

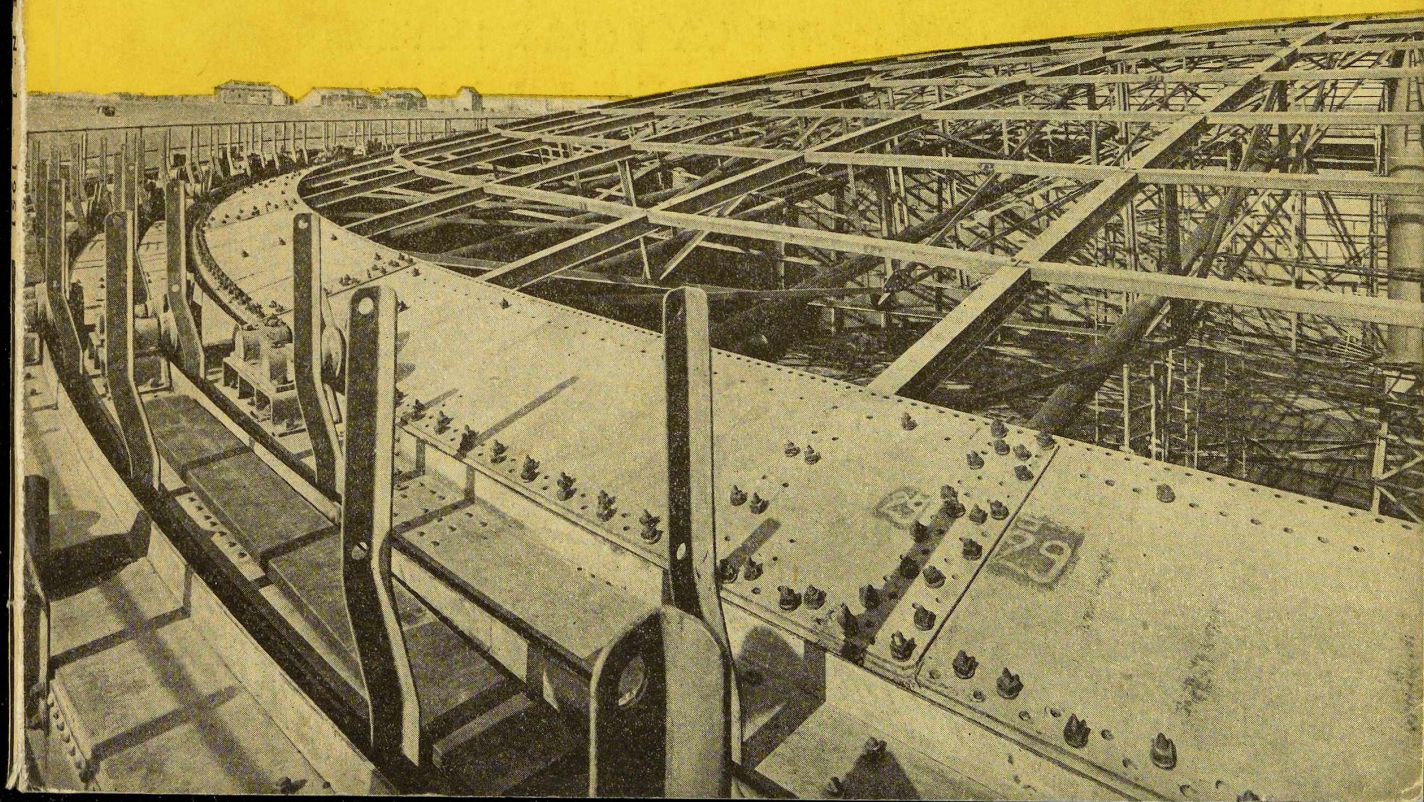
UNIVERSITEIT GENT  
AFDEELING voor BOUWKUNST  
22, Plateaustraat GENT

16<sup>e</sup> ANNÉE

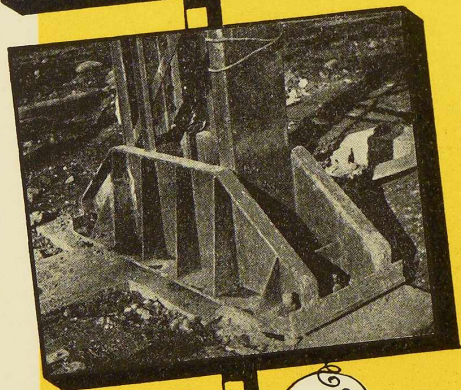
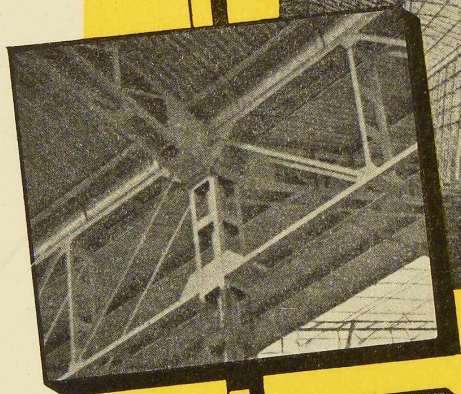
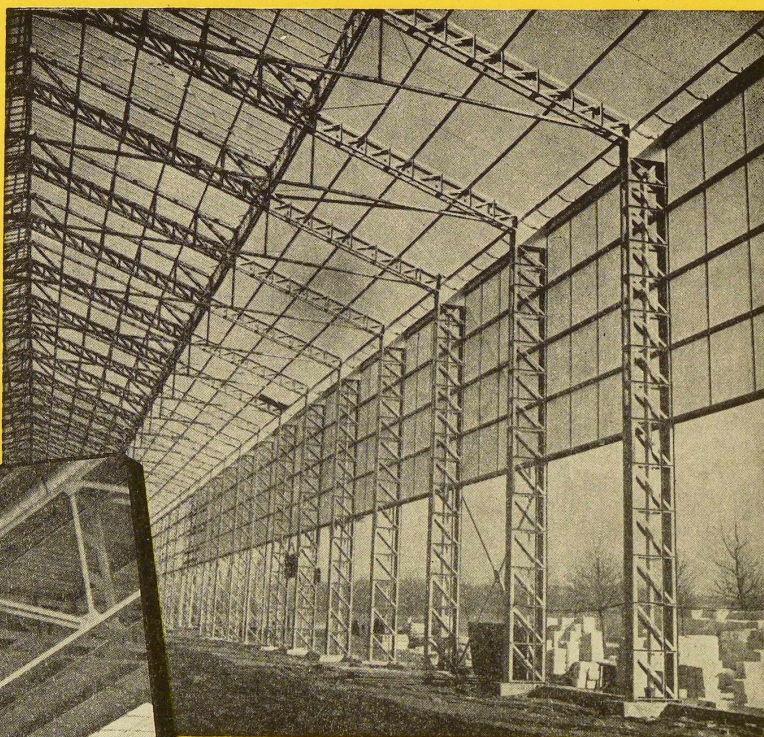
1

