



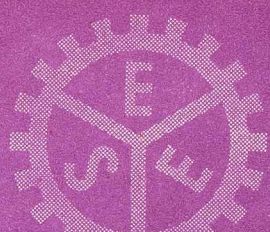
L'OSSATURE METALLIQUE

17^e ANNÉE

1

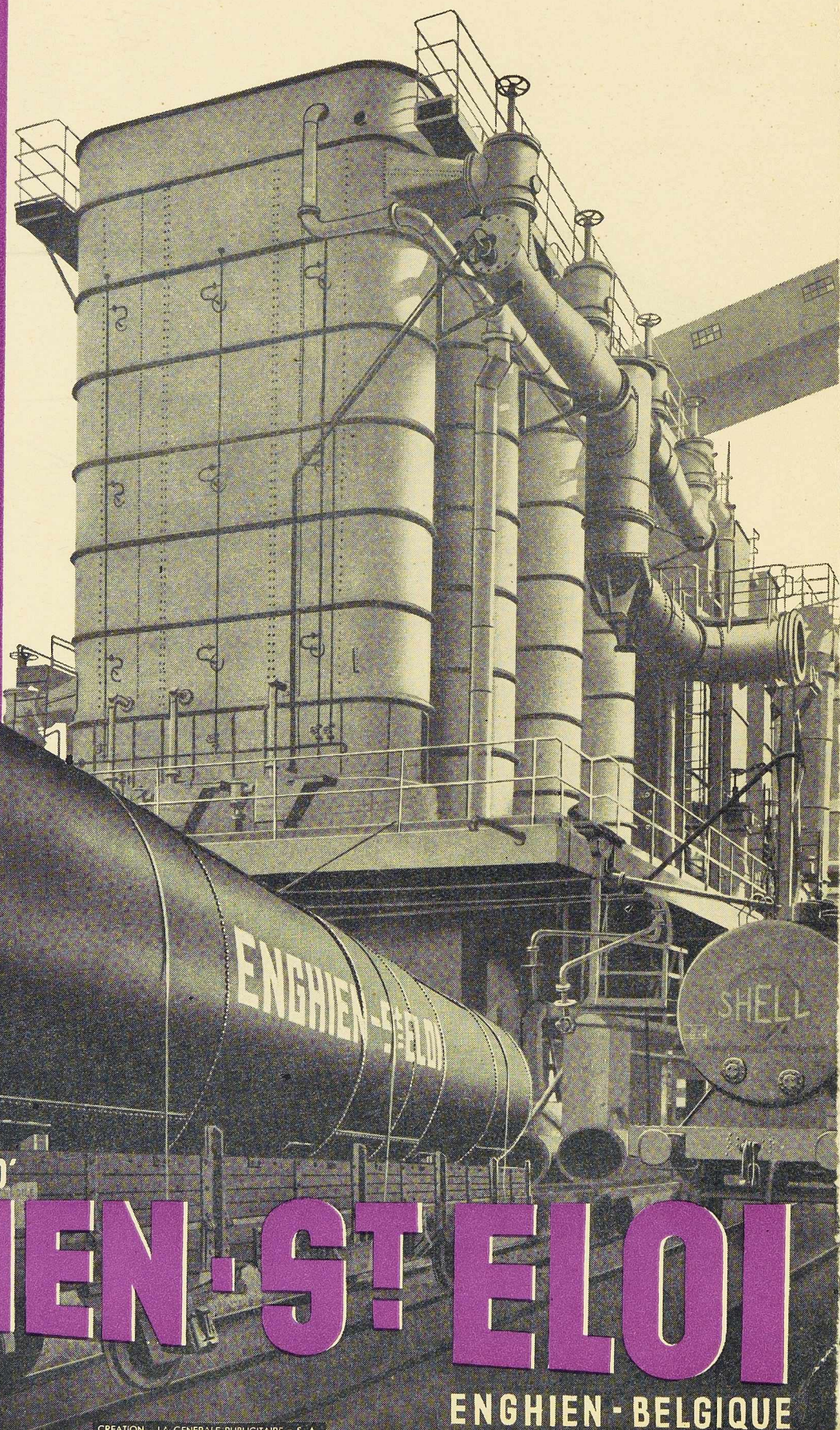
JANVIER 1952

Masson



CHAUDRONNERIE

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



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

ENGHIEN-ST ELOI

ENGHIEN - BELGIQUE

SAMBRE-ESCAUT

HEMIKSEM-BELGIUM

SCREWS

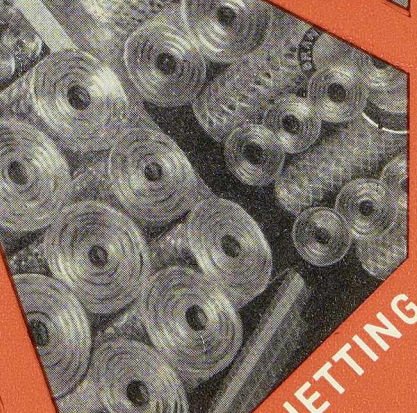
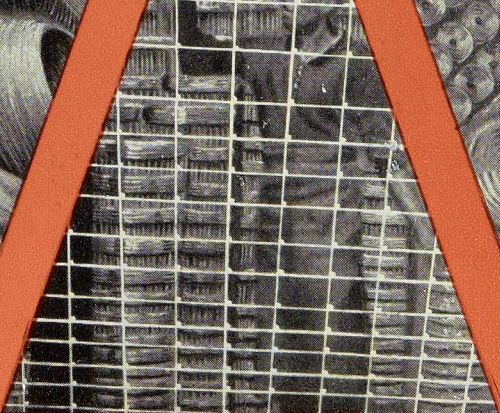
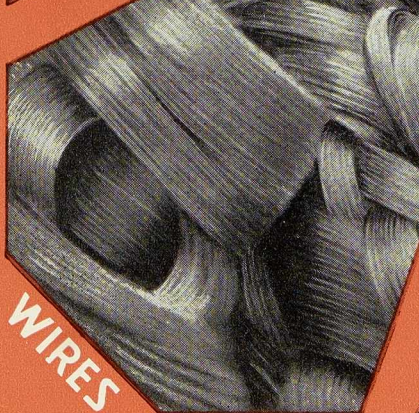
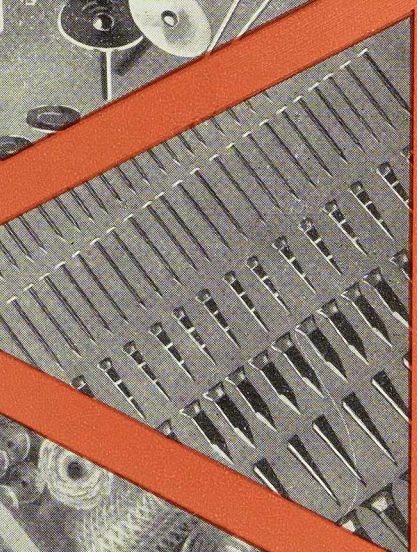
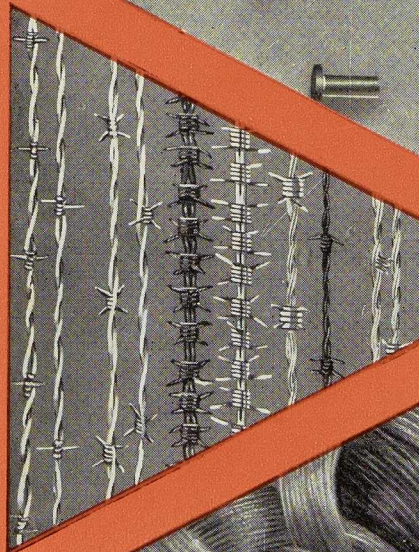
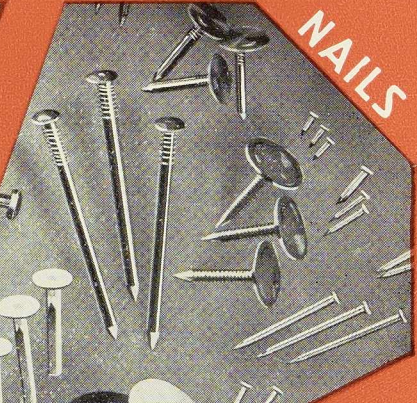
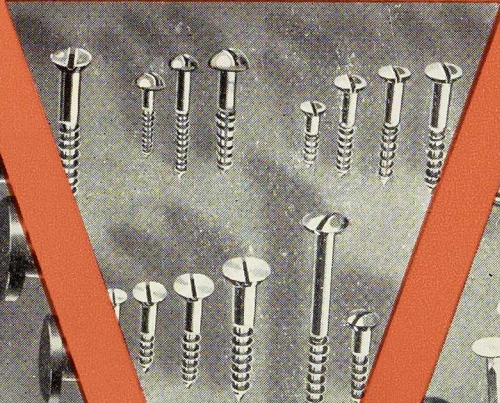
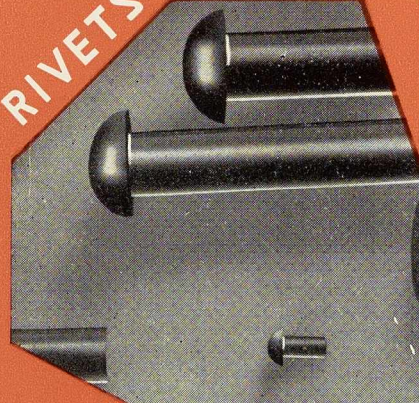
RIVETS

NAILS



BARBED WIRE

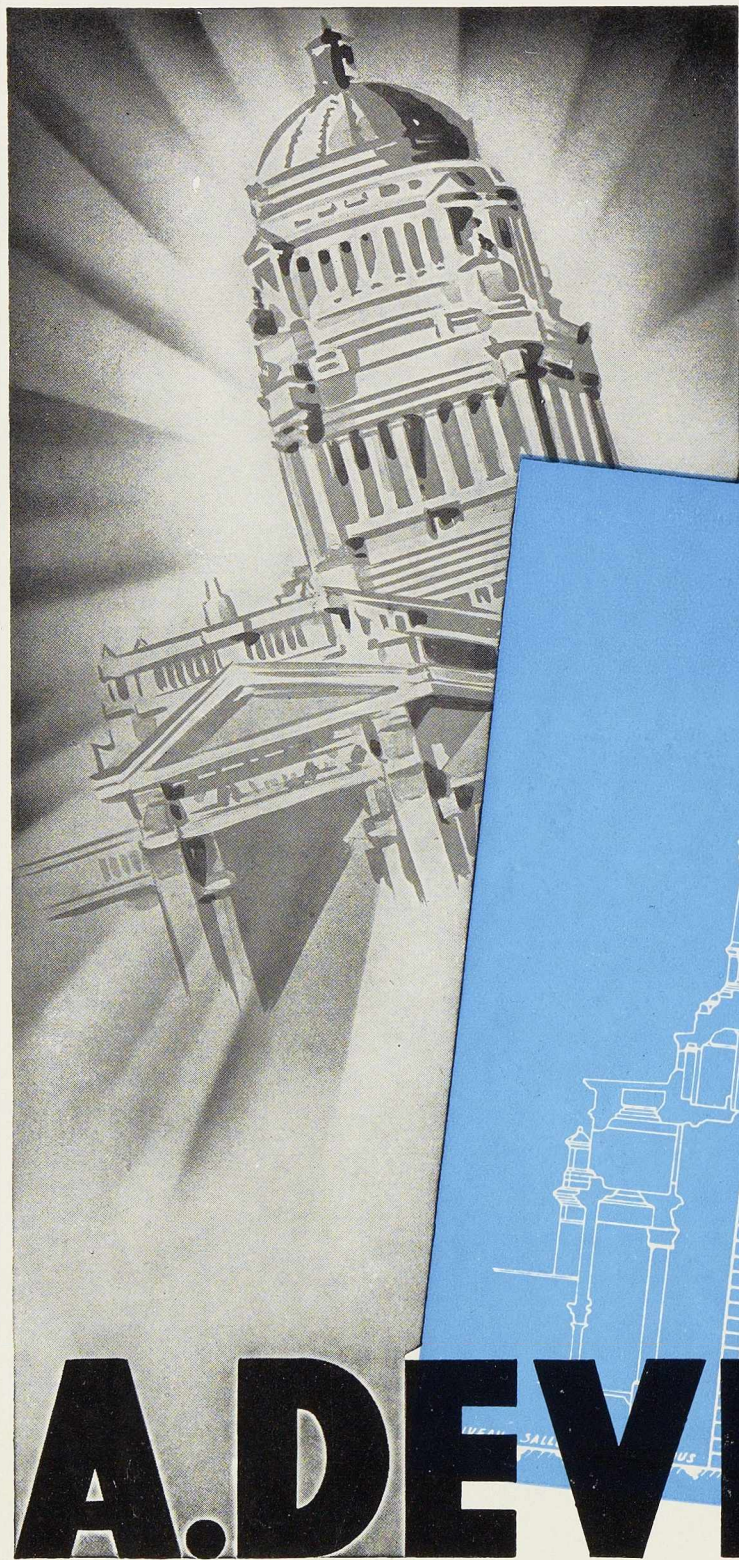
TACKS & HOBBS



WIRES

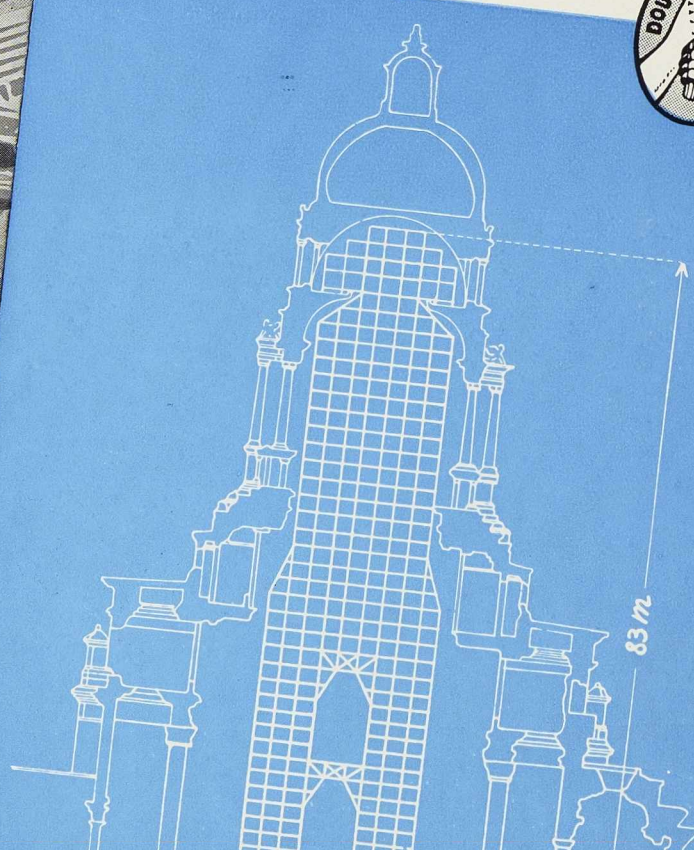
NETTING

WIRE FENCING



MATÉRIEL TUBULAIRE

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



19

A. DEVIS & C^{IE}

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

LES CRÉATIONS FRANCIS DE-LAMARE

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER
éditée par

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

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

17^e ANNÉE

N° 1

JANVIER 1952

S O M M A I R E

| | |
|---|----|
| Transformation d'anciennes petites voitures de tramways en voitures à « grande capacité », par Eug. Sibona | 1 |
| Transformation du Théâtre Royal des Galeries à Bruxelles par P. Moenaert | 6 |
| Construction d'un hangar d'aviation dans la région de Bordeaux, par G. A. Kreis | 9 |
| Toitures autoportantes en tôle, par W. Stadelmann | 15 |
| Recherches expérimentales sur la résistance au voilement de l'âme des poutres à âme pleine | 17 |
| Maisons coloniales, système Arcon | 19 |
| Les vannes à segments du barrage de Balgerhoeke | 22 |
| Les plus beaux ponts métalliques construits aux U.S.A. en 1950 | 24 |
| Le nouvel Hôtel de Ville d'Oslo, par Ivo Pannaggi | 26 |
| L'acier et ses applications | 28 |
| Compte rendu des travaux du « Building Research Congress », par V. Roisin | 29 |
| Centre Belge d'Etude de la Corrosion | 40 |
| Protection contre la corrosion et aciers faiblement alliés, par D. Bermane | 42 |
| CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois de novembre 1951. - La sidérurgie dans le monde. - 4 ^e Congrès International des Fabrications mécaniques. - Le prix d'architecture annuel Van de Ven 1952. - Symposium sur les essais au choc. - Conférences C. B. L. I. A. - Reconstruction d'ouvrages d'art à la S. N. C. B. - Echos et Nouvelles | 49 |
| BIBLIOTHÈQUE | 54 |
| BIBLIOGRAPHIE | 56 |

ABONNEMENTS 1952 (11 numéros) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 260,- ;

France et Union française : 2.400 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

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

Autres pays : 350 francs belges.

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

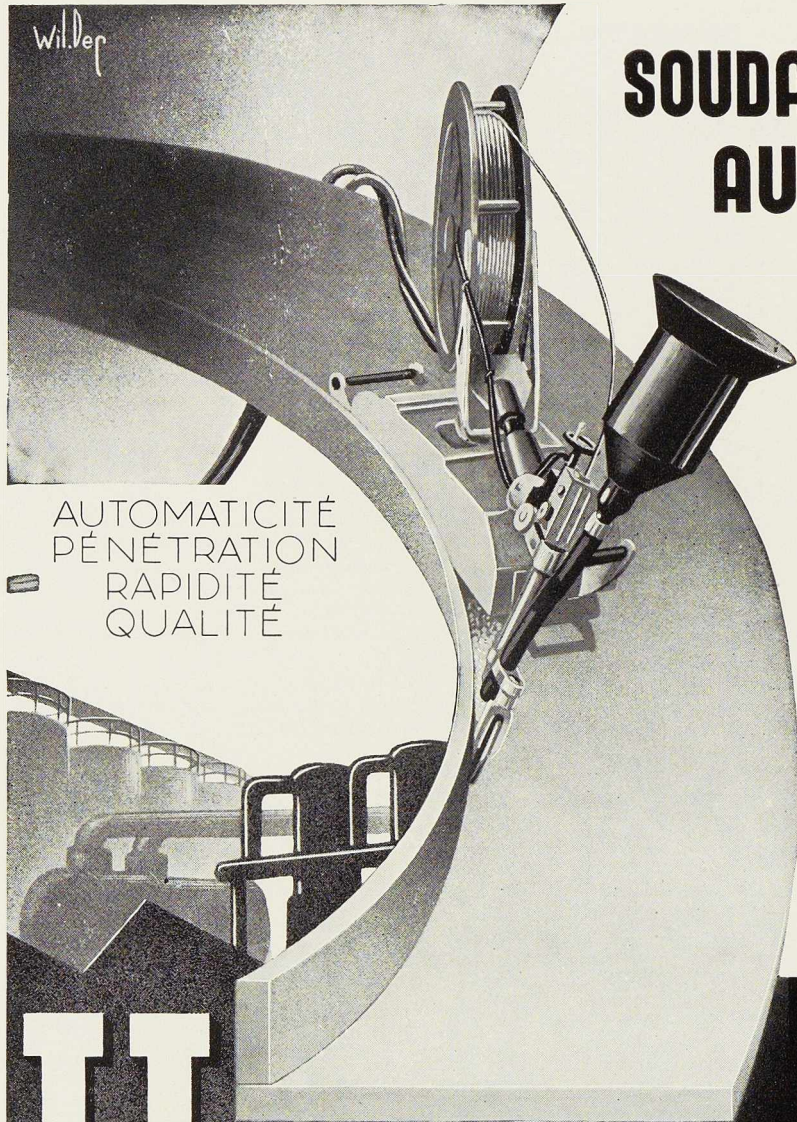
PRIX DU NUMÉRO :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 30,- ;
France : francs français 250,- ; autres pays : francs belges 40.-.

DROIT DE REPRODUCTION :

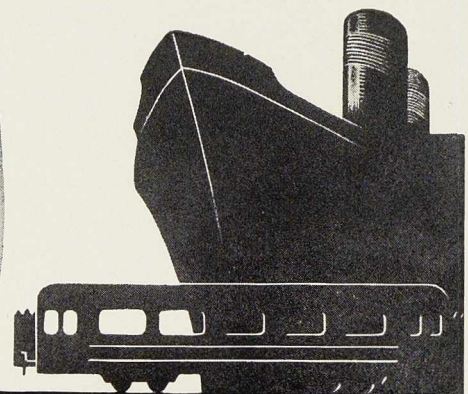
La reproduction de tout ou partie des articles ou des illustrations ne peut se faire qu'en citant **L'Ossature Métallique**.





SOUDAGE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE SOUS FLUX

AUTOMATICITÉ
PÉNÉTRATION
RAPIDITÉ
QUALITÉ



CONSTRUCTIONS NAVALES
CHAUDRONNERIE GÉNÉRALE
CHAUDIÈRES - RÉCIPIENTS
À PRESSION-TUYAUTERIES
MATÉRIEL DE CHEMIN DE FER
MÉCANIQUE - RECHARGEMENT

LE PROCÉDÉ UNIONMELT

S.A. FRANÇAISE "UNIONMELT"

REPRÉSENTANT EXCLUSIF POUR LA BELGIQUE, LE GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG ET LE CONGO BELGE

L'AIR LIQUIDE S.A. LIÈGE · 31, QUAI ORBAN · TÉL. 665.55

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

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

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

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

Vice-Président :

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

Administrateur-Conseil :

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

Membres :

M. Justin BAUGNEE, Directeur Général Adjoint de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence,
M. Oscar BIHET, Administrateur des Usines à Tubes de la Meuse, S. A., Administrateur-Délégué de Utema, S. C. R. L., Léopoldville.
M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{ie}, Délégué

de la Chambre Syndicale des Marchands de fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique;

M. Jean DRIESEN, Directeur Général-Adjoint de la S. A. John Cockerill,

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

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

M. Charles MOUTON, Secrétaire Général du Bureau d'Etudes Industrielles F. Courtoy, S. A.;

M. Louis NOBELS, Président et Administrateur Délégué des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman,

M. Henri NOEZ, Administrateur-Délégué de la Fabrique de Fer de Charleroi;

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

M. Arthur SCHMITZ, Conseiller de la S. A. d'Ougrée-Marihaye.

Directeur :

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

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., 60, rue d'Harscamp, Liège.
Usines Gilson, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
Usines E. Henricot, S. A., Court-Saint-Etienne.
Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

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

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 39, rue Métropole, Schooten
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
Emailleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.
Usines Gilson, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.
Usines de Moncheret, à Acoz, Division de la S. A. des Aciéries et Minières de la Sambre.
Laminoirs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-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., 147, boulevard de la 11^e Armée Britannique, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

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

ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.
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., St-Michel-lez-Bruges.
S. A. Anciennes Usines Canon-Légrand, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.
Chaurobel, S. A., à Huyssinghen.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
La Construction Soudée, S. A., 64, av. Rittweger, Haren.
« Cribla », S. A., 31, rue du Lombard, Bruxelles.
Cie Centrale de Construction, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Les Ateliers De Meestere Frères, Heule-lez-Courtrai.
Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.
Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.
Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est, S. A., Marchienne-au-Pont.
S. A. des Ateliers de Construction Flamencourt et Cie, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest.
Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 52, rue des Gloires Nationales, Auvelais.
L'Industrielle Boraine, S. A., Quiévrain.
Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes.
S. A. Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse.
Ateliers de Construction J. Kihn, Rumelange (G.-D.).
S. A. des Ateliers de La Louvière-Bouvy, La Louvière.
Usines Lauffer Frères, S. P. R. L., Hermalle s./Argenteau.
Leemans L. et Fils, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.
Macsima, S. A., Bouffioulx-lez-Châtelaineau.
Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, Malines.
La Manutention Automatique, S. A., Machelen.
Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.
Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.
Ateliers Sainte-Barbe, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.
Chaudronnerie A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.
At. Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.
Etablissements D. Steyaert-Heene, à Eecloo.
Ateliers du Thiriau, S. A., La Croÿère.
S. A. Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont.
Le Titan Anversois, S. A., à Hoboken.
Compagnie Belge des Freins Westinghouse, S. A., 105, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.
S. A. Ateliers de Construction de Willebroek.
S. A. Anc. Et. Paul Würth, Luxembourg.
Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

MENUISERIE MÉTALLIQUE

Chamebel, S. A., ch. de Louvain, Vilvorde.
Maison Desoer, S. A. (meubles métalliques ACIOR), 17-21, rue S^{te}-Véronique, Liège; 16, rue des Boiteux, Bruxelles.
« Soméba », S. A., rue Lecat, La Louvière.
Ateliers Vanderplanck, S. A., Fayt-lez-Manage.

SOUDEURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

Electromécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.
ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.
Philips, S. A., 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles.
L'Air Liquide, S. A., 31, quai Orban, Liège.
La Soudure Electrique Autogène « Arcos », S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Bruxelles.
L'Oxydrique Internationale, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.
Soudométal, S. A., 83, chaussée de Ruysbroeck, Forest.

COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Columeta (Comptoir Métal. Luxemb.), S. A., Luxembourg.
Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.
Gilsoco, S. A., La Louvière.
Société Commerciale de Sidérurgie, SIDERUR, 1A, rue du Bastion, Bruxelles.

Sybelac, S. C., 16, place Rogier, Bruxelles.
Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst réunis, à Mortsel-lez-Anvers.
P. et M. Cassart, 120-124, avenue du Port, Bruxelles.
Alexandre Devis et Cie, 43, rue Masui, Bruxelles.
Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, Anvers.
Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.
Etablissements Jouret, S. P. R. L., Pont-à-Celles-Luttre.
J. Libouton & Cie, S. A., 27, rue Léopold, Charleroi.
Fers et Aciers Pante et Masquelier, S. A., 30, rue du Limbourg, Gand.
Peeters Frères, 10, Marché-au-Poisson, Louvain.
Util, s. p. r. l., 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.

Collectivement :

Groupeement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 10, rue du Midi, Bruxelles.
Chambre Syndicale des Marchands de fer, 10, rue du Midi, Bruxelles.

MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

S. A. des Aciers Alexis, 19, rue de Fragnée, Liège.
La Belgo-Luxembourgeoise, S. A., 11, quai du Commerce, Bruxelles.
Aciers Bungert, S. A., 141-143, chaussée de Mons, Bruxelles.
Jos. Bol, 86, rue Emile Féron, Bruxelles.
Maison Courard & Co, 9-11, place des Déportés, Liège.
Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.
Ets Moréa et Nahon, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.
Wauters Frères, 23, rue de Liverpool, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Etudes Léon-Marcel Chapeaux, S. A., 54, rue du Pépin, Bruxelles.
Bureaux d'Etudes Industrielles Fernand Courtoy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.
M. René Leboutte, ing. tech. I. G. Lg., 105, boulevard Emile de Laveleye, Liège.
MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstael, Bruxelles.
Multifer Grisard (Systèmes brevetés de const. mét.) - S. A. Magifer Grisard, 199, avenue Louise, Bruxelles.
Robert et Musette, S. A., 59, rue de Namur, Bruxelles.
Bureau d'Etudes Ir. J. Ronsse, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.
M. J. F. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U. I. Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.
MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 15, rue Guimard, Bruxelles.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

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

DIVERS

Institut Belge des Hautes Pressions, 38, Pl. des Carabiniers, Bruxelles.
Société Métallurgique des Procédés Warnant, S. A., 71, rue Royale, Bruxelles.

MEMBRES INDIVIDUELS

M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, Mayfair, 381, avenue Louise, Bruxelles.
M. Marcel François, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.
M. Léon G. Rucquoi, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxembourg 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

SOCIÉTÉS COLONIALES

Chantier Naval et Industriel du Congo « Chanic », 2, place du Luxembourg, Bruxelles.
Cobega, 14, avenue Valcke, Léopoldville.
Congofer, 6c, avenue du Kasai, Léopoldville.
Etablissements Jouret, 17, avenue Olsen, Léopoldville.
Métalco, Menuiseries Métalliques, B. P., 448, Léopoldville.
Société Coloniale de la Tôle, S. C. R. L., 22, rue de la Loi, Bruxelles.
Utéma, S. C. R. L., Building Forescom. B. P. 444, Léopoldville.

SOCIÉTÉ ANONYME

BAUME & MARPENT

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



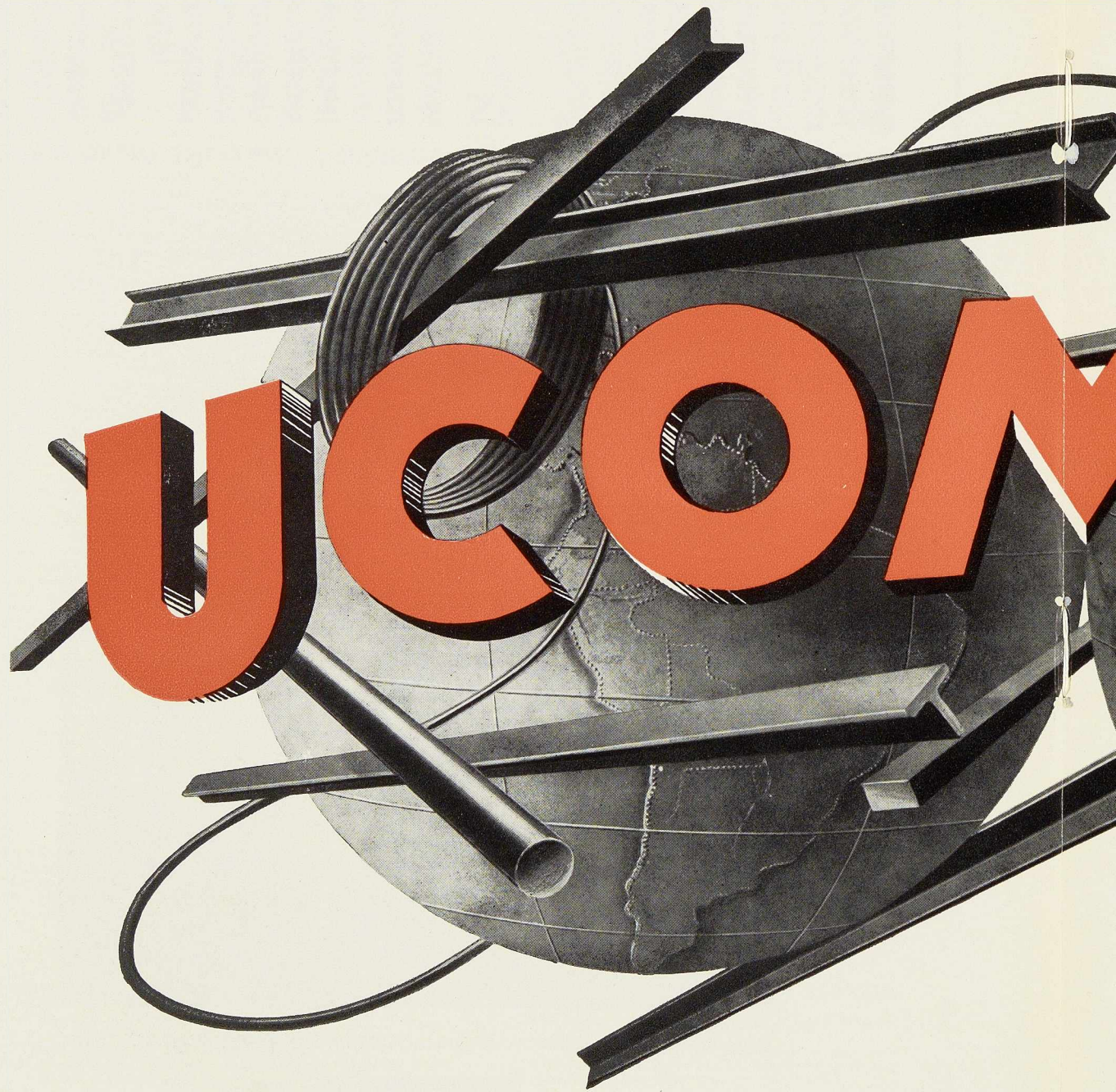
CHEVALEMENT DE MINE - CHARBONNAGE DE LA S. A. MARIEMONT-BASCOUP

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



VOITURES ET WAGONS
AUTORAILS ET AUTOMO-
TRICES — LOCOMOTIVES
ÉLECTRIQUES

TOUS PRODUITS M

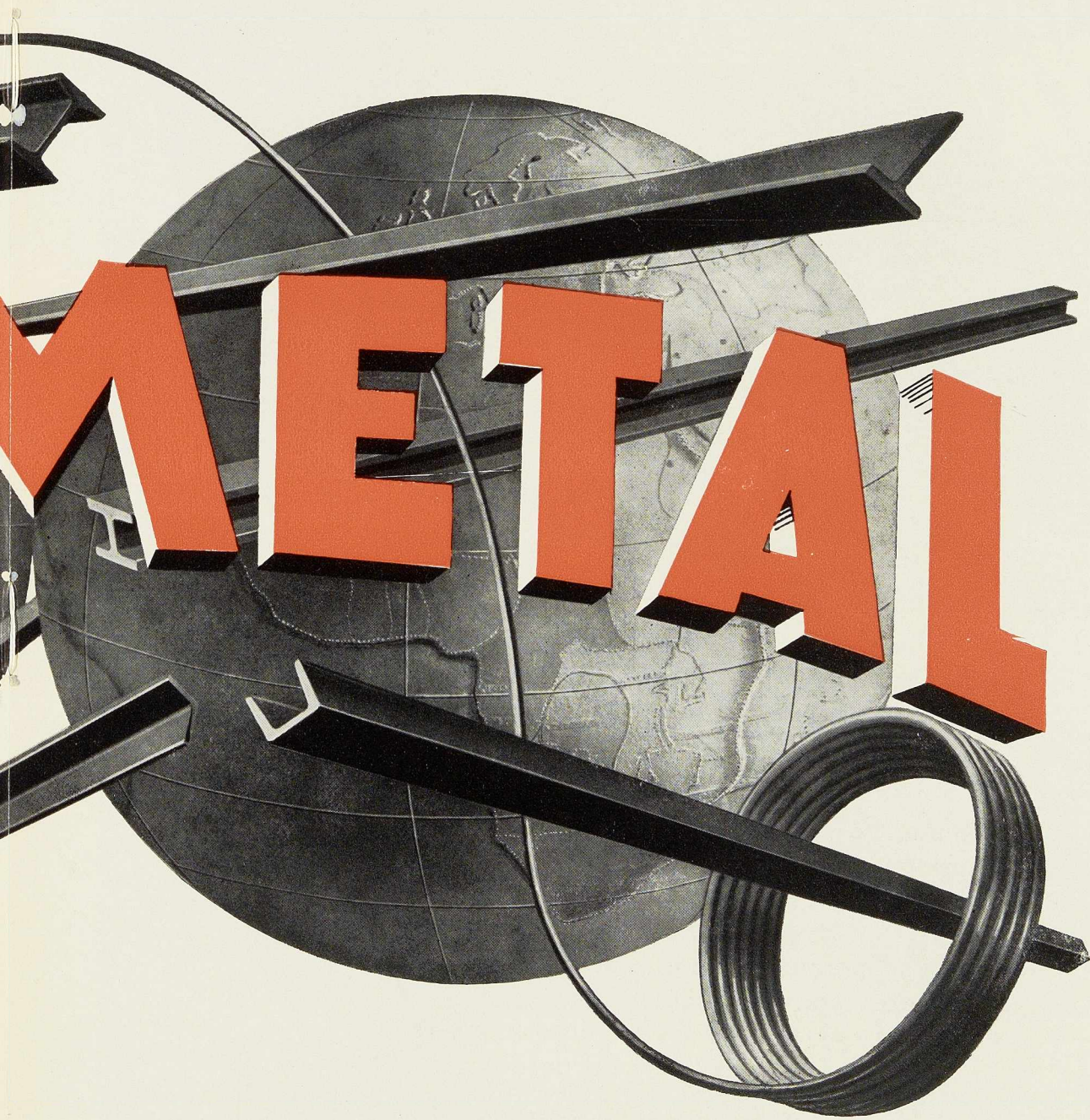


24 RUE RO
BRUXEL

COCKERILL - PROVIDENCE

C.G.P.I.

MÉTALLURGIQUES



ROYALE
ELLES

CE - SAMBRE & MOSELLE

CONTACT 18



SOUUDURE EN TOUTE POSITION

Réalisation de joints bout à bout d'une poutre composée.
D'une hauteur d'âme de 500 mm, elle est soudée en position verticale descendante au moyen de l'électrode CONTACT 18.

À noter, l'évidement dans l'âme permettant une exécution saine des soudures d'âme et de semelle et évitant les superpositions de cordons.

Demandez notre catalogue
et notre dépliant R. I. 1120



PHILIPS

**DIVISION TECHNIQUE
ET INDUSTRIELLE**

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

MATHY
graphic



DOUGREE-MARIHAYE



exporte **DANS LE MONDE ENTIER**

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

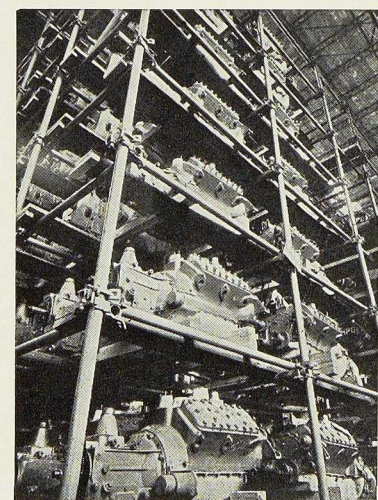
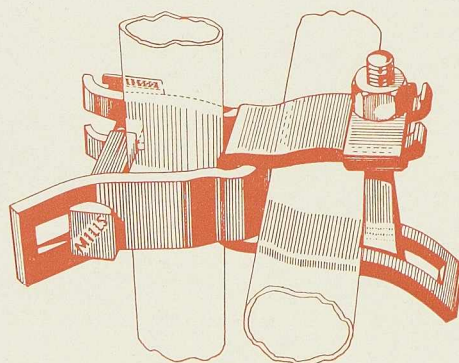
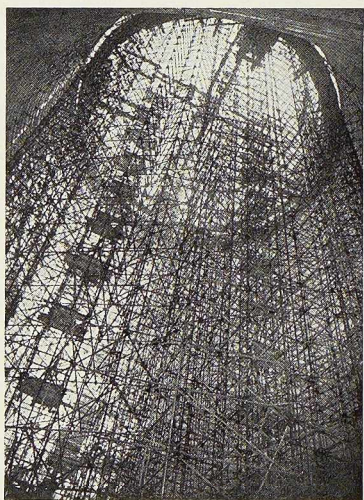
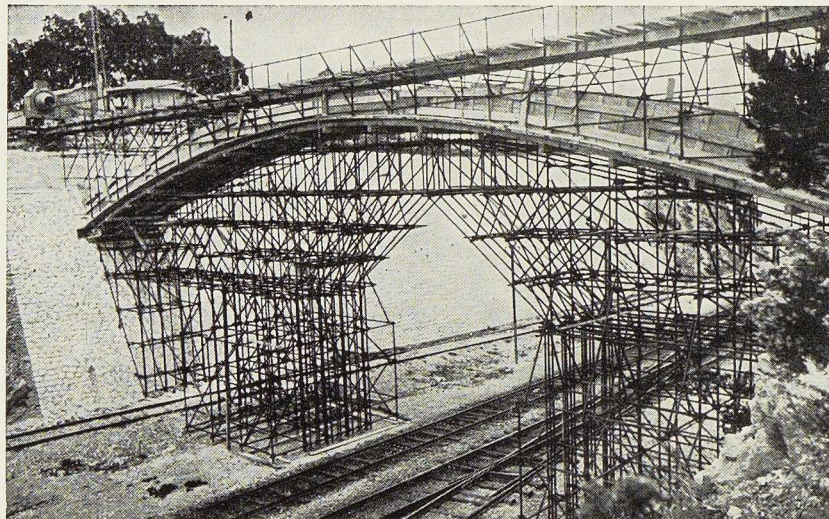
Organisme de Vente : SIDÉRUR, 1^a, rue du Bastion, Bruxelles (Belgique)

ECHAFAUDAGES TUBULAIRES

MILLS

V E N T E

LOCATION



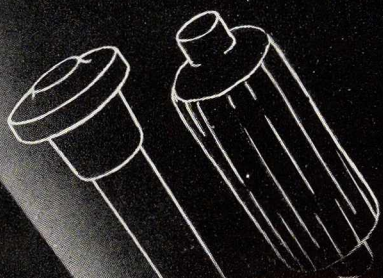
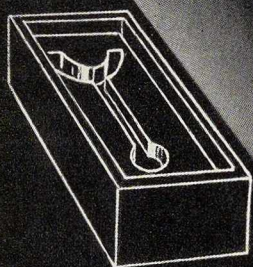
PRODUITS MÉTALLURGIQUES

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

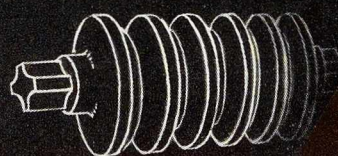
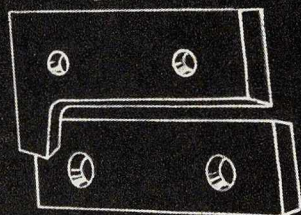
120-124, AVENUE DU PORT
4-6, QUAI DES CHARBONNAGES
200, RUE DE LA SOIERIE, FOREST
(Coin rue Emile Pathé)

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

§

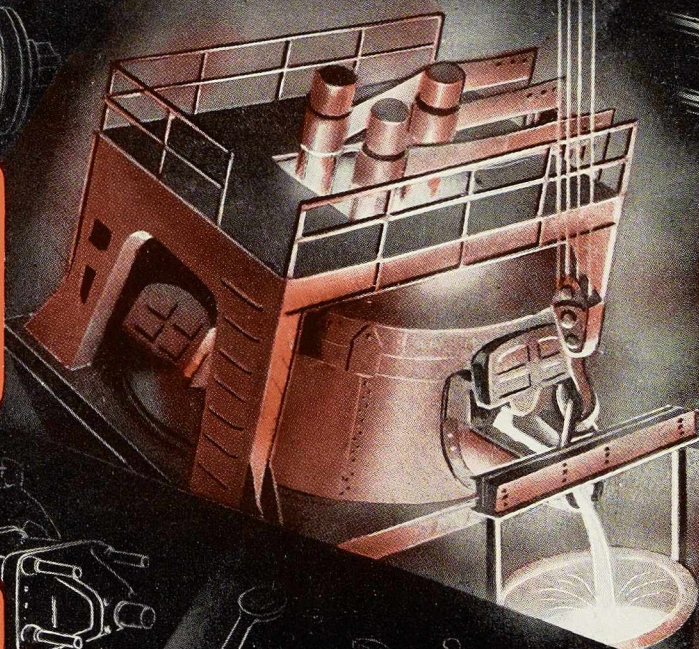


Tous les aciers spéciaux de construction et d'outillages laminés ou forgés. Traitement thermique moderne.



Blocs pour matrices de forge, estampage et injection de plastiques. Lames de cisaille à chaud et à froid. Cylindres de laminoirs à chaud et à froid en acier spécial forgé et traité fournis sur demande avec tables et tourillons rectifiés.

