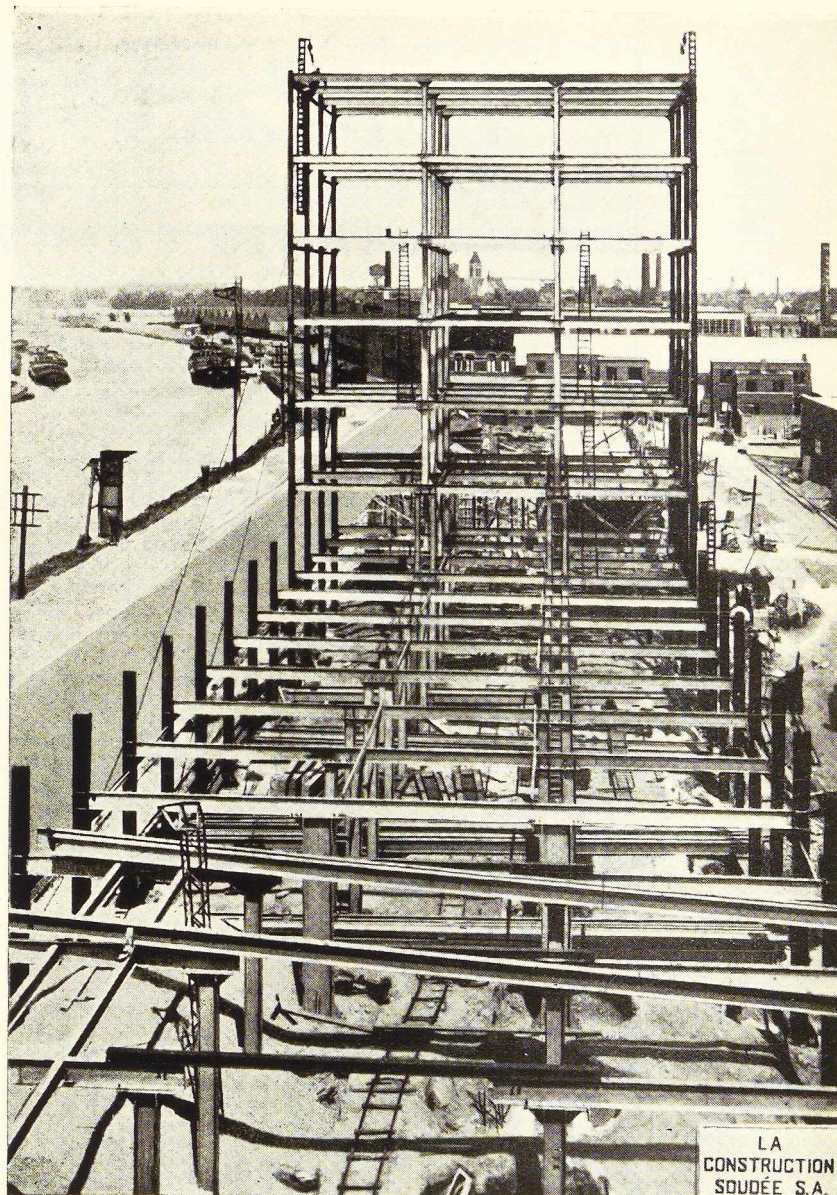
RÉSERVOIRS

•

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 RITWEGER, HAREN-BRUXELLES. Tél. 15.96.62

ENROBAGES COMPRIMÉS A LA PRESSE

*Pourquoi ? — Qualité !
Régularité !*

SOUDOMETAL S. A.

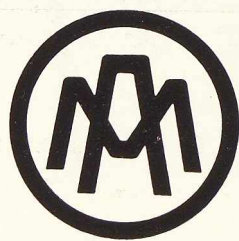
LICENCE DES PROCÉDÉS OERLIKON

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
Emboutis lourds et moyens
Ressorts - Am'Acier - Pièces en acier moulé
et pièces forgées (brutes et parachevées)

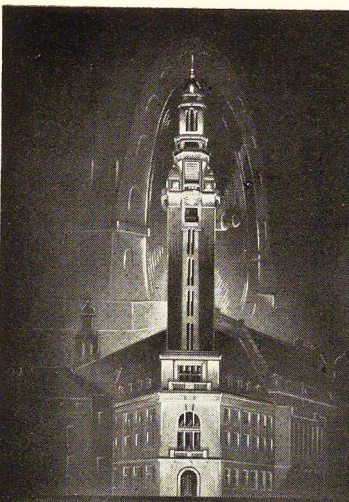
LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES S. A. NIVELLES