JANVIER 1951

# L'OSSATURE METALLIQUE

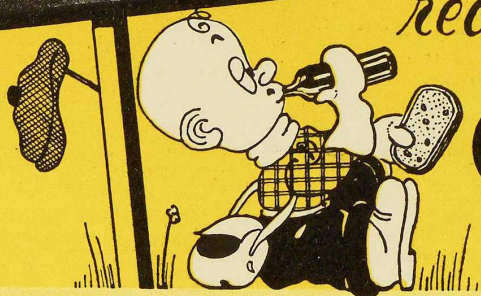


REALISATION  
PUBLIGRAPHIE  
BRUXELLES  
TEL. 37.91.85



LE NOUVEAU HALL  
DE LA METALLURGIE  
DE LA FOIRE INTER-  
NATIONALE DE LIEGE  
CONSTRUCTEUR :  
S. A. D'OUGREE-MARIHAYE

*réalisé avec ...*



**OK47P**

**ESAB**

ELECTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE S. A.  
116-118, RUE STEPHENSON - BRUXELLES  
TELEPHONES : 15.91.26 • 15.05.32

# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

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

16<sup>e</sup> ANNÉE

N° 1

JANVIER 1951

## S O M M A I R E

Nouvelles voitures pour les Tramways du Caire (Egypte)	1
Montage du pont tournant du Muide à Gand, par R. Deschepper	5
Nouvelle motrice allégée interurbaine de la S. N. C. V., par J. Renglet	9
Gazomètre hélicoïdal de 100 000 m <sup>3</sup> érigé à Woluwe	14
L'adduction d'eau à la ferme	19
Les ponts métalliques du réseau ferroviaire belge, par J. Bouciqué	23
Les voitures de tramway type P. C. C.	27
L'acier et ses applications	32
Réflexions sur la méthode de M. Dutheil pour le calcul de pièces comprimées et fléchies, par F. Campus	33
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois de novembre 1950. - La sidérurgie dans le monde. - Conférences organisées par le C. B. L. I. A. - Extension du hall de la métallurgie à la Foire de Liège. - Visite d'architectes. - Concours de la Lincoln Arc Welding Foundation. - Congrès International de la Soudure. - Prix d'architecture Van de Ven 1951. - Construction de halls industriels au Grand-Duché de Luxembourg. - Décès de M. F. Courtoy. - Fourniture de voitures-lits aux chemins de fer du Mozambique	44
BIBLIOTHÈQUE	50

### ABONNEMENTS 1951 (11 numéros) :

**Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge** : francs belges 200,-,  
**France et Union française** : 1.900 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & C<sup>ie</sup>, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup> (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<sup>er</sup> janvier.

### PRIX DU NUMÉRO :

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

### DROIT DE REPRODUCTION :

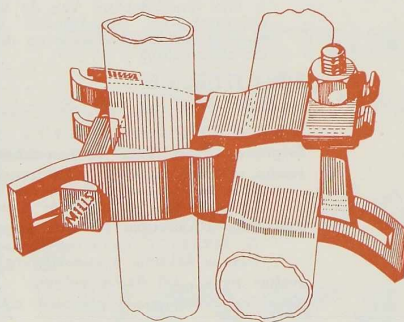
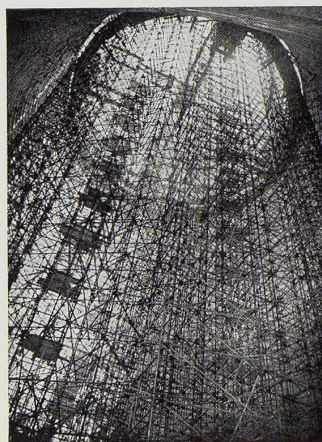
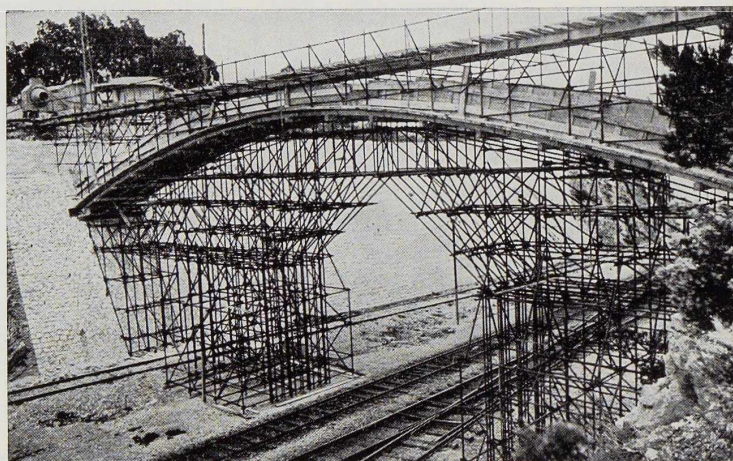
La reproduction de tout ou partie des articles ou des illustrations ne peut se faire qu'en citant **L'Ossature Métallique**.