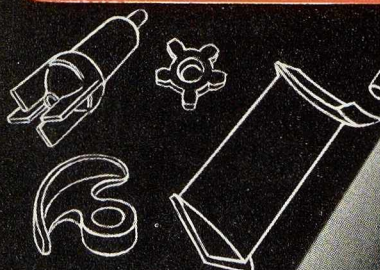
RONDS RECTIFIÉS en toutes nuances de 5 à 115 mm de Ø. Barres livrées parfaitement polies dans les conditions de précision désirées par le client.



Fonderie de haute précision. **PRECIMETAL**

Toutes pièces petites et moyennes en acier de construction, en acier inoxydable, réfractaire, de coupe, etc. réalisées directement à des tolérances très faibles et dans des conditions de fini parfaites.

Boulonnerie de précision. Pièces tournées, décolletées, rectifiées. Traitement thermique Cémentation



DYNASTEEL

Outillages à main de haute qualité en acier au chrome-vanadium traité, marque DYNASTEEL.

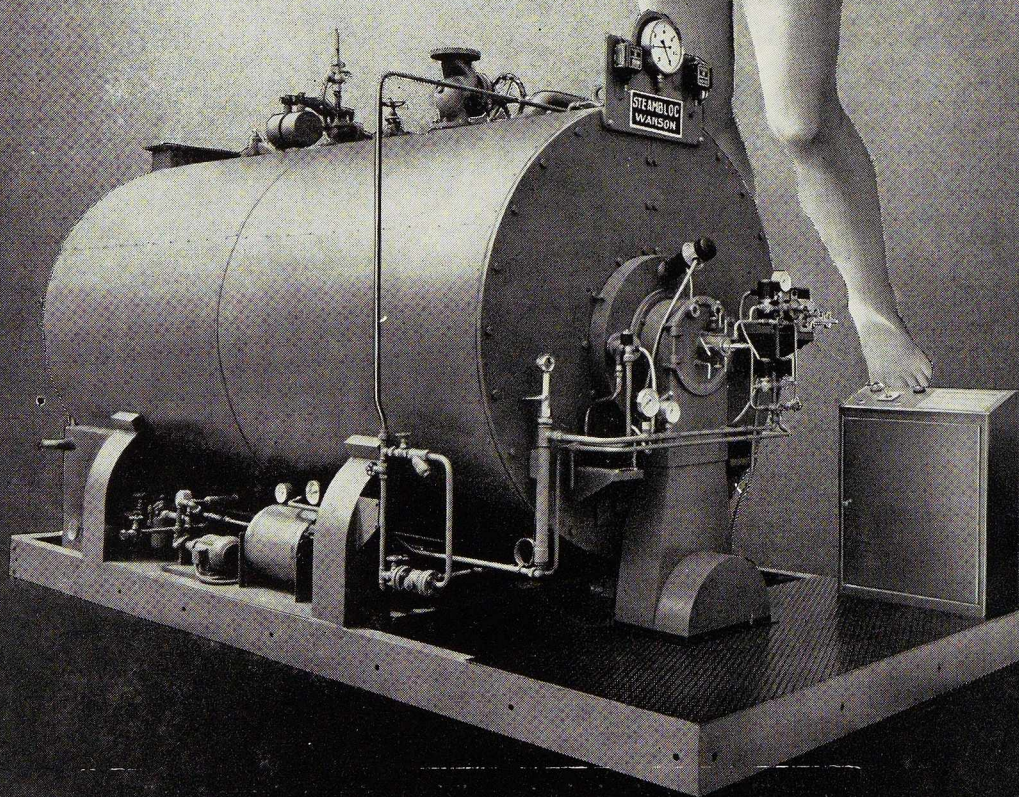


S.A. DES USINES GILSON

LA CROYÈRE (BELGIQUE)

ΣΤΕΑΜΒΛΟC

ligne parfaite



WANSON S. A. • BRUXELLES (Haren)

LES CREATIONS FRANCIS DELAMARE

ARCOS

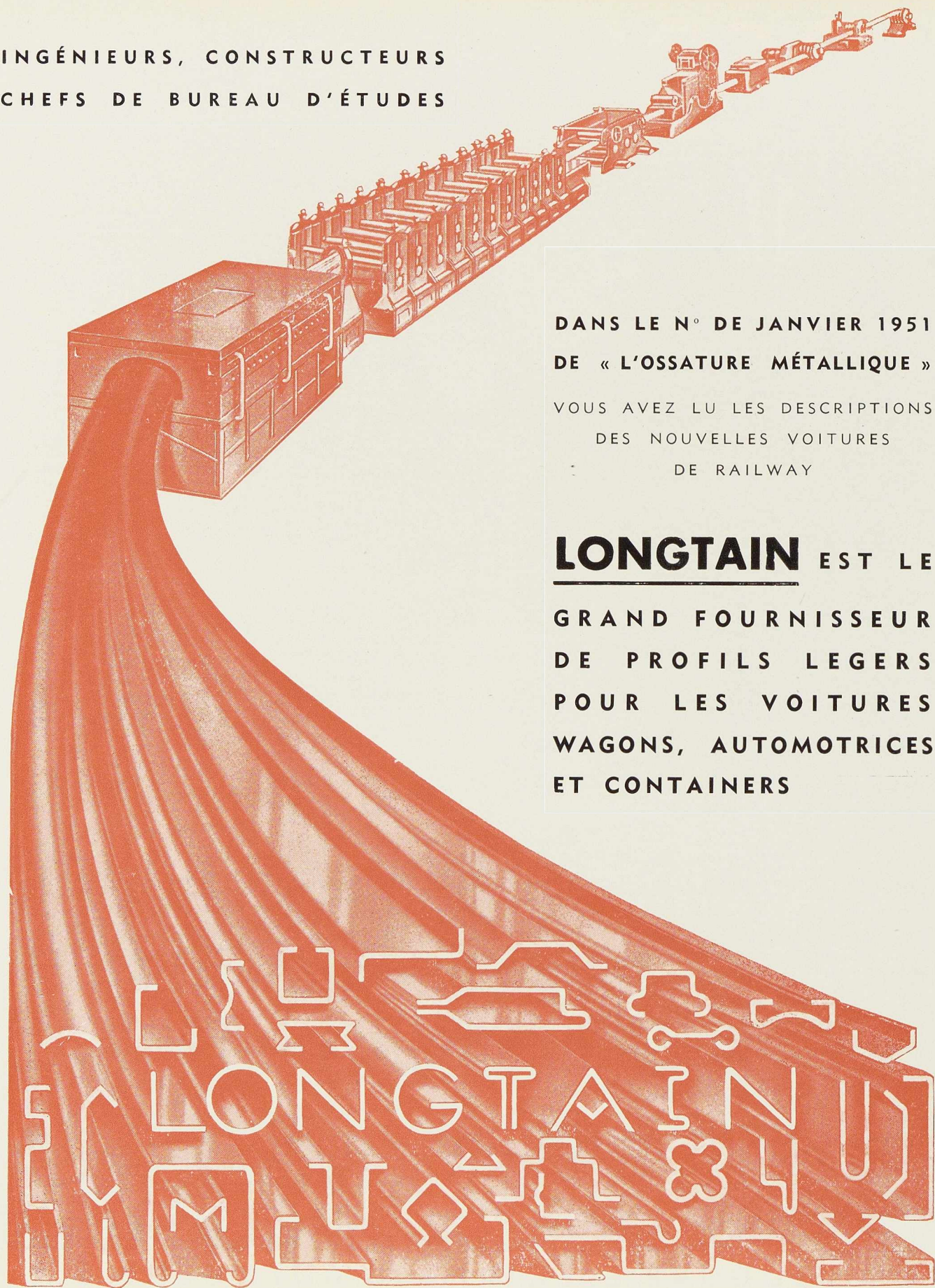


FONDÉ EN 1920

*Électrodes pour soudage à l'arc
Découpage oxyélectrique :
ARCOS OXYARC
Métaux d'apport
pour soudage au chalumeau
Transformateurs et groupes
Outillage pour soudeurs*

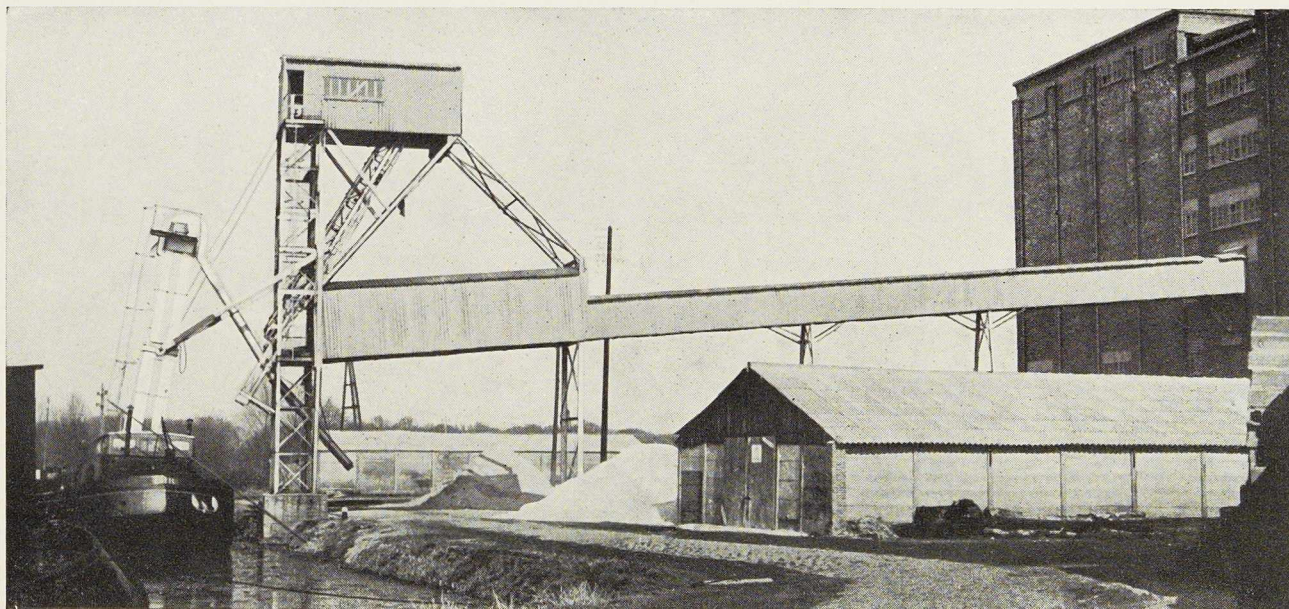
LA SOUDURE ÉLECTRIQUE AUTOGÈNE, S. A.
58-62, RUE DES DEUX GARES — TÉLÉPHONE 21.01.65 — BRUXELLES

INGÉNIEURS, CONSTRUCTEURS
CHEFS DE BUREAU D'ÉTUDES



DANS LE N° DE JANVIER 1951
DE « L'OSSATURE MÉTALLIQUE »
VOUS AVEZ LU LES DESCRIPTIONS
DES NOUVELLES VOITURES
DE RAILWAY

LONGTAIN EST LE
GRAND FOURNISSEUR
DE PROFILS LEGERS
POUR LES VOITURES
WAGONS, AUTOMOTRICES
ET CONTAINERS



Installation mixte de déchargement de bateaux pour céréales, charbon, sacs, colis divers, etc.
A l'intérieur du bâtiment, installation complète de stockage et de reprise au stock.

Plus de 25 années de spécialisation
en manutention

LA MANUTENTION AUTOMATIQUE

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

Tél. : Bruxelles 15.38.34



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

CATALOGUE DE 150 PAGES SUR DEMANDE

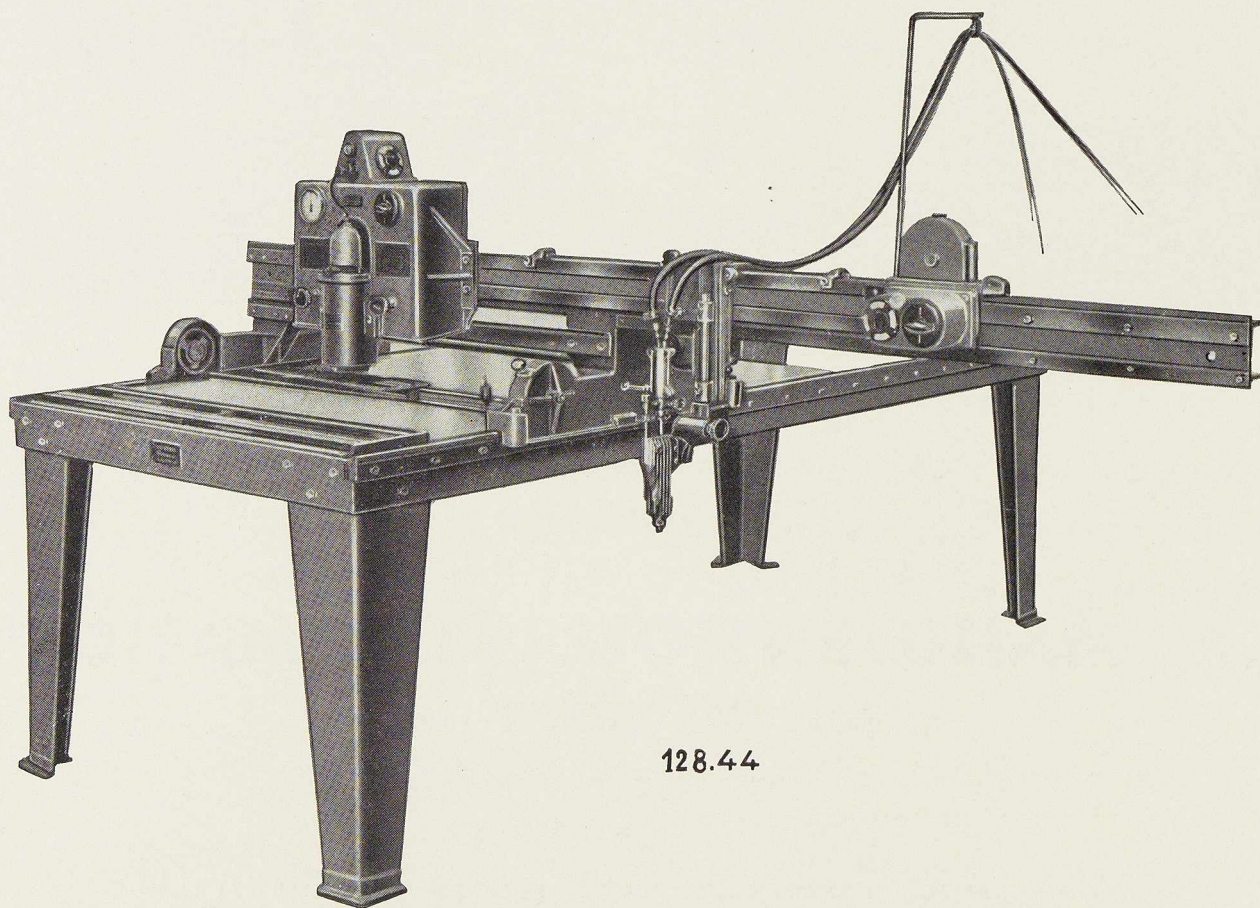


AGENT POUR LA HOLLANDE : M. J. W. KLEINHOUT, 7, ZAAANMARKSTRAAT, BRED.

AGENT POUR LE CONGO : SOCIÉTÉ AFRICONGO, BOÎTE POSTALE 345, LÉOPOLDVILLE

*Les temps "morts"
sont réduits au minimum avec*

« SECTOMATIC »



128.44

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

**L'OXHYDRIQUE
INTERNATIONALE**

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



S.A. MÉTALLURGIQUE D'

ESPÉRANCE LONGDOZ

*Tôles fines et moyennes
laminées à chaud
feuilles ou bobines*

*Tôles fines laminées à froid
feuilles ou bobines*

*Feuillards à chaud
Feuillards à froid*

*Tôles galvanisées
planes et ondulées*



60, rue d'Harscamp, LIÈGE - Tél. 43.74.68

VOICI AU MARCHÉ BELGE

La Cyanamide de Plomb DK 825

Le Pigment antirouille renommé
et économique à base de plomb

AVANTAGES DE LA COULEUR PRÊTE À L'EMPLOI :

1. Faible poids spécifique, donc rendement très élevé, facilité accrue d'application au pinceau et au pistolet.
2. Aucun dépôt ou épaissement, donc aucune perte matérielle et durée de stockage indéfinie.
3. Rendement maximum entraînant de sérieuses économies de main-d'œuvre et de matières premières.
4. Protection antirouille exceptionnelle, grâce à l'action basique durable du pigment.
5. Convient particulièrement pour couches de fond et aussi pour couches de finition.
6. Excellente compatibilité avec l'huile de lin et de nombreux autres liants.

Eprouvé à fond depuis plus de 15 ans

Pour documentation, échantillons, renseignements techniques,
s'adresser à :

**COMPAGNIE BELGO-CONTINENTALE DES MINERAIS,
MÉTAUX & PRODUITS CHIMIQUES, S. A.**

Département : Produits Chimiques

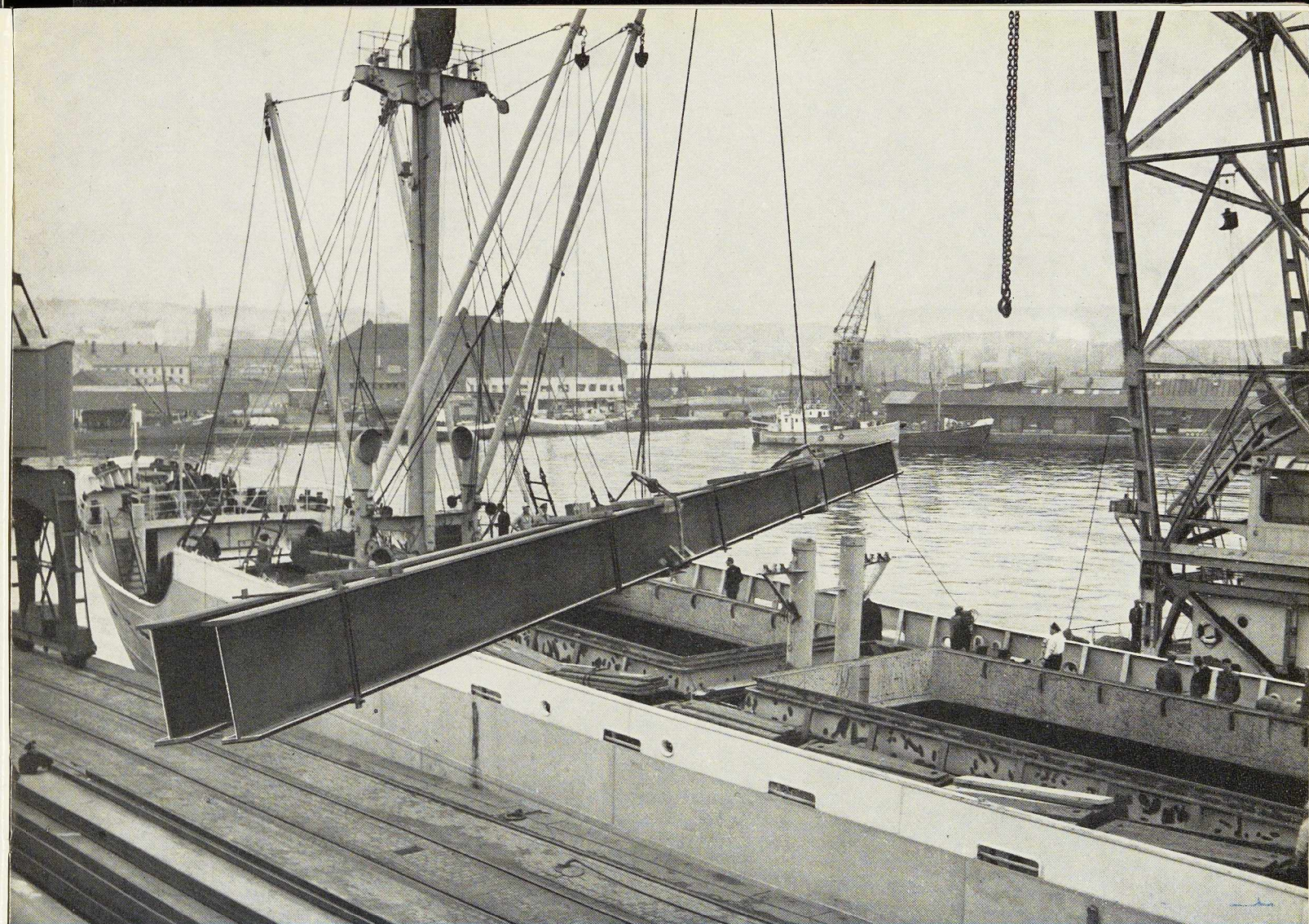


36, RUE D'ARGENT, BRUXELLES
Tél. : 17.59.16 ou 17.59.36

Organisation de vente pour la Belgique et le Grand-Duché de Luxembourg.

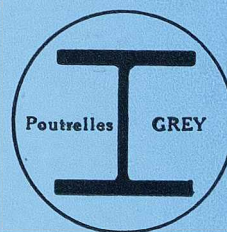
FABRICANT :

DUISBURGER KUPFERHUETTE, DUISBURG (ALLEMAGNE)



Oslo : débarquement de poutrelles 100 DIN de 34 m.

POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE



Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

DAVUM S. A.

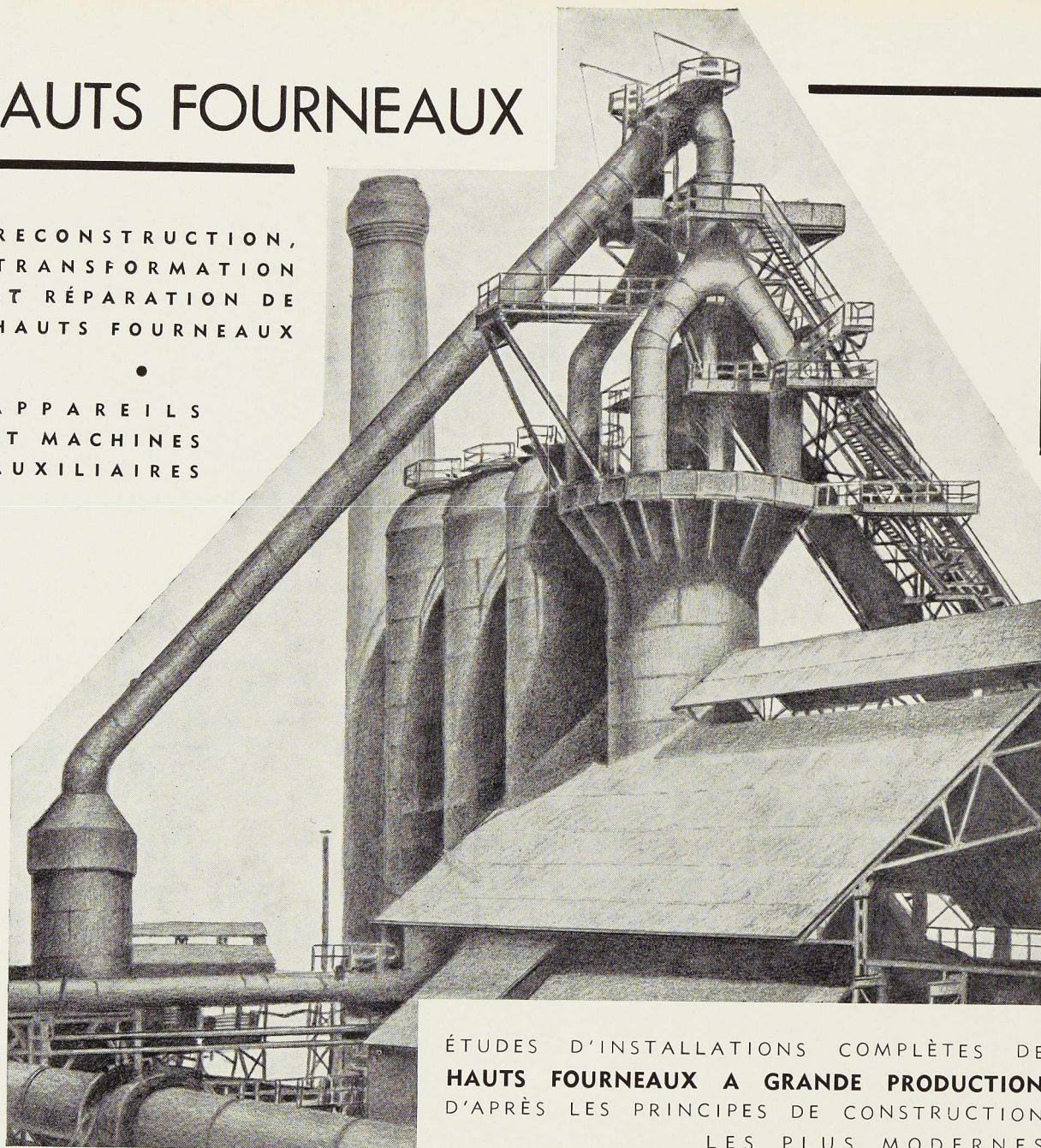
22, RUE DES TANNEURS, ANVERS

Téléphone : 32.99.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport

HAUTS FOURNEAUX

RECONSTRUCTION,
TRANSFORMATION
ET RÉPARATION DE
HAUTS FOURNEAUX

•
APPAREILS
ET MACHINES
AUXILIAIRES



ÉTUDES D'INSTALLATIONS COMPLÈTES DE
HAUTS FOURNEAUX A GRANDE PRODUCTION
D'APRÈS LES PRINCIPES DE CONSTRUCTION
LES PLUS MODERNES

S.A.
DES

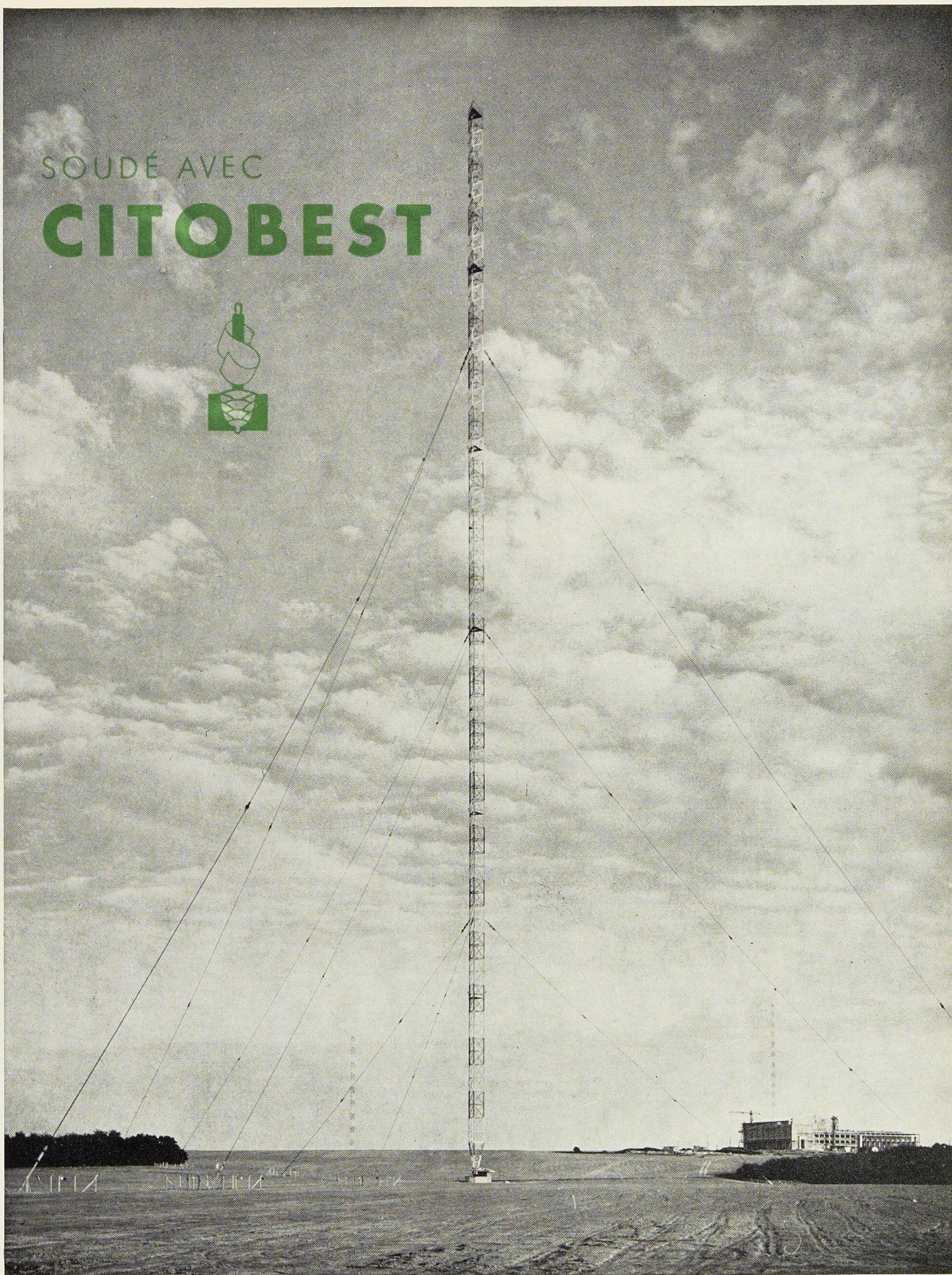
ANCIENS ETABLISSEMENTS

PAUL WURTH

LUXEMBOURG

TÉLÉPHONE . 23.22 - 23.23 - 65.92. ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : PEWECO-LUXEMBOURG

SOUDÉ AVEC
CITOBEST



SOUDOMETAL S. A.

83, CHAUSSÉE DE RUYSBROECK
FOREST-BRUXELLES - Tél. 43.45.65, 44.09.02



TYPE BELVAL Z
PALPLANCHES ONDULÉES

PALPLANC

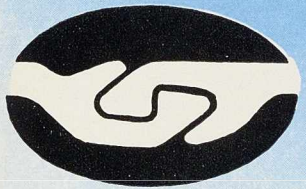
TYPE BELVAL P
PALPLANCHES PLATES

POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:

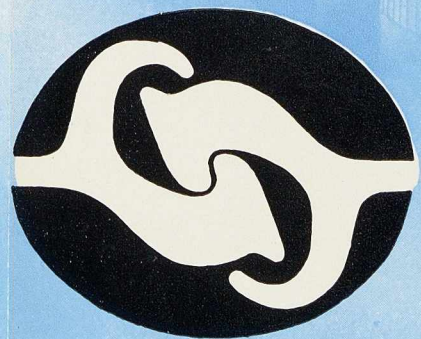
POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE

BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE



CHES ARBED-BELVAL



COLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG

CHAMEBEL S.A.

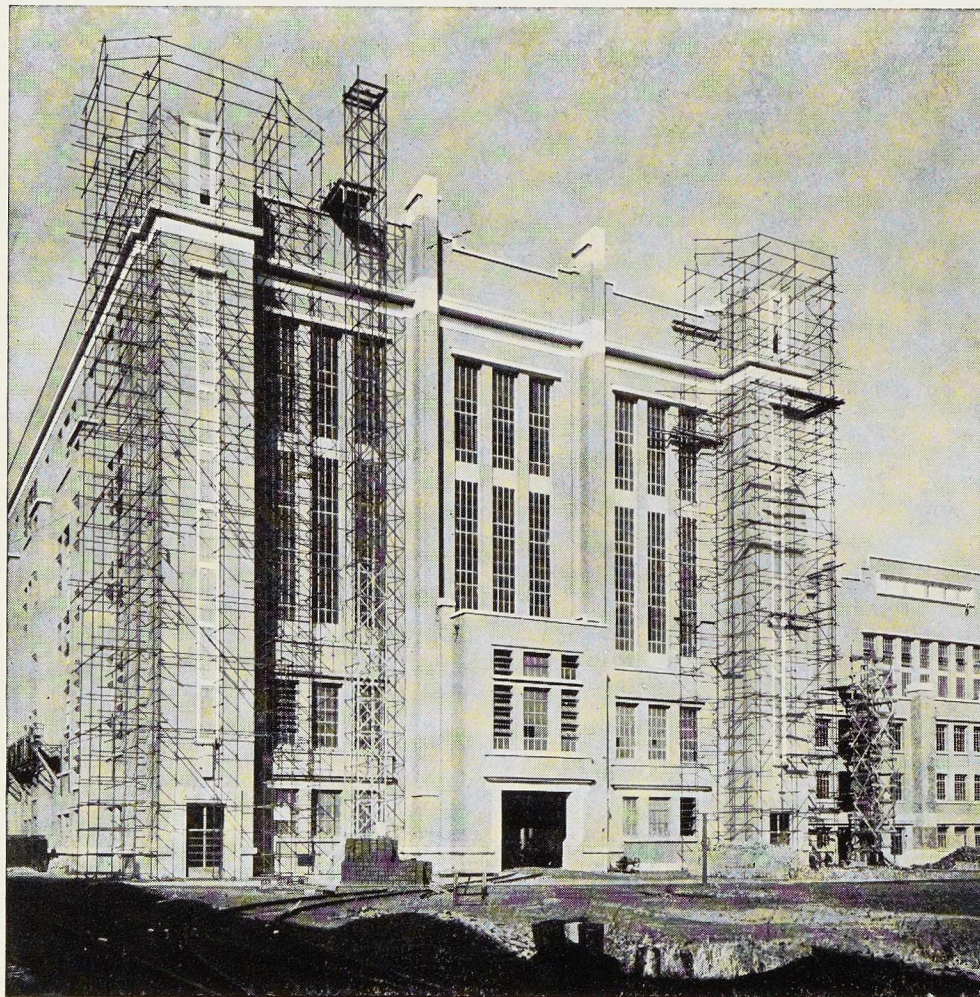
VILVORDE

Centrale électrique
de Droogenbosch,
architecte

M. DHUICQUE

Vue de l'extension
de la Centrale N° 2.
La partie ancienne de
cette Centrale est éga-
lement équipée en-
tièrement de châssis

CHAMEBEL



*encore une référence de plus
la qualité toujours la qualité*



Usines à Vilvorde
Tél.: 15.84.24
15.99.20

Bureaux à Bruxelles
27, rue Royale
Tél.: 17.47.40
17.21.81



MALEVEZ + DELENNE

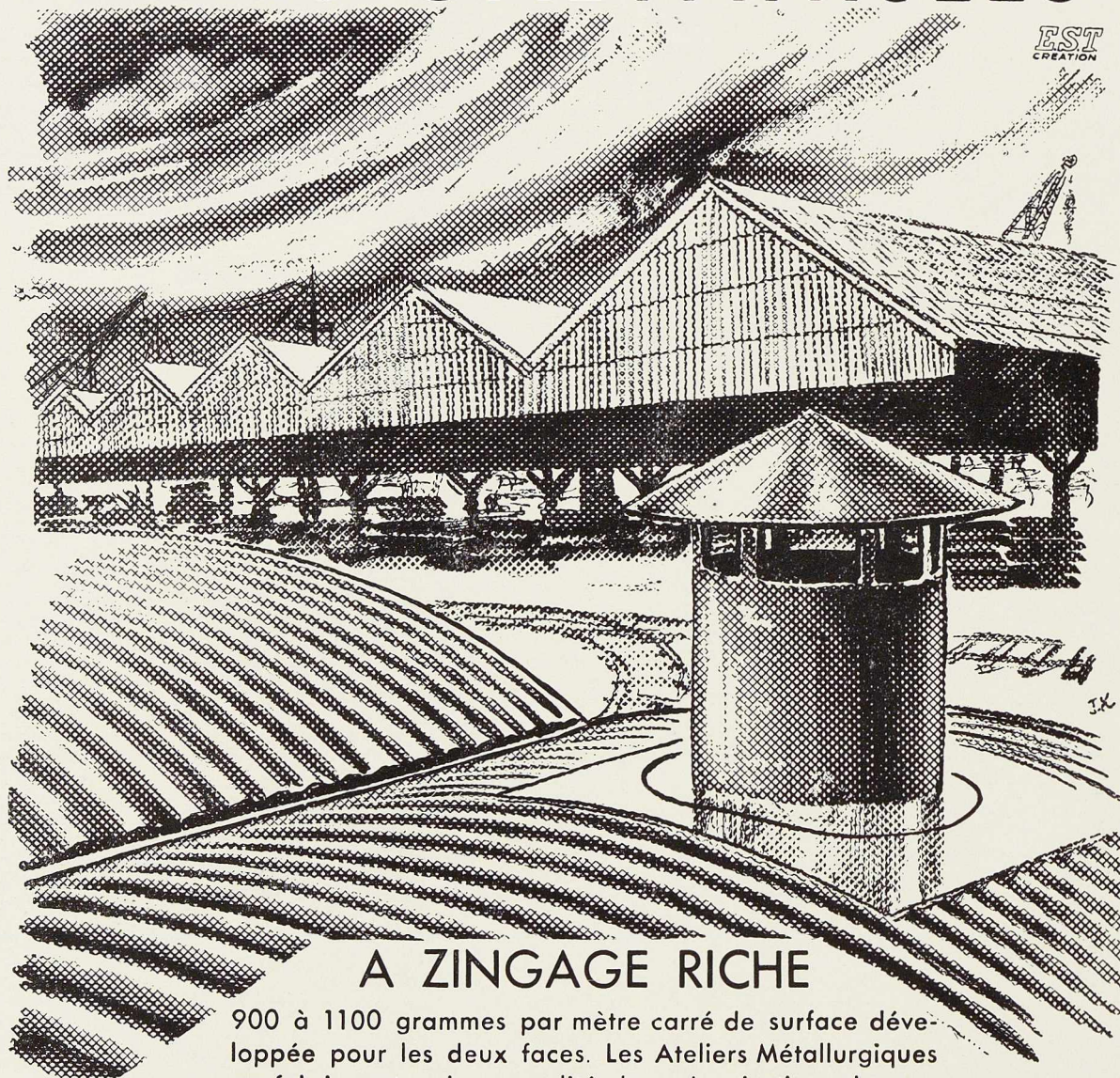
SOC.AN.

**CONSTRUIT ET MONTÉ PAR LA
L.LEEMANS & FILS**

VILVORDE.TEL.51.16.50-51.03.25

TOLES GALVANISÉES

EST
CREATION



A ZINGAGE RICHE

900 à 1100 grammes par mètre carré de surface développée pour les deux faces. Les Ateliers Métallurgiques ne fabriquent qu'une qualité de galvanisation obtenue par immersion de la tôle dans un bain de zinc en fusion, sans interposition de sable et sans rouleaux.

CHENEAUX - TUYAUX DE DESCENTE - ACCESSOIRES DIVERS

LES ATELIERS METALLURGIQUES



SOCIÉTÉ
ANONYME

NIVELLES

BELGIQUE

SIEGE SOCIAL ET
DIRECTION GÉNÉRALE
NIVELLES

USINES A
NIVELLES • TUBIZE
LA SAMBRE ET MANAGÉ

Téléphone : Nivelles 22 • Télégr. : Métal-Nivelles

TOUS LES ACIERS
SOUS TOUTES FORMES ET QUALITÉS



A. DEVIS & C^{IE}

ACIERS MARCHANDS • TÔLES • BOULONS
43, RUE MASUI, BRUXELLES • Tél. 16.20.20 (20 lignes)

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

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

SOCIÉTÉ ANONYME

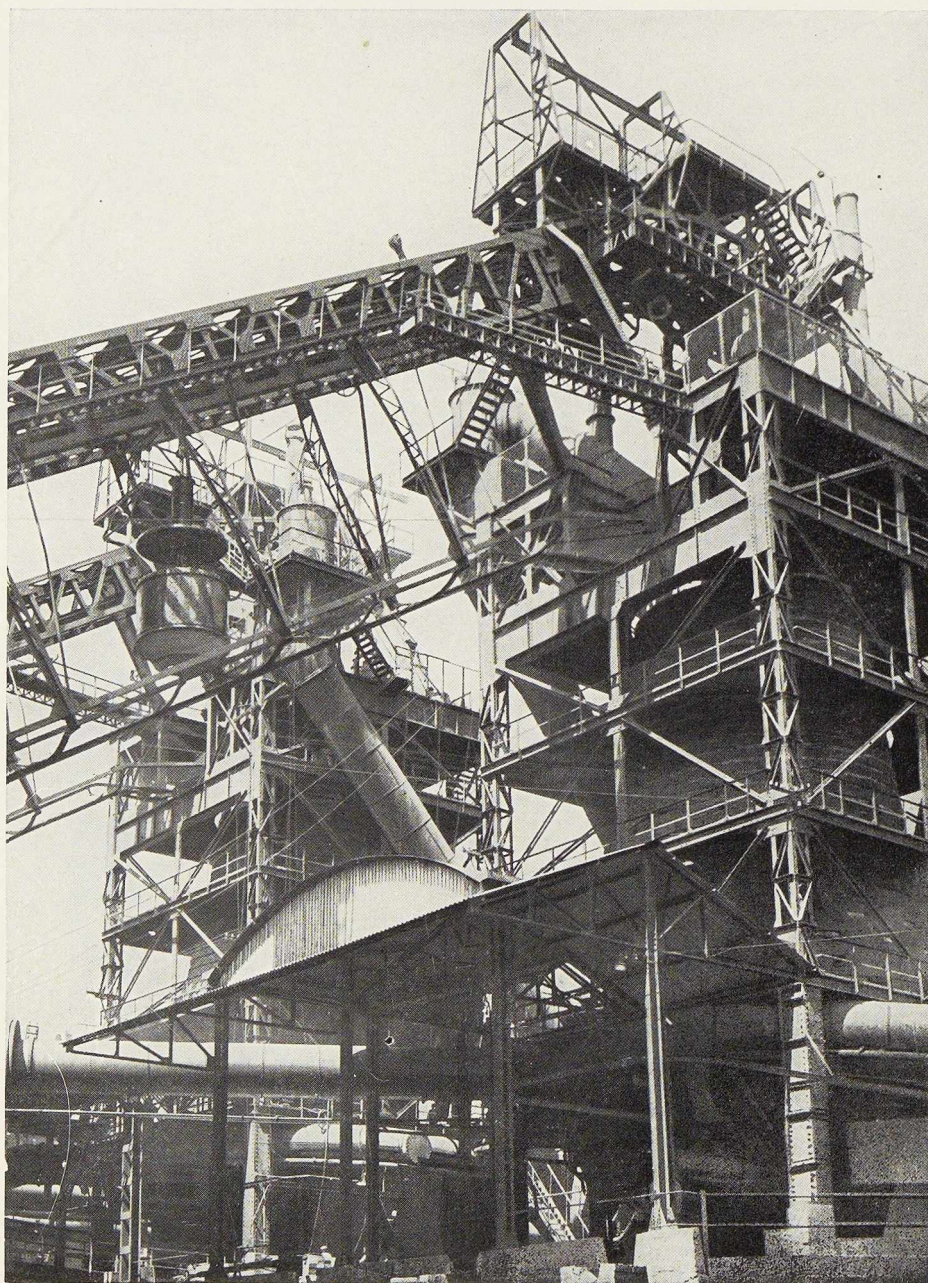
USINES GUSTAVE BOËL

LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

TÉLÉPHONES : 231.21 - 231.22 - 231.23 - 231.24

TÉLÉGRAMMES : BOËL, LA LOUVIÈRE

BOËL



Division LAMINOIRS

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

Division FONDERIE D'ACIER

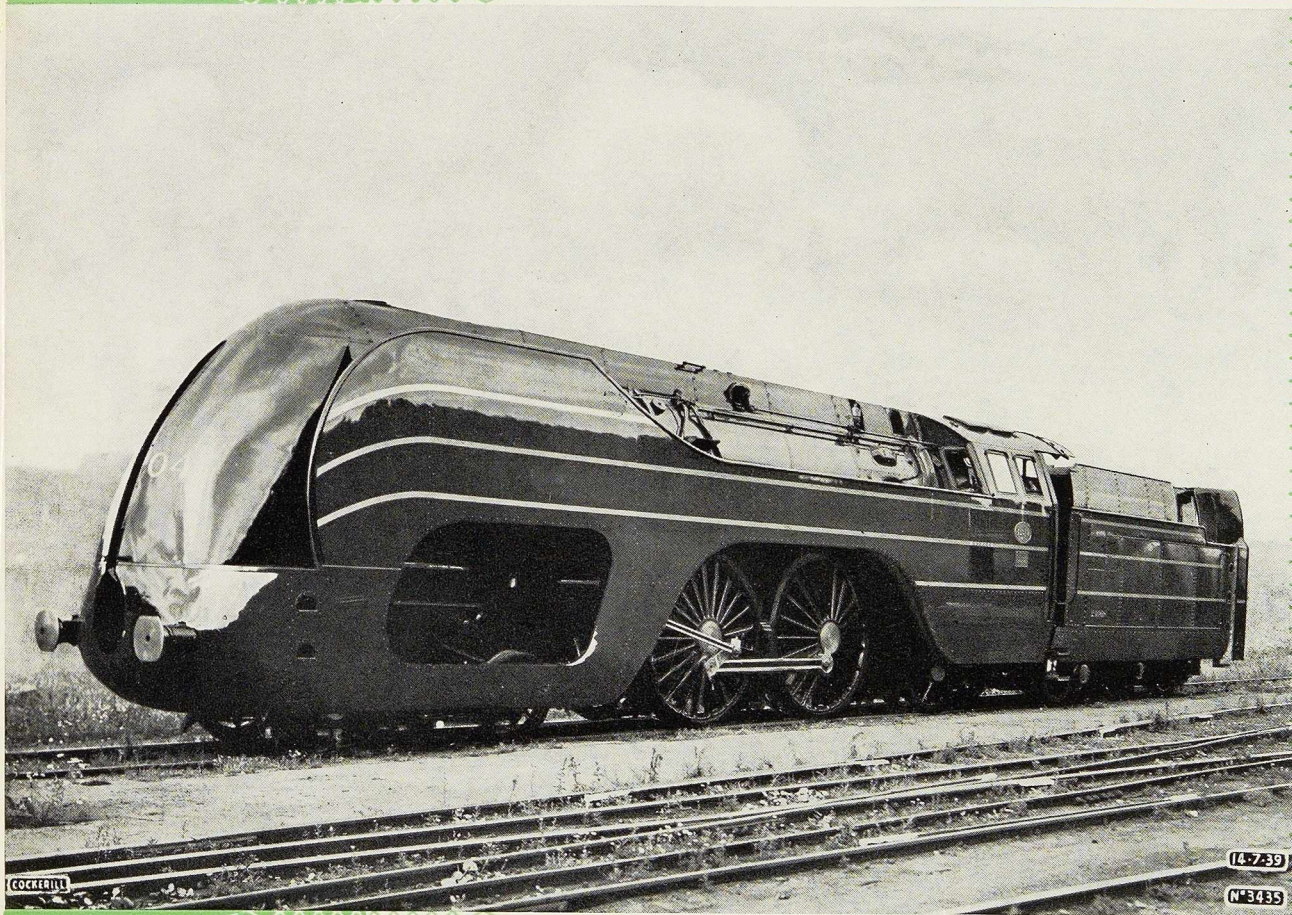
Moulage d'acier : Toutes pièces d'acier moulé brutes et parachevées pour matériel de chemin de fer et industries diverses. Spécialités de centres de roues et cuves à recuire pour feuilards, fils, tôles fines, etc. Essieux - Bandages - Trains montés - Pièces de forge.