USINES A NIVELLES - TUBIZE - LA SAMBRE - MANAGÉ

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

A • C • E • C

TOUT LE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE INDUSTRIEL



CHARLEROI

**CAPITALE
DE LA
CONSTRUCTION
ÉLECTRIQUE BELGE**

SERVICE EXPORTATION
A CHARLEROI (BELGIQUE)

BUREAUX A :

Londres, New-York, Varsovie,
Le Caire, Téhéran, Bombay,
Madras, Rio de Janeiro,
São Paulo, Sidney, Shanghai,
Hong-Kong.

AGENCES dans le monde entier.

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi

SOCIÉTÉ ANONYME



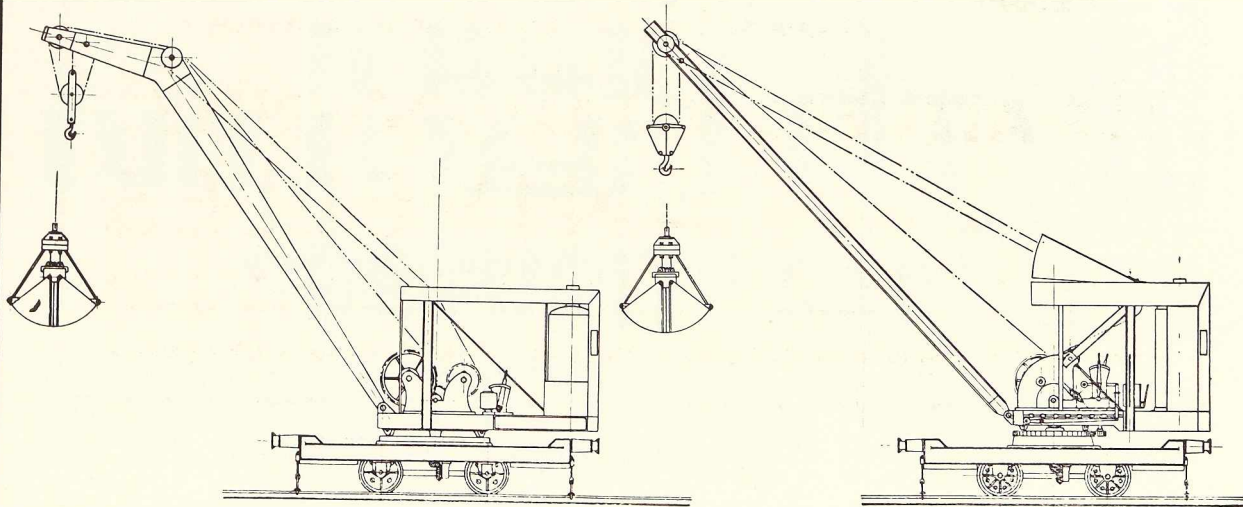
MÉCANIQUE ET CHAUDRONNERIE DE BOUFFIOULX

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



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 GALVANISEES, PLANES, ONDULÉES, TOLES PLOMBÉES, FEUILLARDS GALVANISÉS, FER-BLANC