# ECHAFAUDAGES TUBULAIRES

# MILLS

V E N T E

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

# CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

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

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### Président :

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

### Vice-Président :

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

### Administrateur-Conseil :

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

### Membres :

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

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

### Directeur :

M. Emmanuel GREINER, Ingénieur A. I. 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., 1, rue de Huy, Liège.  
Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.  
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.  
Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes.  
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.  
Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.  
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.  
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.  
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

### ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

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

### TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.  
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.

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

### ATELIERS DE CONSTRUCTION

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

## ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

Ateliers de Construction Paul Bracke, s. p. r. l., 30-40 rue de l'Abondance, Bruxelles.  
 Usines de Braine-le-Comte, S. A., à Braine-le-Comte.  
 La Brugeoise et Nicaise & Delcuve, S. A., à Saint-Michel-lez-Bruges.  
 Société Anonyme Anciennes Usines Canon-Legrand, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.  
 Chaurobel, S. A., à Huyssinghen.  
 John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.  
 La Construction Soudée, Anciens Etablissements André Beckers, S. A., 64, avenue Rittweger, Haren-Bruxelles.  
 « Cribla », S. A., Construction de Criblages et Lavoirs à charbon, 31, rue du Lombard, Bruxelles.  
 Compagnie Centrale de Construction, S. A., à Haine-Saint-Pierre.  
 Les Ateliers De Meestere Frères, Heule-lez-Courtrai.  
 Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.  
 Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Elloi, S. A., à Enghien.  
 Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est, S. A., Marchienne-au-Pont.  
 Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamen-court et Cie, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.  
 Ateliers Georges Heine, S. A., chaussée des Forges, Huy.  
 Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 52, rue des Gloires Nationales, Auvelais.  
 L'Industrielle Boraine, S. A., Quiévrain.  
 Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes-Namur.  
 Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse, S. A., Anc. Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.  
 Ateliers de Construction J. Kihn, Rumelange (G.-D.).  
 Société Anonyme des Ateliers de La Louvière-Bouvy, La Louvière.  
 Usines Lauffer Frères, S. P. R. L., Hermalle s./Argenteau.  
 Leemans L. et Fils, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.  
 Macsima, S. A., Bouffioulx-lez-Châtelain.  
 Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, Malines.  
 La Manutention Automatique, S. A., Machelen.  
 Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.  
 Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).  
 Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.  
 Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.  
 Ateliers Sainte-Barbe, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.  
 Chaudronnerie A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.  
 Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.  
 Etablissements D. Steyaert-Heene, à Eecloo.  
 Ateliers du Thiriau, S. A., La Croÿère.  
 Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont, S. A., à Tirlemont.  
 Compagnie Belge des Freins Westinghouse, S. A., 105, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.  
 Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, à Willebroeck.  
 Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.  
 Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

## MENUISERIE MÉTALLIQUE

Chamebel (Le Châssis Métallique Belge), S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.  
 Maison Desoer, S. A. (meubles métalliques ACIOR), 17-21, rue Ste-Véronique, Liège, 16, rue des Boiteux, Bruxelles.  
 « Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, La Louvière (Baume).  
 Ateliers Vanderplanck, s. p. r. l., Portes métalliques, Fayt-lez-Manage.

## SOUDURE AUTOGENE

### 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'Oxyhydrique Internationale, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.  
 Soudométal, S. A., 83, chaussée de Ruysbroeck, Forest-Bruxelles.

## COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Columeta (Comptoir Métallurgique Luxembourgeois), S. A., Luxembourg.  
 Cosibel (Comptoir de Vente de la Sidérurgie Belge), S. C., 9, rue de la Chancellerie, Bruxelles.  
 Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.  
 Gilsoco, S. A., La Louvière.  
 Société Commerciale de Sidérurgie, SIDERUR, 1A, rue du Bastion, Bruxelles.  
 Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.

## MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

### Individuellement :

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

## MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

Aciers Bungert, S. A., 141-143, chaussée de Mons, Bruxelles.  
 Jos. Bol, 86, rue Emile Féron, Bruxelles.  
 Maison Courard & Co, 9-11, place des Déportés, Liège.  
 Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.  
 Etablissements Moréa et Nahon, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.  
 Société des Aciers et Métaux, Soamet, 41, boulevard du Midi, Bruxelles.  
 Wauters Frères, 23, rue de Liverpool, Bruxelles.

## BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Études Léon-Marcel Chapeaux, S. A., 54, rue du Pépin, Bruxelles.  
 Bureaux d'Études Industrielles Fernand Courtoy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.  
 M. René Leboutte, ing. tech. I. G. Lg., 6, rue J. Delboeuf, Liège.  
 MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstael, Bruxelles.  
 Multifier Grisard, Systèmes brevetés de const. mét., 199, avenue Louise, Bruxelles.  
 Robert et Musette, S. A., 59, rue de Namur, Bruxelles.  
 Bureau d'Études Ir. J. Ronsse, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.  
 M. J. F. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U. I. Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.  
 MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 15, rue Guimard, Bruxelles.

## MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

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

### DIVERS

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

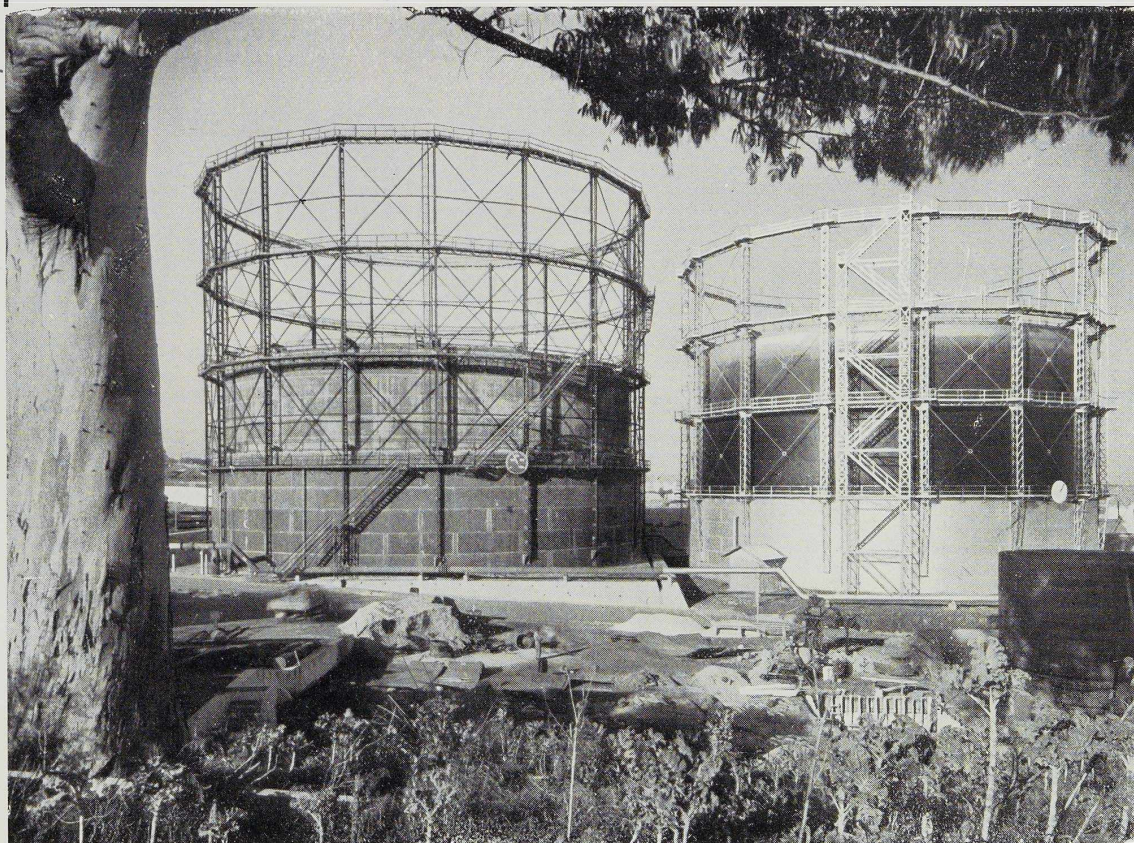
## MEMBRES INDIVIDUELS

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

SOCIÉTÉ ANONYME

# BAUME & MARPENT

HAINES-SAINTE-PIERRE, MORLANWELZ (BELGIQUE) - MARPENT (NORD-FRANCE)



Gazomètres de 30.000 et 40.000 m<sup>3</sup> construits à Matinha pour les Compagnies Réunies du Gaz et de l'Electricité de Lisbonne.

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



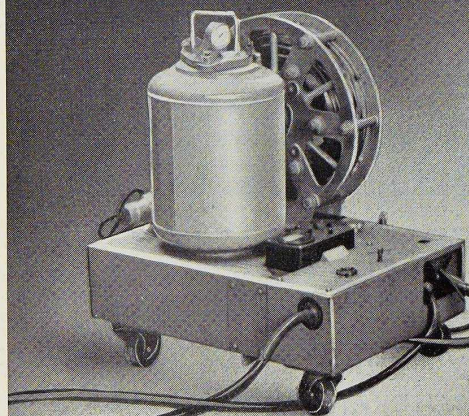
VOITURES ET WAGONS  
AUTORAILS ET AUTOMO-  
TRICES — LOCOMOTIVES  
ÉLECTRIQUES

# LE SOUDAGE *Manuel*

par le procédé **UNIONMELT**

*A*ssure

- Forte pénétration
- Soudures de qualité
- Grande vitesse de soudage



*Installation autonome de soudage semi-automatique  
type G.A.*

## S.A. L'AIR LIQUIDE

31, QUAI ORBAN, LIÈGE TÉLÉPH. 43.65.55



S



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)



TYPE BELVAL Z  
PALPLANCHES ONDULÉES

# PALPLANCHE

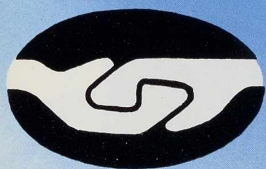
TYPE BELVAL P  
PALPLANCHES PLATES

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:

# LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE

BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE



**CHES ARBED-BELVAL**



**COLUMETA**

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG



Pont-rail du Val-Benoît à double voie - 212 mètres - 1 859 tonnes.

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

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

# LES ATELIERS METALLURGIQUES



## NIVELLES

SOCIETE  
ANONYME

SIEGE SOCIAL ET  
DIRECTION GENERALE  
NIVELLES

USINES A  
NIVELLES • TUBIZE  
LA SAMBRE ET MANAGE

Téléphone : Nivelles 22 • Télégr. : Métal-Nivelles

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



GRACE A LA

# COMETE ROUGE

ÉLECTRODE À TRÈS FORTE PÉNÉTRATION

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

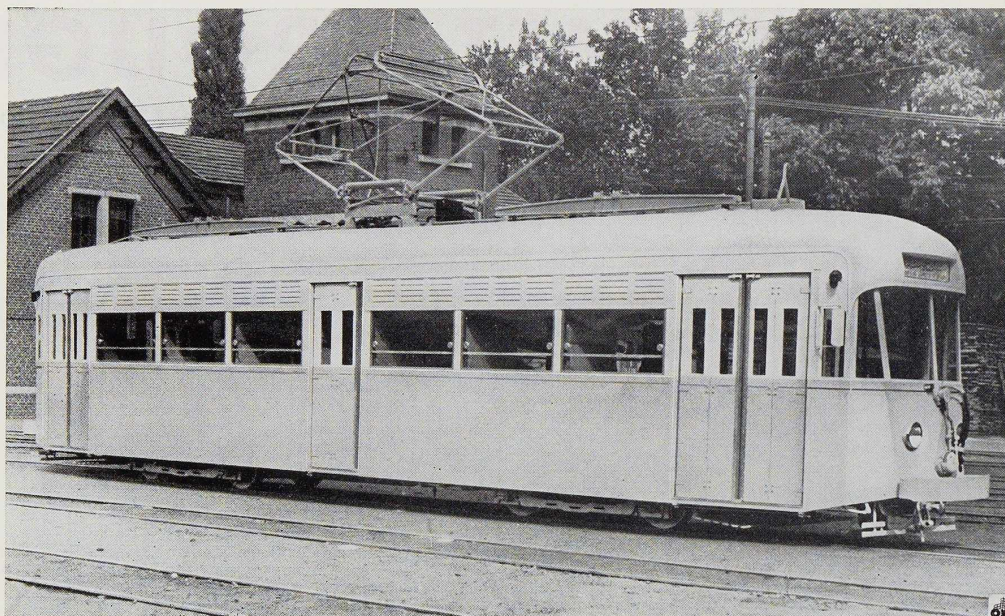
## SOUDOMETAL

SOCIÉTÉ ANONYME

SOUDAGE SUR CHANTIER  
D'ÉLÉMENTS DE PONT DE  
NAVIRE.