Division BOULONNERIE

Boulons - Crampons - Tirefonds et rivets.

Produits D I V E R S

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



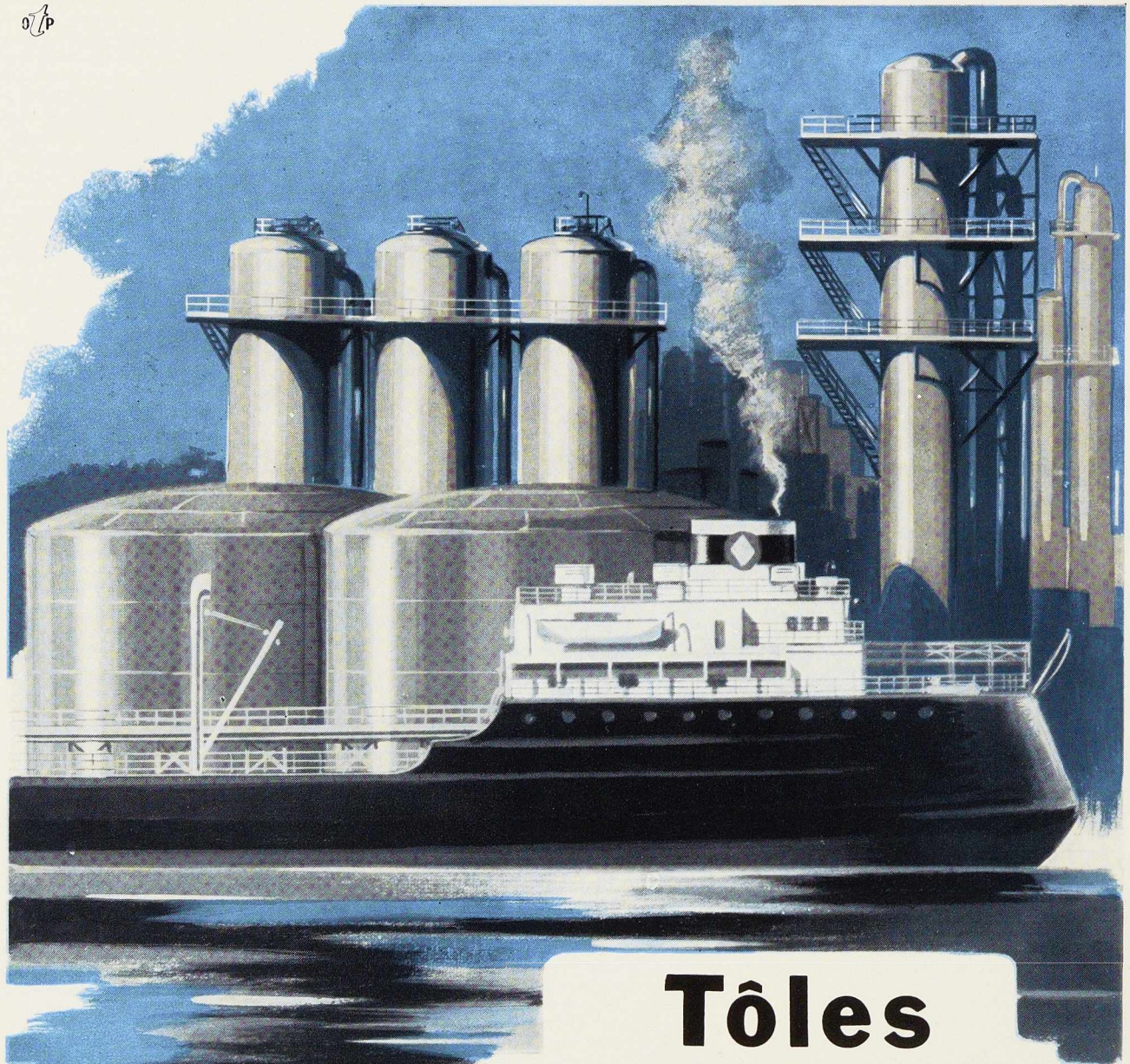
Locomotive «Atlantic» type 12
Construite pour la S. N. C. B.

METALLURGIE • CONSTRUCTIONS
MECANIQUES & METALLIQUES
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING • BELGIQUE



Tôles

NAVALES . CHAUDIÈRES
DE CONSTRUCTION . STRIÉES
FINES R.V.C. & R.F.O. . MAGNÉTIQUES
GALVANISÉES



Société Commerciale de Sidérurgie S.A.

1a, rue du Bastion
BRUXELLES

ORGANISME DE VENTE DE :

OUGRÉE-MARIHAYE • RODANGE • A. M. S. • LAMINOIRS D'ANVERS

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

17^e ANNÉE - N° 1

JANVIER 1952

Eug. Sibona,
Ingénieur-Directeur général
des Tramways municipaux
de Bologne (Italie)

Transformation d'anciennes petites voitures de tramways en voitures à «grande capacité»

En Italie, le renouvellement du matériel roulant des exploitations des tramways des grandes villes se faisait, avant la guerre, très simplement : on achetait ou on faisait construire de nouvelles voitures à bogies négligeant complètement la valeur des anciennes petites voitures à deux essieux qui avaient quarante années et plus de service et qui ne répondaient plus aux nouvelles exigences du trafic moderne (fig. 2 et 3, p. 2). Mais la guerre a augmenté de 100 à 150 fois le prix de revient des voitures motrices des tramways et en Italie le prix d'achat d'une voiture motrice, qui était de 150 000 à 200 000 liras, atteint actuellement 25 millions de liras.

Il est naturel que, dans ces conditions, les exploitants des tramways en Italie ne soient pas parvenus à obtenir les fonds nécessaires pour l'achat de nouvelles voitures.

D'autre part, les salaires du personnel des tramways ont augmenté, après la guerre, de 70 fois environ alors que le prix des matériaux est environ 100 à 120 fois plus élevé, tandis que le prix des parcours a augmenté seulement de 30 à 40 fois. En conséquence, afin d'obtenir un coefficient d'exploitation presque nul comme avant la guerre, il doit être indispensable d'arriver à doubler le nombre des voyageurs sans augmenter le personnel, et il s'agissait donc d'étudier un type

de voiture de grande capacité pouvant être desservie seulement par deux hommes : un wattmann et un receveur.

Avant la guerre, les exploitations de Milan, Turin, Gênes et Bologne avaient déjà songé à atteindre ce but et avaient fait construire des grandes voitures à bogies ayant une capacité maximum de 200 voyageurs et, par la transformation de vieilles voitures, réalisé une capacité d'environ 100 voyageurs. Milan et Rome avaient modifié l'ensemble d'une voiture motrice et d'une voiture-remorque en les transformant en une voiture unique à deux articulations, toujours dans le but de pouvoir desservir l'ensemble avec deux hommes et économiser ainsi un receveur.

Étant donné toutes ces circonstances, il était nécessaire de réaliser une voiture à grande capacité avec l'emploi du matériel disponible : truck, équipements électriques, équipement de freins à air, etc. des petites et vieilles voitures et une dépense relativement très basse. De plus, les voitures ainsi transformées devaient pouvoir circuler dans les voies qui avaient été construites pour les petites voitures et ceci afin de ne pas engager des frais pour la modifications des voies. En effet, les voitures à deux essieux circulaient généralement sur des voies étroites et des entrevoies réduites au maximum.



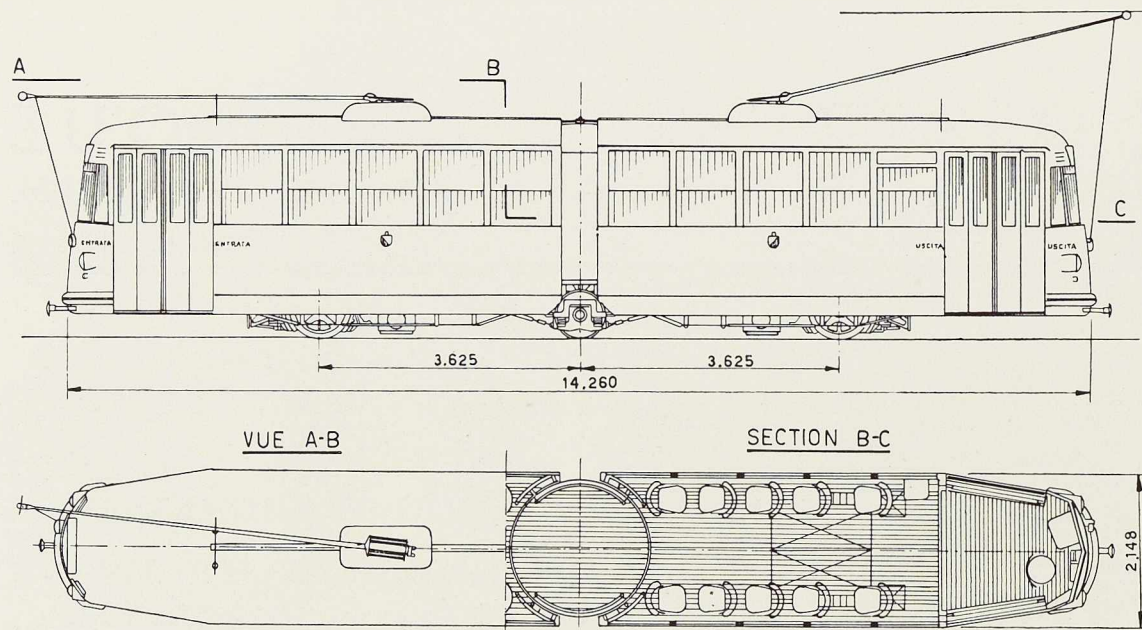


Fig. 1. Elévation et plan de la voiture à trois essieux.

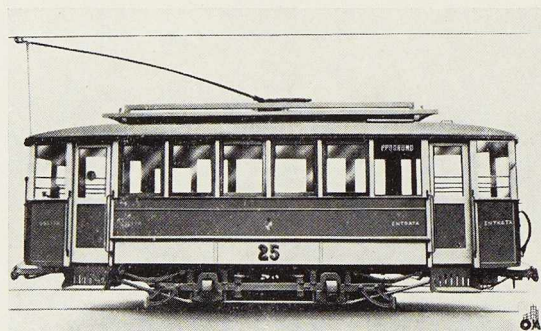


Fig. 2. Vieille voiture motrice avec caisse en bois, Bologne-1910.

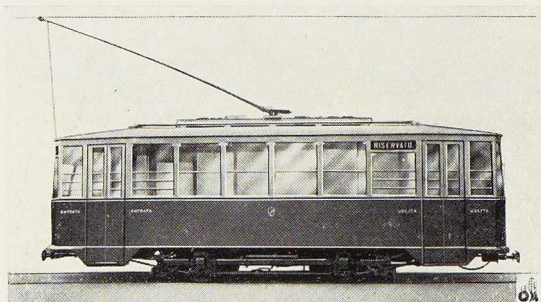


Fig. 3. Voiture à deux essieux avec caisse en acier, Bologne-1934.

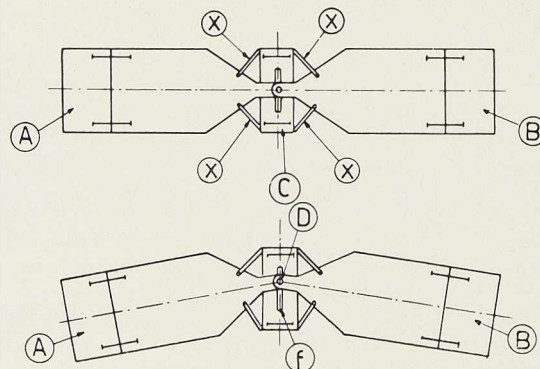


Fig. 4. Schéma du fonctionnement du bogie central.

A-B. Semi-trucks. - C. Bogie central. - D. Nœud sphérique. f. Coulisse. - X. Leviers.

Les nouvelles voitures à bogies, à cause du fort débordement du centre de la caisse et des plateformes dans les courbes à petit rayon, ne peuvent pas se croiser entre elles. On sait que le débordement de ces longues voitures rigides, en courbes de petit rayon, atteint 80 à 100 cm environ et plus.

La voiture articulée à essieux commandés, étudiée à Bologne, a été construite dans les ateliers de l'Azienda Tranviaria Municipale di Bologna en employant le « truck », l'équipement électrique, l'équipement des freins à air, etc. des vieilles voi-



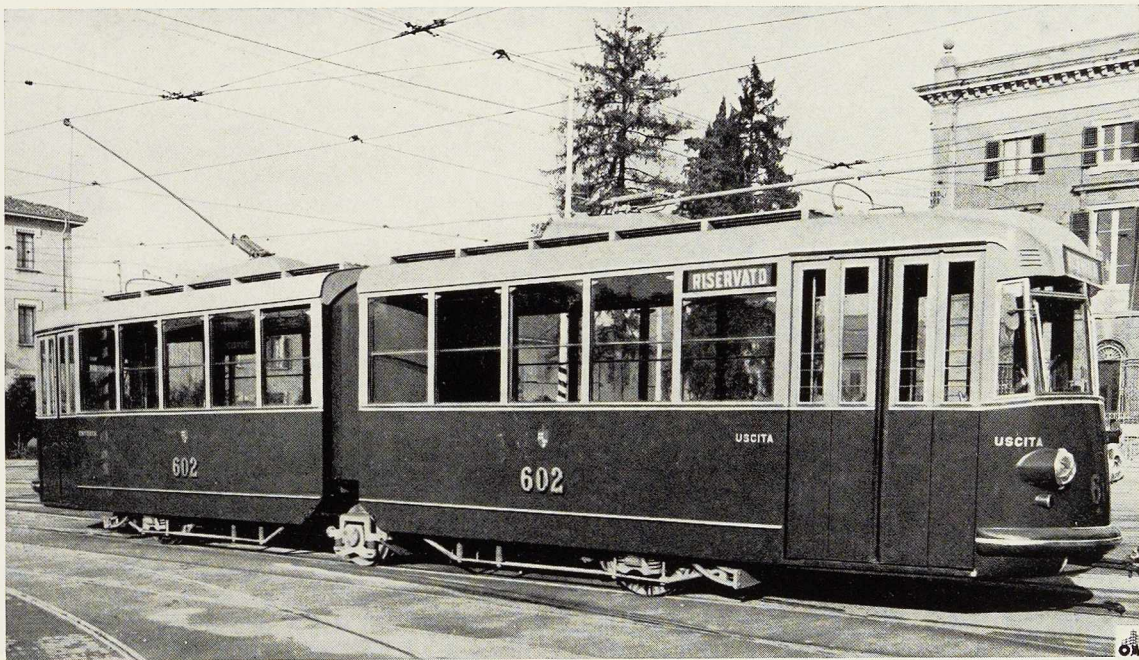


Fig. 5. Vue extérieure d'une voiture à trois essieux des tramways municipaux de Bologne.

tures à deux essieux; la caisse métallique des voitures a été entièrement construite, mais on peut aussi utiliser la caisse métallique des voitures à deux essieux rigides.

Cette nouvelle voiture a une longueur de 14,60 m, a deux essieux moteurs qui sont commandés par un troisième essieu portant central; l'empattement rigide de chaque semi-truck est de 3 625 mm; l'empattement total des trois essieux est de 7 250 mm.

Le nouveau « truck » à trois essieux a été construit avec un truck normal Brill coupé en deux; chaque moitié (fig. 7, p. 4) a été allongée par un élément soudé à l'arc électrique et terminée par une jonction sphérique au point d'articulation du petit bogie central.

La fonction du bogie central, qui porte deux roues libres montées sur billes, est de commander les deux essieux moteurs et de les obliger à prendre une position voisine du rayon de la courbe.

Un système de leviers articulés oblige la jonction sphérique, lorsque la voiture aborde une

courbe, à se déplacer vers l'extérieur de la courbe, afin de faciliter l'inscription de l'ensemble du truck et de la caisse dans la courbe.

Dans le schéma de la figure 4, on montre les deux parties A et B qui sont les deux semi-trucks et C le bogie central. Les quatre leviers sont désignés par X et le nœud sphérique par D. La coulisse *f* montre la possibilité de mouvement latéral du point D. Quand la voiture entre dans une courbe, les leviers X obligent le nœud D à se déplacer vers l'extérieur de la courbe. L'axe du nœud sphérique et l'axe de l'articulation de la caisse sont confondus, de sorte que la voiture complète tend vers sa position en rencontrant le minimum de résistance dans l'inscription en courbe.

Des diagrammes dans lesquels sont indiqués les angles d'attaque du bandage des roues lors de son parcours dans la courbe, ont été tracés. Le premier est relatif à la voiture à trois essieux commandés et l'autre à la voiture à deux essieux rigides. Ces diagrammes montrent clairement que les angles d'attaque d'une voiture à trois essieux sont inférieurs à ceux d'une voiture à deux essieux rigides même lorsque, comme dans

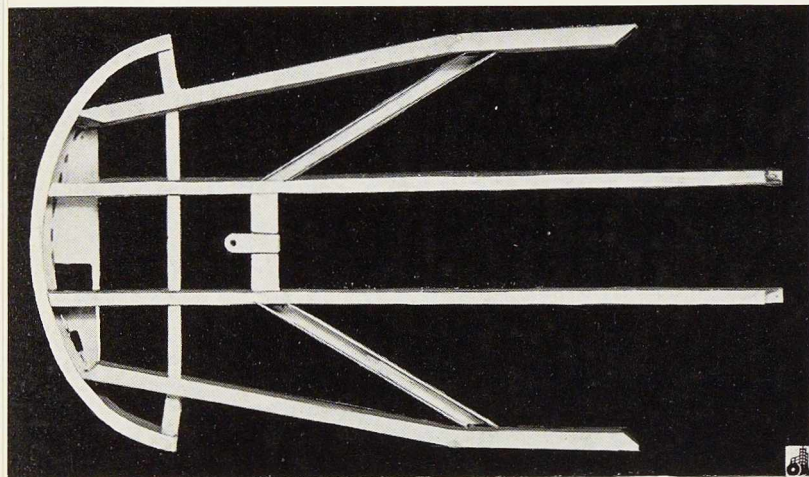


Fig. 6. Ossature métallique de la plateforme.

- Longueur de la caisse, 14 260 mm.
- Largeur maximum de la caisse, 2 150 mm.
- Hauteur maximum à la toiture de la caisse, 3 200 mm.
- Empattement maximum, 7 850 mm.
- Diamètre des roues motrices, 857 mm.
- Diamètre des roues du bogie central, 660 mm.
- Rapport de transmission, 1:3,94.
- Places assises, 20.
- Places pour voyageurs debout, 180.
- Poids total de la voiture vide, 12 600 kg.
- Puissance des moteurs HP, 2×38 .
- Vitesse maximum, km/h. 32-35.
- Frein actionné à main sur quatre sabots, utilisé seulement comme frein d'arrêt.
- Frein à air comprimé type Westinghouse sur 8 sabots.
- Frein électrique de sûreté (contre-courant).
- Frein à sabot sur les rails électromagnétique.

le premier cas, l'empattement est de plus de 7 m alors que, dans le second cas, il est seulement de 2,76 m.

Le bogie central, par contre, sauf au début de la courbe, a toujours un angle d'attaque nul parce que l'axe central reste exactement dans la position du rayon de la courbe même.

La voiture à trois essieux commandés, pour les raisons que nous avons expliquées ci-dessus, donne une sensible économie dans la consommation de courant, ainsi qu'une réduction d'usure des bandages et des rails dans les courbes.

— Longueur maximum entre les attaches, 14 900 mm.

La tenue de route en voie droite même à grande vitesse est parfaite, sans débordement, et l'entrée en courbe même en vitesse s'effectue sans choc.

Comme on l'a indiqué, le centre d'articulation de la voiture à trois essieux commandés se déplace automatiquement à l'entrée d'une courbe vers l'extérieur de celle-ci, de manière que les débordements du centre et des plates-formes de la caisse soient à peu près de la même grandeur que les débordements d'une voiture à deux essieux

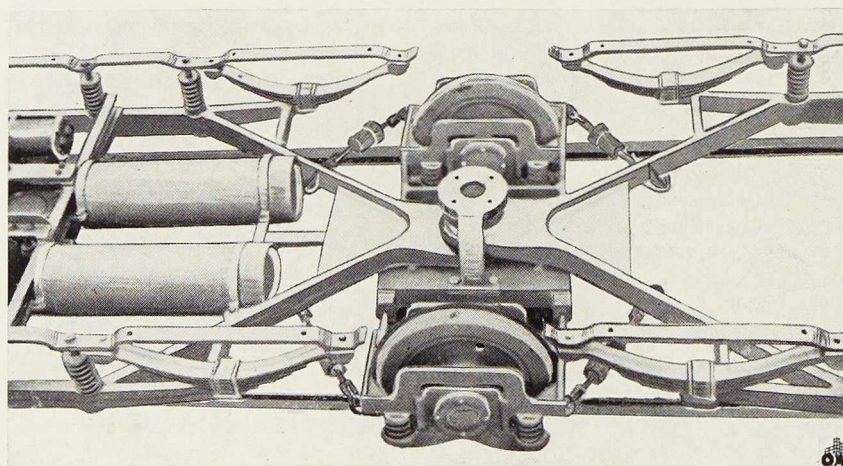


Fig. 7. Bogie central à trois essieux commandés.



Fig. 8. Vue intérieure de la voiture à trois essieux.

rigides avec caisse d'une longueur bien inférieure (9,20 m au lieu de 14,40 m).

On a indiqué sur un diagramme les positions qu'occupent les différents types de voitures lorsqu'elles se trouvent dans une courbe de 15 m de rayon. On y voit que le débordement minimum est celui de la voiture à trois essieux commandés.

Comme on l'a déjà fait remarquer, les caisses de ce nouveau type de voitures motrices sont nouvellement construites avec tôle d'acier et profilés en tôle d'acier emboutie à la presse hydraulique, soudés électriquement.

La figure 6 montre les ossatures métalliques très légères et parfaitement résistantes des plateformes. L'articulation de la caisse est constituée par un élément sphérique spécial.

L'ossature métallique de cet élément central a été étudiée de façon à absorber toutes les oscillations et les mouvements normaux ou accidentels des deux parties de la caisse pendant la course de la voiture.

L'axe vertical de cet élément est le même que l'axe vertical du nœud sphérique du truck.

Ce système à élément sphérique peut être aussi

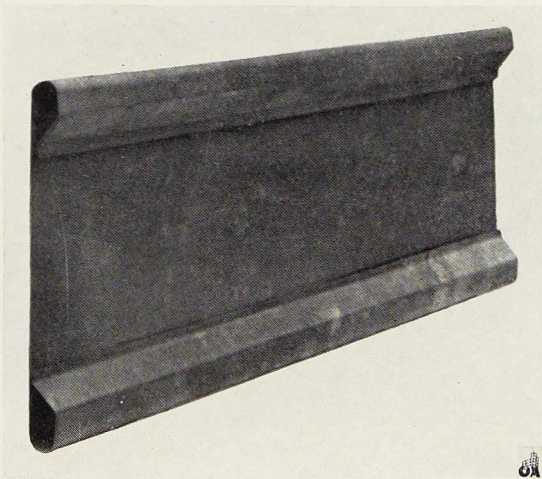
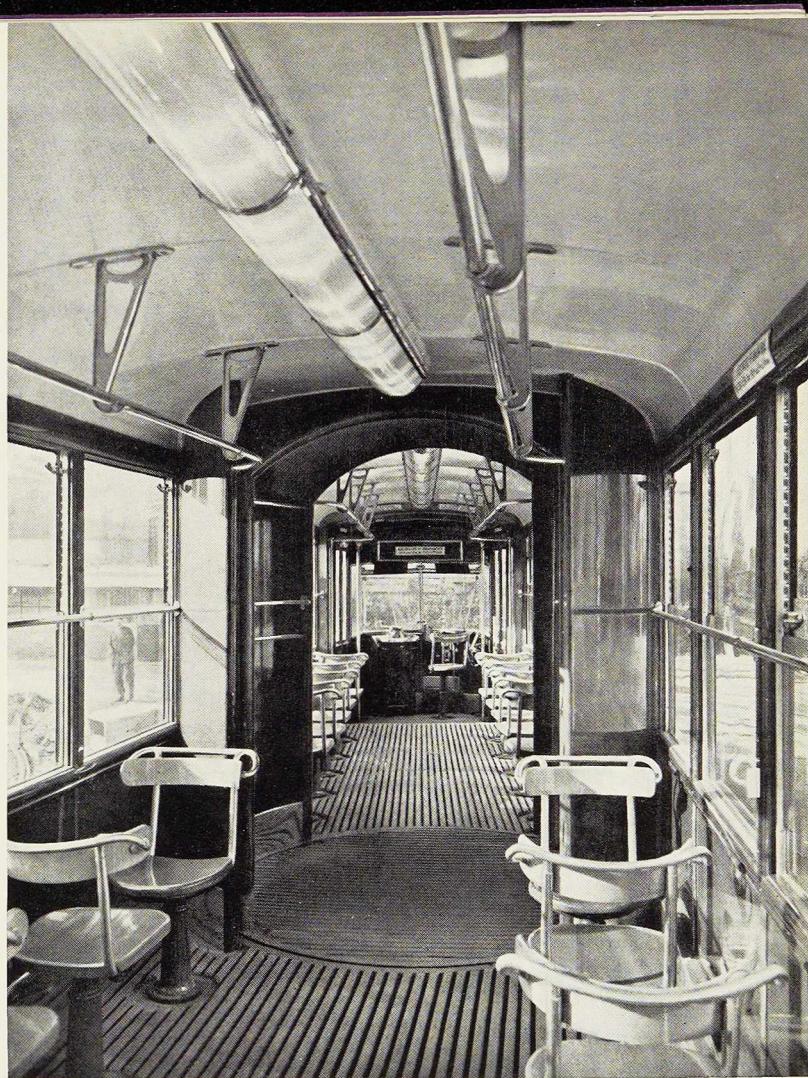


Fig. 9. Eléments profilés en tôle d'acier emboutie pour l'ossature métallique des portes automatiques.

employé pour voitures ferroviaires ainsi que pour autobus à deux éléments articulés.

La figure 9 donne les éléments profilés en tôle emboutie qui constituent les portes métalliques et automatiques des voitures motrices.

L'*Azienda Tranviaria Municipale di Bologna* a en service, à présent, six voitures motrices du type articulé et elle est en train de préparer la construction de huit autres voitures.

L'expérience faite sur les six premières voitures, qui sont en service depuis plus de deux ans, confirme les économies d'exploitation espérées.

Signalons en terminant que la Société Anglaise des Tramways de Calcutta est en train d'en étudier l'application aux voitures des tramways de Calcutta.

E. S.

P. Moenaert,
Ingénieur-Conseil A. I. Br.,
Président de la Chambre des
Ingénieurs-Conseils de Belgique

Transformation du Théâtre Royal des Galeries à Bruxelles

Le Théâtre Royal des Galeries a été construit en même temps que les Galeries Saint-Hubert, dont on a fêté le centenaire en 1947. C'est dire que le Théâtre des Galeries a plus de cent ans. Depuis cette date, sa disposition générale n'a jamais été transformée. Seule la décoration avait été renouvelée à différentes époques.

Comme les dégagements du théâtre et principalement l'importance des accès ne correspondaient plus aux règlements de police actuellement en vigueur, il était indispensable de le transformer pour répondre à ces exigences primordiales. La Société Civile des Galeries Saint-Hubert, propriétaire du Théâtre, a décidé, sous l'impulsion de M. Paul Grosjean, son Président du conseil, d'en profiter pour le moderniser,

l'agrandir et augmenter au maximum les commodités offertes aux futurs spectateurs. Ils ont chargé M. l'Architecte Paul Bonduelle de ce travail délicat. Celui-ci s'est adjoint, pour l'étude des fondations, de l'ossature métallique et du béton armé, la Société d'études Verdeyen et Moenaert.

La transformation consiste dans ses grandes lignes en un agrandissement de la salle grâce au déplacement des vestiaires, au remplacement du plancher en bois de la salle par un plancher en béton armé sous lequel seront aménagés les nouveaux vestiaires, par le remplacement des quatre balcons en bois par deux nouveaux balcons plus grands et en matériaux incombustibles, par l'aménagement de nouveaux dégagements et de nouveaux escaliers en béton armé remplaçant les accès en bois, par le remplacement de la scène en bois par une scène en béton armé.

Le travail de l'architecte a été rendu particulièrement délicat par la présence des constructions voisines auxquelles il fallait s'adapter et par le délai très court qui lui était imparti pour réaliser une transformation aussi profonde du théâtre. En effet, il a été décidé, pour réduire au minimum la durée pendant laquelle le théâtre ne sera pas disponible aux concessionnaires, que le délai pendant lequel tous les travaux, y compris les parachèvements, devraient être terminés, n'excéderait pas cinq mois.

Pour la charpente des nouveaux balcons, après étude de différentes solutions, il a été décidé de la réaliser en charpente métallique, ceci principalement en tenant compte des hauteurs disponibles et de la rapidité avec laquelle cette

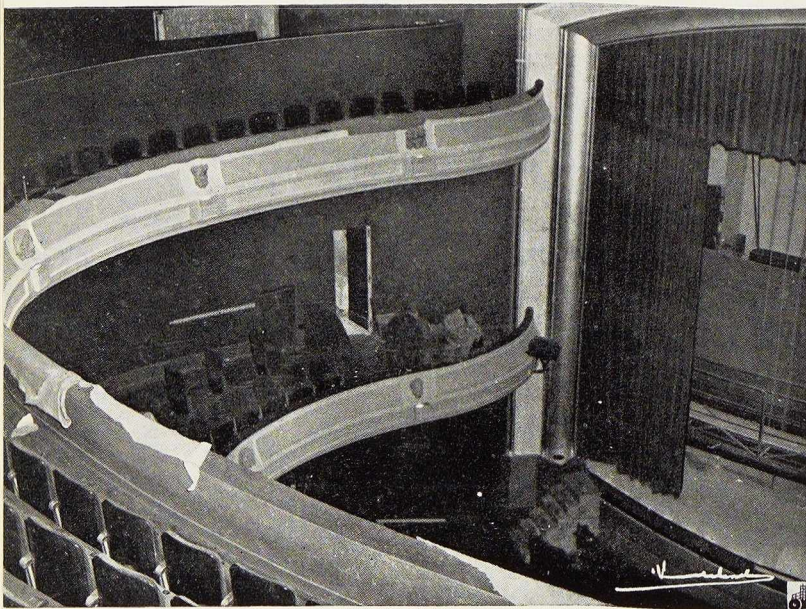


Fig. 1. Vue intérieure du nouveau Théâtre Royal des Galeries montrant notamment la corbeille et le balcon ainsi qu'une partie de la scène.

Photo Verhassel.



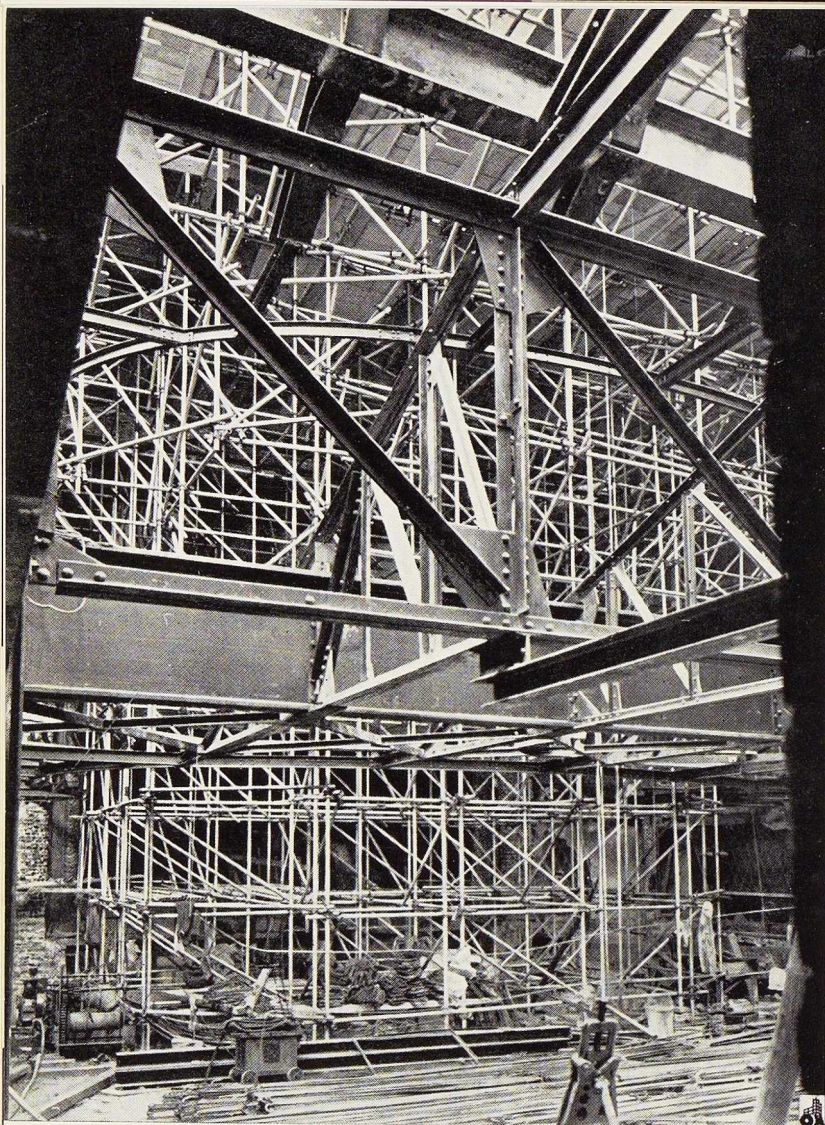


Photo Malevez.

Fig. 6. Ossature en acier de la corbeille et échafaudage tubulaire Mills.

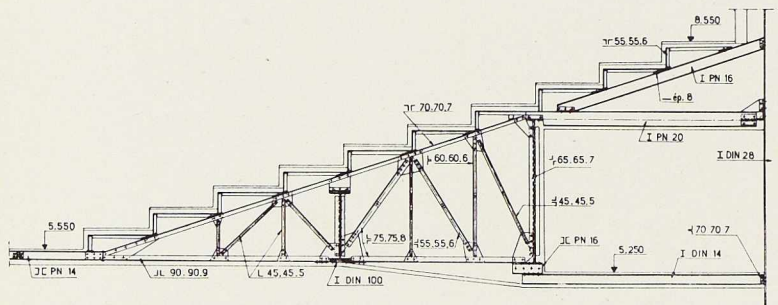


Fig. 7. Coupe de l'ossature de la corbeille (1^{er} balcon).

pour reprendre la toiture à l'endroit du mur séparant anciennement les vestiaires de la salle, mur qui a été démoli pour l'agrandissement de la salle.

Enfin, la charpente métallique comporte une cabine de projection.

Sur les poutres transversales des balcons, les gradins sont réalisés par des fers cornières. La hauteur disponible pour le plancher de ces gradins est très réduite. Il n'était pas possible pour cette raison de prévoir un hourdis en béton armé sur lequel on aurait fixé un plancher sur lambourde, plancher nécessaire pour la fixation par vis des fauteuils. Pour gagner de la hauteur et du poids, il a été décidé de remplacer le hourdis en béton armé et le plancher par un hourdis en béton clouable et fibreux. Ce hourdis est fourni en plaques préfabriquées de 2,18 m de portée et 0,915 m de largeur. Ces plaques reposent sur les gradins métalliques espacés de 2,18 m. L'épaisseur des plaques est de 7 cm qui est la hauteur disponible. En plan, les plaques épousent la forme du balcon, ce qui fait que chaque plaque a une forme différente. La densité de ce béton à base de ciment et de fibres imputrescibles est de 1 100 kg/m³. Ce béton est incombustible et inaltérable. Les plaques préfabriquées ont été livrées par les sous-toitures Peeters. Elles ont été soumises à des essais contrôlés par le bureau Séco, au cours desquels elles ont résisté sans désordre à près de 4 fois la charge de service.

Au point de vue incendie, le service des pompiers de la Ville de Bruxelles a admis que la charpente métallique était suffisamment protégée contre le feu, au-dessus par les plaques en béton clouable, en-dessous par un contre-plafond en plaques de plâtre.

Pour l'exécution de la décoration intérieure de la salle, on a eu recours à un échafaudage tubulaire Mills pour permettre aux plafonneurs et aux staffeurs d'atteindre les différents points à décorer. Cet échafaudage repose entièrement sur la dalle en béton de la salle et ne prend appui en aucun point sur les balcons. Il présente de ce fait des porte-à-faux de l'ordre de 4 m. Cette disposition est très intéressante car, comme l'échafaudage ne s'appuie nulle part sur les gradins, elle permet l'achèvement de ceux-ci sans encombre (fig. 2).

L'entreprise générale de la transformation du Théâtre des Galeries a été confiée à l'entrepreneur Victor Penne. L'ossature métallique a été réalisée par les Ateliers Bouillon. La décoration générale du théâtre a été confiée à M. Stéphane Jasinski.

P. M.





Fig. 1. Vue générale du hangar d'aviation.

G. A. Kreis,
Ingénieur en Chef
des Etablissements B. Seibert,
Sarrebuck (Sarre)

Construction d'un hangar d'aviation dans la région de Bordeaux

En raison de l'évolution de la technique, les avions modernes étant d'un encombrement toujours plus grand, les hangars d'aviation servant à l'abri et à l'entretien de ces appareils doivent être dimensionnés en conséquence.

La Société B. Seibert, *Constructions métalliques* à Sarrebuck, vient de réaliser dans la région de Bordeaux un hangar, qui est certainement une construction remarquable de ce genre.

En effet, cet ouvrage a pour dimensions :

Longueur : 61,00 m;
Largeur : 72,00 m;
Hauteur : 27,50 m;

Dimensions de la porte : 60,00 × 18,00 m;
Poids de la charpente : 600 tonnes.

D'autre part, il est prévu de construire par la suite un deuxième hall identique accolé au premier. La hauteur libre pour la communication entre les deux halls sera de 14,00 m. C'est pour cette raison qu'un des longs pans a été réalisé par un portique formant arc à trois articulations.

Pour la conception d'ensemble on a dû tenir compte du fait que le sol était particulièrement mauvais et que les massifs des fondations ont dû être posés sur pieux. Pour cette raison, la construction est isostatique. L'écartement des contre-

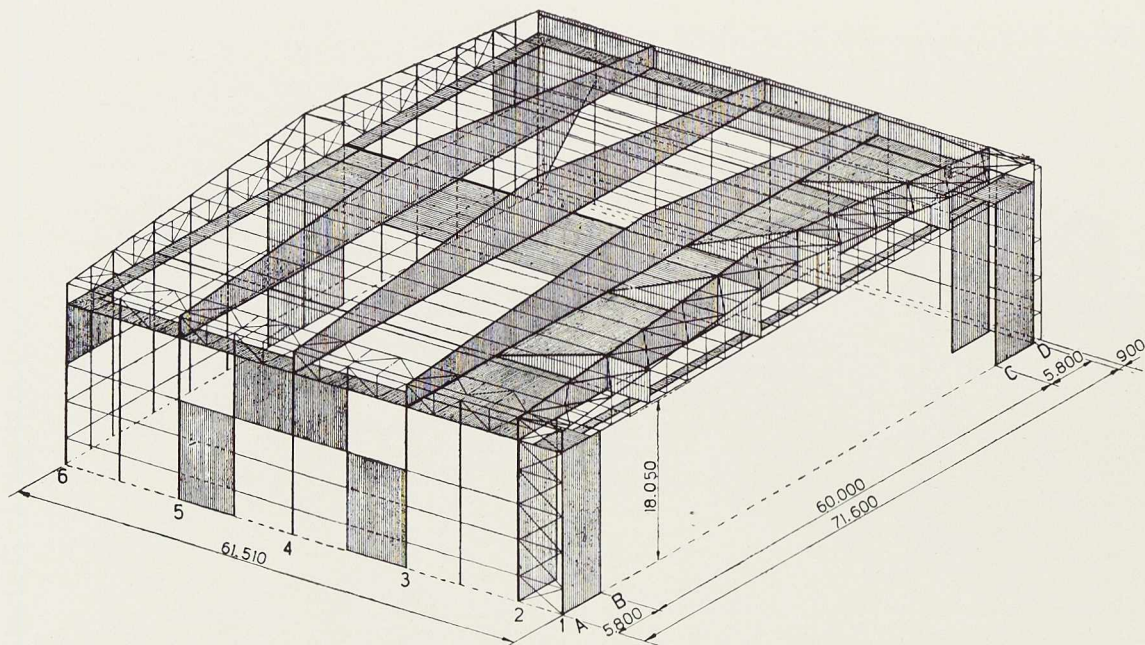


Fig. 2. Dispositions générales de l'ouvrage.