ARTICLES DE MÉNAGE GALVANISÉS ET ÉMAILLÉS

INDEX DES ANNONCEURS

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



**LE TRAFIC MODERNE
EXIGE LA VOIE MODERNE**

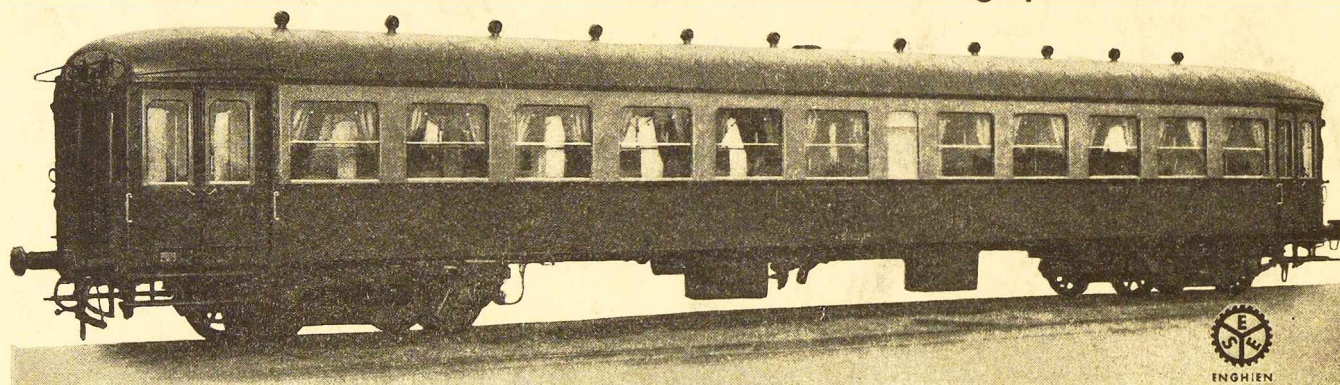
SECURITE PARFAITE

**MONOPOLE DE VENTE / SOCIETE COMMERCIALE D'OUGREE
LEZ LIEGE**

Société Métallurgique

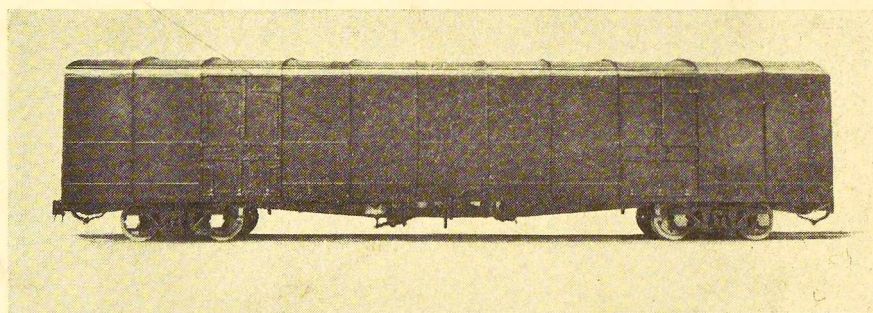
D'ENGHIEN S^T-ELOI

ENGHIEN-Belgique

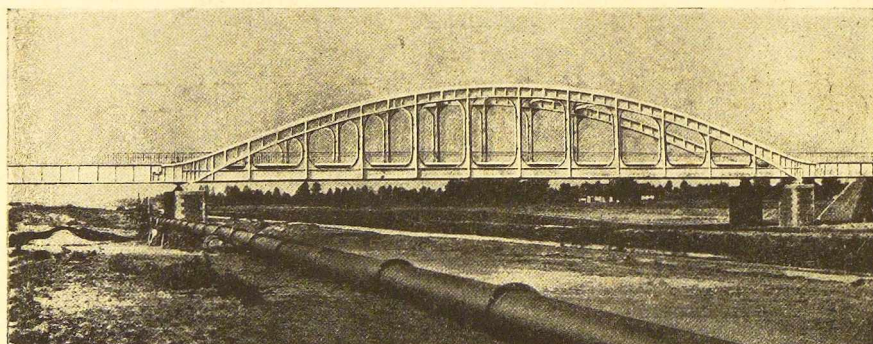


VOITURE
MÉTALLI-
QUE 22 m
A BOGIES

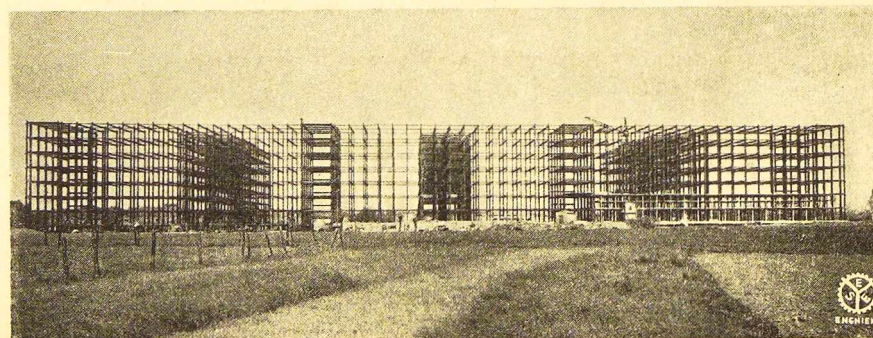
Wagons - Voitures
Ponts - Charpentes - Chaudronnerie - Appareils de levage
Produits de boulonnerie



WAGON FERMÉ MÉTALLIQUE A BOGIES



PONT SOUDÉ DE LUMMEN



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

Imp. G. Thone, Liège (Belgique)