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



Nouvelle voiture des Tramways du Caire

■ PONTS ET CHARPENTES  
RESERVOIRS  
TANKS

■ WAGONS  
VOITURES  
FOURGONS

■ PIECES EMBOUTIES  
■ BOUTELLES A GAZ  
■ TRAINS DE ROUES  
■ RESSORTS

S.A. DES **ATELIERS** DE LA

LOUVAIN

**DYLE**

Tél. : 236.01 (3 lignes)

TELEGR. ATELDYLE, LOUVAIN

MATHY  
graphic



# 50 DEGRÉES-MARIHAYE

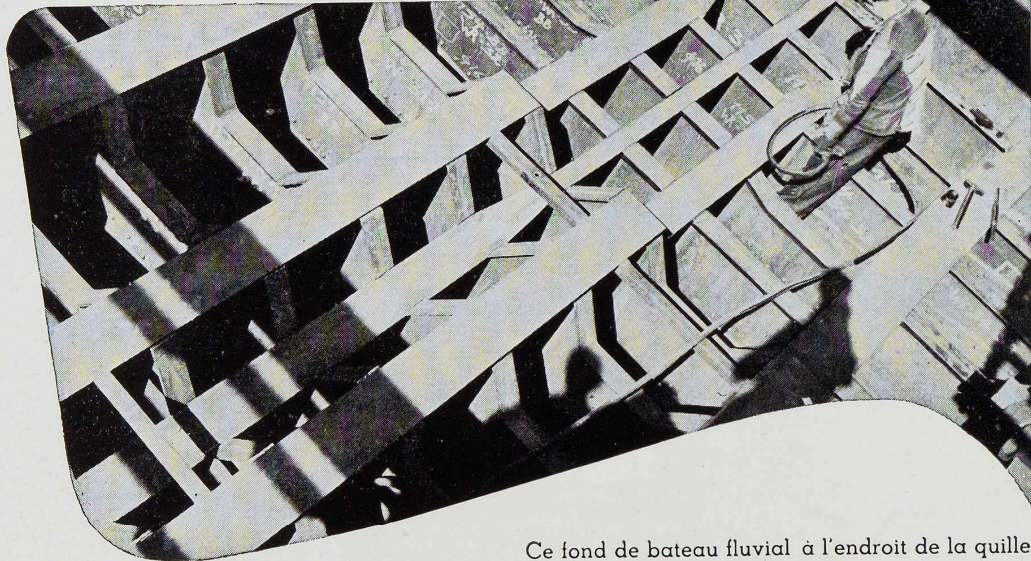


*exporte* **DANS LE MONDE ENTIER**

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

Organisme de Vente : SIDÉRUR, 1<sup>a</sup>, rue du Bastion, Bruxelles (Belgique)