1 et 6. Plans du pignon.
2 à 5. Plans des fermes.
A et D. Longs-pans. — B et C. Encadrement des portes.

ventements est large afin que les réactions complémentaires dues à l'effet du vent et agissant sur les fondations soient d'un ordre de grandeur peu élevé. La charge de la maçonnerie de bardage est supportée par des entrails, formant linteaux, disposés entre les poteaux au niveau de 3,00 m au-dessus du vitrage et est transmise aux poteaux sans prendre appui sur le sol.

La figure 2 montre les dispositions générales de l'ouvrage. Les forces verticales (les surcharges de la toiture et le poids propre) sont reprises comme suit :

Dans le plan du pignon (6) directement par les poteaux;

Dans les plans des fermes (3), (4) et (5) par les fermes courantes en treillis, d'une portée de 71,60 m;

Dans le plan de la ferme (2) par la ferme au-dessus de la porte, également en treillis, mais n'ayant que 60 mètres de portée et ses extrémités en encorbellement;

Dans le plan de la porte (1) aux travées extrêmes par les poteaux et au milieu par des poutres en porte à faux prenant appui sur les fermes (2) et (3).

Les forces horizontales qui proviennent seule-

ment de l'effet du vent, sont reprises de la façon suivante :

La pression du vent sur les longs-pans est reportée par l'intermédiaire des entrails et poteaux sur le contreventement auxiliaire situé au niveau 18,50 m et disposé sur toutes les parois du hall. De ce contreventement auxiliaire, les efforts passent par les entrails des fermes dans le contreventement principal situé dans le plan des entrails pour être absorbés par le contreventement vertical du pignon 6 ou de la file 2.

La pression du vent agissant sur le pignon 6 est transmise au contreventement principal situé dans le plan des entrails de ferme entre les fermes 2 et 3. Ces efforts sont ensuite repris par l'ensemble des éléments longitudinaux tels que poteaux, entrails, contreventement auxiliaire au niveau 18,50 m et par quelques barres sollicitées à la compression parcourant tout le hall.

Le contreventement principal transmet les efforts au contreventement vertical du long-pan A et à l'arc à trois articulations du long-pan D.

La pression du vent sur la porte est transmise au contreventement principal entre les fermes 2 et 3 en passant du contreventement auxiliaire au niveau 18,50 m au contreventement auxiliaire



dans le plan des arbalétriers et les poutres en porte-à-faux.

Au point de vue des détails constructifs, il y a lieu de noter les points suivants :

La couverture est en « Aciéroid » (fig. 4) constituée par des tôles d'une épaisseur de 1 mm, raidies par des nervures embouties de façon à pouvoir être utilisées pour une portée libre de 2,50 m. On applique sur ces tôles une protection thermique en panneaux de fibres de bois agglomérés d'une épaisseur de 25 mm, puis une couche de carton bitumé. Cette couverture est fixée directement sur les pannes sans avoir recours à des chevrons ou à des coffrages en bois. Son poids est inférieur à 20 kg/m² et elle peut supporter une surcharge de 175 kg/m².

Les pannes ont également été réalisées de manière à être très légères. Elles sont paraboliques, suivant figure 5, et ont une portée de 14 mètres avec une flèche vers le bas de 1,20 m. Les raidisseurs verticaux soudés n'absorbent que les forces longitudinales et ne sont pas fléchies. Les membrures supérieures et inférieures constituent un cadre rigide résistant à la flexion.

Le calcul a été fait de telle façon que les efforts dans les membrures restent constants sur toute la longueur et que leur direction concorde le mieux possible avec les axes des membrures. Il en résulte que les barres ne subissent aucune sollicitation à la flexion sous l'action d'une charge uniformé-

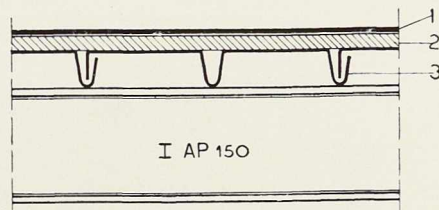


Fig. 4. Coupe dans la couverture.

1. Ruberoïd.
2. Isolation.
3. Tôle d'acier.

ment répartie. Des tensions secondaires, peu importantes, sont négligeables. Le cadre, rigide à la flexion sur son pourtour, permet aux pannes de supporter des charges considérables. Des essais effectués à l'usine de Hombourg ainsi qu'à l'École Polytechnique de Karlsruhe ont démontré que les pannes supportent des charges plus importantes que celles pour lesquelles elles ont été dimensionnées par le calcul.

En admettant une portée et une charge égales, la comparaison entre la panne à forme parabolique et la panne normale à treillis démontre que la première permet de réaliser une économie de poids de l'ordre de 30 % et une économie de 15 % pour le temps d'usinage.

La ferme du côté des portes est décalée de 5,50 m par rapport à la paroi des portes. Cette

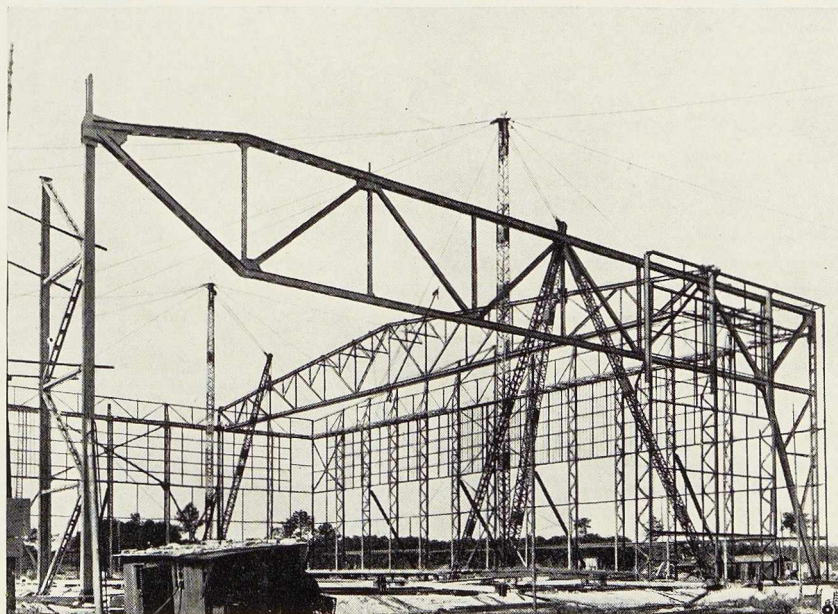


Fig. 3. Charpente métallique du hangar en cours de montage.

Photo Puytorac.

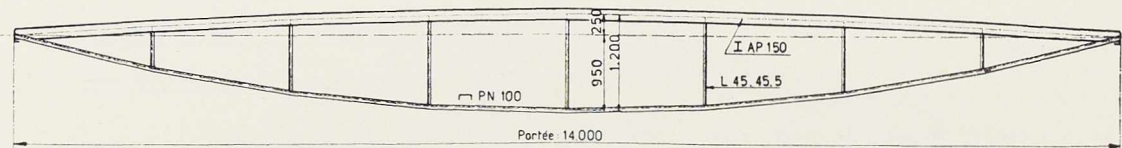


Fig. 5. Détail des pannes paraboliques de 14 mètres de portée.

disposition a été adoptée pour des raisons d'esthétique; car la ferme se trouve écartée de la bande de vitrage du pignon de façon que la lumière passe librement par le vitrage dont la netteté n'est pas compromise par la ferme voisine. Le contreventement horizontal au niveau du plan des entrants des fermes, entre la paroi des portes et la ferme côté porte, sert de passerelle et donne accès au guidage supérieur des portes. Les planchers de service pour les treuils de commande de la manœuvre des portes pliantes se trouvent des deux côtés au-dessus des loges des portes.

Les portes pliantes qui sont également très légères se composent de 24 vantaux dont chacun a une largeur de 2,50 m. L'ouverture se fait par pliage en groupe de 12 vantaux de chaque côté. La figure 6 montre une coupe verticale d'un vantail de la porte. Les éléments porteurs sont formés par des caissons de 250×360 mm, en tôle de 3 mm d'épaisseur, assemblés par soudure. La paroi de la porte proprement dite se trouve entre ces caissons; elle est en tôle de 2 mm d'épaisseur avec raidisseurs emboutis et comporte une protection thermique, en tôle d'aluminium ondulée d'une épaisseur de 0,8 mm.

Les rails de roulement sont partiellement encastrés dans le sol et sont guidés à la partie supérieure par un seul guidage. Les galets de roulement ne possèdent pas de boudins, les efforts horizontaux étant transmis au rail par les galets de guidage. Tous les galets tournent sur roulements à billes. En raison de la rigidité et de la facilité de roulement de chaque vantail, il ne faut qu'une seule commande dont le point d'attaque se trouve à la partie supérieure au point le plus avancé de chaque groupe.

Le pliage s'effectue exactement dans la verticale sans traînage.

La figure 7 montre le schéma de la commande. Elle se compose, pour chaque groupe de 12 vantaux, d'un câble sans fin, de deux poulies de renvoi au milieu de la porte, de quatre poulies de renvoi à l'extrémité entre lesquelles se trouve la poulie de commande, système « Karlik » avec réducteur et moteur de commande.

L'ensemble du groupe de commande n'est pas

fixé sur le plancher mais sur un système de levier pivotant formant balancier et contre-poids pour la tension du câble.

Le disque système « Karlik » est une poulie de commande pour câble d'une nouvelle conception. Elle présente l'avantage d'un très grand frottement du câble sur la poulie, de manière que l'angle d'enroulement du câble soit très petit.

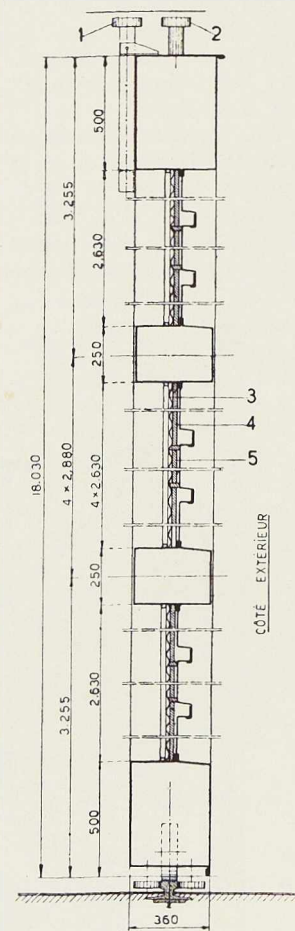


Fig. 6. Coupe verticale d'un vantail de la porte.

1. Galet de pliage.
2. Galet de guidage.
3. Tôle ondulée d'aluminium.
4. Isolation.
5. Tôle d'acier.



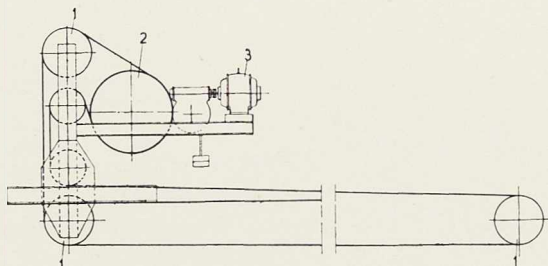


Fig. 7. Schéma de la commande des portes.

1. Poulie de renvoi.
2. Disque système « Karlik ».
3. Treuil de mouvement à moteur.

La figure 9 montre deux coupes par la jante. Le câble passe entre des pinces dont les extrémités glissent sur un plan incliné. Si la poulie n'est pas chargée, un ressort ouvre les mâchoires des pinces jusqu'à ce qu'elles viennent buter contre les arrêts aux extrémités du plan incliné.

Le câble se trouve donc entièrement dégagé dans

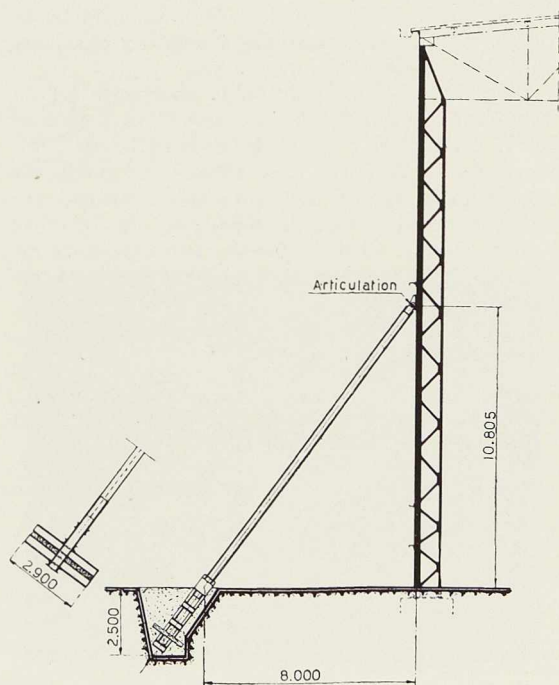


Fig. 8. Schéma montrant les opérations de montage.

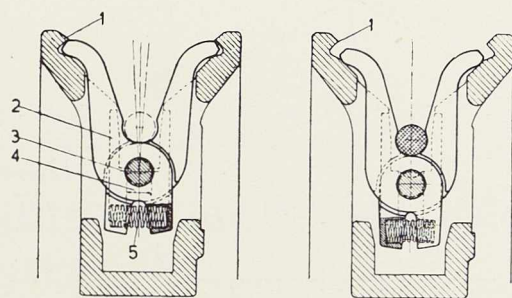


Fig. 9. Coupes dans la jante. La câble passe entre des pinces dont les extrémités glissent sur un plan incliné.

1. Arrêt.
2. Bord de guidage.
4. Bouton tournant.
4. Guidage de bouton.
5. Ressort de pression.

la rainure. Lorsque la charge agit, les pinces sont tirées vers l'intérieur par l'effet de la force radiale du câble et se ferment sous l'action du guidage du plan incliné en suivant le câble.

Le temps de fermeture de la porte est de 3 minutes et pendant ce temps le vantail le plus avancé parcourt un chemin de 30 mètres. Le poste de commande est desservi au sol du hall. Le coffret comporte pour chaque groupe de 12 vantaux 3 boutons presseurs (à ouverture, fermeture, arrêt), soit au total 6 boutons pour l'ensemble de la porte.

Pour des raisons d'aspect, tous les entrants, linteaux et poteaux ont été enrobés de béton. Les murs sont en pierres artificielles d'une épaisseur de 20 centimètres.

Les locaux annexes tels que magasins, bureaux, transformateurs, chaufferies et vestiaires sont disposés dans un bâtiment latéral accolé au pignon.

Le montage de la charpente métallique a été exécuté à l'aide de deux mâts pivotants de 32 mètres de hauteur avec flèche de 28 mètres.

Les opérations de montage se faisaient dans l'ordre suivant :

1° Montage des longs-pans A et du pignon 6. Comme tous les poteaux principaux sont articulés, ils ont été pourvus de montants provisoires, formant arcs-boutants et fixés à des massifs prenant appui dans le sol (fig. 8);

2° On a ensuite procédé au montage de l'arc à trois articulations du long-pan D.

Le levage de la poutre-maitresse d'un poids de

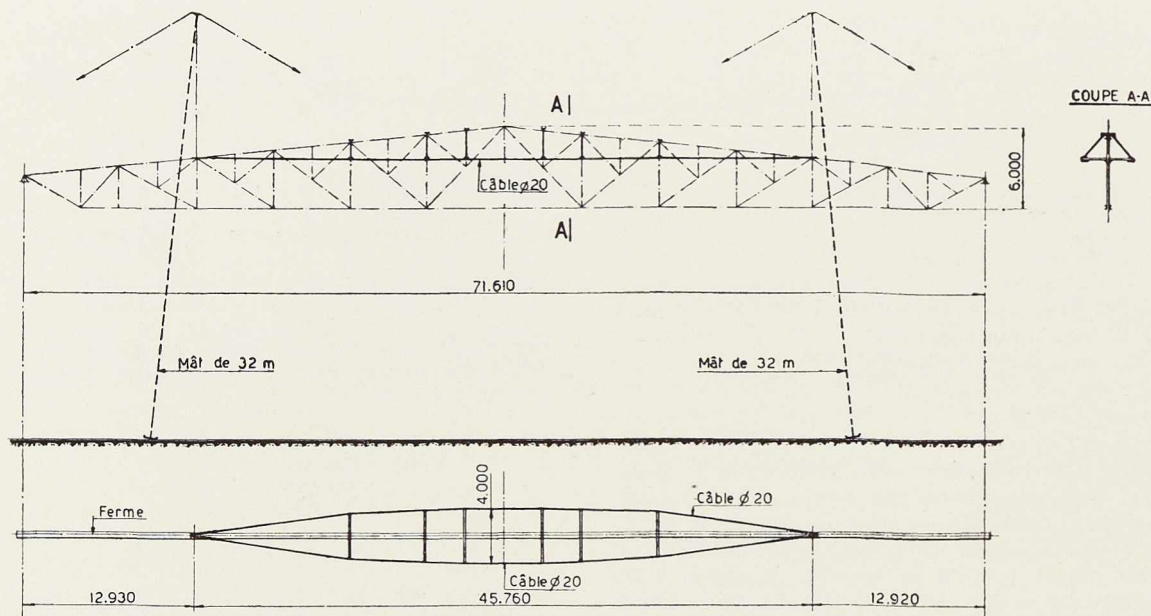


Fig. 10. Schéma de montage de l'ossature en acier au moyen de deux mâts pivotants de 32 mètres de hauteur.

46 tonnes et d'une portée de 56 mètres a été fait au moyen des mâts pivotants, la rivure étant complètement terminée. Avant démontage des câbles de traction, la membrure supérieure de cette poutre a été soutenue par des mâts en treillis afin de parer à tout danger de flambage latéral (fig. 2, p. 10).

Les fermes d'un poids de 34 tonnes et d'une portée de 71,6 m ont été levées également en une seule pièce et complètement assemblées au moyen des deux mâts. La membrure supérieure a été préservée contre le flambage dans sa partie médiane par un dispositif de serrage par câble.

Les pannes paraboliques ont été montées au moyen d'un mât de montage léger pendant que la ferme était encore soutenue par les câbles de montage. Ensuite les deux mâts pivotants ont été libérés pour continuer le montage des autres fermes et de la pointe du pignon au-dessus des portes et du dispositif de guidage des portes.

Les vantaux des portes de $18 \times 2,50$ m ont été amenés assemblés sur le chantier et ont été levés élément par élément pour être ensuite reliés entre eux.

Les aciers utilisés ont les caractéristiques suivantes (suivant normes DIN) :

Profils : St 37.12, qualité Thomas, résistance à la rupture 37 à 45 kg/mm², allongement 20 à 25 %, teneur en carbone > 0,1 %.

Tôles : St. 37.22, qualité Thomas, caractéristiques comme ci-dessus. Ces qualités correspondent à la norme française « Adx ».

Le poids de l'ensemble de la charpente est de 600 tonnes, soit 136,5 kg par m² de surface couverte. En tenant compte de la hauteur de l'ouvrage et de la portée des fermes, ce poids est extrêmement réduit. Les auteurs du projet, qui ont également assuré la direction des travaux, sont M. Marty, Chef du Service Infrastructure de la S. N. C. A. S. O., et M. Larivière, Architecte de la même Société.

G. A. K.

Bibliographie d'articles sur les hangars d'aviation publics dans L'Ossature Métallique

- Hangar de grande portée de L'I. N. E. T. A. (Espagne), n° 7/8-1947.
- C. F. KOLLBRUNNER, Hangars d'aviation de Cointrin-Genève et Kloten-Zurich, n° 11-1948.
- Hangar métallique de l'aéroport d'Aix-les-Bains-Chambéry, n° 11-1948.
- Nouveau hangar d'aviation de Filton (Grande-Bretagne), n° 5-1949.
- R. SCHLAGENHAUFEN, Premier hangar de l'Aérodrome de Zurich, n° 7/8-1950.
- O. BRØDSGAARD, Les nouveaux hangars de l'aéroport de Kastrup (Danemark), n° 12-1950.
- J. M. PARIS, Hangar de grande portée pour l'aéroport de Barajas (Espagne), n° 5-1951.



W. Stadelmann,
Ingénieur diplômé, Zurich

Toitures autoportantes en tôle

Les tôles fines planes ou cintrées n'ont qu'un emploi très limité dans la construction métallique. Cela est dû aux prix élevés des tôles ainsi qu'au manque d'habitude des ateliers de les utiliser rationnellement. Leurs avantages constructifs et architecturaux ne sont que rarement exploités. Pourtant, il y a lieu de noter la possibilité qu'elles offrent pour la résolution élégante des problèmes où elles jouent à la fois un rôle de système très portant et d'écran de remplissage. Les exemples qui suivent en montrent l'application.

Abris de pompes à essence

On a réalisé récemment pour le Garage Schlotterbeck, à Zurich, un auvent-abri en construction métallique très légère d'après les plans des architectes Suter & Suter.

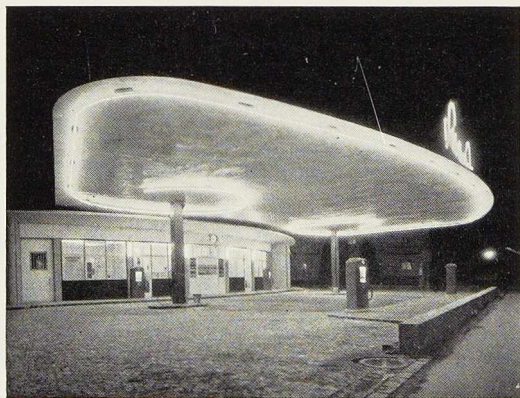


Fig. 1. Vue de l'auvent-abri de Zurich, prise de nuit.

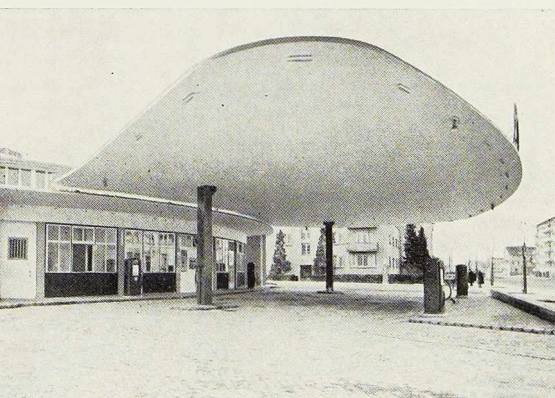


Fig. 2. Le même auvent-abri, le jour.

Photos Beringer & Pampaluchi.

Pour la toiture en tôle de 4 mm d'épaisseur, les constructeurs ont trouvé une solution originale. Celle-ci consiste à faire porter la toiture par une poutre courbe en caisson, d'une longueur d'environ 22 m, reposant sur les deux seuls appuis que comporte la construction. La toiture offre ainsi un porte-à-faux vers l'entrée de 8 m. La poutre assemblée par soudure est calculée à la torsion; ses dimensions sont 820×410 mm. Les colonnes sont en poutrelles Grey DIN renforcées par des plats.

Pour le calcul de la toiture, on a tenu compte d'une surcharge de 110 kg/m^2 due à la neige.

A noter que la toiture est dissymétrique par rapport à la poutre courbe présentant un porte-à-faux vers l'avant de 8 m et un autre vers l'arrière de 4,50 m. Ce dernier est muni d'un contrepoids en béton (fig. 3, p. 16).



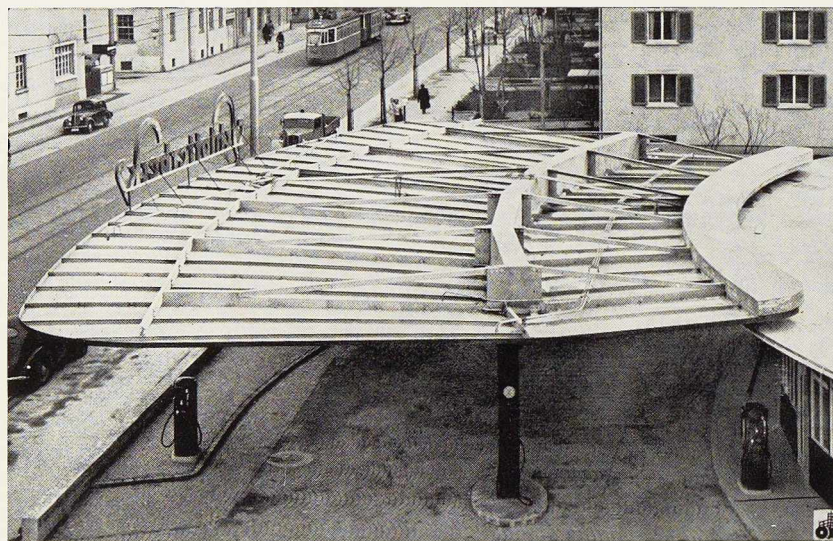


Fig. 3. Charpente métallique de l'auvent-abri du garage Schlotterbeck à Zurich.

Photo Beringer & Pampaluchi.

La surface couverte est de 263 m². La tôle de la toiture est raidie par des nervures en I PN 8 disposées radialement et espacées de 1 m d'axe en axe.

Le poids de la construction s'est élevé à 18 t. Les travaux ont été confiés à la Société Eisenbaugesellschaft de Zurich.

Abri-parasols

L'auteur de cet article a été chargé d'établir les plans pour un abri-parasol, destiné à une ville du Moyen-Orient (fig. 4).

Les caractéristiques de cet abri étaient les suivantes : hauteur libre, 4,20 m; écartement minimum des points d'appuis, 8 m (dans le sens longitudinal). Le système portant était constitué par une charpente métallique légère en poutres cantilever en poutrelles Grey DIE reposant sur des colonnes métalliques du même profil. La toiture est formée de voussettes autoportantes en tôles d'acier de 7 m de portée, raidie par des cornières.

Ces voussettes, d'une épaisseur de 1,5 mm, avaient un rayon de courbure de 1,40 m, chiffre jugé suffisant étant donné l'absence de neige sous ce climat. Cet exemple ainsi que d'autres études montrent qu'il est possible de résoudre, grâce aux voûtes autoportantes, d'une manière très simple et efficace, des problèmes qui se présentent à l'ingénieur.

W. S.

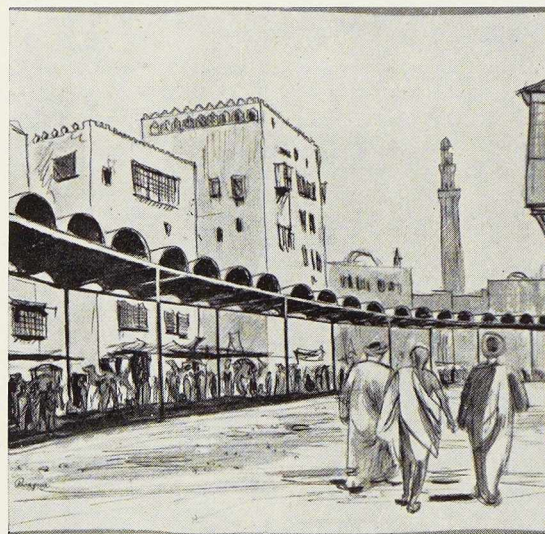
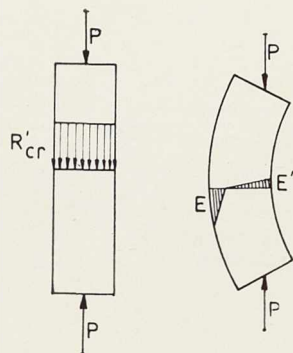


Fig. 4. Projet d'un abri-parasol destiné à une ville du Moyen-Orient.





Recherches expérimentales sur la résistance au voilement de l'âme des poutres à âme pleine

M. Ch. Massonnet, Professeur à l'Université de Liège, a publié dans le *Bulletin* du C. E. R. E. S. (tome V, 1951) un intéressant mémoire dans lequel il expose l'état actuel des études théoriques sur le voilement des plaques fléchies et cisailées dans leur plan et décrit les résultats des recherches expérimentales sur la résistance au voilement des âmes de poutres à âme pleine, recherches conduites par l'auteur à l'Université de Liège en 1949-1951.

Le problème de la résistance au voilement de l'âme des grandes poutres métalliques à âme pleine a pris au cours des années une importance sans cesse accrue à cause de :

- L'augmentation du rapport du taux de travail à la limite élastique de l'acier doux courant (A 37);
- L'emploi d'aciers à haute limite élastique (St. 52, A 54, etc.);
- L'augmentation continue du rapport de la hauteur d'âme à son épaisseur au fur et à mesure que la hauteur d'âme est elle-même allée en augmentant.

Cependant, si l'on passe en revue la littérature technique sur le voilement, on s'aperçoit qu'à côté de près de deux cents mémoires théoriques, on ne compte que huit recherches expérimentales sur le sujet.

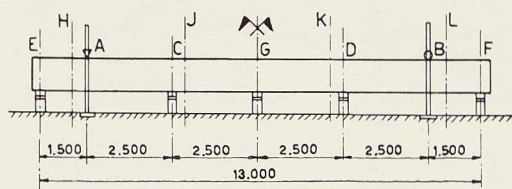


Fig. 1. Disposition générale de la poutre d'essai, des cadres de guidage et des vérins hydrauliques.

On constate notamment qu'il n'a pas été réalisé jusqu'ici d'expériences sur des modèles de poutres de grandes dimensions, où l'on a mesuré systématiquement la charge critique de voilement des divers panneaux d'âme.

Le Professeur Massonnet a procédé à des essais de ce genre, mettant en œuvre les principes suivants :

- Poutre d'essai de grandes dimensions (13×1 m);
- Poutre réalisée par soudure avec un grand soin;
- Charge critique mesurée par deux méthodes différentes (méthode statique et méthode vibratoire);
- Appréciation de la capacité de résistance de la poutre après dépassement de la charge critique, en poussant les essais jusqu'à rupture.

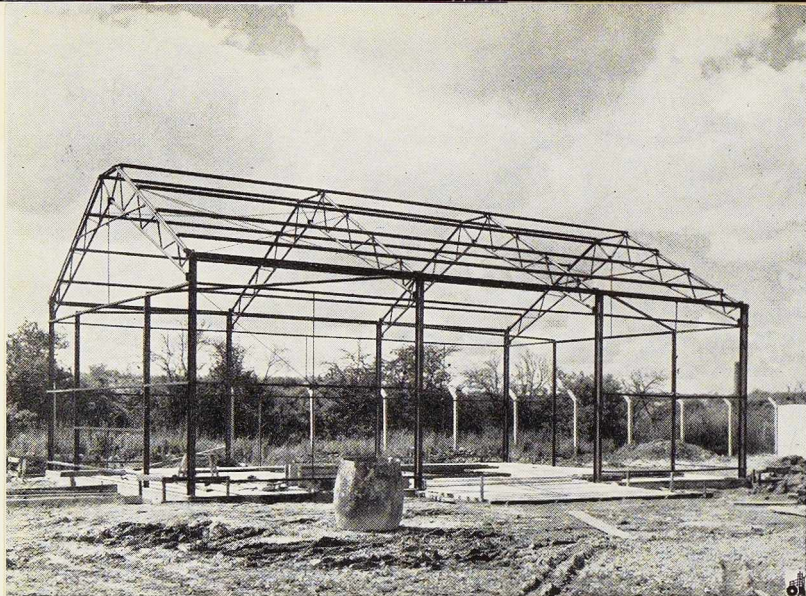
Ces essais ont été réalisés à la Halle Expérimentale des Laboratoires d'Essais du Génie Civil de l'Université de Liège.

La figure 1 montre la disposition générale de la poutre d'essai, des cadres de guidage (H, J, K, L) et des vérins hydrauliques de mises en charge (C, D, E, F, G). On peut se rendre compte du dispositif général à la figure 3, page 18.

La poutre était divisée en 13 panneaux d'épaisseurs et de dimensions différentes. La figure 2 donne successivement le numéro de chaque panneau, son rapport largeur/hauteur et son rapport hauteur/épaisseur.

A la suite des essais du Professeur Massonnet et des recherches expérimentales antérieures, il est possible de résumer comme suit les principaux résultats acquis :

- Le voilement de l'âme des poutres à âme pleine est un phénomène progressif qui n'entraîne pas un écroulement soudain de la poutre comme le phénomène de flambement;
- La charge critique expérimentale est plus



Photos S. W. Newbery.

avec la colonne se fait à l'aide de boulons. La ferme entière avec ses deux colonnes est montée à plat sur le sol, au moyen de boulons, puis dressée par une manœuvre à bras. Les fermes sont aussitôt réunies par des pannes placées aux sommets du treillis, et constituées également par des éléments tubulaires. Ces pannes, dont la longueur est égale à l'écartement de deux fermes, sont réunies bout à bout par un joint qui solidarise l'ensemble de la construction. Ce joint se compose de tronçons de barre forcés dans les extrémités des tubes et munis l'un d'un goujon fileté, l'autre d'un trou taraudé. La membrure supérieure des fermes porte, aux endroits voulus, des plaquettes verticales soudées, percées d'un trou pour le passage du goujon, de sorte que les deux éléments de panne et la ferme sont liés à chaque croisement.

Photo S. W. Newbery.

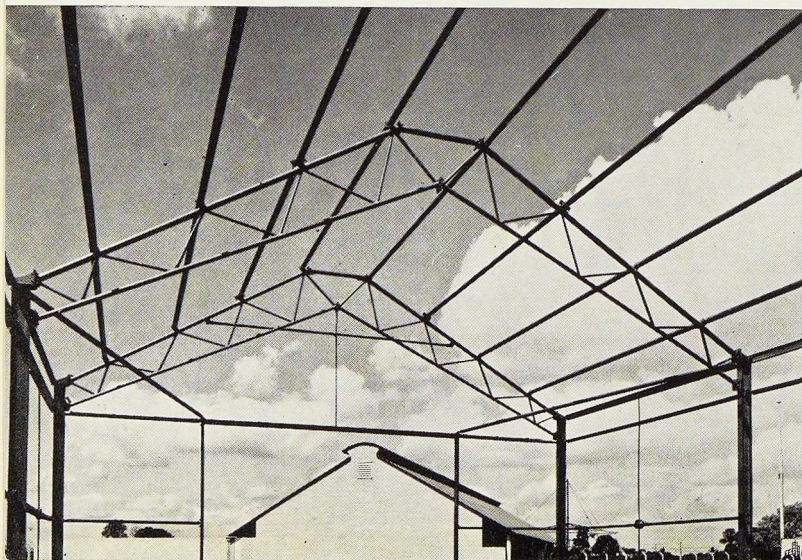


Fig. 3. Ossature métallique d'une maison Arcon. Les fermes en treillis ont une portée de 9,14 m.

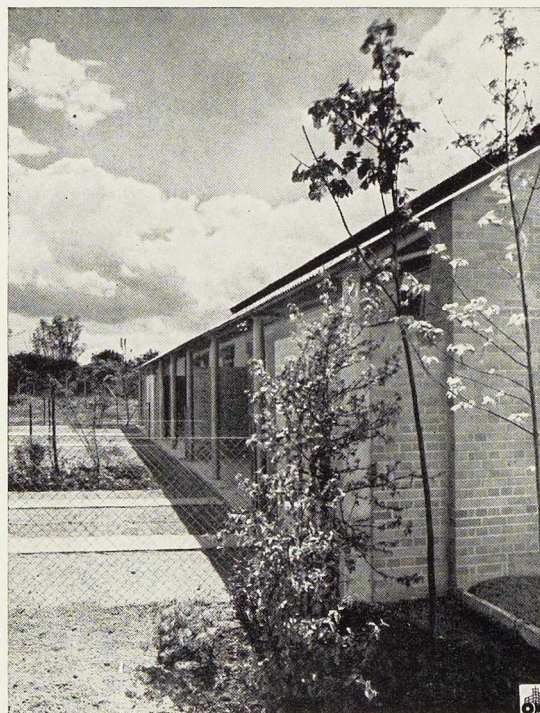


Fig. 4. Maisons Arcon dans un établissement britannique du Moyen-Orient.

Fig. 5. Charpente tubulaire soudée d'une maison Arcon, en cours de montage.

Les colonnes sont scellées à leur base dans un massif de béton enterré, de dimensions réduites, d'une section carrée de 0,44 m de côté et de 0,75 m de hauteur pour la charpente type. Sur un côté du socle, dans le sens de la longueur, est ménagé un espace libre, continué par une section à fond incliné dans le sol. Cette disposition permet d'introduire le pied de chaque poteau à son emplacement, puis de soulever la ferme montée horizontalement sur le sol en s'aidant seulement de cordes, sans que le pied des poteaux se déplace des emplacements prévus. Une fois les

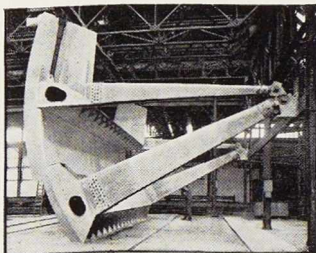
fermes montées et entretoisées par les pannes, on comble le vide des massifs au moyen de béton, ce qui assure le scellement des poteaux à leur base.

Ce type de charpente, très léger, et pouvant être monté rapidement sans engins de levage ni main-d'œuvre spécialisée, peut être très utile aux colonies. Il peut comporter diverses variantes et être muni par exemple d'un lanterneau. On le double généralement d'un plafonnage isolant. La couverture proprement dite est en tôle ondulée ou en fibrociment.



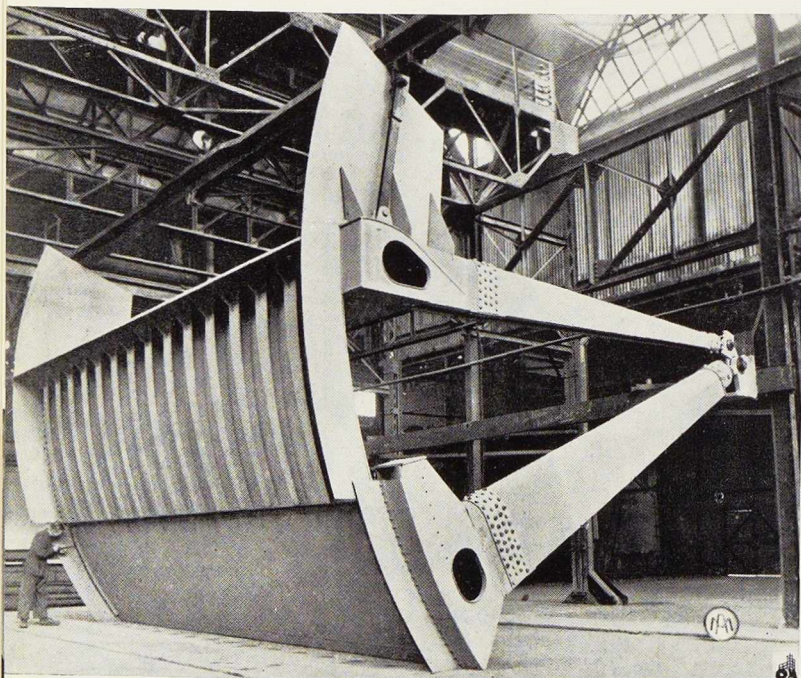
Photo Republic Steel Corp.

Façade en acier inoxydable du bâtiment de la Truscon Steel Company à Baltimore (U. S. A.).



Les vannes à segments du barrage de Balgerhoeke

En vue de faciliter les manœuvres du barrage de Balgerhoeke, l'Administration Centrale des Ponts et Chaussées décida en 1946 de placer en travers des deux pertuis ménagés dans le canal de dérivation des eaux de la Lys et adossées à la nouvelle écluse, qui venait d'être construite,



deux vannes à segment de forme spéciale, en remplacement des deux batardeaux à poutrelles horizontales prévus provisoirement. La réalisation des vannes à segment a été confiée aux Ateliers Métallurgiques de Nivelles.

En principe, chaque pertuis est fermé par une vanne à segment inférieure et une vannette à segment supérieure permettant de porter la retenue d'eau du niveau +1,500 jusqu'au niveau +6,00 m.

La figure 1 donne l'ensemble tel qu'il a été monté à l'atelier, sans les mécanismes.

La vanne constitue un corps creux soudé avec bouclier et nervures extérieures reliées par deux bras à deux appuis fixes à rotules.

La vannette constitue également un corps creux supportant un bouclier avec nervures et un coursier supérieur. Deux bras réunissent le corps de la vannette à deux appuis fixes à rotules.

Précisons que les articulations d'appui des bras de la vanne et de la vannette sont dans une position invariable l'un par rapport à l'autre, après le réglage de leurs positions respectives, de façon à permettre le pivotement avec le même jeu partout de la vannette le long de la vanne.

La figure 2 donne un ensemble de la vannette relevée pour la retenue maximum de l'eau.

La construction est entièrement soudée à l'exception des quatre joints des bras. Ceux-ci ont été rivés au montage pour la raison suivante :

Fig. 2. Barrage de Balgerhoeke. Ensemble de la vannette relevée pour la retenue maximum de l'eau.

Fig. 3. Montage des vannes à segment du barrage de Balgerhoeke.

Photo Kaiser.

Le jeu entre la vanne et la vannette est très limité pour des questions d'étanchéité. Ce jeu doit rester uniforme sur toute la course de la vanne et a été rigoureusement réalisé lors du montage à blanc à l'usine. Il ne fallait donc pas perturber ce travail de réglage par des déformations qui seraient dues à la soudure des bras sur place.

C'est pour cette raison que les joints des bras ont été rivés au montage après avoir procédé au chantier au réassemblage au moyen de broches soigneusement calibrées.

L'étanchéité latérale a été réalisée au moyen de flasques en tôles flexibles frottant par l'intermédiaire de frottoirs en laiton, sous l'effet de la pression de l'eau contre les tôles ménagées à cet effet dans les bajoyers.

La question d'étanchéité entre la vanne et la vannette était plus difficile à résoudre du fait qu'il y avait lieu de réaliser un joint relativement étanche pour toutes les positions de la vannette sur la vanne et ne raclant pas la surface extérieure de la vanne. Elle a été résolue de façon fort ingénieuse par l'Administration des Ponts et Chaussées au moyen d'un pneu spécial en caoutchouc, dégonflé lors de chaque déplacement de la vanne et regonflé à chaque nouvelle position, bouchant ainsi l'écart entre la surface de la vanne et le bord inférieur de la vannette.