## SOUDURE EN CONSTRUCTION NAVALE



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

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

ELECTRODES POUR TOUS TRAVAUX

# PHILIPS

*DIVISION TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE*

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





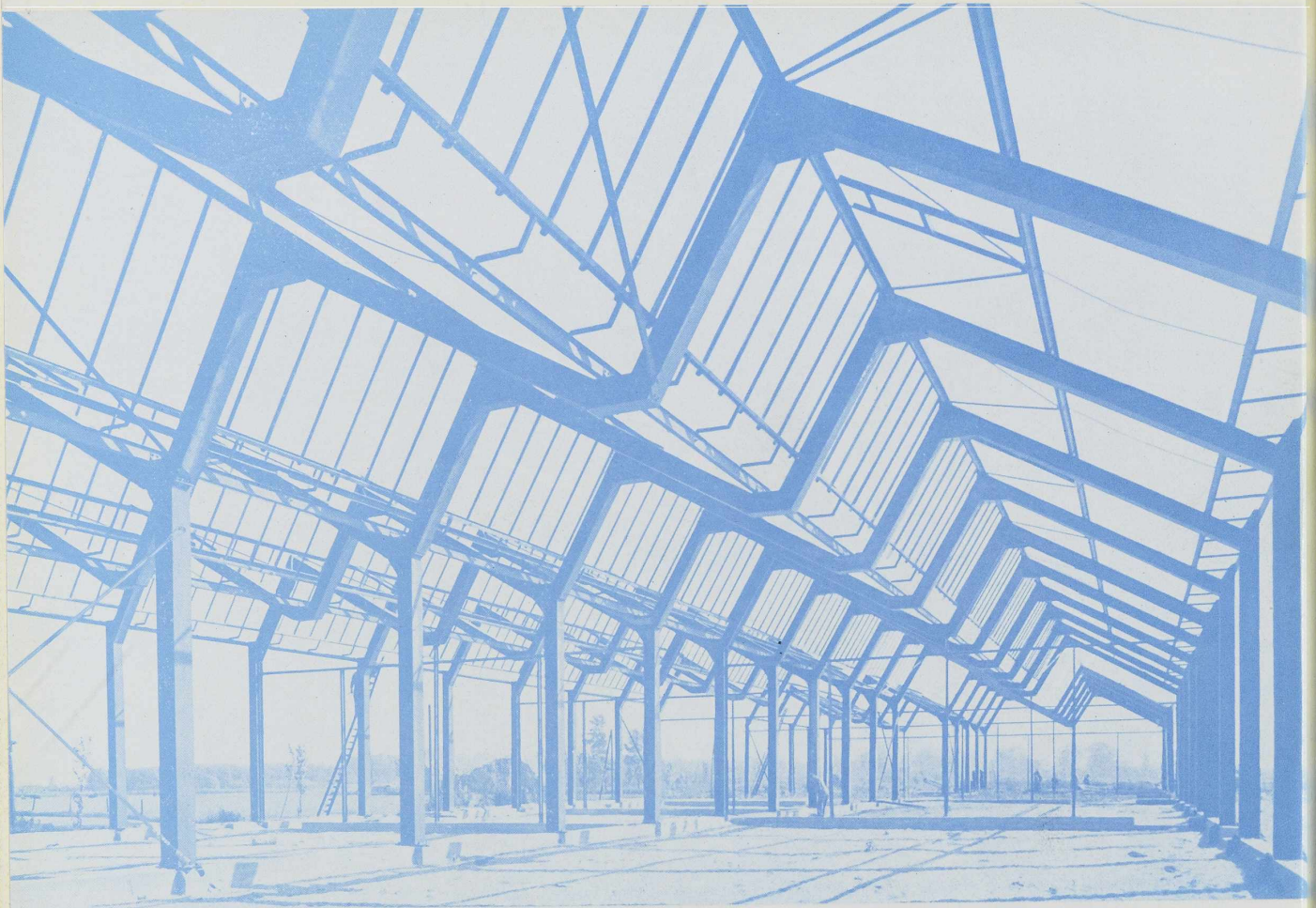


MALEVEZ + DELENNE

**SOC.AN.**

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

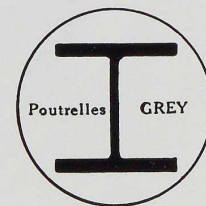
VILVORDE.TEL.51.16.50-51.03.25



Staalconstructie.  
De Vries, Robbé & C<sup>o</sup>, N. V.  
Kininefabriek, Maarsse