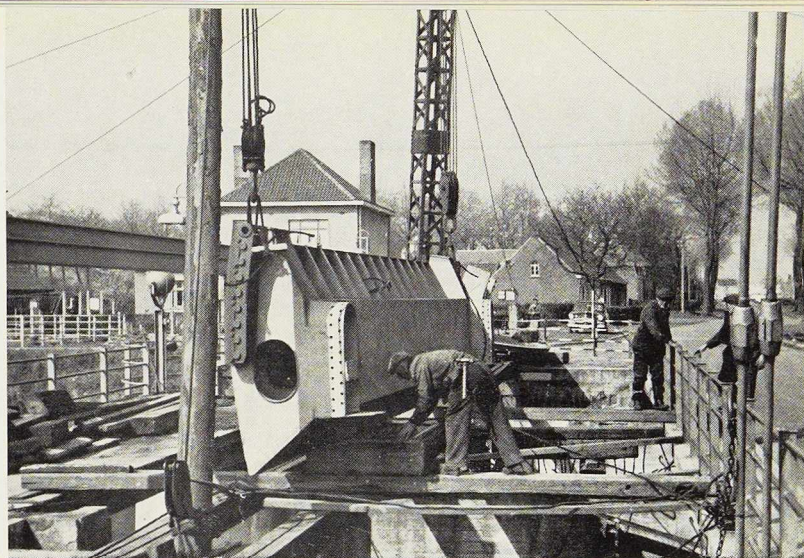
La vanne et la vannette sont chacune équilibrées au moyen de contrepoids en plomb placés dans des caisses glissant sous des puits ménagés dans les culées.

Le mécanisme de levage à main est combiné pour lever au moyen de divers embrayages et avec la même manivelle soit la vannette, soit la vanne et la vannette.

La figure 4 donne une vue du mécanisme de levage central (non encore peint) après montage à l'usine.

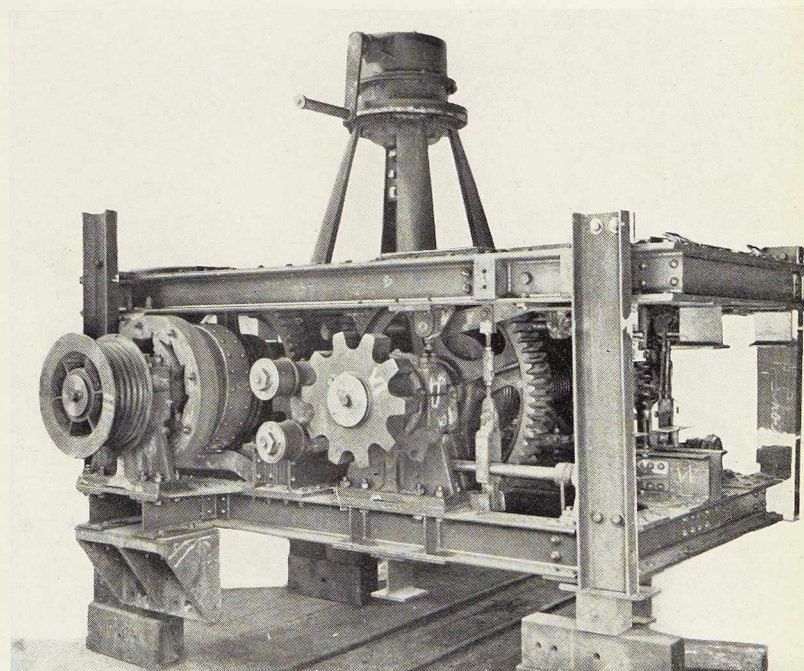
Les vannes et les vannettes ont été complètement métallisées au zinc (procédé Schoop) sur

Fig. 4. Vue du mécanisme de levage central, après montage à l'usine.



leurs surfaces extérieures avant expédition au chantier.

La réalisation des vannes du barrage de Balgerhoeke permet de conclure qu'il est possible de réaliser des constructions soudées tout en restant maître des déformations et pouvoir ainsi garantir un jeu uniforme et réduit entre deux constructions mobiles complètement soudées.



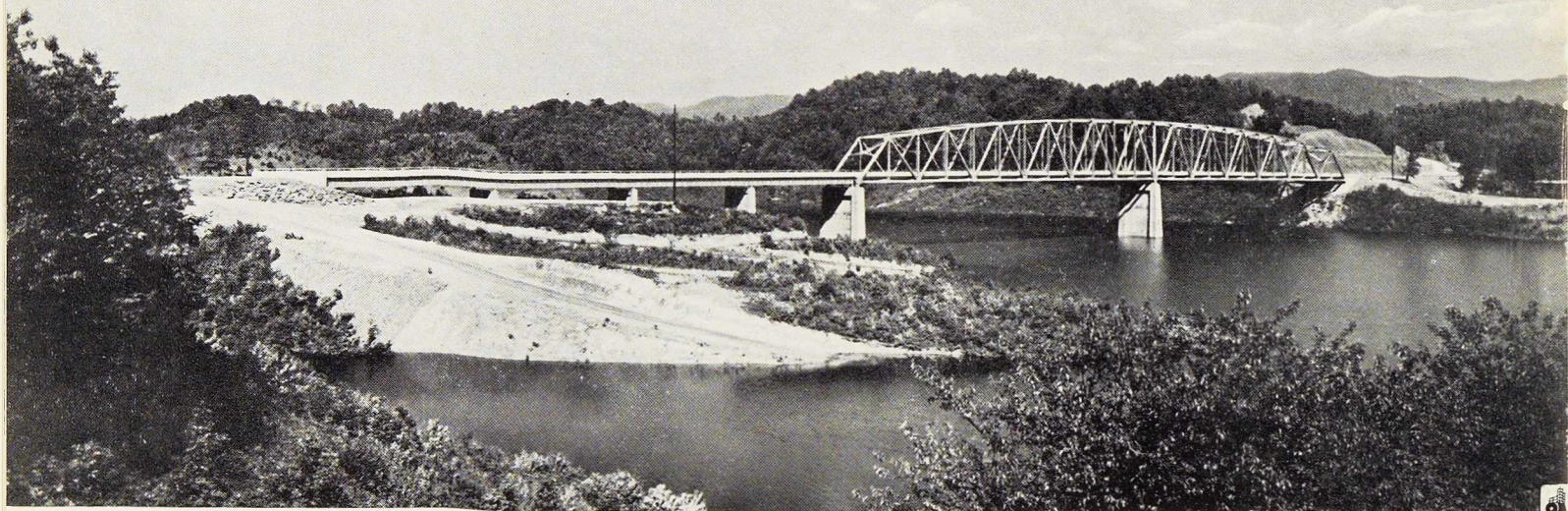


Fig. 1. Classe II. Pont sur le South Holston River sur la route d'Etat n° 34 dans le Comté de Sullivan (Tennessee).

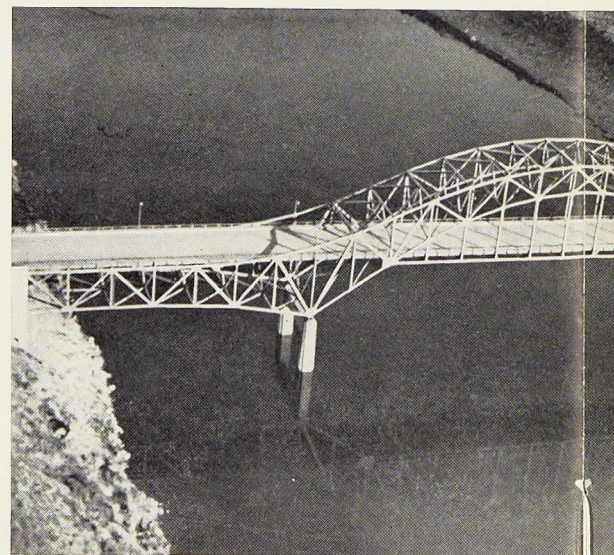
Propriétaire: Etat de Tennessee. Auteur du projet: « Tennessee Valley Authority » (T. V. A.). Constructeur: « Virginia Bridge Company ».

Les plus beaux ponts métalliques

Depuis plus de 20 ans, l'*American Institute of Steel Construction* (A. I. S. C.) décerne tous les ans (sauf pendant la guerre) des prix et des mentions honorables aux plus beaux ponts en acier construits pendant l'année précédente. Un jury composé de professeurs d'université, d'ingénieurs et d'architectes s'est réuni en septembre dernier à New-York pour désigner parmi 97 ponts métalliques (contre 46 l'an dernier) la réalisation la plus réussie au point de vue esthétique dans chacune des catégories suivantes :

Classe I. — Ponts fixes avec portée dépassant 122 m (400 pieds);

Classe II. — Ponts fixes dont la portée est inférieure à 122 m (400 pieds) et dont le coût dépasse un demi-million de dollars (environ 25 millions de francs belges);



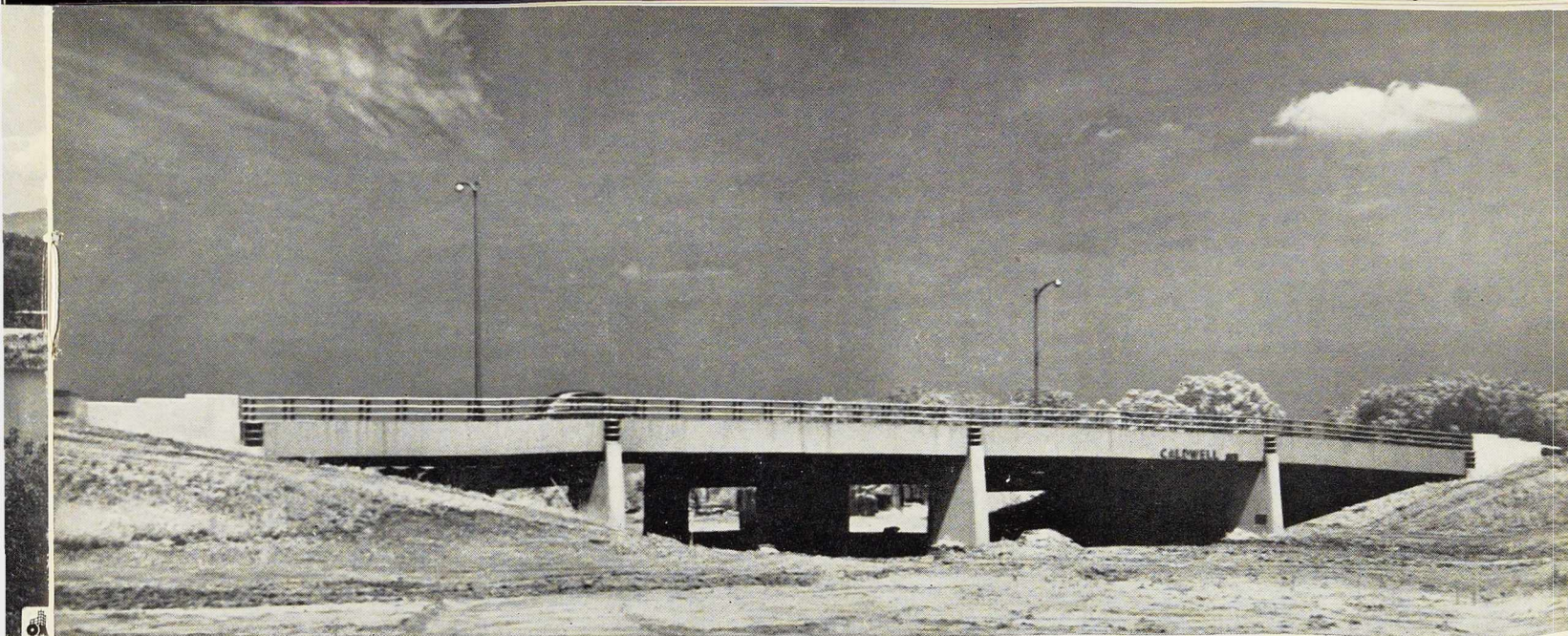
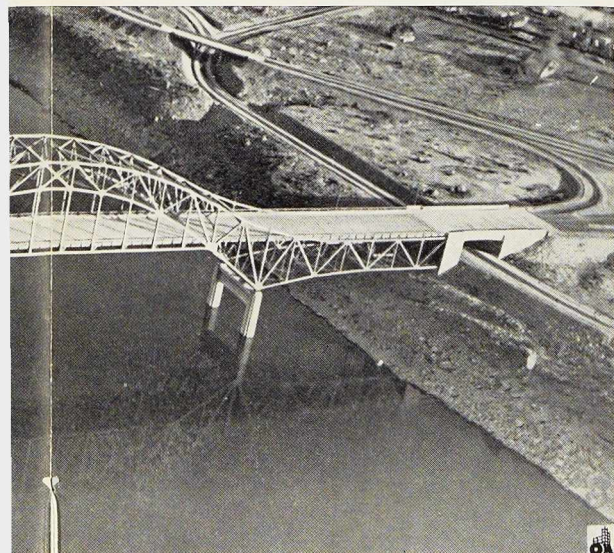


Fig. 2. Classe III. Pont « Caldwell Avenue » au-dessus de l'autostrade Edens dans le Comté de Cook (Illinois).

Propriétaire: Comté de Cook. Auteur du projet: Département des Routes du Comté de Cook. Constructeur: « Bethlehem Steel Company ».

construits aux États-Unis en 1950

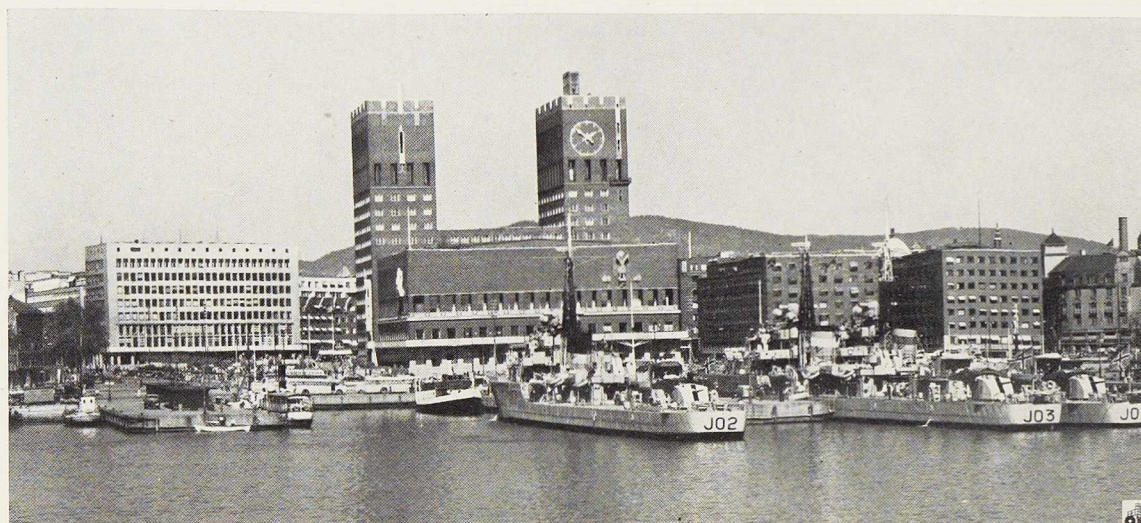


Classe III. — Ponts fixes dont la portée est inférieure à 122 m et dont le coût est inférieur à 500 000 dollars.

Des plaques en acier inoxydable portant le sceau de l'A. I. S. C. furent apposées sur trois ponts primés tandis que sept autres ponts reçurent des mentions honorables.

Les photographies des ponts primés qui illustrent cet article nous ont été obligeamment communiquées par l'A. I. S. C.

Fig. 3. Classe I. Pont sur le Columbia River à Wenatchee (Etat de Washington).
Propriétaire: Département des Routes de l'Etat de Washington. Auteur du projet: M. George Stevens, Ingénieur des Ponts du Département des Routes de l'Etat de Washington. Constructeur: « American Bridge Company ».



Ivo Pannaggi,
Architecte, Oslo

Le nouvel Hôtel de Ville d'Oslo

Oslo, capitale de la Norvège, est une cité moderne de 300.000 habitants, en constant développement. Depuis la guerre, la ville s'est enrichie de quelques bâtiments remarquables qui font honneur aux architectes norvégiens. Parmi ces constructions, une mention spéciale revient à l'Hôtel de Ville (Rådhus) situé au fond du fjord d'Oslo, près de la mer.

La masse imposante du bâtiment, entièrement revêtu de briques rouges foncées, se profile majestueusement dans le ciel avec ses deux tours caractéristiques dominant les lignes du bloc de devant.

La simplicité de la construction est réalisée par des bandes décoratives en granit norvégien, par des sculptures en bronze et des reliefs en pierre.

Si l'on regarde le bâtiment du côté de la mer, les deux tours apparaissent au deuxième plan,

tandis que, du côté opposé, où se trouve l'entrée monumentale, elles se détachent directement du sol jusqu'à une hauteur d'environ 70 m.

L'immeuble se compose de quatre blocs principaux, séparés par des joints de dilatation :

1. La tour Est (1 034 m² de superficie);
2. La tour Ouest (1 034 m² de superficie);
3. Le bloc central (491 m²);
4. Le bloc des salles de fêtes (3 035 m²).

Les fondations du bâtiment reposent directement sur un fond rocheux, sauf à l'angle sud-ouest où la couche rocheuse s'abaisse. A cet endroit, on a utilisé des pieux en béton qui atteignent le rocher à la cote — 10 m.

Le grand hall des fêtes repose sur quatre colonnes principales portant chacune une charge de 550 t. Ces colonnes ont une hauteur de 6,45 m,



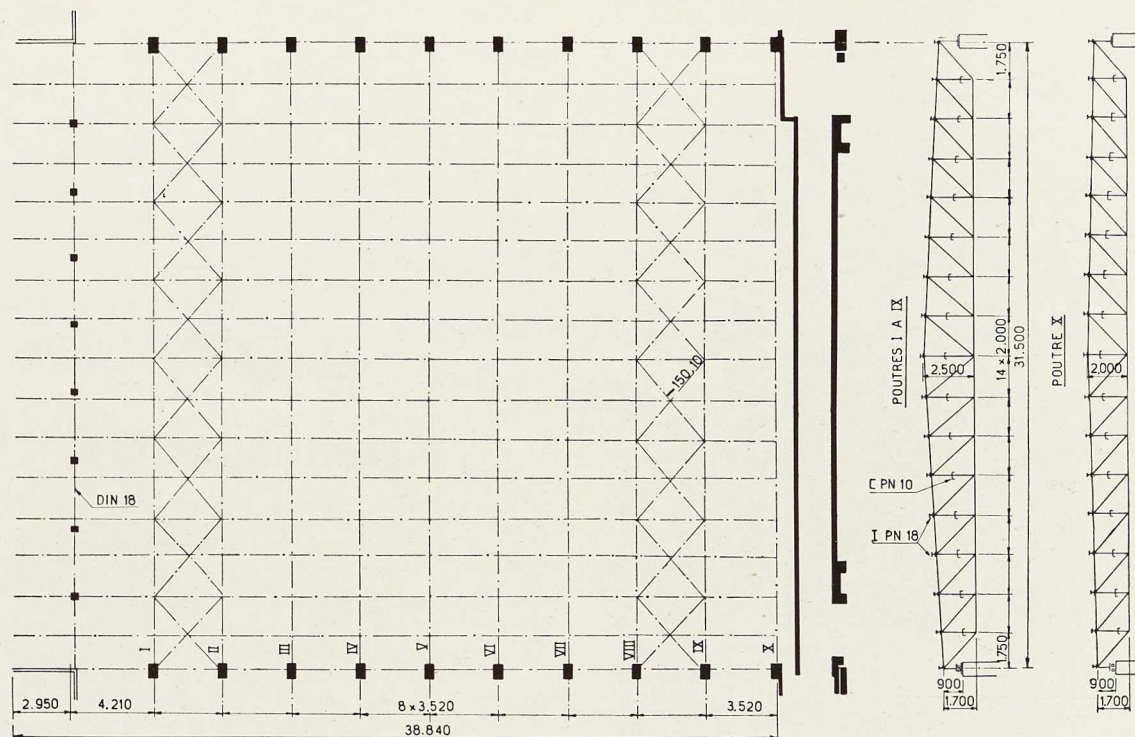


Fig. 2. Ossature métallique et détails des poutres de la toiture de la grande salle des fêtes du nouvel Hôtel de Ville d'Oslo.

correspondant à deux étages inférieurs. En raison de l'importance des charges qu'elles supportent, les colonnes principales s'appuient sur un système de fondation en grillage fermé de poutres métalliques.

Le grand hall des fêtes et la salle de conseil sont pourvus d'une charpente métallique destinée à supporter le tout. Pour le grand hall, cette charpente est constituée par 10 poutres en treillis de 31 m de portée, s'appuyant sur des poteaux en béton armé.

La salle du conseil est couverte par des poutres en acier à section en caisson, d'une hauteur de 1,80 m. Le vide du caisson est utilisé pour le logement des conduites de l'air frais. Ces poutres ont une portée de 13,50 m et supportent une charge unitaire de 180 t, correspondant aux colonnes des étages supérieurs.

Le poids total des constructions en acier s'élève à 1 900 t.

Une partie de l'ossature métallique a été réalisée en poutrelles Grey à larges ailes.

Le nouvel Hôtel de Ville d'Oslo est l'œuvre des

Architectes Arnstein Arneberg et Magnus Poulsson. L'étude de la partie technique a été confiée aux Ingénieurs-Conseils Sigurd Lund et Asbjørn Aass.

I. P.

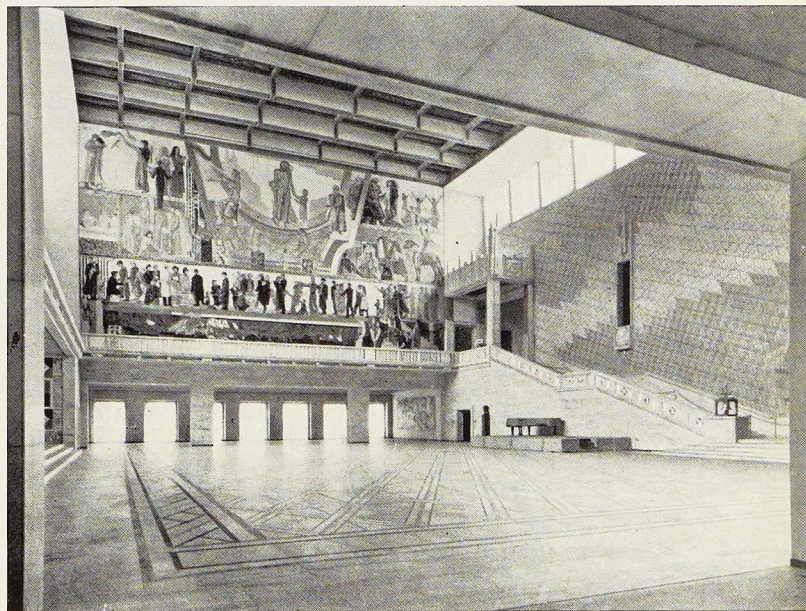


Fig. 3. Vue intérieure de la grande salle des fêtes, ornée de magnifiques peintures murales.

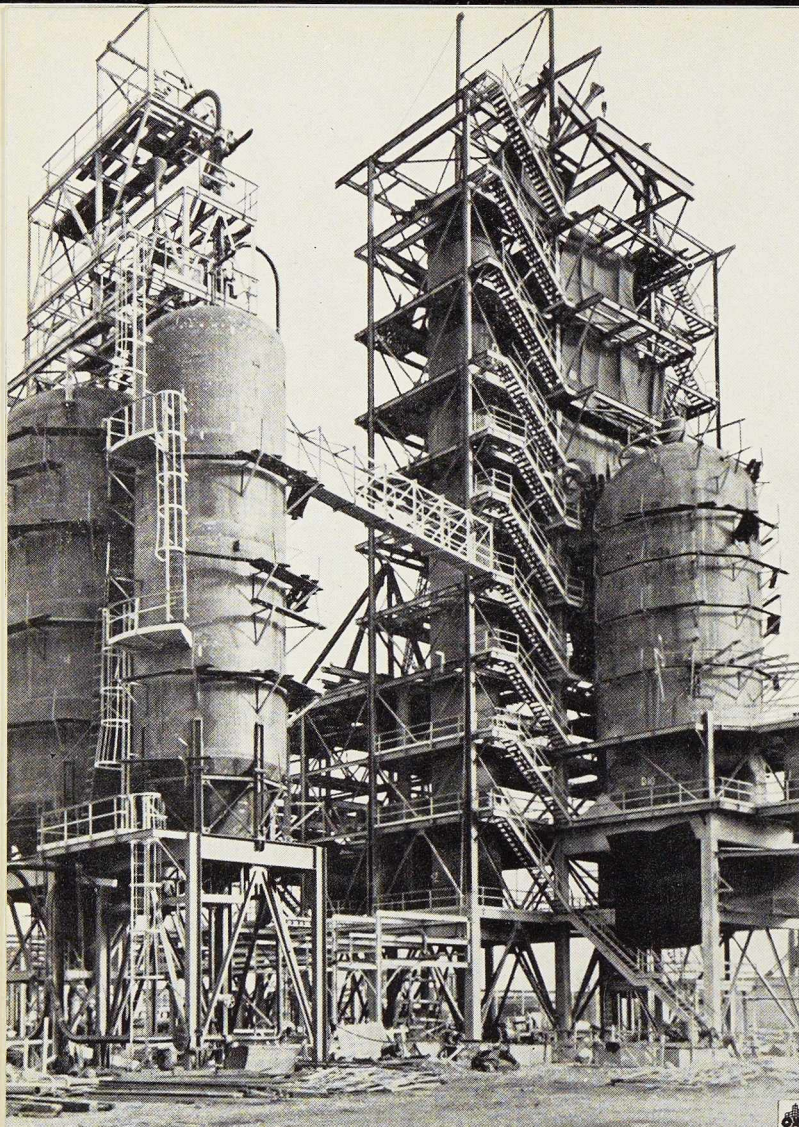


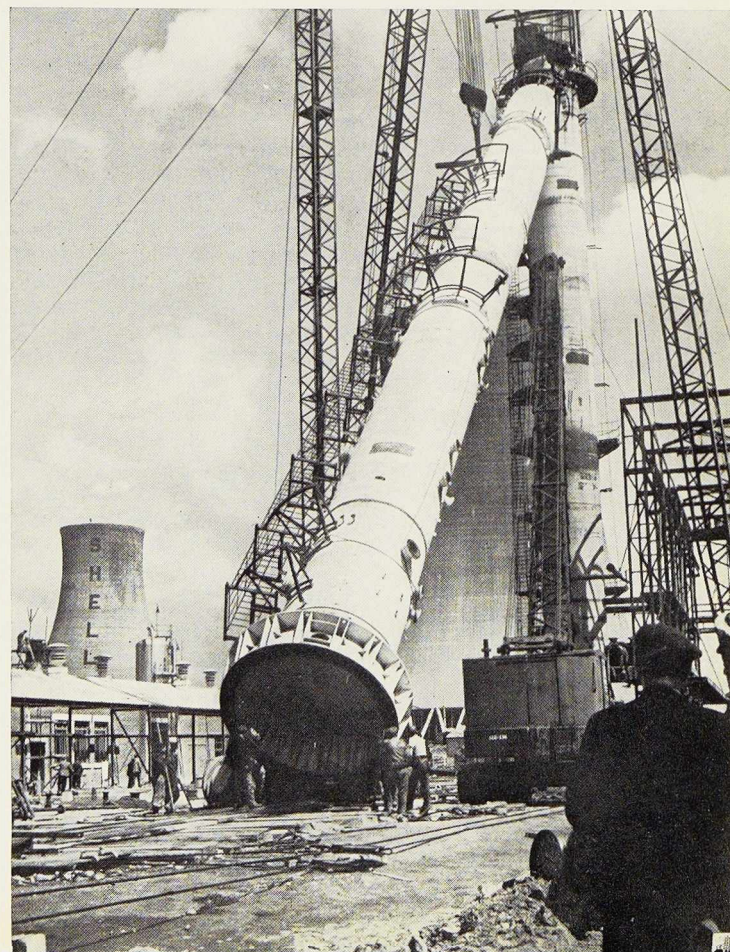
Fig. 1. Tour de cracking catalytique de la raffinerie de la « Carter Oil Co. » à Billings (Montana, U. S. A.) d'une capacité de 3.200 m³.

Photo New York Times.

Fig. 2. Colonne d'absorption de la Raffinerie de Stanlow, dans le Comté de Cheshire (Grande-Bretagne). Cette colonne, réalisée en construction soudée, a une hauteur de 52 mètres. Son poids est de 240 tonnes.

Photo Central Press.

L'Acier et ses Applications



V. Roisin,
Docteur en Sciences appliquées,
Ingénieur aux
Entreprises Ed. François & Fils

Compte rendu des travaux du Building Research Congress

(Londres, Septembre 1951)

§ 1. Généralités

Le premier Congrès International de la Recherche dans la Construction (*Building Research Congress*) organisé par la *Building Research Station* (Watford) a tenu ses assises à Londres, du 11 au 20 septembre dernier. Il réunit plus de 1 200 participants appartenant à 57 nations.

Le Congrès s'était donné pour objectifs :

1° Examiner l'influence de la mécanisation, de la préfabrication, de l'utilisation de nouveaux matériaux et des exigences du confort moderne sur les techniques de construction et le coût des bâtiments;

2° Promouvoir une association plus étroite de la recherche scientifique et de l'exécution, compte tenu des impératifs de cette dernière;

3° Passer en revue les progrès réalisés ces dernières années dans l'étude des structures, fondations, matériaux et services généraux des bâtiments.

Trois divisions se partageaient l'examen des divers problèmes techniques inscrits au programme.

Tandis que les divisions 2 et 3 consacraient leurs réunions à l'étude respective des matériaux de construction et des services généraux du bâtiment (ventilation, chauffage, éclairage, acoustique), la Division 1 s'occupait des aspects généraux de la construction et de la réalisation des ouvrages.

Une première sous-section intitulée « Influence de la Mécanisation et Préfabrication sur les techniques et le coût de la construction » était ouverte par M. R. Fitzmaurice, Conseiller scientifique au Ministère des Travaux Publics, qui fit une revue générale de la question, mettant tout particulièrement l'accent sur l'aspect humain du problème.

Suivaient les communications de MM. Mazure (Université de Delft), Christenson (*U. S. Federal Housing Administration*), Marini (Centre Scientifique et Technique du bâtiment, France), Farrow et Eden (Grande-Bretagne) et Schindler (Suisse). L'intérêt de l'acier dans l'édification des ossatures légères et des cloisons, ainsi que dans la constitution des coffrages, y fut notamment évoqué.

Une seconde sous-section intitulée « Influence des recherches modernes sur l'étude des structures » était ouverte par une conférence du Professeur Wastlund (Suède). L'orateur y signalait entre autres les possibilités offertes aux structures en acier en raison des progrès réalisés sur la qualité du matériau, l'emploi de la soudure et la mise en application des théories de la plasticité.

Les communications des Professeurs Granholm (Suède) et A. L. Baker, des Docteurs Thomas et Collins (Grande-Bretagne), consacrées aux constructions en béton, furent suivies de quatre conférences sur les constructions métalliques. Nous en présentons un résumé succinct au cours des paragraphes suivants.

La sous-section clôturait ses travaux par l'audition de la communication du Professeur Pugsley (Grande-Bretagne), relative à l'utilisation des alliages légers, et celles de M. Reece (Grande-Bretagne) et du Professeur Morrisson (Canada), traitant des structures en bois.

Une troisième sous-section consacrait ensuite ses travaux à l'étude de « L'Influence des conceptions modernes de la Mécanique du sol sur les projets et les constructions de fondations ». Notons à ce sujet les communications du Professeur V. Terzaghi (U. S. A.), MM. Harding-Glossop et Cooling (Grande-Bretagne), Legget (Canada), Docteurs Huizinga (Hollande) et Skempton (Grande-Bretagne).



En complément des sessions techniques, de nombreuses visites de laboratoires et de chantiers étaient organisées. Signalons les visites des laboratoires du *Building Research Station*, de l'*Imperial College of Science and Technology*, de la *British Welding Research Association* à Cambridge, des chantiers de l'aéroport de Londres, des centrales thermiques de Bankside (South Thames Bank) et de Brunswick (Poplar) ainsi que des constructions marquantes du Festival (Dome de la Découverte, Royal Festival Hall, Sky-lon, etc.).

On trouvera au § 6 du présent article quelques détails relatifs aux plus importantes structures en acier réalisées ces dernières années.

§ 2. «Tendances dans la recherche et la conception des ouvrages en acier», par G. Winter, Professeur à la Cornell University, U.S.A.

Au cours de cette communication, le Professeur G. Winter passa en revue les récents progrès réalisés dans l'étude et l'exécution des structures en acier. Les efforts ont été déployés dans deux directions :

1° L'étude des structures conventionnelles en acier laminé à chaud est évoquée en détail au cours des communications suivantes;

2° L'étude des structures composées de profils légers obtenus par laminage à froid de tôles minces.

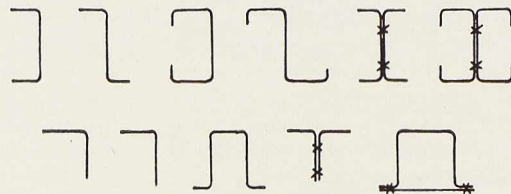


Fig. 1.

Ces dernières structures se distinguent des ossatures classiques à caractère de squelettes, par leur caractère de surfaces : elles constituent les murs, planchers et toitures.

Les profils de base sont obtenus par emboutissage, laminage à froid ou soudure au point de tôles minces (fig. 1). Ces éléments sont, à leur tour, assemblés pour former des panneaux de mur, de plancher ou de toiture (fig. 2).

Le problème principal dans l'utilisation de ces

profils est leur aptitude au flambage et à l'instabilité latérale. Une fois leur capacité portante bien déterminée, on peut mettre à profit leurs avantages qui sont la réduction du poids, l'accélération de la vitesse de mise en œuvre, leurs évidements offrant de nombreuses possibilités pour l'isolation, le chauffage et les canalisations.

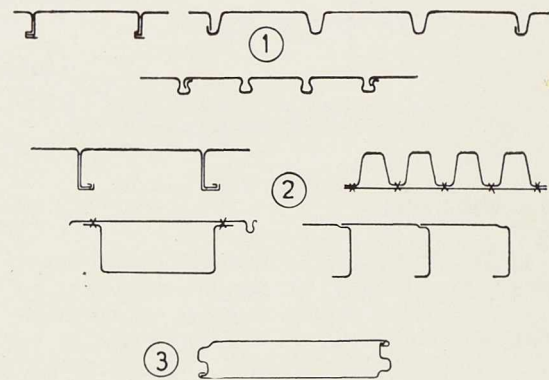


Fig. 2.

1. Panneaux de toiture. — 2. Panneaux de plancher.
3. Panneaux de mur.

§ 3. «Problèmes pratiques relatifs aux structures en acier. L'aide apportée par la recherche à l'étude des ossatures de bâtiments», par F. A. Partridge (Grande-Bretagne)

a) Introduction

Le *Steel Structure Committee* abordait en 1929 l'étude des portiques multiples utilisés dans l'érection des bâtiments.

Une première recherche, menée sous la direction des Professeurs J. F. Baker et C. Batho, aboutit, en 1936, à la rédaction d'une série de règles.

Un tout premier travail consistait en une comparaison des règlements anglais et étrangers, en vigueur à cette époque.

Il apparut que les spécifications du *London County Council* conduisaient à des constructions trop lourdes, en raison des charges imposées et des hautes qualités demandées à l'acier.

Une première norme publiée en 1931 (B. S. 449) admettait une réduction des charges, leur décroissance en fonction du nombre d'étages et une augmentation des tensions admissibles. Les pressions dues au vent furent ramenée de 30 lb./sq. ft. (147 kg/m²) à 15 lb./sq. ft. (73,5 kg/m²).



Une fois ces résultats acquis, se posait la question de la méthode de calcul. La méthode classique considérait les poutres comme simplement appuyées et les montants comme des pièces soumises à des charges excentrées dues aux poutres, les extrémités étant plus ou moins libres de tourner. Toutes ces hypothèses contribuaient à écarter les tensions calculées des tensions réellement développées, les écarts pouvant atteindre 100 %.

Il était donc nécessaire de revoir les méthodes de calcul.

b) Etude des tensions sur des structures existantes

Le Docteur Faber conduisit des essais sur les portiques du Geological Museum à South Kensington et plus particulièrement sur les montants intérieurs, ainsi que sur les poutres voisines.

On procéda à des mises en charge de la charpente nue, puis on appliqua des surcharges, les planchers étant construits et la charpente enrobée.

Les moments ainsi mesurés furent comparés à ceux calculés simultanément par trois méthodes différentes :

La méthode A : méthode classique;

La méthode B : considérant les moments fournis par la méthode A augmentés des moments dus aux boulons ou rivets d'assemblage. On admettait que la tension dans ces organes était égale à la tension moyenne calculée dans les poutres par la méthode A;

La méthode C : où l'on calculait les moments d'après les déformations angulaires observées aux extrémités des pièces. C'était plutôt une méthode d'analyse qu'une méthode d'établissement.

La méthode B donna une bonne concordance avec les valeurs expérimentales.

Le Professeur Baker conduisit, de son côté, des essais sur les ossatures du Cumberland Hotel et de grands buildings londonniens.

Les résultats de ces essais montrèrent encore que la répartition des moments aux nœuds était différente de celle résultant de la méthode A, la mise en place des planchers atténuant les différences sur les poutres, mais les accentuant sur les montants. L'enrobage de béton et la présence des murs de remplissage renforcent les moments aux abouts des montants, ce qui n'implique pas nécessairement un renforcement des tensions dans les profils. Il en est de même pour les poutres où les moments en travées s'en trouvent toutefois réduits d'autant.

c) Recherches en laboratoires

Batho se livra à de nombreux essais sur des séries d'assemblages « poutre-montant ». Le but était de déterminer la loi qui lie le moment appliqué M aux variations angulaires correspondantes θ .

Les assemblages par joints d'âme et de semelle combinés donnèrent le maximum de rigidité. La rivure du joint d'âme, l'épaisseur des couvre-joints, la qualité des boulons ou rivets, se révélèrent essentielles à l'indéformabilité. Les concentrations de tensions, au voisinage immédiat d'un assemblage de poutre sur la semelle d'un montant, apparurent comme de peu d'importance. Il n'en fut plus de même dans le cas d'un assemblage poutre sur âme du montant.

Les mêmes assemblages montrèrent une plus grande rigidité après qu'ils eurent été enrobés de béton.

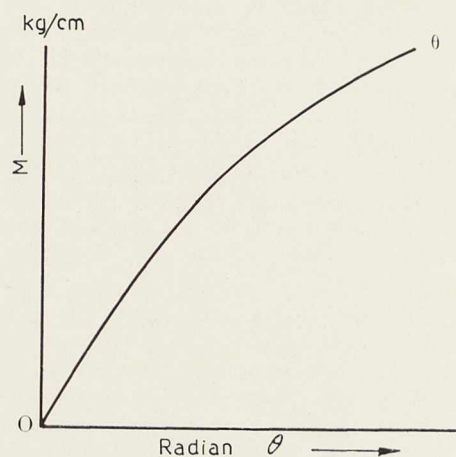


Fig. 3.

La loi $M = F(\theta)$ est représentée à la figure 3 par une courbe $O\theta$ dite « *restraint line* » (ligne de raideur d'assemblage).

Comme quatre types d'assemblages furent retenus, on construisit pour chacun une courbe $M = F(\theta)$.

Notons que dans une poutre chargée symétriquement et dont les extrémités aboutissent à des nœuds de même rigidité, la relation entre le moment d'encastrement et la déformation angulaire s'écrit $M = M_F - 2 E \cdot K \cdot \theta$ où M_F est le moment correspondant à l'encastrement parfait



($\theta = 0$), K la raideur $\frac{I}{l}$ de la poutre et E le module d'élasticité.

Cette relation est représentée par la courbe AB dite « beam line » (ligne de raideur de poutre) (fig. 4). Le point P intersection des courbes AB et OQ donne le moment aux extrémités de la poutre.

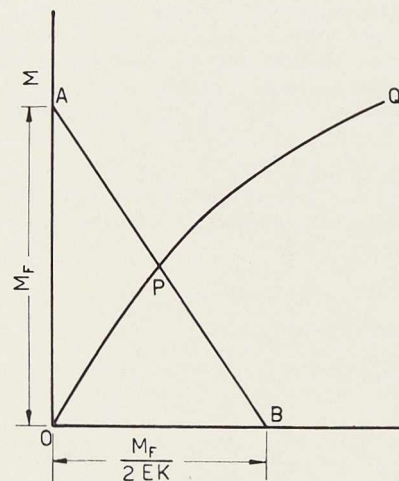


Fig. 4.

En pratique, les moments M ne répondent pas à la loi précédente, car les charges sont toujours plus ou moins dissymétriques, de même que les assemblages. On corrige la loi AB en déplaçant les points A et B le long des axes M et θ , et cela de quantités calculées à partir de coefficients expérimentaux et des coefficients de raideur des pièces aboutissant aux extrémités de la poutre étudiée.

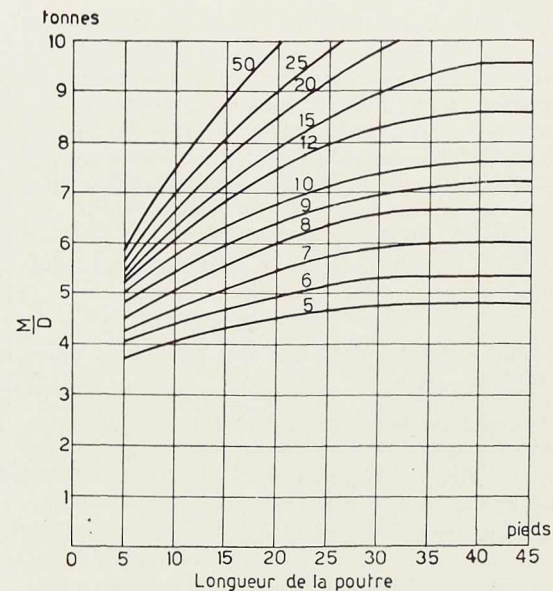
On introduit encore la notion de sécurité en agissant sur les points A et B.

d) Le comportement des montants

La méthode classique admet que les montants sont articulés haut et bas, mais les calcule avec une hauteur supérieure à leur hauteur réelle, de manière à tenir compte des conditions d'extrémité. L'estimation de cette hauteur fictive est très difficile, en raison du comportement des assemblages et des conditions de charge.

La méthode nouvelle arrive à la solution du problème en deux étapes :

1° Déterminer la tension maximum f qui peut



Note. — Les courbes sont graduées en valeurs de $\frac{M}{2D}$ en tonnes.

Fig. 5.

être admise en une section d'extrémité du montant d'éclancement $\frac{L}{r}$ et soumis à des contraintes axiales p , tout en restant inférieure à une valeur prédéterminée p' .

2° Etudier la flexion du montant en fonction de la rigidité des assemblages et des modes de charges possibles.

Le procédé de calcul est donc le suivant :

1° Choix de la section du montant = A.

2° Calcul de la contrainte axiale $p = \frac{P}{A}$, P

étant la charge axiale totale.

3° Calcul des contraintes maxima dues aux moments d'extrémité par la considération des courbes caractéristiques AB et OQ (fig. 4).

Pour chaque type d'assemblage, les résultats fournis par ces courbes ont été portés en diagrammes (fig. 5). Ces diagrammes donnent les moments d'extrémité M à partir de la longueur L de la pièce et du moment d'extrémité parfait M_F .

Les moments sont donnés par déduction à partir de la valeur $\frac{M}{D}$, D étant la hauteur du profil choisi, donc une quantité connue.

4° Calcul des tensions totales par simple addition.



e) Règles proposées pour l'étude des structures

Les méthodes de calcul et constatations déduites des recherches conduisirent à la rédaction des « Draft Rules for Design ».

Ces règles ne considèrent que les charges verticales. L'effet du vent y est négligé en raison de la déformabilité des connections qui rend les dérives horizontales possibles, sans qu'il en résulte des suppléments de tensions.

L'insuccès que connurent les « Draft Rules » trouve son origine dans deux objections : la méthode est trop complexe et aucune économie n'est réalisée puisque l'allègement des poutres est compensé par un renforcement des montants.

Il y a là un malentendu dans l'interprétation des textes. En effet, il est certain que les montants calculés par la méthode classique sont soumis à des tensions dépassant largement les tensions prévues. Alors pourquoi ne pas admettre ces mêmes tensions dans l'utilisation d'une méthode qui tient compte des phénomènes secondaires ?

Quant à l'objection de complexité, elle n'est pas fondée. La méthode apparaît plutôt comme simple, directe, et possédant le grand mérite de serrer la réalité physique de très près.

f) Comportement des assemblages soudés

Depuis la publication des « Draft Rules », la soudure a réalisé de tels progrès que la réalisation de structures rigides est devenue possible. Les assemblages y sont indéformables.

La méthode de R. H. Wood, de la *Building Research Station*, permet d'expliquer les moments critiques dans les poutres et montants, à partir d'un certain nombre de diagrammes. Ces diagrammes ont été obtenus par une étude expérimentale très poussée, de quelques portiques types.

L'économie réalisée avec cette méthode atteint 15 à 20 %.

g) Recommandations récentes

Si les méthodes basées sur la plasticité n'ont pas été évoquées ci-dessus, c'est qu'elles font l'objet de la communication suivante, due au Professeur J. F. Baker.

En conclusion des paragraphes précédents, on peut déjà recommander l'emploi de la méthode exposée dans les « Draft Rules », dans le cas d'ossatures semi-rigides. Les ossatures rigides seront traitées par la méthode de la plasticité de

J. F. Baker. Dans le cas d'une structure compliquée, la méthode classique modifiée par la norme B. S. 449 (voir § 1) peut être envisagée avec succès.

Il reste toutefois souhaitable qu'une étude comparative des théories évoquées ci-dessus soit entreprise à bref délai.

§ 4. « Recherches pour l'établissement des structures en acier; leur comportement au-delà de la limite élastique », par J. F. Baker, Professeur à l'Université de Cambridge

a) Introduction

Les recherches entreprises, dès 1929, par le *Steel Structures Research Committee*, sur les portiques étagés, aboutit, en 1936, à la publication des « Recommendations for Design » établies en admettant le comportement élastique de la matière. Elles connurent peu de succès, et de nouvelles recherches orientées vers l'utilisation du domaine plastique furent conduites par les laboratoires de l'Université de Bristol et de Cambridge. Elles permettent, à l'heure actuelle, d'étudier les portiques simples, plus facilement et plus économiquement que par la méthode élastique.

Quels furent les faits qui conduisirent à la rédaction du règlement de 1936 ?

Les expériences poursuivies sur des ossatures en montage et sur des modèles réduits permirent les constatations suivantes :

1° Les assemblages rivés ou boulonnés sont capables de transmettre des efforts importants, d'où meilleure utilisation des poutres sur toute leur longueur.

2° L'importance des moments d'extrémité peut être chiffrée avec une bonne précision, en dépit d'irrégularités dans la qualité des assemblages.

3° Les moments communiqués aux montants sont importants et se transmettent par continuité.

4° La distribution des tensions est la même, que les nœuds soient rigides ou semi-rigides.

5° L'application des planchers et murs change peu la distribution des efforts, alors que l'enrobage par du béton augmente considérablement les moments d'extrémité des poutres.

La méthode recommandée par le Comité présentait les innovations suivantes :

1° Les poutres étaient calculées en tenant compte de semi-encastres à leurs extrémités.

2° Chaque montant était calculé comme pièce soumise à flexion composée et cela pour le schéma de sollicitation le plus défavorable.



Cette méthode, plus compliquée que la méthode classique (poutres et montants articulés était loin de donner toute satisfaction. Cela explique l'orientation vers une théorie nouvelle : celle de la flexion plastique.

b) Théorie de la flexion plastique

Les divers cas de répartition des tensions en une section transversale d'une poutre soumise à flexion pure sont représentés à la figure 6.

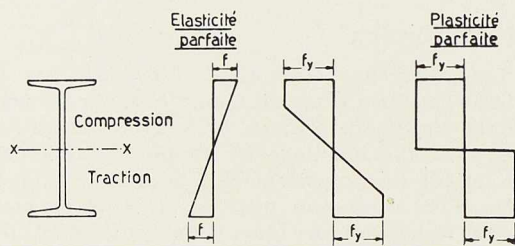


Fig. 6.

On appelle

M_y = moment d'écoulement = $Z \cdot f_y$
 = moment régnant lorsque la limite élastique f_y est atteinte aux fibres extrêmes,
 M_p = moment de plasticité parfaite = $S \cdot f_y$
 = moment régnant lorsque toute la section est en plasticité.

Remarquons que la grande étendue du domaine BC permet le développement de la plasticité parfaite sur toute l'étendue de la section (fig. 7).

Pour une section rectangulaire de hauteur $(2d)$ et de largeur (b) , on a

$$Z = \frac{2}{3} b \cdot d^2 \text{ et } S = b \cdot d^2 \text{ d'où}$$

$$\frac{M_p}{M_y} = \frac{S}{Z} = r = 1,5.$$

Ce rapport caractérise la section et est appelé pour cette raison le « facteur de forme ».

Pour une section de poutrelle laminée PN, on a $r = 1,15$.

Le processus de rupture d'une poutre, encastree à ses extrémités et soumise à des charges réparties croissantes, est le suivant (fig. 8) :

a) Dans le domaine élastique, le moment est maximum aux extrémités et vaut M_E .

b) L'augmentation de la charge amène le développement de la plasticité parfaite aux extrémités.

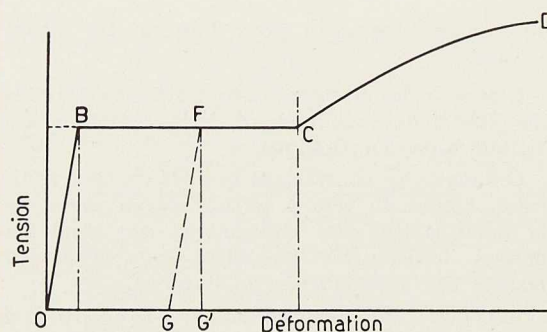


Fig. 7.

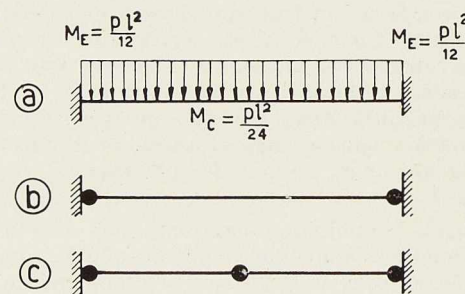


Fig. 8.

c) Une nouvelle augmentation de la charge amène la mise en plasticité de la zone centrale.

Lorsque la plasticité parfaite y est atteinte, la poutre présente trois articulations. Elle est devenue un système instable, c'est la ruine.

Immédiatement avant d'atteindre l'état c, la poutre est encore stable et sa résistance est utilisée au maximum sur toute sa longueur. C'est la situation exploitée par la nouvelle méthode de calcul des ossatures.

c) Mise en application de la théorie de la flexion plastique

Prenons comme exemple un barre AB supposée seule chargée dans un ensemble donné (fig. 9).

Les conditions d'extrémité sont données par les coefficients de partage m en A et B. Si l'on suppose la barre AB parfaitement encastree à ses extrémités, la charge uniforme W_c , correspondant à la ruine (cas c, fig. 8), est obtenue en écrivant les conditions d'équilibre des deux demi-poutres.



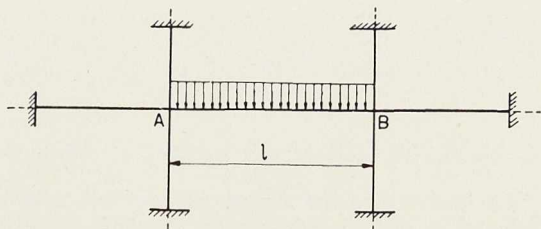


Fig. 9.

On trouve $W_c = 16 \frac{M_p}{l} = 16 \frac{r \cdot M_y}{l}$
d'où pour une poutrelle P. N.

$$\frac{W_c \cdot l}{M_y} = 16 r = 11 \times 1,45 = 18,4.$$

La variation de M_E en fonction de M_C , lorsque la charge croît de 0 jusque W_c , est donnée à la figure 10. Chaque courbe correspond à une valeur particulière de m .

Il est à noter que la charge de rupture W_c est indépendante de m . Lorsqu'elle est atteinte, on a évidemment $M_C = M_E = M_p$.

La méthode présente les étapes suivantes :

1° La charge de ruine W_c est obtenue en multipliant la charge de service par un « coefficient de charge » supérieur à l'unité.

2° Ayant choisi la forme de la section, d'où le facteur r , on calcule le moment d'écoulement M_y et les dimensions de la section.

3° Calcul des degrés d'encastrement et coefficients de partage en A et B. On vérifie si les barres voisines sont susceptibles de développer seules le moment M_p aux extrémités de la barre AB.

Quels sont les avantages de la méthode ?

1° La méthode plastique est basée sur une hypothèse de tensions, alors que la méthode élastique est basée sur une hypothèse de charges, ce qui est restrictif.

2° Elle procède par isolement successif des barres, les barres voisines n'étant prises en considération que si leur influence peut développer le moment M_p .

3° La déformabilité des assemblages est sans influence aussi longtemps qu'ils peuvent absorber le plein moment M_p .

4° Les déformations d'appui n'affectent pas le calcul.

Les avantages énumérés ci-dessus sont tels que

l'on doit envisager l'application de la méthode aux ossatures très compliquées. Cela exige la résolution de nouveaux problèmes dont certains sont évoqués au cours des paragraphes suivants.

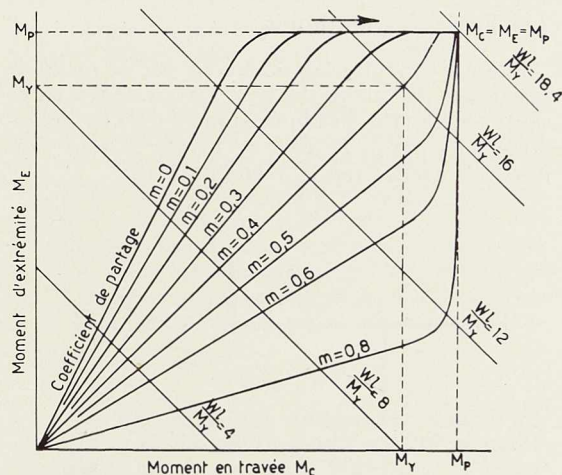


Fig. 10.

d) Influence des tensions tangentielles

La théorie de la flexion plastique ne prend pas en considération les changements apportés à la répartition des tensions normales (fig. 6), par la présence des tensions tangentielles. C'est une hypothèse parfaitement justifiable, tant que les forces tangentielles restent incapables de mettre, à elles seules, toute la section en plasticité.

e) Influence des concentrations de charges

Lorsqu'une charge concentrée est appliquée sur la semelle supérieure d'une poutre AB (fig. 11), il en résulte des concentrations de tensions au voisinage du point d'application. Ces tensions retardent le développement de la plasticité aux fibres supérieures. Il en résulte une augmentation de la charge de rupture W_c .

f) Effet d'écroutissage

Les essais ont montré que le moment M_p régnant aux zones d'articulations plastiques, subissait une légère augmentation lorsque la déformation devenait considérable. Ceci est dû au fait que l'on quitte le domaine de la plasticité parfaite (fig. 7), ce qui est, pour l'acier doux ordinaire, un cas extrême.



Si l'on utilise des aciers à court domaine plastique, on adopte une théorie qui introduit la déformation sous forme d'une relation entre la rotation des extrémités de la poutre étudiée et le moment qui y règne.

g) Etude des portiques

Elle est conduite très aisément par la méthode plastique, du moins lorsque les charges axiales sont petites. Un portique simple tel que représenté à la figure 11 peut se ruiner suivant l'un des trois modes repris à la figure 12.

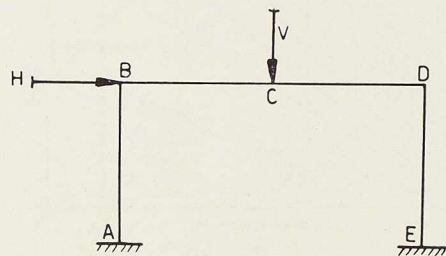


Fig. 11.

La charge de ruine est calculée à partir des conditions d'équilibre de l'ensemble rendu articulé par l'apparition de zones plastiques. Elle est indépendante de la raideur relative des pièces.

h) Les déformations

Les flèches et variations angulaires peuvent être intéressantes à connaître dans certains cas, tant dans les méthodes élastiques que plastiques. Ceci vise surtout le cas où une partie de la charge appliquée n'est pas permanente. Le diagramme tension-déformation (fig. 7) montre que la décharge à partir de l'état F amène la résorption de la partie élastique GG' de la déformation.

Il en résulte des tensions résiduelles qui ne doivent en aucune manière devenir des sujets d'inquiétude, car elles n'ont pratiquement aucune influence sur le moment de plasticité parfaite M_p .

Quant à l'étude propre de la déformation, elle serait inextricable par l'intermédiaire des équations de la ligne élastique.

Une approximation satisfaisante consiste à admettre que la déformation s'effectue uniquement par rotation au droit des articulations plastiques. Les valeurs ainsi trouvées sont trop faibles. A

noter que l'effet d'écroutissage tend à réduire la déformation, tandis que la présence d'une limite de proportionnalité au delà de la zone de plasticité (fig. 7) produit l'effet inverse.

i) Instabilité latérale des poutres et montants

Les pièces élancées cèdent par instabilité latérale avant que le moment de plasticité parfaite ne soit développé. Leur capacité portante est

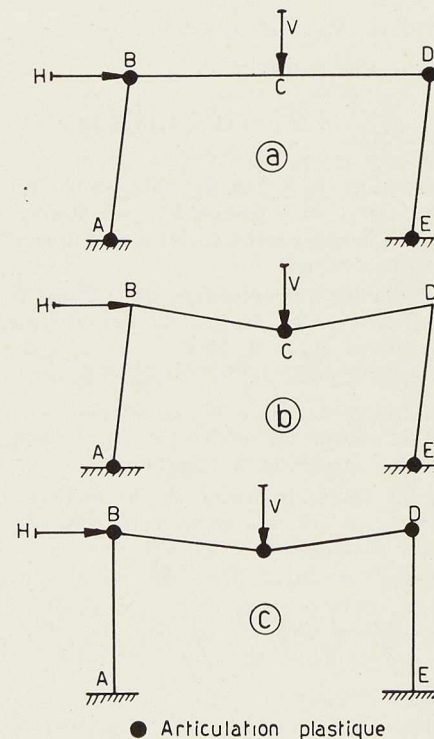


Fig. 12.

toutefois peu diminuée si leur élancement est inférieur à 100.

Les montants soumis à de faibles charges axiales et à des moments d'extrémité égaux et de signes contraires se ruinent toujours avant que le moment M_p ne soit atteint. L'écart entre le moment de ruine et le moment M_p est négligeable, si les extrémités du montant sont solidarises latéralement à des éléments de rigidité comparable.



L'interprétation du comportement de ces montants et leur calcul est la pierre de touche de toute méthode d'étude des ossatures.

Ces pièces sont soumises à des charges axiales et à des moments d'extrémité. Leur déformée est à simple ou à double courbure. Les essais ont montré que les montants dont la déformée est à double courbure étaient capables de supporter de plus grandes charges que ceux à simple courbure (à sollicitations d'extrémité égales en valeur absolue). Il est encore intéressant de noter que les charges de poutre (fig. 13) ont peu d'influence sur la valeur maximum de la charge axiale, si les extrémités des poutres ne sont pas affectées de zones de plasticité au voisinage de leurs connections aux montants.

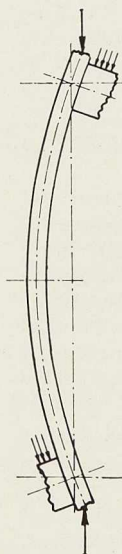


Fig. 13.

Sur la base de ces constatations, des formules ont été élaborées. Elles s'appliquent en considérant chaque montant comme isolé, la plasticité n'affectant pas les poutres.

k) Effet des charges alternées

L'alternance des charges amène une réduction de la capacité portante.

Lorsque la fréquence des mises en charge est grande, l'effet de fatigue doit être pris en considération, au même titre qu'avec la théorie élastique.

l) Les conditions de charge

La définition classique du coefficient de sécurité est bien connue : c'est le rapport de la tension de rupture de la matière à sa tension de service, cette dernière étant calculée à partir de charges dites « de service ». Ces charges, plus grandes que les charges effectives, sont des maxima.

La méthode plastique vise à introduire la sécurité par la considération des charges amenant la ruine et cela indépendamment des charges de service. Elle serait inspirée par la considération

des dégâts occasionnés, plutôt que par une limitation des tensions.

m) Conclusions

La méthode élastique s'est révélée d'un emploi trop compliqué, alors qu'elle ne tient même pas toujours compte des réalités physiques.

La méthode plastique, elle, tient compte du comportement réel des structures. Elle est simple puisque chaque élément est étudié séparément ou, tout au plus, avec ses voisins immédiats.

L'étude élimine encore les erreurs introduites par les imperfections d'exécution, la rigidité variable des assemblages, la non-concordance des appuis. Quant à la sécurité, rappelons qu'elle est introduite par la notion de ruine de la construction, à laquelle correspondent les « charges de calcul ».

§ 5. « La nécessité des recherches dans l'application de la soudure aux ossatures métalliques », par F. Campus, Professeur à l'Université de Liège

a) Introduction

L'application de la soudure aux ossatures en acier date seulement de quelque vingt années, c'est dire qu'elle est une technique jeune, à laquelle il reste à conquérir son expérience, à la fois pratique et scientifique.

Après avoir connu des débuts heureux, la soudure fut l'objet de la méfiance des constructeurs. Elle est encore considérée, à l'heure actuelle, comme une technique d'avant-garde, dont les avantages (réduction du poids et allègement des structures, économie et meilleur aspect) ne semblent pas contrebalancer, suffisamment, les risques que comporte son emploi, tant du point de vue des calculateurs que de celui des constructeurs.

Il ne faut pas perdre de vue que ces derniers ont formé des cadres et une main-d'œuvre très habiles dans la réalisation des assemblages classiques. Cela donne la mesure de l'effort que leur demande l'utilisation de la soudure : entraînement d'une main-d'œuvre hautement qualifiée, adoption d'un matériel différent et de nouvelles méthodes de montage.

Ces facteurs économiques n'ont guère aidé aux progrès de la recherche en matière d'ossature métallique soudée.

Une chose est certaine, c'est que de telles recherches sont hautement souhaitables et qu'il

faudrait les ordonner à l'échelle de l'ossature, en plus de celles déjà en train pour des phénomènes particuliers.

b) Possibilités actuelles de la soudure

La soudure au chalumeau, la soudure à l'arc électrique, la soudure électrique par résistance font actuellement l'objet de recherches vigoureusement menées.

Les métaux d'apport donnent toute satisfaction.

La sollicitation des soudures simples peut être facilement calculée et les cordons peuvent être réalisés avec la sécurité demandée.

Les défauts minimes ne mettent pas en danger les ossatures statiquement chargées.

Les cordons soudants sont préférés aux soudures par fusion et rapprochement bout à bout, car ils sont plus faciles à réaliser, plus économiques et moins susceptibles de développer des tensions de retrait et des distorsions.

La pratique a montré que les cordons continus et de faible section sont préférables aux cordons importants, mais interrompus.

c) Errements sur certaines conceptions

La notion de soudabilité des aciers reste mal interprétée.

Elle a été déduite de l'observation des ruptures de pièces de pont. Ces ruptures par arrachement sont caractéristiques des matières raides, ce qui est normal étant donné l'érouissage de la matière dû à l'alternance des sollicitations.

Bâtir des critères de soudabilité sur de telles bases pour ensuite les appliquer aux aciers utilisés dans les bâtiments est donc une erreur.

Il est aussi illogique de demander aux métallurgistes des aciers qui pourraient être utilisés dans les structures soudées et cela sans risque de rupture, même en dépit d'erreurs sérieuses dans l'étude ou la construction.

Citons l'exemple de l'ossature de l'Institut du Génie Civil de l'Université de Liège, érigée durant l'hiver 1932-1933, en acier C-Mn-Cu de haute qualité (58/65 kg/mm²). Cette ossature se comporta très bien, même lors des bombardements de 1944.

Bien que 14 portiques sur 25 aient été endommagés, les réparations exigèrent seulement 15 t de nouvel acier sur un total de 595 t. Le constructeur refusa toutefois d'employer le même acier comme ne présentant pas des garanties suffisantes de soudabilité et cela en dépit du bon comportement de la structure primitive sous des tests accidentels d'une extrême sévérité. En finale,

il fut décidé de fabriquer 15 t d'acier spécial à haute soudabilité.

Il est dommage que des recherches aient conduit à de telles absurdités. Une conclusion s'impose, c'est que la recherche scientifique peut devenir inutile et, dans une certaine mesure, une nuisance, si elle n'est pas accompagnée d'une interprétation correcte et d'une application rationnelle.

d) Le réel champ d'action de la recherche

Ainsi que l'exemple cité précédemment le montre, la recherche en soudure requiert de ses servants une solide formation scientifique et une bonne pratique de la construction proprement dite.

Ce serait encore commettre une faute grave que d'étendre à la construction soudée les principes des constructions rivées ou boulonnées. Les différences sont tellement fondamentales que l'on ne peut se borner à changer de main-d'œuvre et d'équipement; la conception même de l'ouvrage et son érection doivent être « pensées » en soudure.

Toute recherche visant au développement des ossatures soudées et à la standardisation des procédés est dominée par les impératifs classiques d'efficacité, de sécurité, d'économie et d'aspect. Dans un cas d'espèce, les premier et quatrième points sont directement fonction de l'étude statique et organique. La recherche donnera sa pleine mesure en s'efforçant de découvrir les formes optima de structures soudées.

Des recherches relatives à de nouvelles formes de profils laminés ont déjà été entreprises, bien que sur une faible échelle. C'est ainsi que des profils évidés, à section ronde ou carrée, sont déjà produits en série. Ils restent, néanmoins, très chers et donnent lieu à des complications d'assemblage.

La réalisation de profils H par soudure de deux semelles, de part et d'autre d'un plat servant d'âme, pose encore de nombreuses questions quant à leur résistance et leur comportement. Quelle est l'influence de la grande quantité de soudure incluse dans de tels profils; quelles sont les tensions développées lors du laminage de profils identiques? Autant de domaines ouverts à la recherche.

La recherche de la sécurité implique la connaissance des tensions. Alors que celles-ci sont facilement calculées dans les limites de l'élasticité, il est très compliqué de les expliciter, si le domaine plastique se trouve atteint, en raison



des différences de plasticité entre le métal de base et le métal d'apport. Dans les cas où une telle redistribution des tensions serait prévue, les soudures devraient être établies d'après des règles qui restent encore à trouver.

Un sujet qui recueille la faveur des chercheurs est le retrait des soudures. Ce phénomène est de toute première importance, non seulement en raison des distorsions et des concentrations de tensions résiduelles, mais aussi du point de vue de l'étude des projets (influence de la longueur et de la section des cordons, de l'épaisseur des plats soudés). Les tensions résiduelles atteignant souvent la limite élastique disparaissent par un recuit. Ce procédé n'est toutefois pas applicable aux ossatures, où l'on se borne à minimiser les tensions résiduelles, en limitant la section et la longueur des cordons.

Signalons que les effets de dilatation thermique et de retrait peuvent être utilisés dans la mise en précontrainte de certains éléments d'ossatures.

La rupture des soudures par arrachement, caractéristique des matières raides, a donné lieu à de nombreuses recherches. Ce phénomène n'est pas à prendre en considération dans les ossatures soumises à des charges statiques (bâtiments).

e) Conclusions

La construction soudée est appelée, avec l'aide de la recherche scientifique, à devenir une technique économique et sûre. Ce but sera atteint par une adaptation progressive des structures actuelles, plutôt que par un changement radical des matériaux de base.

§ 6. Visites organisées au cours du Congrès

Entre les sessions techniques prirent place de nombreuses visites de laboratoires et de chantiers. Nous nous bornerons ici à signaler celles intéressant particulièrement la construction métallique.

a) Les laboratoires de la *Building Research Station* et de l'*Imperial College of Science and Technology* possèdent tous deux d'importants départements qui consacrent leur activité à l'étude des structures. Leur matériel compte parmi les plus modernes : presses de 1 200 t, dispositifs permettant d'exercer des efforts considérables dans toutes les directions de l'espace, utilisation massive des strain-gauges.

b) Les laboratoires de la *British Welding Research Association* à Cambridge sont spécialisés dans l'étude des problèmes posés par la réalisation des ossatures soudées. La soudure par résis-

tance, les essais de fatigue, les essais de conduites et réservoirs soumis à hautes pressions, les expériences servant de base à la théorie de la plasticité sont autant de domaines dans lesquels s'exerce l'activité de l'Association.

c) La centrale thermique de Bankside (South Thames Bank) qui atteindra une puissance de 240 000 kW, possède une ossature métallique, les murs de remplissage étant en briques et le toit en béton armé. Le bâtiment principal (longueur 90 m, largeur 60 m, hauteur 30 m) abrite les chaudières et les turbo-alternateurs. Il est surmonté d'une cheminée s'élevant à 100 m au-dessus du sol. L'ensemble absorbera un total de 5 800 t d'acier, mis en place par deux grues Derrick d'une capacité respective de 15 et 20 t.

d) La centrale thermique de Brunswick Warf (Poplar) (330 000 kW) est conçue sur le même principe que celle de Bankside : ossature métallique avec remplissage en briques. Les halls des turbines et des chaudières sont respectivement longs de 245 m et 225 m. Leur largeur totale est de 80 m.

e) Les constructions marquantes du Festival de Grande-Bretagne, Dôme de la Découverte, Royal Festival Hall, Skylon..., sont trop connues pour qu'on les décrive à nouveau. Mentionnons toutefois les fermes métalliques supportant la toiture du Royal Festival Hall. Constituées sous forme de poutres en treillis de 39 m de portée, espacées de 4 m, elles portent chacune une charge de 146 t pour un poids mort de 17 t.

Des vérins réglables, intercalés dans les membrures inférieures, permettaient d'éviter la poussée au vide des appuis lors de l'application des surcharges.

§ 7. Conclusions

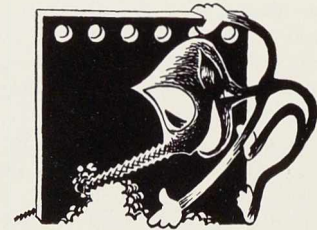
Par l'ampleur et la diversité des sujets évoqués, le *Building Research Congress* a largement dépassé le cadre qu'il s'était fixé et que l'on aurait pu craindre trop spécialisé et trop académique. Il a ainsi pleinement rempli son but ultime : l'information générale de tous les servants de la construction. C'est là d'ailleurs la véritable source du progrès, qui est le résultat d'une large confrontation entre les enseignements de la recherche, ceux de la réalisation et ceux de la conjoncture économique.

Pour ce qui intéresse l'acier, il devra tirer ses avantages d'une simplification des ossatures et de la réduction du coût de sa mise en œuvre.

Dans cet ordre d'idée, les nouvelles tendances et théories exposées plus haut ouvrent de belles perspectives à la construction métallique.

V. R.





C. T. 1. - Conférence

La Tribune de la C. T. 1 a été occupée récemment par M. Meunier, chef de travaux à la Faculté Polytechnique de Mons, qui a parlé de la « Prévission des conditions de polissage électrolytique ».

Jusqu'il n'y a pas bien longtemps, notre manque de connaissances fondamentales des phénomènes en jeu interdisait toute espèce de prévision et les mécomptes d'atelier ne pouvaient guère être évités, leurs causes restant inconnues.

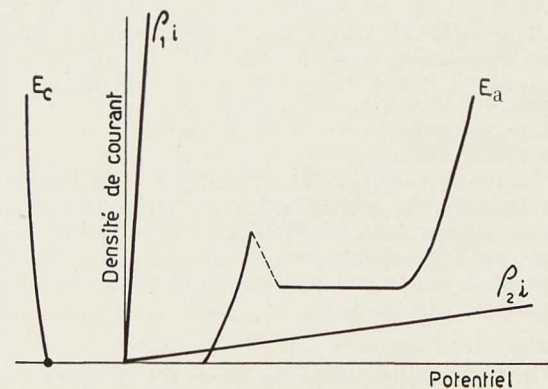
Depuis les travaux de Jacquet, on y voit un peu plus clair : le polissage électrolytique est somme toute une dissolution électrolytique sélective des parties proéminentes de la pièce à polir. Cette dissolution se fait par échange d'ions au travers d'un film d'oxyde ou de sel métallique que l'oxydation anodique forme à la surface du métal : ce film solide est, d'une façon constante, dissous chimiquement par l'électrolyte et il ne se maintient que si sa vitesse de formation et sa vitesse de dissolution se neutralisent l'une l'autre. Cette dissolution permanente crée, au contact du film solide, une couche liquide concentrée et assez visqueuse dont la vitesse de diffusion règle la vitesse de dissolution du film.

Comme ce film se dissout plus vite là où la pièce à polir présente une proéminence, cet endroit sera plus vigoureusement attaqué par l'électrolyse et la surface sera nivelée.

Il faut, pour obtenir un bon polissage électrolytique, que le film d'oxyde et la couche liquide régulatrice soient continus : celle-ci peut être troublée par un dégagement d'oxygène trop irrégulier et le film d'oxyde de son côté peut être détruit s'il y a, dans l'électrolyte, des ions capables de le peptiser et de favoriser ainsi sa dispersion (ions Cl par exemple).

Le conférencier insiste sur le point suivant : pour étudier les phénomènes mis en jeu pour le polissage électrolytique, il faut s'en référer au potentiel anodique et non pas se baser sur un diagramme tension aux bornes-densité de courant. En effet, la tension aux bornes est la résultante

de la tension anodique E_a , de la tension cathodique E_c et de la perte ohmique dans l'électrolyte. Ces deux derniers termes peuvent venir masquer le phénomène et ne présentent guère d'intérêt; la tension cathodique ne varie guère avec la densité de courant et la perte ohmique ρ_i varie proportionnellement : seule la variation du potentiel de l'anode E_a est intéressante à examiner.



Sa courbe de variation, comme le fait voir la figure ci-dessus, présente un palier de densité de courant constante, qui se produit lorsque l'épaisseur du film ne varie plus, c'est-à-dire quand sa vitesse de formation est égale à sa vitesse de dissolution dans l'électrolyte.

Il est compréhensible que si l'électrolyte ne dissout pas l'oxyde formé le film s'épaissira jusqu'à bloquer l'électrolyse; il y a *passivation*.

Si au contraire le film est dissous au fur et à mesure qu'il se forme et offre ainsi aux ions une résistance constante, il y a *polissage électrolytique*.

Pour qu'un métal puisse donc être poli dans un électrolyte donné, il faut que sa courbe potentiel anodique-densité de courant présente un palier de polissage dont le niveau détermine la densité de courant optimum.



Quant au bain de polissage, il doit évidemment être oxydant, ce qui écarte immédiatement les bains en acide non oxygénés. Les plus usités sont les bains phosphoriques, les bains perchloriques et les bains alcalins.

Leur étude systématique est fort délicate étant donné que nous connaissons encore mal les films de passivation et pratiquement pas du tout la couche liquide de polissage : ces deux couches sont d'ailleurs fort difficiles à isoler pour les soumettre à l'expérimentation. Jusqu'à présent on n'a guère pu se guider que sur des analogies avec les cas les mieux connus.

Un exemple de prévision est donné par le polissage du Zn, du Cu et du Cd par Na(OH). La couche de passivation d'oxyde de Zn qui se forme est soluble dans la solution de soude, celle qui naît sur le Cu l'est beaucoup moins et sur le Cd moins encore. Il faut donc s'attendre à pouvoir polir assez facilement le Zn en bain de soude; le Cu se polira plus difficilement et le Cd ne dépassera pas le stade de la passivation. C'est ce que confirma l'expérience.

Documentation

Fatigue et corrosion

M. Cazaud, du Conservatoire des Arts et Métiers de Paris, a fait récemment le point de l'étude de la « Corrosion sous tension » en une suite d'articles parus dans la *Technique Moderne — Construction* (sept. et oct. 1951).

Il ne fait pas de doute que la fatigue favorise la corrosion d'un métal. Déjà une contrainte statique peut provoquer ou amorcer la corrosion, soit parce qu'elle ouvre, aux fibres tendues, des fissures ou criques préexistantes ou parce qu'elle brise un film de passivation lent à se reformer. Les mêmes causes existent amplifiées, quand le métal est soumis à des tensions alternées, répétées ou simplement ondulées : il n'est ordinairement pas question, dans ce cas, que le film de passivation brisé ait le temps de se reformer.

La corrosion généralisée n'affecte guère la résistance mécanique de la pièce métallique : comme la perte de poids, la perte de résistance est fonction de la diminution d'épaisseur, la couche oxydée ne prenant plus part à cette résistance. Il en va tout autrement pour les deux autres modes de corrosion : les piqûres de la corrosion localisée, comme les fissures intercrystallines de la corrosion intergranulaire, ont un effet d'entaille et causent ainsi des pointes de tension qui aident à leur propagation; d'autre part, les con-

traintes accélèrent la précipitation à partir de la solution solide de certains composés (nitrides, carbures...) qui créent, avec la phase initiale, des couples galvaniques; enfin, il est évident qu'au fur et à mesure qu'avance la fissuration, la surface d'attaque offerte au milieu corrosif s'accroît.

La résistance d'un métal à la fatigue sous corrosion dépend plus de sa résistance à la corrosion que de sa résistance à la fatigue.

Cette corrosion intergranulaire est de beaucoup la plus dangereuse et peu de métaux y échappent, même s'ils sont très purs (Al à 99,99 %), et on se sert, au laboratoire, du fait qu'elle est très répandue pour rendre les cristaux apparents après attaque par un réactif approprié.

Un cas typique de corrosion intercrystalline est celui des aciers doux où l'on peut admettre que c'est l'azote dissous, précipitant à l'état de nitride, qui est responsable de la fissuration intergranulaire. L'azote est en effet plus soluble dans le Fe à chaud qu'à froid : il ne se dégage que lentement (vieillessement), à moins que le métal ne soit soumis à un effort qui brise ou déforme les cristaux, comme dans l'écroutissage par exemple. Les éléments stabilisateurs (Al, Ti...) qui fixent l'azote tendent à diminuer le vieillissement, aussi bien que la corrosion sous tension; le calmage de l'acier ou le désazotage (par H humide, par exemple) ont le même effet.

Cette précipitation intergranulaire des nitrides, carbures, etc. est accélérée par les tensions dans le métal, qu'elles soient causées par la sollicitation ou qu'elles existent, à l'état de tensions internes dues à l'écroutissage ou à un traitement thermique (soudage, par exemple).

D'autre part, la corrosion sous tension est facilitée par la grosseur du grain, la propagation des fissures intergranulaires d'un métal à gros grain n'étant pas constamment contrariée par les changements de direction qui lui sont imposés quand le grain est plus petit.

En résumé, pour que la corrosion ne vienne pas diminuer la résistance à la fatigue d'un métal, il faut :

- 1° Que le grain soit fin;
- 2° Que soient évitées les pointes de tension dues aux défauts de surface qui créent des effets d'entaille;
- 3° Que soient annulées par un recuit toutes les tensions internes de laminage, d'écroutissage, de traitement thermique;
- 4° Que soient écartées les autres causes possibles d'une précipitation des nitrides, carbures, etc., telle par exemple les élévations de température même locales.



D. Bermene,
Lic. Sc. chim. A. C. Br.,
Chargé de Recherches
à la Commission n° IV
de l'A. B. E. M.

Protection contre la corrosion et aciers faiblement alliés

Protection des constructions métalliques

On sait que l'acier que l'on utilise couramment en construction métallique est sensible à la corrosion. Aussi est-il indispensable de protéger, avec le plus grand soin, les ouvrages en acier si l'on veut en assurer la durabilité.

Pour garantir les constructions métalliques contre l'action corrodante des éléments extérieurs, on fait généralement appel aux revêtements protecteurs, tels que les peintures ou les métallisations. Ceux-ci agissent principalement en empêchant les éléments agressifs d'atteindre la surface métallique. Le choix judicieux de ces revêtements et leur application sur des surfaces convenablement préparées⁽¹⁾ permettent d'obtenir une protection pouvant s'étendre sur de nombreuses années.

Indépendamment de l'emploi des revêtements protecteurs, on peut lutter contre la corrosion en s'efforçant d'augmenter la résistance de l'acier lui-même, c'est-à-dire en utilisant des alliages inaltérables ou peu corrodables.

Parmi ces alliages, les aciers inoxydables apportent une solution à de nombreux cas de corrosion et occupent une place importante. Cependant, leurs propriétés particulières, jointes à leur prix élevé, ne permettent pas d'en généraliser l'emploi en construction métallique courante.

Aussi, à côté de l'obtention d'une quasi inattaquabilité, les métallurgistes se sont-ils intéressés à l'amélioration de la résistance à la corrosion de l'acier ordinaire. Ils ont préconisé l'emploi d'aciers améliorés, utilisables en construction métallique et connus généralement sous le nom d'aciers semi-inoxydables ou faiblement alliés.

Les aciers faiblement alliés

Les aciers faiblement alliés résultent de l'addition, à l'acier ordinaire, de certains éléments en

quantités suffisamment faibles pour ne pas en modifier profondément les propriétés.

Le cuivre, le nickel et le chrome sont les métaux les plus anciennement utilisés; l'addition de certains d'entre eux, comme le cuivre par exemple, est entrée dans la fabrication courante de nombreuses aciéries. La teneur en élément d'addition varie avec le type d'acier. Pour le cuivre, elle est généralement voisine de 0,2 à 0,5 %, tandis que, pour le chrome, elle est fréquemment supérieure à 2 %. D'autres éléments d'addition sont d'utilisation plus récente, en particulier l'aluminium, le molybdène, le silicium et, dans certains cas, le phosphore.

À côté des aciers ne comportant qu'un seul élément d'addition, on a préconisé⁽¹⁾ l'emploi d'aciers à deux éléments, tels les aciers au cuivre-nickel ainsi que des alliages plus complexes, comportant trois, quatre, parfois cinq éléments d'addition différents.

L'emploi de ces aciers faiblement alliés doit, en principe, permettre d'augmenter la durabilité des constructions métalliques. Cette possibilité, dont l'intérêt pratique est évident, a retenu l'attention des spécialistes et a suscité, dans divers pays, des études systématiques destinées à établir la résistance à la corrosion des aciers faiblement alliés comparativement à celle de l'acier ordinaire.

La Commission n° IV de l'A. B. E. M., qui se préoccupe de la protection du fer et de l'acier contre la corrosion, a entrepris deux séries d'essais sur aciers faiblement alliés, en s'attachant à l'examen comparatif de leur comportement lorsqu'ils sont recouverts de peintures.

Avant de détailler ces essais et d'en discuter les résultats, il est utile de résumer les conclusions que les études sur aciers non protégés ont permis de réunir.

⁽¹⁾ Voir en particulier les travaux de la Commission n° IV de l'A. B. E. M. relatifs aux peintures et revêtements métalliques.



Essais atmosphériques sur aciers non protégés

Les principaux essais atmosphériques sur aciers non protégés ont été organisés aux Etats-Unis sous l'égide de l'*American Society for Testing Materials* (A. S. T. M.), en Angleterre par le *Corrosion Committee* et en France par l'*Office Technique d'Utilisation de l'Acier* (O. T. U. A.).

Pour étudier la résistance à la corrosion de divers aciers vis-à-vis des agents naturels, on a exposé, dans des atmosphères différentes et pendant de longues années, des centaines d'éprouvettes d'acier non peintes. Au cours de ces essais, les expérimentateurs ont observé la forme et la profondeur des corrosions, déterminé leur importance par la perte de poids des échantillons et procédé, dans de nombreux cas, à l'analyse des rouilles.

D'une manière générale, on a constaté (2, 3, 4) que la résistance à la corrosion atmosphérique des aciers faiblement alliés est plus grande que celle de l'acier ordinaire. La figure 1, extraite d'une publication de Pilling et Wesley (5) montre clairement la différence de comportement entre l'acier ordinaire et quelques types d'aciers faiblement alliés, exposés dans les mêmes conditions en atmosphère industrielle.

Comparée à celle de l'acier ordinaire, la vitesse de corrosion des aciers faiblement alliés diminue avec le temps; la rouille qui se développe à leur surface paraît exercer une action protectrice dont l'effet va en s'accroissant.

La plupart des auteurs mentionnent que la rouille qui recouvre les aciers faiblement alliés est plus noirâtre, plus adhérente et moins poreuse que celle que l'on observe sur l'acier ordinaire.

Ces constatations, jointes aux résultats d'analyse des rouilles, ont permis à Copson (6) d'expliquer l'amélioration de la résistance à la corrosion de certains aciers faiblement alliés. Selon cet auteur, les propriétés particulières de ces aciers ne sont pas dues à une concentration préférentielle des éléments d'addition dans la couche superficielle du métal, mais doivent être attribués à une modification de la rouille elle-même. La présence de cuivre ou de nickel donne lieu à la formation de sulfates basiques complexes peu solubles et d'une rouille, dont l'insolubilité va en croissant. Cette diminution de la solubilité des produits de corrosion conduit à une rouille moins poreuse, capable d'exercer une action protectrice et dont l'effet expliquerait le ralentissement de la vitesse de corrosion que l'on observe pour ces aciers.

Les essais atmosphériques ont permis, en outre, de donner des indications assez précises sur les durabilités respectives de divers aciers faiblement alliés et de déterminer, dans certains cas, les teneurs optima en éléments d'addition.

Aciers au cuivre

Selon Deaves (7), Hadfield et Main (8), le pourcentage le plus avantageux serait de 0,35 ou 0,40 % en cuivre. Hudson (3) signale cependant qu'une proportion de 0,2 % en cuivre est suffisante pour accroître la durabilité d'au moins 25 % par rapport à celle de l'acier doux ordinaire. La différence de comportement est particulièrement en faveur de l'acier au cuivre en atmosphère polluée, à caractère acide (9). En atmosphère marine, par contre, l'effet du cuivre paraît moins certain et, selon plusieurs auteurs (10) serait même préjudiciable.

Aciers au nickel ou au chrome

L'effet d'amélioration dû au nickel ou au chrome croît avec la teneur en élément d'addition (5). La présence de nickel confère à l'acier (11) une résistance particulière en atmosphère très polluée ou en atmosphère marine. Les essais sur aciers à 1 % de chrome, entrepris par le *Corrosion Committee* (3, 12), montrent que cette teneur suffit pour accroître la durabilité de 30 à 60 % par rapport à celle de l'acier doux ordinaire.