Photo Renes

# POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE

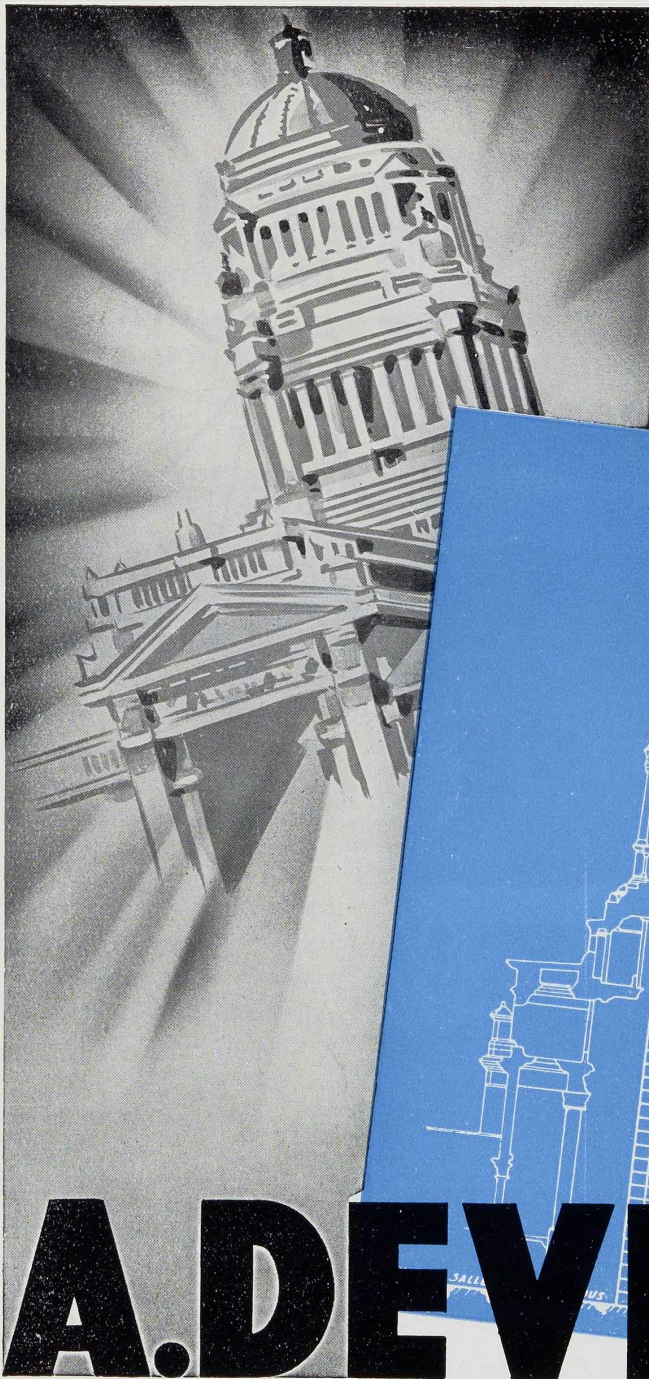


Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

**DAVUM S. A.**

22, RUE DES TANNEURS, ANVERS

Téléphone : 32.99.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport



## MATÉRIEL TUBULAIRE

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



83 m

19

# A. DEVIS & C<sup>IE</sup>

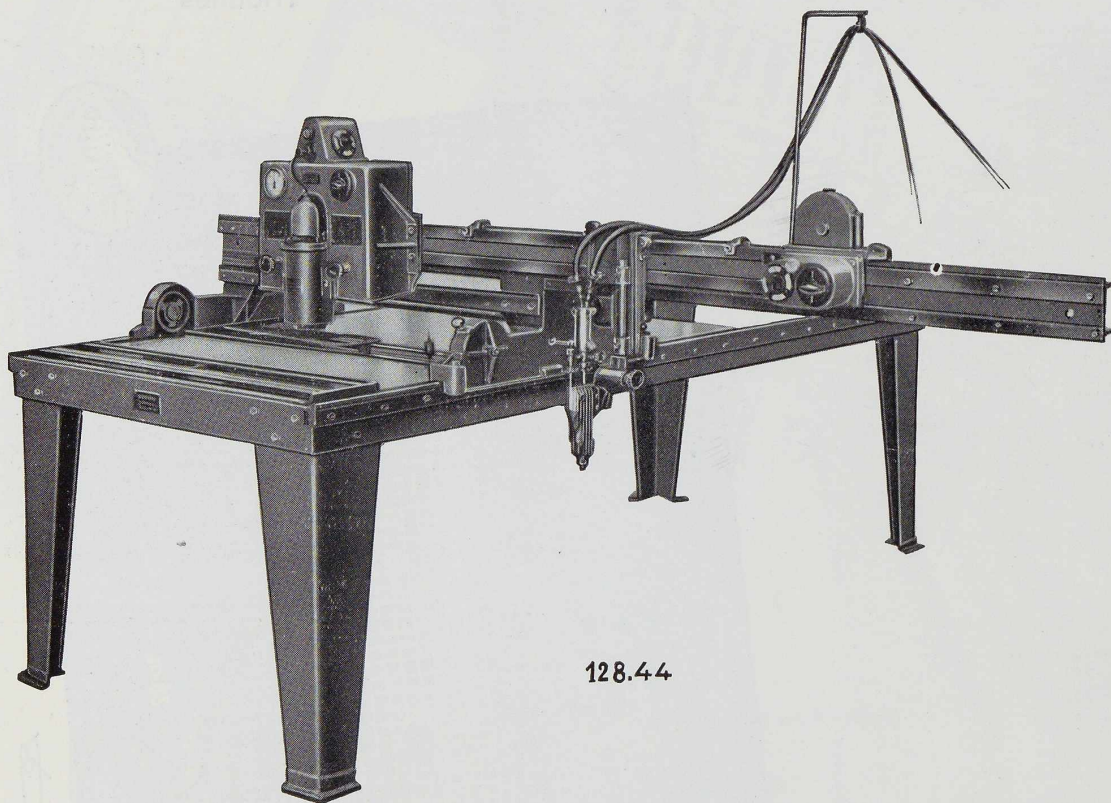
DÉPARTEMENT : « ÉCHAFAUDAGES TUBULAIRES »

158, RUE SAINT-DENIS, BRUXELLES • TÉLÉPHONES : 43.15.05 - 43.75.77

LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE

*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.)



**RONEO****S. A. HERINCX-RONEO**8-10, rue Montagne-aux-Herbes-Potagères, BRUXELLES  
Téléphone 17.40.46 (3 lignes)**EQUIPEMENT  
POUR BANQUES**

## INSTALLATION RONEO COMPRENANT LES COMPTOIRS

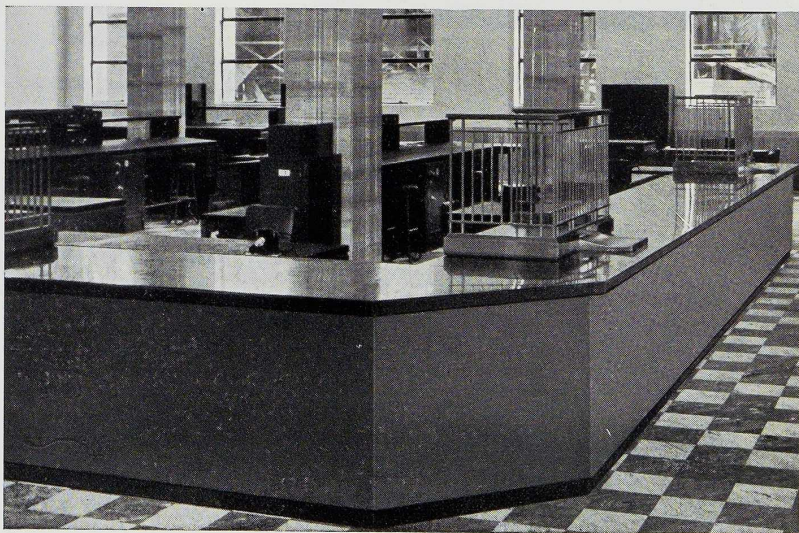
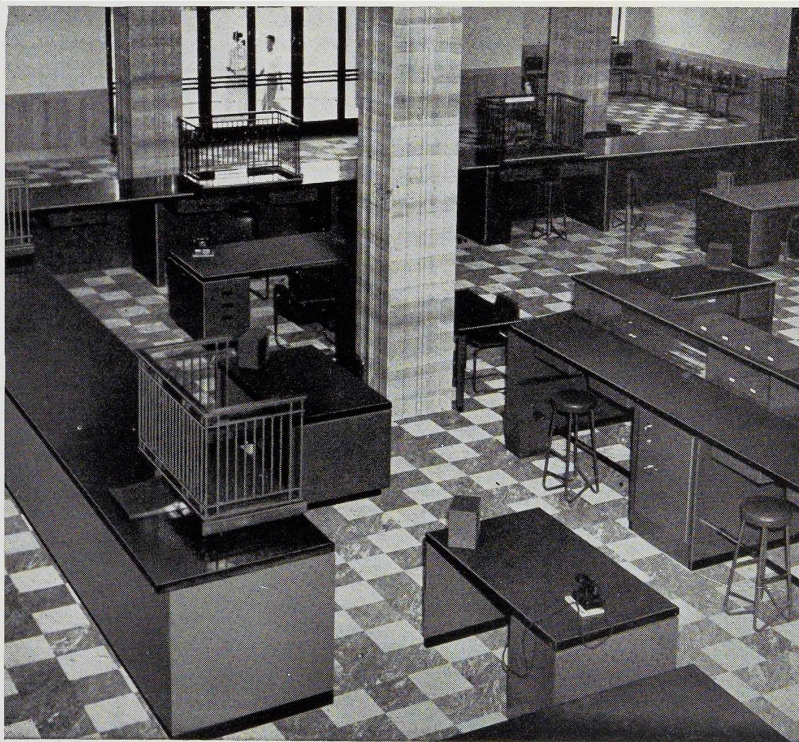
L'expérience sans égale de RONEO est mise gracieusement à la disposition des architectes. Sa participation comprend l'examen de l'amélioration d'une installation déjà existante, ou la mise sur plan d'une nouvelle installation. Au cours de toutes les étapes, les spécialistes de Roneo seront des conseillers et des collaborateurs pour la recherche de l'équipement le mieux approprié et pour la planification de l'ensemble.