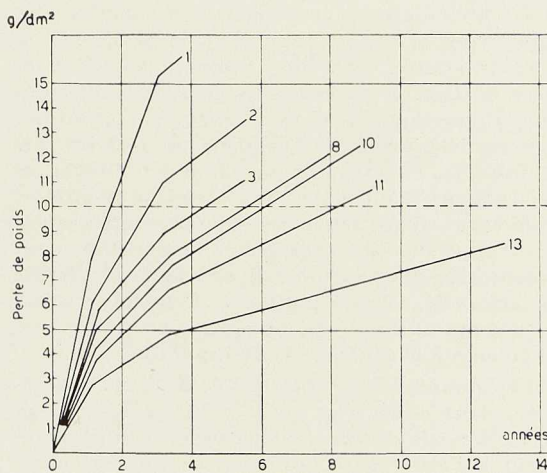


Fig. 1. Comportement à la corrosion de l'acier ordinaire et d'aciers faiblement alliés.

1. Acier ordinaire. - 2. Cu: 0,12; Ni: 0,03. - 3. Cu: 0,29. - 8. Ni: 0,48; Cu=0,50; Cr: 0,41. - 10. Ni: 2,07. - 11. Ni: 1,58; Cu=0,86; Si=0,2. - 13. Ni: 5,03; Si=0,3.

Aciers aux cuivre/nickel et cuivre/chrome

Les comportements mentionnés par Hudson (3) indiquent que la présence simultanée de cuivre et de nickel constitue une amélioration supplémentaire. On a observé, pour un acier à 0,95 % de cuivre et 1,96 % de nickel une corrodabilité relative analogue à celle d'un acier à 3 % de nickel. Pilling et Wesley (5) signalent des comportements identiques. Selon ces auteurs, la teneur en cuivre doit rester à la fois inférieure à 2 % et inférieure à la teneur en Ni. On a également obtenu d'excellents résultats avec les aciers au cuivre/chrome (3, 4). Hudson mentionne cependant que les effets du cuivre et du chrome ne sont pas entièrement additifs. La meilleure résistance a été observée pour un acier à 1 % de chrome et 0,5 % de cuivre.

Essais atmosphérique sur aciers protégés par peintures ⁽¹⁾

De l'ensemble des résultats mentionnés ci-dessus, l'utilisation des aciers faiblement alliés paraît se justifier en construction métallique, notamment chaque fois que celles-ci sont exposées aux agents atmosphériques. Cependant, si ces aciers présentent une meilleure résistance à la corrosion que l'acier ordinaire, il n'en reste pas moins qu'ils se corrodent, plus lentement il est vrai. En pratique, cela signifie que pour conserver leur valeur aux constructions en acier, exposées aux intempéries, et pour leur assurer une présentation convenable, il faudra les peindre.

La littérature technique contient peu de données relatives à des essais systématiques effectués sur divers types d'aciers protégés par peinture. Ces essais présentent cependant un réel intérêt. Il importe, en effet, de savoir si les différences de comportement entre les aciers ordinaire et faiblement alliés, observées sur éprouvettes nues, se retrouvent intégralement lorsqu'elles sont recouvertes de peintures. Il convient de vérifier si, dans de telles conditions, l'emploi d'aciers faiblement alliés se traduit pratiquement par une augmentation générale de la durabilité.

La Commission n° IV de l'A. B. E. M. a organisé, dans cette voie, en 1938 et en 1949, deux séries d'essais en vue de déterminer, comparativement à l'acier doux ordinaire, le comportement d'aciers au cuivre et d'aciers au chrome-aluminium, recouverts de peinture.

(1) Essais organisés par la Commission n° IV de l'A. B. E. M.

Aciers au cuivre (1938-1948)

Les essais atmosphériques, entrepris en 1938 sur aciers à faible teneur en cuivre, ont permis de soumettre, à l'action prolongée des intempéries, cinq nuances d'aciers, caractérisées par des teneurs en cuivre croissantes et d'en comparer le comportement à celui de l'acier doux Thomas.

Les aciers étudiés présentaient les compositions chimiques consignées au tableau I.

Toutes les éprouvettes d'essai, du format représenté par la figure 2, ont été peintes à l'aide d'un système de peinture constitué par une ou deux couches de minium de plomb recouvert ou non de deux couches d'une peinture de finition à base d'oxyde de zinc et d'huile.

Ces éprouvettes peintes ont été exposées dans onze stations expérimentales, choisies de manière à présenter des conditions climatologiques et des états de pollution atmosphérique différents. Trois stations furent détruites ou inaccessibles au cours des années 1940-1944 : ce sont les deux stations à climat marin d'Ostende et de Zeebrugge et la station de Schaerbeek. Malgré les nombreuses difficultés rencontrées, on a pu cependant poursuivre, d'une manière satisfaisante, l'inspection des autres stations.

Au cours de ces essais, qui se sont prolongés sur une période de dix années, le comportement des éprouvettes fut apprécié selon une échelle de corrosion normalisée, qui permet d'évaluer le pourcentage de rouille. Le tableau II donne séparément les corrodabilités relatives observées pour les faces supérieures et inférieures de chaque éprouvette et pour sept stations d'essai. Cette corrodabilité est calculée en attribuant le chiffre 100 au comportement des faces supérieures de l'essai témoin, constitué par l'acier doux Thomas, exposé dans la station la plus agressive.

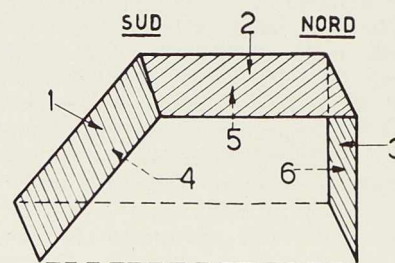


Fig. 2.



| | Teneurs exprimées en ‰ | | | | | |
|-----------------------|------------------------|------|------|------|------|-------|
| | C | P | Si | S | Mn | Cu |
| Acier ordinaire . . . | 0,03 | 0,05 | 0,21 | 0,03 | 0,35 | — |
| Acier à 0,15 Cu . . . | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | 0,27 | 0,153 |
| Acier à 0,27 Cu . . . | 0,02 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | 0,34 | 0,278 |
| Acier à 0,32 Cu . . . | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,36 | 0,328 |
| Acier à 0,37 Cu . . . | 0,02 | 0,05 | 0,01 | 0,01 | 0,43 | 0,377 |
| Acier à 0,43 Cu . . . | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,33 | 0,439 |

TABLEAU I. — Composition chimique des aciers étudiés par la Commission.

Les stations d'essai se répartissaient de la manière suivante :

| | | |
|--|--------------|--|
| Atmosphère industrielle très agressive | Station n° 1 | dans l'enceinte d'une usine de produits chimiques et d'une cokerie |
| Atmosphère industrielle | Station n° 2 | voisinage d'usines diverses (Ruisbroek) |
| | Station n° 3 | voisinage de hauts fourneaux et d'une gare de triage (Marcinelle) |
| | Station n° 4 | voisinage d'usines diverses (Institut du Val-Benoit, Liège) |
| Atmosphère urbaine | Station n° 5 | située à Bruxelles, et érigée sur le toit d'un bâtiment |
| Atmosphère faiblement industrielle | Station n° 6 | voisinage de la centrale de Donck (Campine) |
| Atmosphère non polluée | Station n° 7 | lac de Butgenbach (Région de Malmédy) |

| | Atmosphère très agressive | | Atmosphère industrielle | | | | | | Atmosphère urbaine | | Atmosphère faiblement industrielle | | Atmosphère non polluée | |
|---------------------------|---------------------------|------|-------------------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------------|------|------------------------------------|------|------------------------|------|
| | Station n° 1 | | Station n° 2 | | Station n° 3 | | Station n° 4 | | Station n° 5 | | Station n° 6 | | Station n° 7 | |
| | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. | Sup. | Inf. |
| Acier ordinaire | 100 | 96 | 75 | 70 | (63) | 67 | 73 | 68 | 70 | 64 | 63 | 40 | 52 | < 40 |
| Acier à 0,15 Cu | 92 | 91 | 65 | 62 | ? | ? | 62 | 60 | 59 | 57 | 55 | 40 | 57 | < 40 |
| Acier à 0,27 Cu | 90 | 91 | 63 | 60 | (62) | 60 | 60 | 58 | 58 | 55 | 53 | 40 | 53 | < 40 |
| Acier à 0,32 Cu | 90 | 90 | 63 | 59 | ? | ? | ? | ? | 58 | 55 | 52 | 40 | 52 | < 40 |
| Acier à 0,37 Cu | 88 | 87 | 60 | 59 | (62) | 59 | 58 | 61 | 56 | 53 | 52 | 40 | 52 | < 40 |
| Acier à 0,43 Cu | 85 | 84 | 60 | 58 | (62) | 57 | 58 | 57 | 54 | 52 | 52 | 40 | 49 | < 40 |

TABLEAU II. — Corrodabilité relative des éprouvettes peintes dans différentes atmosphères.

Les chiffres mentionnés entre parenthèses correspondent à des corrodabilités anormalement faibles et observées à la station n° 3.

L'effet des différences climatologiques et d'agressivité atmosphérique sur la vitesse de corrosion apparaît nettement, de même que le ralentissement de la corrosion dû à la présence de cuivre dans l'acier. Ce ralentissement ne s'observe qu'après quelques années d'exposition; c'est la raison pour laquelle on n'avait pas constaté (13), après quatre années d'essai, de différence appréciable dans le comportement des divers aciers.

Si l'on compare à la corrodabilité de l'acier ordinaire les valeurs attribuées, dans chaque station, pour l'acier à 0,15 % en Cu et l'acier à 0,43 % en Cu, on constate que les différences sont de l'ordre de 8 à 11 pour la teneur en cuivre la plus faible et de 11 à 15 pour la teneur en cuivre la plus forte, à l'exception de la station de Butgenbach. L'accroissement de la teneur en cuivre ne se traduit pas par une diminution importante de la corrodabilité.

C'est principalement dans les stations où l'atmosphère est polluée, au voisinage de centres industriels ou dans les grandes villes, que l'on observe, pour l'acier au cuivre, un ralentissement marqué de la corrosion. Lorsque l'atmosphère est très faiblement polluée (station de Butgenbach), l'acier au cuivre se différencie peu de l'acier ordinaire.

Il convient également de remarquer que l'influence du cuivre est moins nette pour les faces inférieures qui, par suite de la forme des éprouvettes, sont protégées de l'action directe des intempéries.

En résumé, on peut dire qu'appliquées sur aciers au cuivre, les peintures se dégradent moins rapidement que si elles sont appliquées, dans les mêmes conditions, sur l'acier ordinaire. Cette conclusion s'accorde notamment avec les travaux analogues du *Corrosion Committee* (3, 14).

Les figures 3 et 4 illustrent les constatations précédentes.

Aciers au chrome-aluminium (1949-1951)

La seconde série d'essais, entreprise en 1949, a permis d'étudier comparativement, en atmosphère industrielle très polluée, le comportement de deux nuances d'aciers à faible teneur en chrome, aluminium, cuivre et molybdène et d'examiner l'influence de l'état de la surface sur la tenue ultérieure des peintures.

Les aciers étudiés avaient les compositions chimiques données au tableau III.

Pour ces essais, un groupe de vingt-cinq éprouvettes a fait l'objet d'essais de vieillissement naturel, d'une durée de deux années, à la station d'essais atmosphériques n° 1. Un système de peintures en deux couches, comportant une peinture de fond à base de minium de plomb et une peinture de finition à base d'oxyde de fer micacé et d'huile, a été appliqué soit sur surfaces préparées par sablage, soit sur surfaces rouillées, exemptes de calamine et préparées par brossage manuel.

Les figures 5 et 6 représentent l'évolution de la corrosion en fonction de la durée d'exposition aux intempéries, pour les faces horizontales supérieure et inférieure des éprouvettes d'essai.

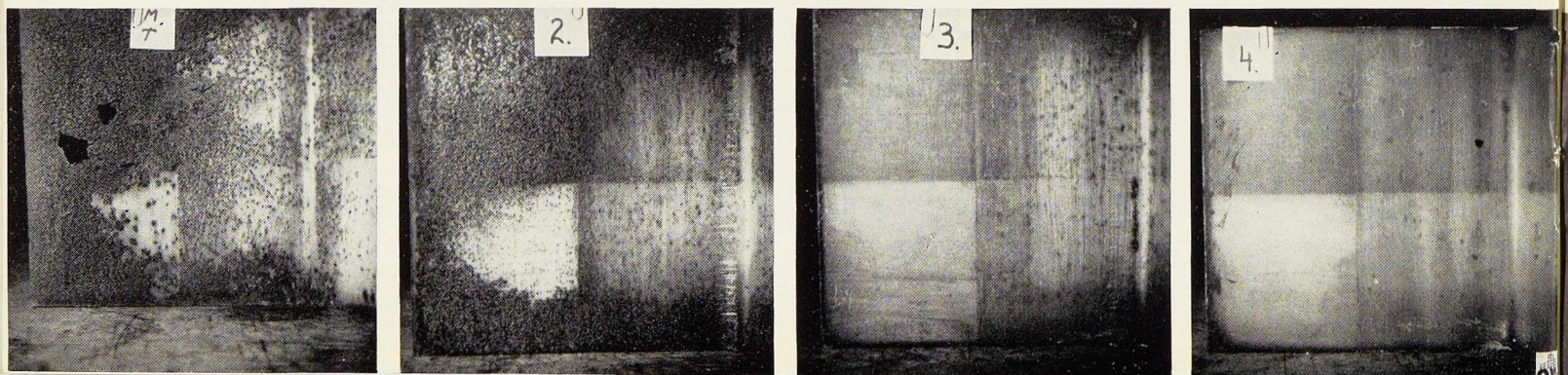
La figure 9 permet de comparer la durabilité moyenne des aciers ordinaire et faiblement alliés; cette durabilité est établie en tenant compte des pourcentages de corrosion observés pour les six faces des éprouvettes.

La différence de comportement entre l'acier doux Thomas et les aciers au chrome-aluminium n'apparaît qu'après un certain temps et est en faveur de ces derniers. Le fléchissement qui se marque, dans les graphiques d'évolution, pour les aciers A et B, traduit le ralentissement de la corrosion.

Après vingt mois d'exposition, les peintures appliquées sur l'acier ordinaire sablé, n'offrent plus de protection suffisante; pour l'acier A, la durabilité moyenne est de vingt-quatre mois environ, ce qui correspond à une augmentation de 20 %; pour l'acier B, la durabilité moyenne probable, déduite par extrapolation, serait de vingt-six mois environ, soit une augmentation

Fig. 3 et 4. Comparaison entre l'état des éprouvettes après 10 années d'exposition aux intem-

Acier doux Thomas : MT : Essai témoin, station n° 1. - Acier au cuivre : 2 : Station n° 1 - 3 : Station n° 2. -



| | Teneurs exprimées en % | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | C | P | Si | S | Mn | Cr | Al | Cu | Mo |
| O: Acier doux Thomas | 0,06 | 0,06 | 0,02 | 0,05 | 0,39 | — | — | — | — |
| A: Acier Cr - Al - Cu | 0,06 | 0,02 | 0,15 | 0,02 | 0,20 | 2,52 | 0,37 | 0,17 | — |
| B: Acier Cr - Al - Mo | 0,07 | 0,02 | 0,10 | 0,02 | 0,19 | 3,85 | 0,95 | — | 0,20 |

TABLEAU III. — Composition chimique des aciers au chrome aluminium.

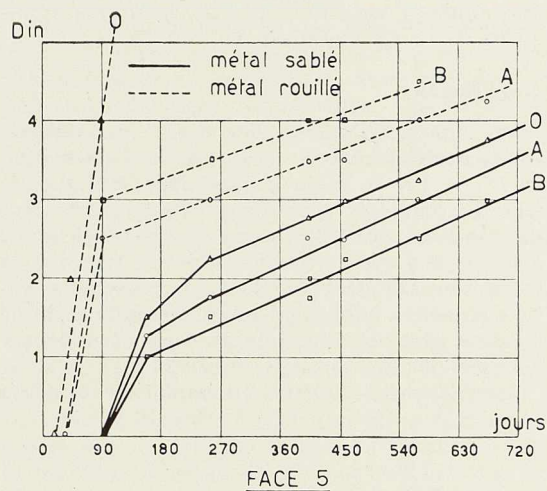
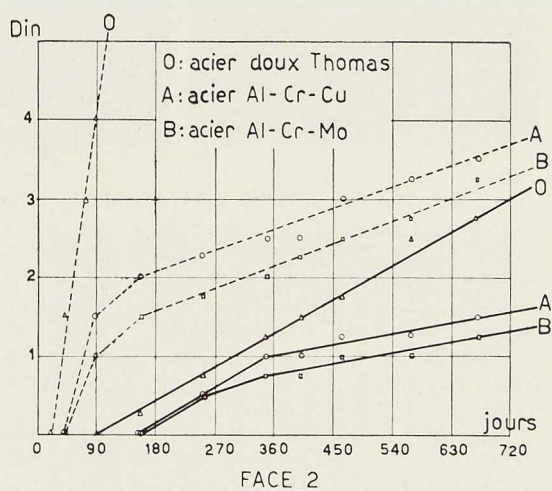


Fig. 5 et 6. Evolution de la corrosion en fonction de la durée d'exposition aux intempéries pour les faces 2 et 5 (voir aussi fig. 2).

de 30 % par rapport à la durabilité observée pour l'acier ordinaire.

Lorsque la peinture est appliquée sur tôle rouillée puis brossée, on constate que sa durabilité est fortement réduite et que la dégradation est particulièrement rapide sur l'acier doux Thomas. Dans les mêmes conditions, on observe un

ralentissement très marqué de la dégradation des peintures appliquées sur les aciers au chrome-aluminium. Cependant, il convient de remarquer que la durabilité moyenne sur surface rouillée reste inférieure à celle que l'on observe lorsque les peintures sont appliquées sur une surface exempte de rouille.

en acier doux Thomas et en acier à 0,15 % en Cu, pées (face n° 4, inclinée inférieure).

4 : Station n° 4. — 5 : Station n° 6. — 6 : Station n° 7. — 7 : Station n° 5 (0,15 % en Cu). — 9 : Station n° 5 (0,43 % en Cu).

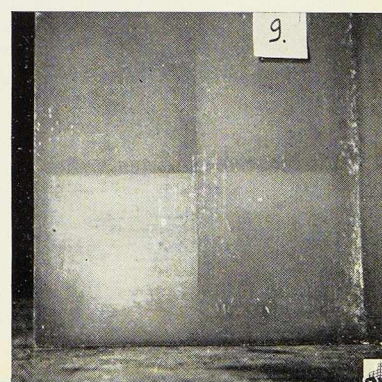
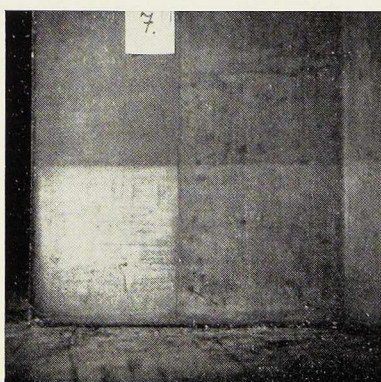
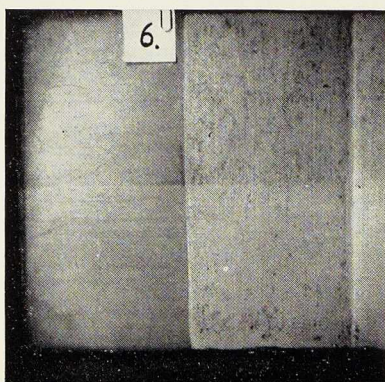
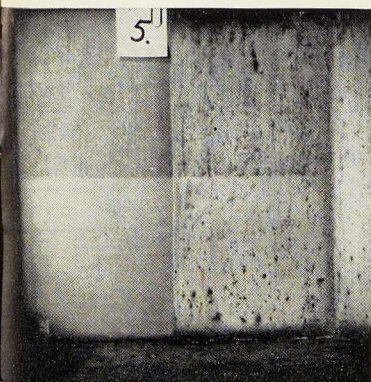


Fig. 7 et 8. Influence de l'état de la surface sur la durabilité des peintures, après une année d'exposition aux intempéries (face n° 5, horizontale inférieure).

120: acier Al - Cr - Cu sablé
 122: acier doux Thomas sablé
 125: acier Al - Cr - Cu rouillé
 127: acier doux Thomas rouillé.

Cette dernière constatation montre que l'on ne saurait trop insister sur l'attention qu'il convient d'apporter à la préparation des surfaces métalliques avant peinture (15), même lorsqu'on utilise des aciers faiblement alliés. Les figures 7 et 8 illustrent les différences d'aspect présentées, après une année d'exposition, par les peintures appliquées sur surfaces sablées ou rouillées.

Conclusions

Les observations faites lors des essais entrepris sur aciers faiblement alliés par la Commission n° IV de l'A. B. E. M., jointes aux résultats des travaux organisés dans divers pays, permettent de conclure que l'addition de divers éléments confère, à l'acier ordinaire, une résistance à la corrosion nettement améliorée. Les ouvrages réalisés en aciers faiblement alliés présentent, d'une manière générale, une durabilité plus grande que les constructions en acier ordinaire.

Ces conclusions justifient l'emploi de ces aciers

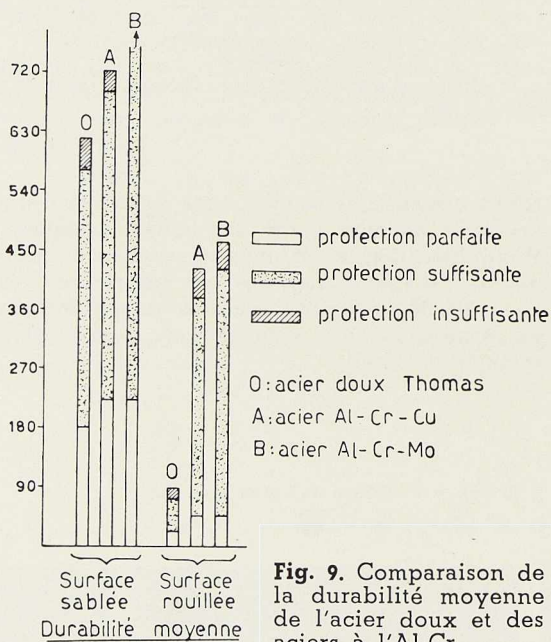
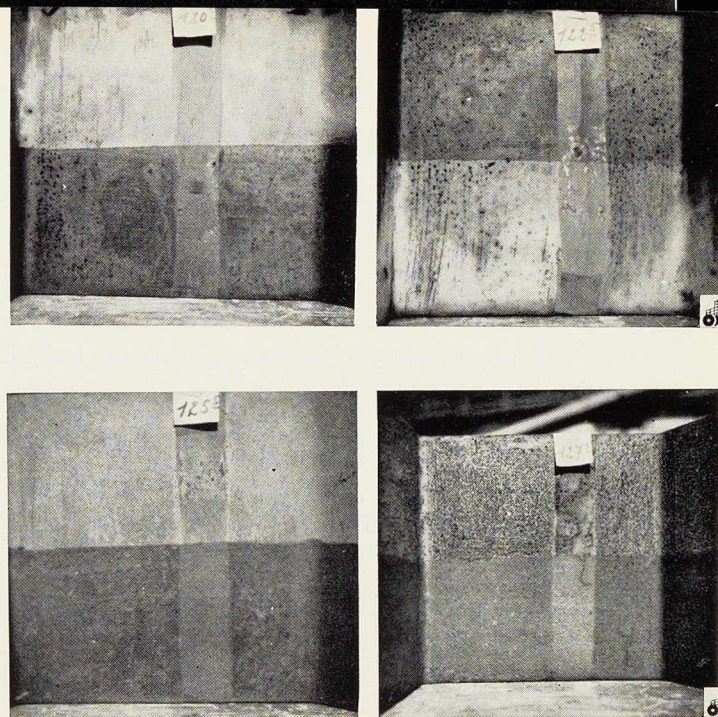


Fig. 9. Comparaison de la durabilité moyenne de l'acier doux et des aciers à l'Al-Cr.



en construction métallique courante; mais elles s'appliquent surtout aux structures exposées à l'action corrodante des agents atmosphériques. Il paraît difficile, à l'heure actuelle, de les étendre à la construction navale par exemple. Les résultats des essais effectués notamment en eau de mer ou en atmosphère marine ne sont pas toujours en parfait accord et leur généralisation hâtive pourrait conduire à des mécomptes.

Il serait souhaitable que des essais systématiques soient organisés dans ce sens. Une telle étude devrait permettre d'examiner simultanément un grand nombre de types d'acier et comporter à la fois des essais sur aciers nus et sur aciers protégés par peintures.

D. B.

- (1) J. A. JONES, *J. Iron and Steel Inst.*, 135 (1937), vol. I, p. 113.
- (2) Committee A-5, voir les divers rapports publiés dans les *Proceedings* des A. S. T. M.
- (3) J. C. HUDSON, *J. Iron and Steel Inst.*, 148 (1943), vol. II, p. 161.
- (4) G. CHAUDRON, *Revue de Métallurgie*, 43 (1946), p. 19.
- (5) N. B. PILLING et W. A. WESLEY, *Proc. A. S. T. M.*, 40 (1940), p. 643, et 48 (1948), p. 610.
- (6) H. R. COPSON, *Proc. A. S. T. M.*, 45 (1945), p. 554, et 48 (1948), p. 591.
- (7) K. DAEVES, *Stahl und Eisen* (1939), p. 710.
- (8) R. HADFIELD et A. MAIN, *J. Iron and Steel Inst.*, 135 (1937), vol. II, p. 81.
- (9) E. HERZOG, *Aciers spéciaux* (1934), vol. II, p. 364.
- (10) A. PÉTIINAUD, *Journées de la Lutte contre la Corrosion*, Paris, 1938, p. 447.
- (11) S. M. DIXON et H. J. GROSE, *15e Rapport. Inst. of Civil Eng.*, 1935.
- (12) J. C. HUDSON, *J. Iron and Steel Inst.*, 159 (1948), vol. II, p. 276.
- (13) Commission IV-A. B. E. M., *Rapport spécial* (1942). *Quatre années d'essais atmosphériques en Belgique*.
- (14) Corrosion Committee, *5e Rapport. The Iron and Steel Institute, Special Report* n° 21.
- (15) D. BERMANE, *L'Ossature Métallique*, 16 (1951), p. 310.



CHRONIQUE

Marché de l'acier pendant le mois de novembre 1951

| | | Production acier lingot en tonnes | | |
|------------------------|--|-----------------------------------|------------------|------------------|
| | | Belgique | Luxembourg | Total |
| Novembre 1951 | | 426 128 | 247 061 | 673 189 |
| Novemb. 1951 | | 460 253 | 288 259 | 748 512 |
| Janv.-nov. 1951 | | 4 582 361 | 2 827 895 | 7 410 256 |
| Jan.-nov. 1950 | | 3 357 734 | 2 225 067 | 5 582 801 |

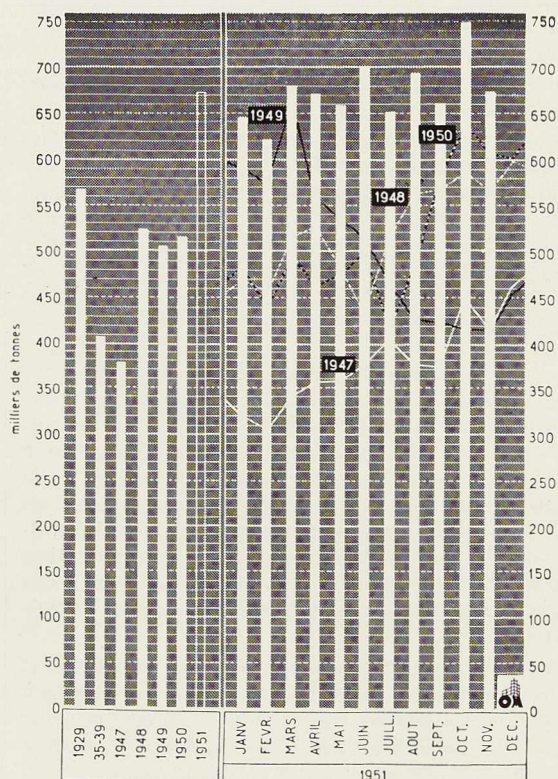


Fig. 1. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

La production de novembre, en raison notamment du nombre réduit de journées de travail, est en recul sensible par rapport au mois d'octobre. Elle se maintient toutefois au niveau moyen de l'année qui s'établit à la cadence de 8 millions de tonnes annuelles.

La révision du système des licences à l'exportation a amené le Gouvernement à envisager l'établissement d'un contrôle avec la coopération des fédérations industrielles. Les nouveaux rouages qui, au début, avaient occasionné quelques retards d'exécution, semblent dès maintenant fonctionner normalement.

En date du 22 novembre, le *Moniteur* a publié un arrêté supprimant partiellement et temporairement l'exemption de la taxe de transmission à l'exportation, et ce à partir du 29 novembre. La taxe applicable aux produits sidérurgiques est fixée à 3 %. Cette mesure a soulevé des réactions de la part des milieux industriels, comme ajoutant une entrave nouvelle à des affaires souvent déjà si difficiles à conclure. Elle a également donné lieu à des démarches diplomatiques de la part du Grand-Duché de Luxembourg qui se voit menacé d'un renchérissement du coût de la vie, étant donné le volume de ses importations en provenance de Belgique.

Marché intérieur

La situation dans les différents départements de la construction métallique est toujours très inégale. Le total des commandes enregistrées en septembre a été particulièrement favorable :

2.967 millions de francs (août 2.315) pour l'intérieur;

1.243 millions de francs (août 1.835) pour l'extérieur.

Les secteurs favorisés sont ceux de la poèlerie et des câbles électriques et du matériel électrique industriel. La Défense nationale a passé une commande de camions.

Par contre, la crise perdue dans la petite et moyenne construction navale où la moitié seulement des effectifs sont maintenus au travail. C'est notamment le rééquipement naval au Congo qui leur assure une activité relative.

Le département ponts et charpentes est également parmi ceux qui se plaignent d'une activité insuffisante. Il a cependant été enregistré une commande de wagons pour une valeur de 300 millions de francs, en provenance de l'Inde.

Les expéditions de Fabrimétal ont atteint, en octobre, le total de 165 629 t, comprenant notamment :

| | Octobre | Septembre |
|---|---------|-----------|
| Produits de la tôle | 28 300 | 24 518 |
| Tréfilerie, étirage, etc. | 42 024 | 38 529 |
| Accessoires métalliques du bâtiment | 11 074 | 11 512 |
| Ponts et charpentes | 16 197 | 14 688 |
| Matériel de chemin de fer et tramways | 4 379 | 4 374 |

Marché d'exportation

Le Plan Schuman et son acceptation par les différents Parlements intéressés forment le problème du jour. C'est la Hollande qui, dès le 1^{er} novembre, par un vote de 60 voix contre 6 (celles des communistes) et une abstention, s'est prononcée la première en faveur du Plan.

On peut s'attendre à ce que les autres pays marquent également leur accord, malgré une opposition assez vive qui se fait jour et qui se base sur des appréhensions d'ordre différent. En Belgique, c'est particulièrement l'avenir des charbonnages qui a donné lieu à une campagne réclamant des garanties particulières avant l'acceptation du projet existant.

L'allure du marché d'exportation se maintient, dans son ensemble. Les envois vers l'Amérique du Nord prennent plus d'ampleur, au détriment des destinations traditionnelles. Les avis sont partagés quant au maintien plus ou moins prolongé de cette situation. Il va sans dire que la demande est très forte de la part des marchés habitués à s'approvisionner chez nous, d'autant plus que les autres pays producteurs ne sont pas non plus en mesure de coter, si ce n'est avec des délais fort longs.

La sidérurgie dans le monde

Etats-Unis

La production se poursuit à la cadence de 96 millions de tonnes métriques par an. Se basant sur cette production et sur les installations nouvelles en cours d'achèvement, certains critiques estiment que l'approvisionnement des Etats-Unis, pour 1952 est suffisamment assuré et que même

le secteur privé disposera de tonnages plus forts que jamais. En attendant, l'exportation commerciale va pratiquement cesser.

United States Steel a passé commande pour sa nouvelle usine de Morrisville de quatre trains de laminoirs : un slabbing universel 45 × 90 pouces, un continu à feuillards à chaud 80 pouces, un tandem à quatre cages pour laminage à froid 48 pouces et un train à froid pour tôles fines 80 pouces.

La *Sheffield Steel Co.* a mis en service un nouveau four électrique à Houston, Texas. Ce four, d'une capacité de 75 tonnes, sera alimenté en mitrailles et produira 500 t d'acier par jour. De son côté, la *Bethlehem Pacific Coast Steel Corp.* construit un nouveau four électrique de 90 tonnes.

Un groupe d'usines sidérurgiques, dont *Republic Steel* et *National Steel* ont décidé la construction immédiate d'une usine de traitement des minerais de taconite à Beaver Bay, sur le Lac Supérieur. L'usine aura une capacité de 2 500 000 tonnes par an et coûtera 75 millions de dollars. Une extension jusqu'à 10 millions de tonnes annuelles est projetée. Le minerai aggloméré aura une teneur en fer de 64 %.

La récolte des mitrailles se poursuit activement à travers les Etats-Unis. On estime que les seuls « cimetières d'autos » sont susceptibles de fournir 5,5 millions de tonnes de métal. Ils font l'objet d'un procédé de récolte nouveau : on incendie les stocks de vieilles voitures et comprime ensuite les ferrailles à l'aide de puissants engins mécaniques.

Angleterre

La production des neuf premiers mois de l'année accuse une cadence de 15 620 000 tonnes annuelles, contre 16 156 000 tonnes, il y a un an. Au courant du mois d'octobre, la production a suivi le même rythme, alors qu'en 1951, elle suivait une cadence de 17 040 000 tonnes. A l'allure actuelle, il manquerait à l'Angleterre 1,5 millions de tonnes d'acier par an. Une production plus forte ne pourra être atteinte que par des approvisionnements suffisants en coke et en mitrailles.

Le Gouvernement a annoncé le rétablissement du système de contingentements des aciers, à partir du 4 février. Sauf quelques exceptions pour petites quantités, toute utilisation d'acier sera soumise à autorisation préalable.

Les pourparlers avec les Etats-Unis ont amené un accord en ce sens que l'Angleterre recevra 25 000 tonnes d'acier fini américain et 46 000 ton-



nes d'acier-lingot. De plus, les Etats-Unis renonceraient pendant cinq mois à 28 500 tonnes de mitrilles allemandes en faveur de l'Angleterre.

Quant au plan Schuman, le Gouvernement de M. Churchill a entériné l'attitude du gouvernement travailliste, c'est-à-dire de s'abstenir de participer au pool. Toutefois, une délégation permanente anglaise s'installerait au siège de la Haute Autorité afin de tenir le contact et de traiter commercialement avec celle-ci.

France

Les chiffres de production pour octobre indiquent :

Pour la France même 890 000 tonnes (septembre : 776 000) ;

Pour la Sarre 238 000 tonnes (septembre : 217 000).

La production de minerai de fer est également en progrès, avec 2 971 000 tonnes en octobre, contre 2 820 000 en septembre. La Sarre a reçu 449 000 tonnes et 716 000 tonnes ont été exportées vers d'autres pays.

Un accord commercial avec la Suède prévoit la fourniture par la France de 20 000 tonnes de fonte et 75 000 tonnes d'acier, contre 60 000 tonnes de minerai et certains tonnages d'aciers spéciaux, etc. par la Suède.

On signale qu'en raison du développement de la construction d'automobiles en France et de la difficulté de trouver la main-d'œuvre nécessaire dans la région de Paris, les principaux constructeurs, Citroën et la Régie Renault, envisagent la création d'usines en province, aux environs respectivement de Metz et de Rennes.

Allemagne

La production d'octobre a atteint le chiffre record de 1 265 504 tonnes, dépassant la cadence de 15 millions de tonnes annuelles.

La sidérurgie a entrepris des démarches à Stockholm, en vue de porter les importations de minerai suédois en 1952, à 5,5 millions de tonnes, au lieu de 4,4 millions en 1951. La Suède demanderait une majoration de prix de 15 % et une contrepartie de charbon, produits laminés et mitrilles.

Un décret sur les approvisionnements prioritaires des industries transformatrices d'exportation entrera en vigueur le 1^{er} janvier 1952 et assurera à celles-ci un avantage très net. L'exportation de produits sidérurgiques ne doit pas dépasser à l'avenir 100 000 tonnes par mois. Par ailleurs, des prescriptions sévères viennent d'être publiées au sujet de l'utilisation de l'acier en

Allemagne, prescriptions qui équivalent à un contingentement général.

Japon

La production dépasse dès maintenant la cadence de 7 millions de tonnes par an et le Japon devient ainsi le sixième producteur d'acier du monde, par ordre d'importance. Les exportations atteignent près de 200 000 tonnes par mois et vont tant vers les Etats-Unis que vers l'Australie, les Indes et même l'Europe occidentale.

Pour favoriser la construction maritime, le Ministre des Transports accorde à celle-ci un subside de 11 millions de dollars et envisagerait de porter ce subside à 19 millions, pour l'année 1952.

Norvège

Nous avons annoncé précédemment la création d'une usine sidérurgique à Mo i Rana. Cette usine sera probablement la plus grande du monde réalisant la fusion du minerai par voie électrique, procédé applicable dans ce pays en raison de l'abondance d'énergie hydro-électrique disponible.

Le dernier train de laminoir commandé en Amérique est du type combiné Morgan et pourra laminier des barres marchandes, des fils de 5 à 9,5 mm et des feuillards. Sa production sera au début de 80 000 tonnes par an, mais il est prévu une capacité ultime de 150 000 tonnes.

Congrès international des Fabrications mécaniques

Le IV^e Congrès International des Fabrications Mécaniques, organisé par les associations d'entreprises de l'industrie des fabrications mécaniques de l'Europe occidentale, se tiendra du 4 au 10 juin 1952 à Stockholm.

Ce Congrès sera consacré aux progrès dans le domaine des matières premières utilisées dans les fabrications mécaniques, principalement du point de vue du bureau d'études.

Ce thème sera développé au cours de 7 séances consacrées respectivement aux matières suivantes : fonte, aciers de construction mécanique, aciers alliés, métallurgie des poudres, matériaux non métalliques utilisés en construction mécanique, métaux non ferreux.

Au cours de la semaine de séances seront organisées des visites à des entreprises des environs de Stockholm. Il est en outre prévu un voyage d'études après la semaine du Congrès, au cours



duquel les congressistes auront l'occasion de visiter les principales entreprises de construction mécanique de la Suède.

Ceux qui désirent recevoir des renseignements complémentaires au sujet de ce Congrès, ainsi que son programme, peuvent s'adresser à Fabri-métal, 21, rue des Drapiers, Bruxelles.

Le Prix d'Architecture annuel Van de Ven 1952

Le Prix d'Architecture annuel Van de Ven 1952 sera attribué pour la seizième fois — au cours de la réunion du Jury — qui aura lieu le mardi 12 février 1952.

Les Architectes désireux de participer à l'attribution du Prix, sont priés de faire parvenir leur adhésion, ainsi que leurs plans, avant le 31 janvier 1952, à l'adresse du Secrétariat du Prix d'Architecture Van de Ven, 48, rue de l'Ecuyer, à Bruxelles.

Symposium sur les essais au choc

Le mercredi 5 décembre 1951, s'est tenu à Londres dans les locaux de l'*Institution of Civil Engineers* un « Symposium » sur les essais au moyen d'éprouvettes entaillées et leur relation avec la construction soudée. Cette journée était organisée conjointement par l'*Institute of Welding* et le *Joint Committee on Materials and their Testing*. Elle connut un grand succès justifié par l'intérêt des mémoires présentés et des discussions qui suivirent.

MM. Barr et Mackenzie des Usines Colvilles de Glasgow montrèrent que les sidérurgistes anglais pouvaient fournir au constructeur de navires soudés un acier ayant en tôles d'épaisseur d'un pouce et demi une ductilité à l'entaille aussi bonne que celle régulièrement obtenue sur les tôles d'un demi-pouce d'épaisseur qui ont toujours donné en service pleine satisfaction. Il est à remarquer que les auteurs se sont servis surtout de l'essai Charpy à entaille en V et que l'acier proposé pour les tôles épaisses n'est pas un acier calmé à l'Al. pour grain fin mais simplement un acier à bas carbone et haut manganèse fourni sans traitement de normalisation.

M. Boyd du *Lloyd's Register*, Miss Tipper de l'Université de Cambridge et le Dr Van der Veen des Hauts Fourneaux et Aciéries d'Ymuiden présentèrent les résultats de leurs études obtenus respectivement avec l'essai de choc sur barreau

entaillé, les essais de traction et les essais de pliage sur éprouvettes entaillées. Enfin le Professeur Soete de l'Université de Gand fit part d'une intéressante communication sur l'état de tension et la rupture fragile.

A cette journée destinée principalement aux spécialistes anglais, avaient tenu à se joindre des ingénieurs hollandais, suédois et belges.

H. H.

Conférences C. B. L. I. A.

Le Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier organisera, en janvier et février 1952, trois conférences :

1. Le mardi 15 janvier, à 17 h. 30, conférence de M. P. Peissi, Directeur de l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier (O. T. U. A.), Paris, Chargé de conférences à l'École des Beaux-Arts et à l'École spéciale d'Architecture de Paris, sur le sujet : *Comment construit-on un gratte-ciel aux U. S. A. ?*

2. Le jeudi 17 janvier, à 14 h. 30, sous la présidence de M. L. Baes, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles, conférence de M. Delcamp, Ingénieur en Chef à la Compagnie Fives-Lille, à Fives-Lille (Nord), France, sur le sujet : *Possibilités actuelles de la construction métallique pour les ossatures de bâtiments.*

3. Le jeudi 14 février, à 14 h. 30, sous la présidence de M. G. Willems, Directeur Général des Ponts et Chaussées, conférence de M. J. Verdeyen, Ingénieur-Conseil, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles, sur le sujet : *Nouvelles théories du soutènement des excavations profondes.*

Ces trois conférences auront lieu à la Société Royale Belge des Ingénieurs et Industriels, Hôtel Ravenstein, 3, rue Ravenstein, à Bruxelles.

Reconstruction d'ouvrages d'art à la S. N. C. B.

Les grands travaux de reconstruction des dégâts de guerre s'achèvent pratiquement à l'exception de quelques ouvrages d'art dans la vallée de l'Ourthe.

D'autre part le blocage des crédits ne permet à la S. N. C. B. que de prévoir une dépense totale de 60 000 000 francs pour les travaux de la voie (Bâtiments, ouvrages d'art et voie), le reste étant à affecter au matériel roulant.



Parmi les travaux dont les études vont être entreprises au cours de l'année 1952, citons les ponts métalliques suivants :

- Pont en poutrelles enrobées de Mortsel;
- Pont en poutrelles enrobées sur la ligne de Bruges à Blankenberge;
- Pont de Targnon sur l'Amblève;
- Passage inférieur à Clabecq;

Pont de Gendron-Celles, etc.

D'autre part, on prévoit l'achèvement des ponts de Wanlin (3 000 000 francs) et de Villers sur la Lesse (2 500 000 francs), du pont de Tournai dont le montage en usine est terminé et la continuation des travaux du pont de Tamise dont la mise en service est prévue pour 1953.

ECHOS ET NOUVELLES

Activités de La Brugeoise et Nicaise & Delcuve

Au cours de l'assemblée ordinaire de La Brugeoise et Nicaise & Delcuve, le président a déclaré que les 56 millions de francs consacrés aux investissements nouveaux couvraient les trois nouveaux champs d'activité suivants :

1. Les chariots automoteurs Clark;
2. Les métiers Cotton pour la fabrication de bas nylon, activité poursuivie en collaboration avec la Société d'Optique et d'Instruments de Précision (O. I. P.) de Gand;
3. La fabrication de voitures de chemin de fer spéciales en acier inoxydable suivant la licence Budd.

La construction des chariots Clark a été confiée à une usine de Strasbourg, *Les Ateliers de Strasbourg*, société dans laquelle la Brugeoise a pris une importante participation.

Tour publicitaire à Bruxelles

On a monté récemment à Bruxelles une tour publicitaire à l'occasion de la Féerie lumineuse 1951. Cette tour a été réalisée en éléments tubulaires par la S. A. Travhydro. Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

Dimensions du portique 11 m \times 4 m — hauteur 9 m — avec deux passages libres de 3,70 m et d'une hauteur de 6,750 m.

Ce portique, au niveau de 9 mètres, a une section de 7 m \times 4 m à l'endroit de la naissance du panneau publicitaire proprement dit, ayant 0,900 m d'épaisseur sur toute sa hauteur, la largeur maximum atteignant 10,50 m à 16 mètres de hauteur du sol et se terminant en pointe à 25 mètres de hauteur.

Le portique est entièrement recouvert de panneaux pleins, avec le motif publicitaire sur treillis fixé sur les deux faces du panneau.

Le poids total de la structure tubulaire est de 8 1/2 tonnes, contrepoids et ancrage, 10 tonnes.



Fig. 2. Tour publicitaire, réalisée en éléments tubulaires par la S. A. Travhydro.

Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

1950 Supplement to Book of A. S. T. M. Standards, including Tentatives. Part I: Ferrous Metals (Supplément 1950 aux Standards américains y compris les standards provisoires, 1^{re} partie : Métaux ferreux)

Un ouvrage de 316 pages, format 15 × 22,5 cm, illustré de plusieurs figures. Edité par l'A. S. T. M., Philadelphie 1951. Prix : \$3.50.

L'Association Américaine pour l'Essai des Matériaux (A. S. T. M.) publie tous les trois ans un ouvrage (en plusieurs parties) sur les standards américains. Le supplément 1950 aux normes les plus récentes (1949) contient 66 standards relatifs aux :

Aciers pour tubes et tuyaux, boulons et rivets, aciers résistant à la corrosion et aux hautes températures, fontes, métallographie, méthodes d'essai, etc.

Elements of Ore Dressing (Problèmes élémentaires de préparation de minerai)

par Arthur F. TAGGART.

Un volume relié de 595 pages, format 15 × 23 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par John Wiley & Sons, Inc. New York 1951. Prix : \$10.00.

M. A. F. Taggart, professeur de « Mineral Engineering » à l'Université de Columbia, résout des problèmes de préparation de minerai, comme ingénieur-conseil, depuis plus de 30 ans et son *Handbook of mineral Dressing*, est utilisé comme ouvrage de référence depuis sa première édition en 1927.

L'auteur traite le sujet surtout du point de vue de celui qui doit établir un projet de préparation de minerai. Aussi, dans ses descriptions de machines, insiste-t-il sur leur utilisation et sur les résultats que l'on peut en obtenir. Il accorde moins d'attention aux détails constructifs, qui intéressent le fabricant et aux détails de fonctionnement qui intéressent l'utilisateur.

Ce point de vue apparaît clairement dans l'ordre de présentation des matières, qui est inaccoutumé, car les méthodes de séparation des minéraux sont traitées avant le concassage et le broyage. Cet ordre de succession est logique, car, pour l'établissement des plans d'une nouvelle installation, les caractéristiques du concassage et du broyage sont imposées par les méthodes de

séparation en vue desquelles le minerai doit être préparé.

Le premier chapitre de l'ouvrage définit les buts du traitement et ses conditions économiques, et il introduit naturellement les chapitres suivants sur les divers modes de séparation.

La section de l'ouvrage relative aux éléments et à la pratique de la flottation est précédée d'un chapitre sur la chimie organique. De cette façon, l'étudiant qui n'a pas une connaissance préalable approfondie de la chimie, peut comprendre aisément le sujet.

Ensuite sont traitées les méthodes de concentration, le concassage et le broyage, puis, les questions de manutention et de contrôle, et les *flow-sheets*. Une annexe se rapporte au laboratoire de préparation des minerais.

Le travail personnel de l'étudiant est facilité par une liste de questions et une courte liste bibliographique placées à la fin de chaque chapitre.

L'auteur recommande une forme de présentation « sténographique » des éléments de *flow-sheet* qui paraîtra étrange à ceux qui sont accoutumés aux présentations classiques. Il déclare qu'une fois que les conventions de ces signes ont été assimilées, ils permettent de donner rapidement une représentation caractéristique d'un mode de traitement.

G. A. M.

Gegenwärts Aufgaben für Betrieb und Montage des Stahlbaues (Problèmes actuels intéressant les constructeurs et monteurs de charpentes métalliques)

Un ouvrage de 204 pages, format 15 × 21 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par le *Deutscher Stahlbau Verband*. Bad Pyrmont 1950.

Cet ouvrage constituant le cahier n° 7 du D. S. V. comprend les 12 conférences tenues à l'occasion des journées de l'Association Allemande des Constructeurs (D. S. V.) en 1949 à Iserlohn.

Ces mémoires concernent les problèmes à l'ordre du jour à cette époque, notamment la rationalisation de la construction et son allègement.

Dans le cadre de ces deux données nous relevons les études suivantes :

La rationalisation dans la construction. La séquence de montage. Les moyens de transport des éléments. La protection contre les accidents. La formation des cadres. Procédés de montage modernes. Constructions soudées (quelques exemples). Nouveaux procédés de soudage. Aciers soudables et essais non destructifs. Etc.

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



Anatomy for Interior Designers (Anatomie à l'usage des ensembliers), 2^e édition

par F. DE N. SCHROEDER.

Un volume relié de 96 pages, format 23 × 26 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Whitney Publications Inc., New York 1951. Prix : \$ 4.00.

En présence du succès remporté par la première édition de ce curieux livre (voir *L'Ossature Métallique*, n° 10-1948), l'auteur vient de publier une nouvelle édition, considérablement augmentée.

L'ouvrage de M. Schroeder s'adresse aux ensembliers et architectes d'intérieurs. Il donne les dimensions de tous les aménagements et installations pour bureaux, bars et restaurants, salles à manger, living rooms, salles de jeux, etc.

Le texte est présenté sous une forme plaisante et accompagné d'excellents croquis dus aux architectes Nino Repetto, Henry Stahlhut et Mario Carreño.

L'ouvrage est complété par un chapitre spécial sur l'art de parler au client (à l'usage des architectes).

Die zweiseitig gelagerte Platte. 1. Band: Biegemomente und Durchbiegungen (Dalles reposant sur deux de leurs côtés. Vol. 1: Moments fléchissants et flèches), 2^e édition

par H. OLSEN et F. REINITZHUBER.

Un ouvrage de 113 pages, format 18,5 × 26,5, illustré de 18 figures et 9 tableaux numériques. Edité par W. Ernst & Sohn, Berlin 1950. Prix : 16 DM.

Cet ouvrage comprend les chapitres suivants concernant les dalles rectangulaires: Généralités sur le calcul au moyen des données théoriques; Moments de flexion; Calcul des tensions, des déformations et des flèches. De nombreux tableaux numériques, s'étendant sur 64 pages, facilitent les calculs de l'ingénieur.

Die zweiseitig gelagerte Platte. 2. Band.

par H. OLSEN et F. REINITZHUBER.

Un volume relié de 178 pages, format 18,5 × 26,5 cm, illustré de 163 figures. Edité par W. Ernst & fils, Berlin 1951. Prix : 32 DM.

Cette deuxième partie donne les cas d'application de problème courant des dalles soumises à flexion; les auteurs établissent la solution générale et la donnent sous forme de tableaux. La distinction est faite suivant qu'il s'agit de dalles larges, moyennes ou étroites. Ces dalles peuvent être à épaisseur constante ou variable.

Un cas particulier envisage les dalles continues dont l'emploi se répand de plus en plus.

Comme pour le premier volume, de nombreuses pages sont consacrées à des tableaux et graphiques.

Matériel et accessoires pour le Bâtiment

Le Matériel agricole belge

Deux brochures de 88 et 50 pages, format 21 × 28 cm, illustrées de nombreuses figures. Editées par l'Office Belge du Commerce Extérieur avec la collaboration de Fabrimétal.

Nous avons reçu de l'Office Belge du Commerce Extérieur deux brochures destinées à faire connaître les produits belges à l'étranger.

La première se rapporte au matériel et accessoires pour le bâtiment. Elle expose par le texte et l'image les possibilités offertes par l'industrie belge dans les domaines suivants: la construction, le mobilier, la cuisine, la salle de bain, le chauffage, etc.

La seconde brochure traite du matériel agricole belge: machines, force motrice, transport, outillage, etc.

Ces deux publications, d'une présentation particulièrement soignée, font honneur à ceux qui les ont conçues et réalisées.

CATALOGUES

Album 1951 de la firme Alexandre Devis & C^{ie}

Un carnet de poche relié de 284 pages, format 7 × 11 cm, illustré de plusieurs figures. Edité par A. Devis & C^{ie}. Bruxelles 1951.

La firme Devis & C^{ie} vient de publier une nouvelle édition de son Album bien connu des utilisateurs de produits métallurgiques.

On relève notamment dans la table des matières de cet intéressant aide-mémoire les chapitres suivants:

Qualités courantes des aciers. Matériel tubulaire. Dimensions, poids et caractéristiques des différents produits laminés. Profilés pour menuiserie métallique, etc.

Album 1951 des produits métallurgiques de la firme Paul Gilot

Un ouvrage relié de 426 pages, format 11 × 17 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Paul Gilot, Namur 1951.

Cet aide-mémoire, d'une présentation soignée, contient de nombreux renseignements sur les aciers marchands, les profilés, les tôles, etc. On y trouve en outre des détails sur le calcul et l'assemblage des éléments métalliques. Un chapitre spécial de cet intéressant ouvrage est réservé aux fermes métalliques.



Bibliographie

Résumé d'articles (1)

20.13a. - Le nouveau pont sur le Rhin à Cologne-Mulheim

K. SCHÜSSLER, *Der Stahlbau*, n° 12-1951, pp. 141 à 150, 23 fig.

Le Chancelier Adenauer a inauguré le 8 septembre 1951 le nouveau pont suspendu, construit sur le Rhin, à Cologne, qui relie la ville au faubourg de Mulheim.

Le nouvel ouvrage remplace l'ancien pont suspendu, construit en 1927-1929 et détruit en octobre 1944.

Après la fin des hostilités, les Autorités ont ouvert un concours public auquel de nombreux projets intéressants ont été présentés.

A la suite de ce concours, la reconstruction a été confiée à un consortium de plusieurs firmes de renom. Les travaux, commencés en octobre 1949, ont été terminés deux ans plus tard.

Le nouvel ouvrage est un pont suspendu d'une longueur de 485 mètres, comportant une travée centrale de 315 mètres et deux travées latérales de 85 mètres chacune. Cet ouvrage est complété par deux travées en poutres à âme pleine de 52,10 m et 53,08 m. Le tablier, d'une largeur totale de 27,20 m livre passage à quatre files de véhicules ainsi qu'à deux voies de tramways. Il est prévu également deux pistes cyclables ainsi que deux trottoirs en porte à faux (fig. 1).

Le système portant est constitué par deux câbles à section hexagonale, composé chacun de 37 torons de 61,75 mm de diamètre en acier à haute résistance (135 à 160 kg/mm²). La section de chaque toron est de 2.607 mm².

L'écartement entre les câbles s'élève à 21,30 m. Les poutres, de rigidité du type à âme pleine, ont une hauteur de 3,30 m (au lieu de 6 m dans le pont d'avant guerre).

La réalisation du pont suspendu proprement dit, a exigé la mise en œuvre de 5.800 tonnes d'acier, ce qui représente moins de la moitié de l'ancien ouvrage.

Les suspentes, au nombre de $7 + 28 + 7 = 42$.

(1) Les numéros d'indexation indiqués correspondent au système de classification dont le tableau a été publié dans le No 10-1948 de *L'Ossature Métallique*.

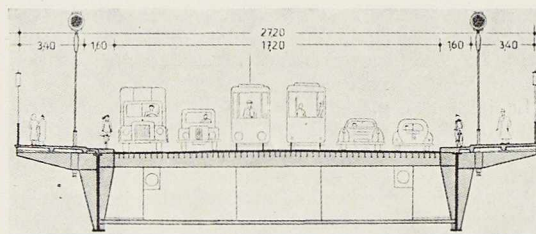


Fig. 1. Coupe transversale du nouveau pont de Cologne-Mulheim.

sont des câbles d'acier de 68 mm de diamètre.

Les constructeurs ont attaché une importance spéciale à l'étude de la forme des pylônes. Ceux-ci, d'une hauteur de 50,50 m, ont un aspect très léger, obtenu grâce à la soudure.

Le contreventement est assuré par des entretoises en treillis.

Pour les pylônes on a utilisé l'acier à haute résistance St 52, tandis que les autres éléments de la superstructure ont été réalisés en acier doux St 37.

36.0. - Grand réservoir sphérique soudé

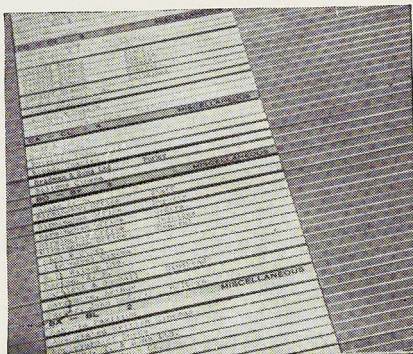
Costruzioni Metalliche, n° 5, 1951, p. 31, 2 fig.

La firme italienne « Savigliano » a construit récemment un réservoir sphérique de grandes dimensions, destiné à contenir du gaz propane liquide. Les caractéristiques principales de l'ouvrage sont les suivantes :

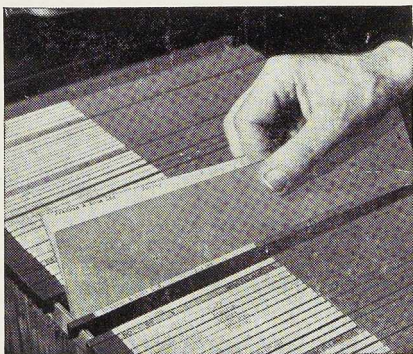
Diamètre intérieur 7 260 mm; capacité 200,3 m³; épaisseur des viroles 56 mm; pression de service 18 kg/cm²; pression de réception 30 kg/cm²; poids total 75 t. Le réservoir est porté par six colonnes en tubes d'acier. Les tôles en acier Ag 42 estampées à froid, ont été assemblées par des joints soudés en X. Etant donné les dimensions du réservoir, il n'a pas été possible (sauf pour les deux calottes) d'effectuer aucun traitement thermique; des précautions spéciales ont été prises pour la soudure des tôles fortes.



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



SÉCURITÉ



FACILITÉ



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

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

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

CLASSEMENT VISIBLE 80 RONEO

HERINCX-RONEO, S. A.

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

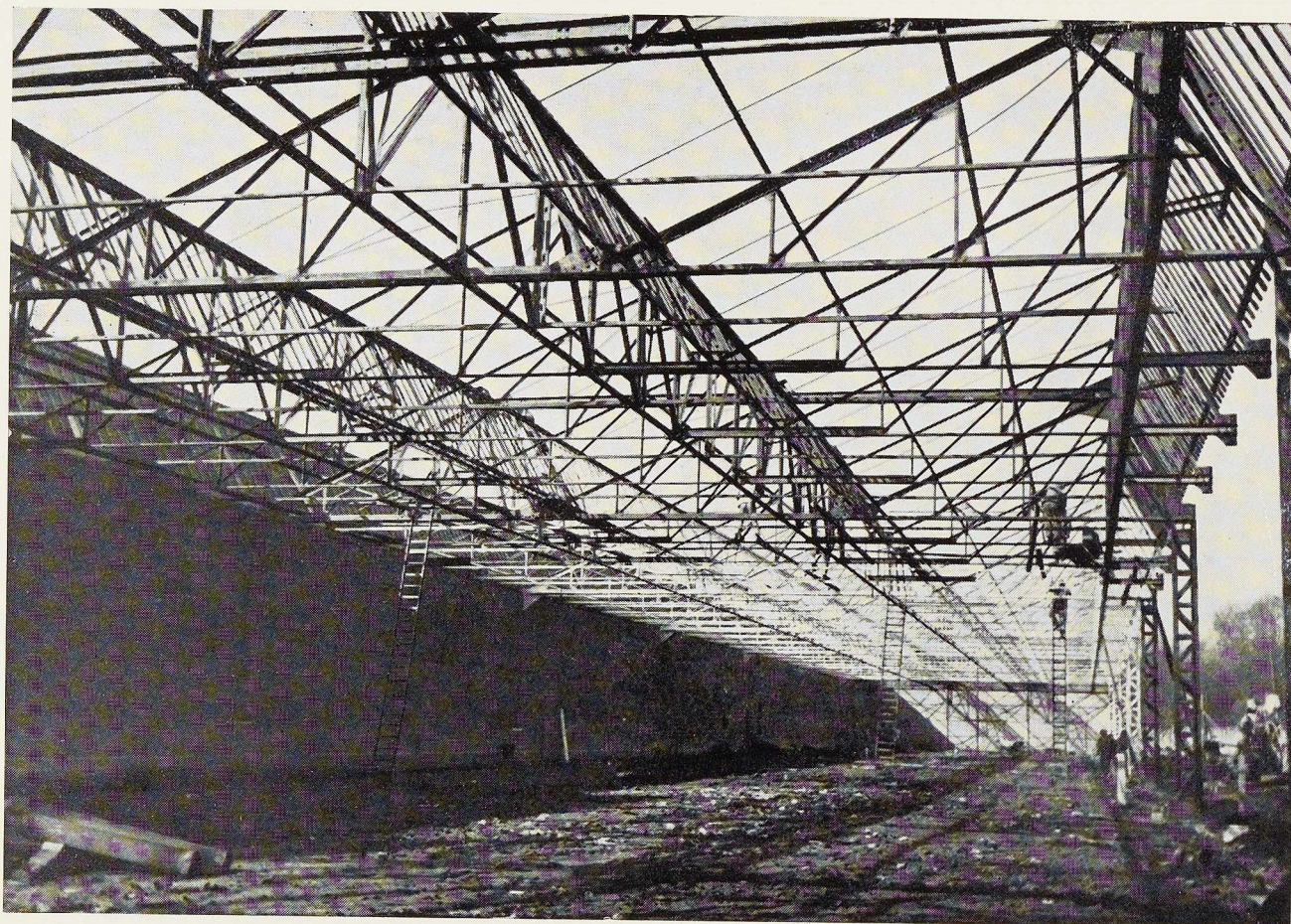
TEL. : 17.40.46 (3 lignes)

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

LIEGE : 10, rue Hazinelle — Tél. 23.81.08

ANVERS : 12, place Léopold — Tél. : 33.34.41

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



Charpente industrielle

ATELIERS DE
BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS S. A.

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

USINE A VILVORDE

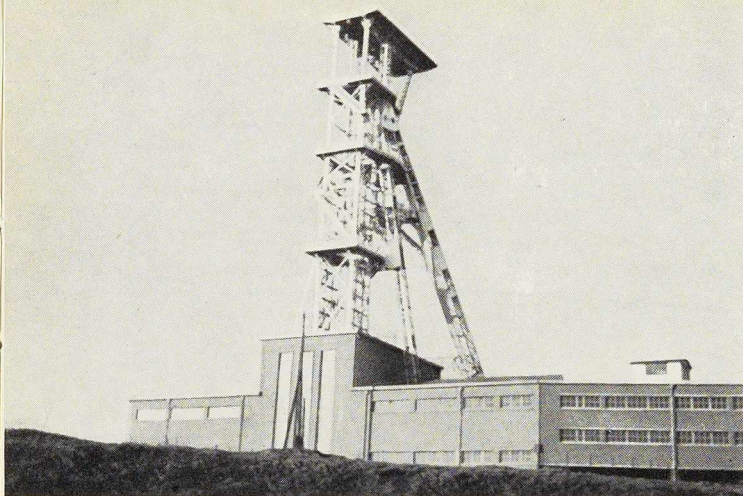
192, CHAUSSÉE DE LOUVAIN, VILVORDE
Téléphone : Bruxelles 15.20.96, Vilvorde 51.00.36

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

USINE A BOECHOUT

27, HEUVELSTRAAT, BOECHOUT-LEZ-ANVERS
Téléphone : Anvers 81.27.99

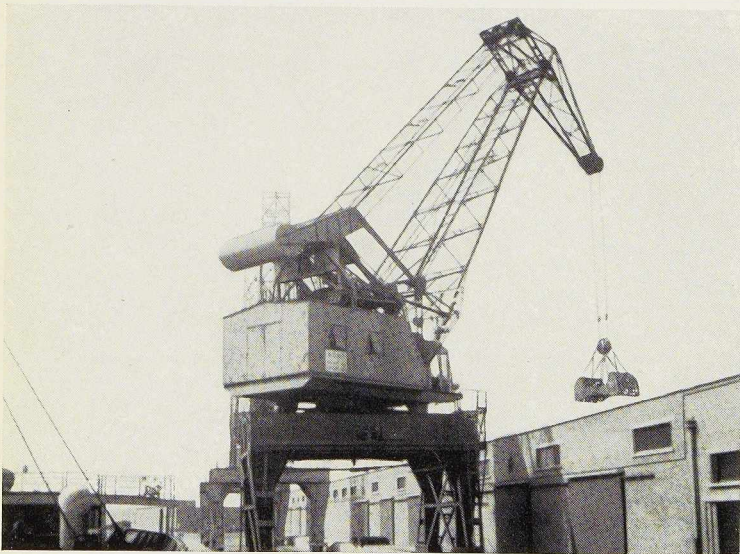
TÔLES GALVANISÉES, ARTICLES DE
MÉNAGE, CHÂSSIS MÉTALLIQUES



Châssis à molettes de Crachet à Frameries, pour la Société Anonyme John Cockerill.

BESSEMER

RÉPOND A TOUS VOS PROBLÈMES
DE PROTECTION ANTIROUILLE

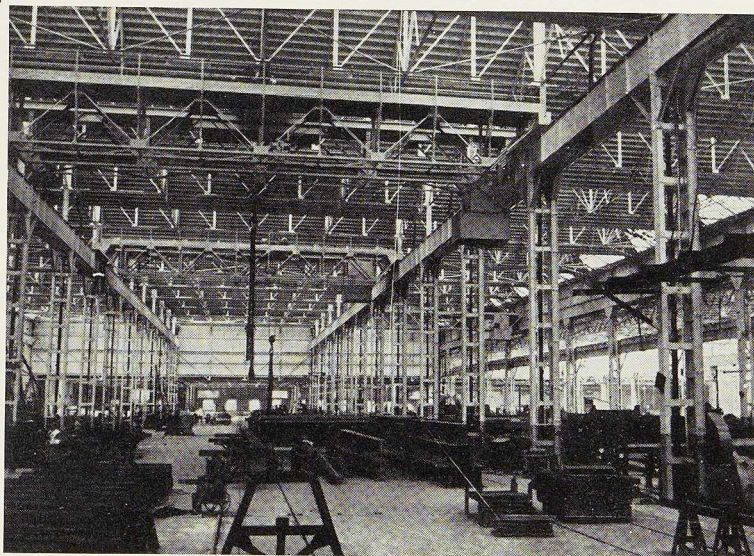


Travail en cours d'exécution au Port de Zeebrugge. Les peintures **Bessemer** sont employées. La finition sera en aluminium.

BESSEMER

50 ans d'expérience

UNE TRADITION : LA QUALITÉ



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

PHENALU

PEINTURE BITUMINEUSE POUR ATMOS-
PHÈRES ET UTILISATIONS SPÉCIALES

Peintures

Vernis

Emaux

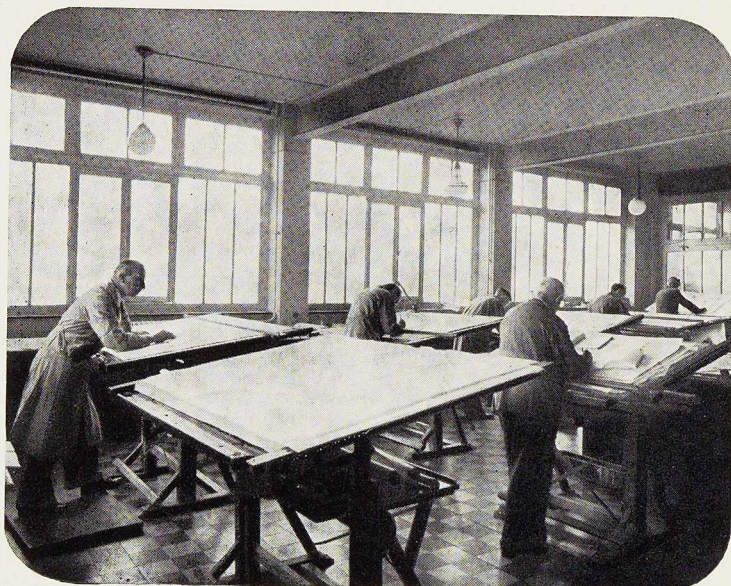
S. A. USINES LAVENNE FRÈRES - DOUR. TEL. 56

LIEGE 32.35.78

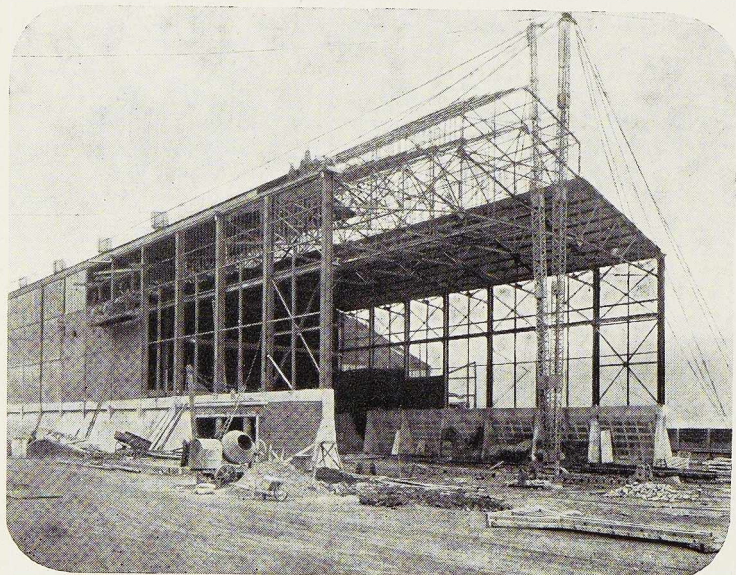
BRUXELLES 37.88.51

Le point de départ d'une réalisation correcte est sans contredit un bureau d'études capable de résoudre toutes les difficultés.

En se spécialisant dans la solution des cas complexes, nos techniciens ont prouvé qu'ils sont à la hauteur de leur tâche.



CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES
DE
JEMEPPE-SUR-MEUSE, S. A.
ANCIENNEMENT ATELIERS GEORGES DUBOIS



Bâtiment en montage à la Société Métallurgique de Prayon, établi sur murs de soutènement, en béton de 4 m de hauteur.

Portée des fermes : 27 m.

Hauteur sous entrain : 14 m.

LES FAMEUSES
PEINTURES ANTI-ROUILLE AU

THIOVERNIS

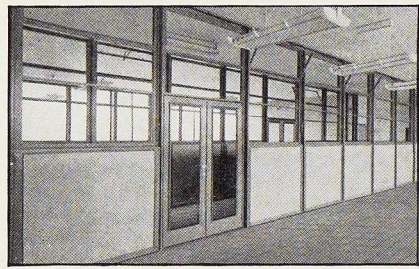


SONT DES PRODUITS

DE VLEESCHOUWER

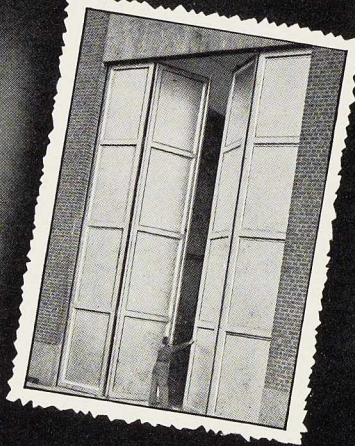
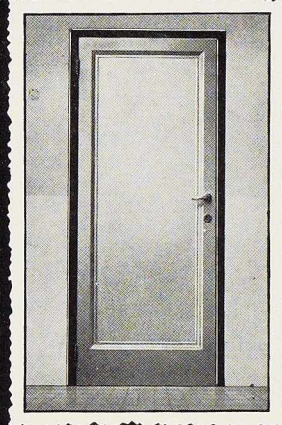
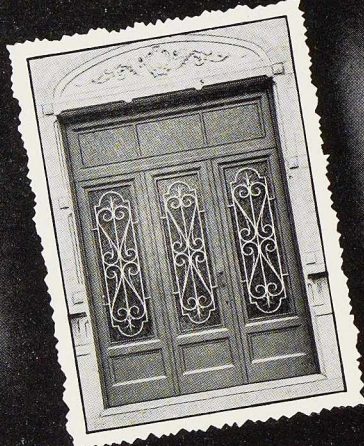
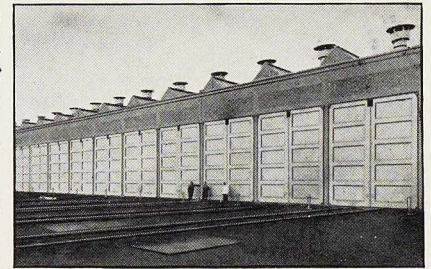
(LINT-Anvers)

LA FIRME DE LA QUALITE



MENUISERIE METALLIQUE

TRAVAIL MECANIQUE
de la
TOLE et des PROFILÉS



S

S. A. ATELIERS
VANDERPLANCK

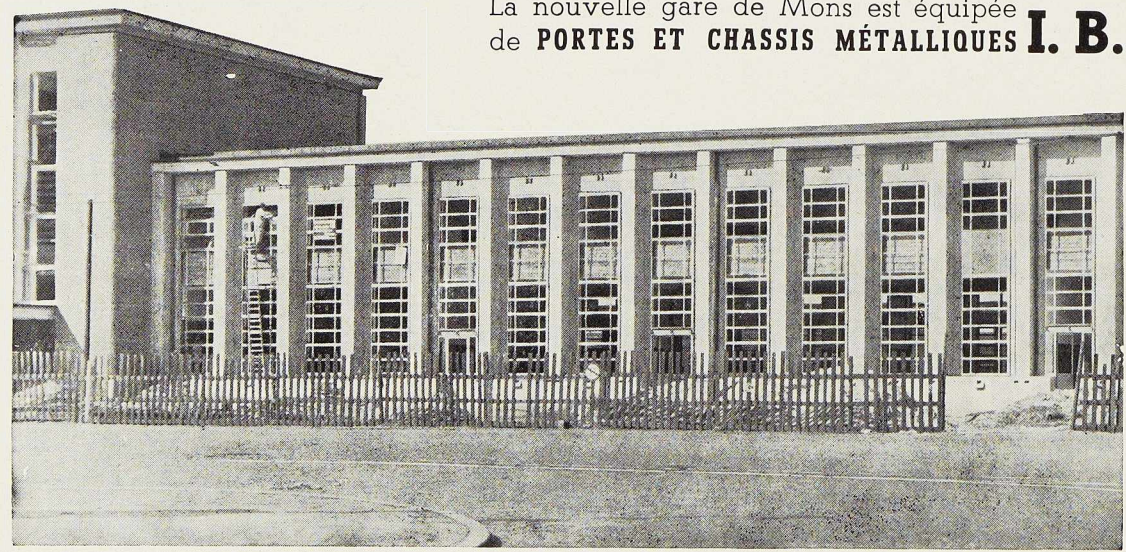
R. C. CHARLEROI : 30.864

FAYT - lez - MANAGE

Tél. MANAGE : 124 et 129

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

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



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



La tôle dans toutes ses applications **T. M. T.**

LE TRAVAIL MÉCANIQUE DE LA TÔLE S. A.

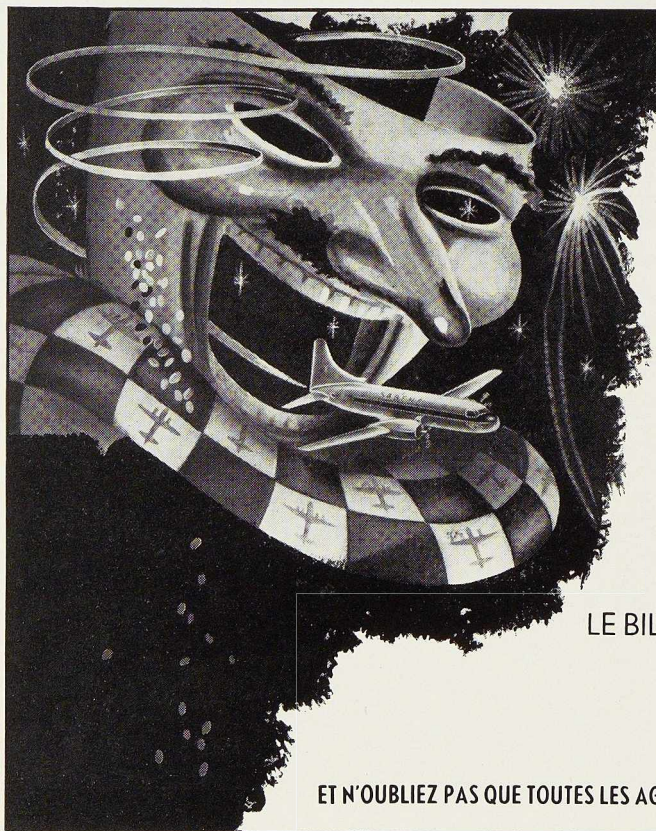
Boulevard de la II^e-Armée-Britannique, Forest-Bruxelles

COUVERTURES
MÉTALLIQUES

J. CROISÉ

6, SQUARE MARGUERITE
TÉL. : 33.66.45
BRUXELLES

INSTALLATIONS SANITAIRES
PRIVÉES ET INDUSTRIELLES



LES CONVAIR-LINERS
A CABINE PRESSURÉE
DE LA **SABENA**
MENENT AU

CARNAVAL
de
NICE

EN 2H30 DE VOL
LE BILLET ALLER-RETOUR NE COÛTE QUE

F. B. **2.565**
(SERVICE DE NUIT)

ET N'oubliez pas que toutes les agences de voyages vendent des billets Sabena

Le Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY S. A.

RUE DES COLONIES, 43, BRUXELLES — TÉL. 12.30.85

INGÉNIEUR-CONSEIL INDÉPENDANT

VOUS OFFRE SES SERVICES POUR TOUS

ETUDES ET PROJETS

DANS LES DIVERS DOMAINES
DE LA TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ
MÉCANIQUE
THERMIQUE
GÉNIE CIVIL



ORGANISATION
EXPERTISES
CONTROLES
RÉCEPTIONS

TÉLÉGRAPHIEZ



O U T R E - M E R

"VIA BELRADIO"

LA VOIE NATIONALE BELGE RAPIDE
ET SURE VERS TOUS LES CONTINENTS

RENSEIGNEMENTS ET DÉPÔT DES MESSAGES
DANS TOUT BUREAU TÉLÉGRAPHIQUE
BELGE

PAR *Téléphone* OU PAR *Telex*
TRANSMETTEZ VOS TÉLÉGRAMMES DIRECTEMENT À
BELRADIO

| | |
|-------------|-----------|
| A N V E R S | 33.99.50 |
| BRUXELLES | TELEX 921 |
| LI È G E | 12.30.00 |
| G A N D | TELEX 921 |
| | 23.58.70 |
| | 584.75 |

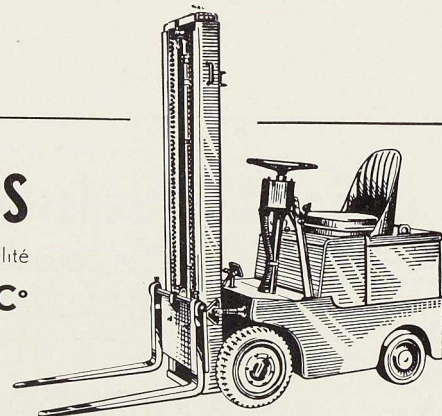
TARIFS ET CAHIERS DE FORMULAIRES FOURNIS GRATUITEMENT

FORKLIFT ÉLECTRIQUE RANSOMES

Fabriqué suivant la méthode traditionnelle anglaise : fini et durabilité

J. A. BROESTERHUIZEN & C°

1, rue François De Greef
BRUXELLES III Tél. 15.83.53



INDEX DES ANNONCEURS

| | Pages | | Pages |
|--|-------|--|-------|
| A | | | |
| L'Air Liquide | 4 | Herincx-Roneo | 37 |
| Arcos, « La Soudure Électrique Auto-gène » | 15 | L'Industrielle Boraine | 42 |
| Ateliers Métallurgiques de Nivelles | 28 | J | |
| Awans-François | 46 | Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse, S. A. | 40 |
| B | | | |
| Baume et Marpent | 7 | L | |
| B. E. I. | 47 | S. A. Lavenne Frères | 39 |
| Belradio | 47 | S. A. L. Leemans & Fils | 27 |
| Usines Gustave Boël | 30 | Laminoirs de Longtain | 16 |
| Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis | 38 | M-N | |
| F. Bouillon | 35 | Macsima | 45 |
| Boulonneries de Liège et de la Blanchisserie | 46 | Manutention Automatique C ^o belgo-continentale des Minerais, Métaux et Produits chimiques | 17 |
| Broesterhuizen | 48 | Nobels-Peelman, S. A. | 20 |
| La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv. | III | couv. IV | |
| C | | | |
| P. & M. Cassart | 12 | O-P | |
| Chamebel | 26 | Ougrée-Marihaye | 11 |
| Cockerill | 31 | L'Oxydrique Internationale | 18 |
| Columeta | 24-25 | Peeters | 34 |
| Croisé | 44 | Philips, S. A. | 10-36 |
| D | | | |
| Davum | 21 | S | |
| Alexandre Devis & C° | 2-29 | Sabena | 44 |
| De Vleeschouwer | 41 | Sambre-Escout S. A. | 1 |
| E-F | | | |
| Société Métallurgique d'Enguien Saint-Eloi | II | Siderur | 32 |
| E. S. A. B. | 33 | Soudométal | 23 |
| Espérance-Longdoz | 19 | T | |
| Fibrocit | 45 | T. M. T. | 43 |
| Foire de Liège | 46 | U-V | |
| G-H-I | | | |
| Gilson | 13 | Ucométal | 8-9 |
| | | Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L. | 42 |
| | | W | |
| | | Wanson | 14 |
| | | Anciens Ets Paul Würth | 22 |



**LA BRUGEOISE
ET NICAISE &
DELCUVE**

SOCIÉTÉ ANONYME

**PONTS - CHARPENTES
CHAUDRONNERIE
MATÉRIEL ROULANT**

USINES A SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES
TEL. BRUGES : 312.01 - 312.02 - 312.03 - 312.13
TELEGR. : BRUGEOISE - BRUGES

PONTS * CHARPENTES
WAGONS * WAGONNETS
CHAUDRONNERIE

*

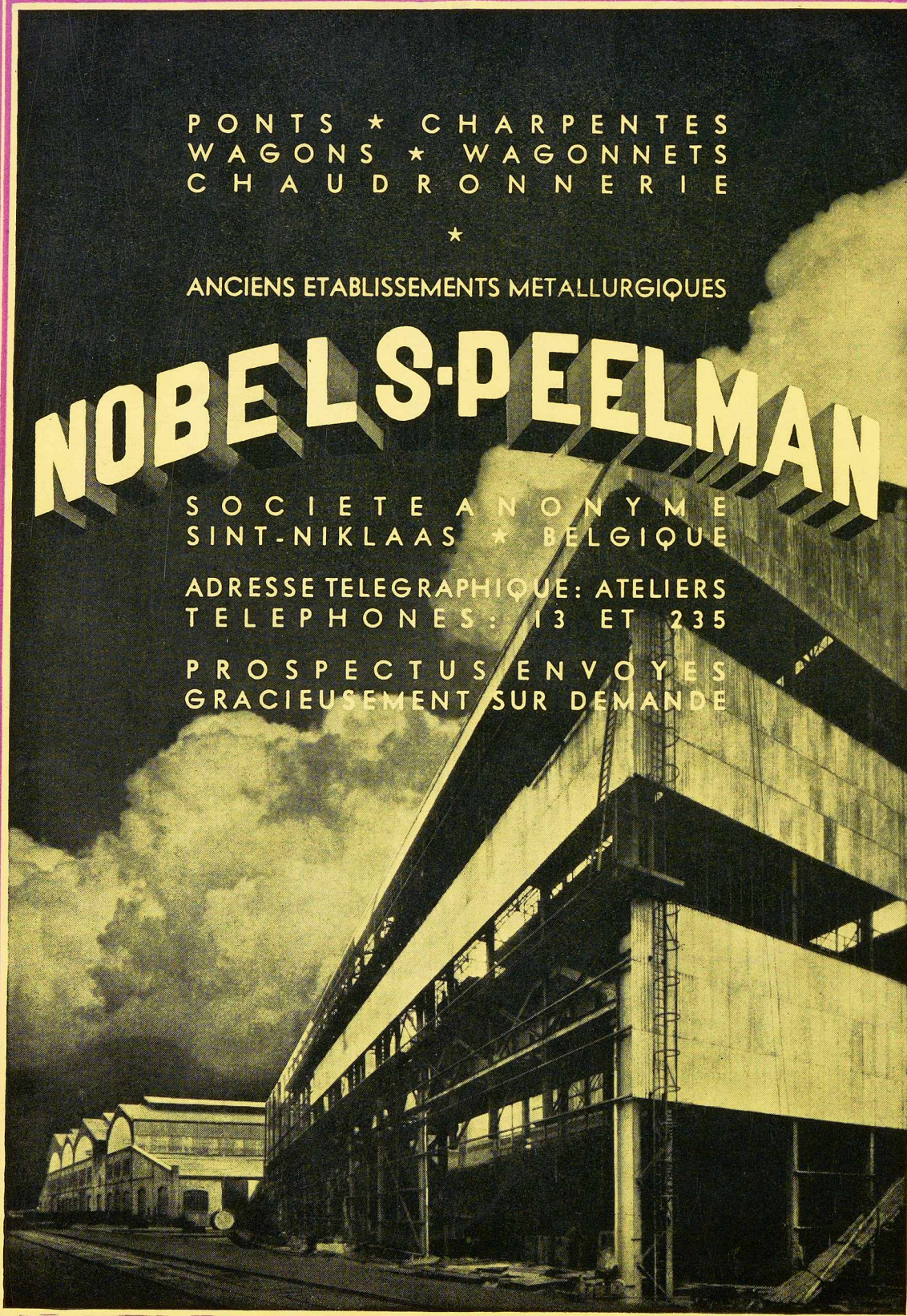
ANCIENS ETABLISSEMENTS METALLURGIQUES

NOBELS-PEELMAN

SOCIETE ANONYME
SINT-NIKLAAS * BELGIQUE

ADRESSE TELEGRAPHIQUE: ATELIERS
TELEPHONES: 13 ET 235

PROSPECTUS ENVOYES
GRACIEUSEMENT SUR DEMANDE



REALISATION
PUBLIGRAPHE
BRUXELLES