L'équipement en acier est conçu par unité, ce qui garantit la souplesse, et dans l'installation elle-même et dans son utilisation.

### SUCCURSALES :

ANVERS : Tél. 33.34.41  
GAND : Tél. 504.19  
LIEGE : Tél. 23.81.08

Photo de la Banque de Hong-Kong et Shanghai, succursale de Orchard Road, Singapour.  
Architectes : Palmer et Turner.





LE PONT DE FRANCE, A NAMUR,  
réalisé par la

S. A. DES ATELIERS DE CONSTRUCTION

**JAMBES-NAMUR**

Anciens Établissements Th. FINET (Tél. 233.55 Namur)

**JAMBES**

**ARCHITECTES  
ENTREPRENEURS**

*Pour vos besoins*

EN PROFILS POUR FENÊTRES,  
PORTES, CHAMBRANLES, ETC.

EN POUTRELLES LÉGÈRES,  
PROFILS DIVERS POUR MAISONS  
PRÉFABRIQUÉES

PROFILÉS A FROID OU LAMINÉS  
A CHAUD

LAMINOIRS DE LONGTAIN



*Vos clients de demain  
visiteront tous Liège*

entre le 21 avril et le 6 mai 1951

**Vous devez y exposer**

Votre présence s'impose à cette *foire spécialisée* en biens de production où sont groupés le matériel et les produits que vous fabriquez, car vous ne pouvez abandonner ce moyen de prospection à la concurrence.

Cette *foire technique* vous permet de faire valoir les qualités, le fonctionnement et le rendement du matériel que vous y exposez.

Les bâtiments en sont encore agrandis, mais le nombre des exposants augmente; aussi, n'attendez pas plus longtemps pour retenir votre emplacement.

21 AVRIL - 6 MAI 1951

**Liège**

3<sup>ème</sup> FOIRE

INTERNATIONALE



Pour tous renseignements complémentaires,  
adressez-vous à la Foire Internationale de  
Liège, 17, Boulev. d'Avroy, Liège, Belgique.

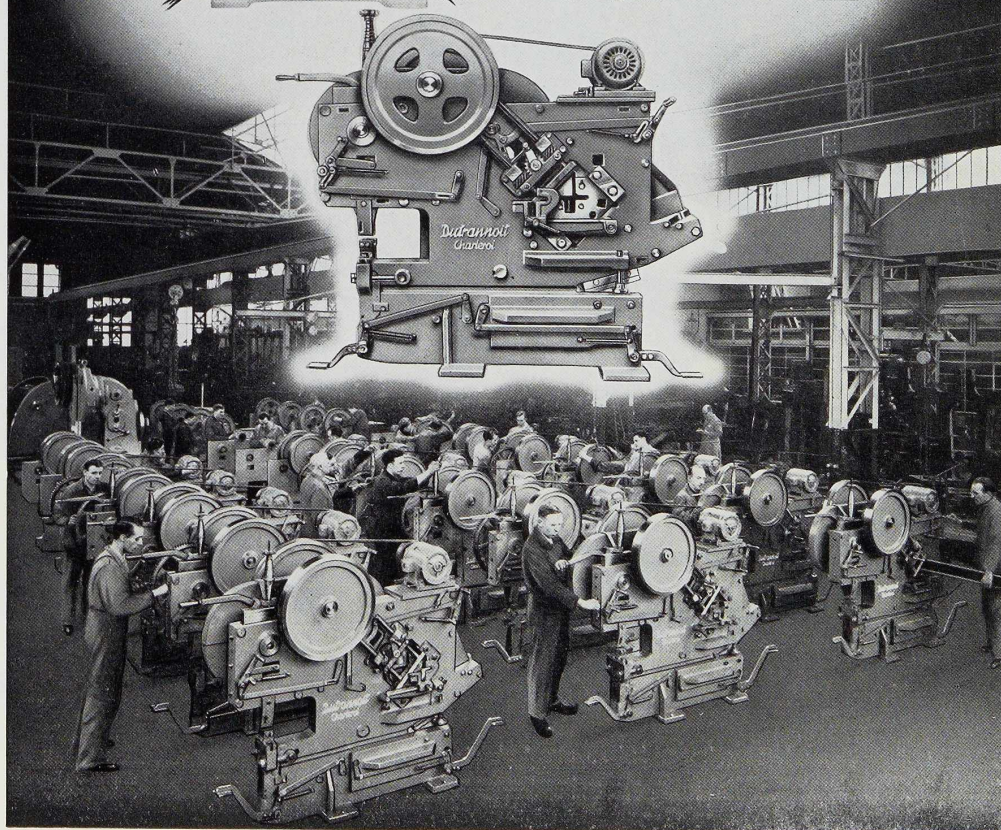
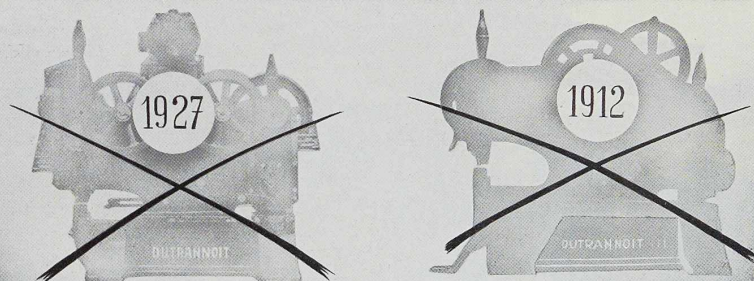


# Dutrannoit

Charleroi

FONDÉ EN 1906

FABRIQUE DES POINCONNEUSES-CISAILLES DEPUIS 35 ANS



TOUS PRODUITS M

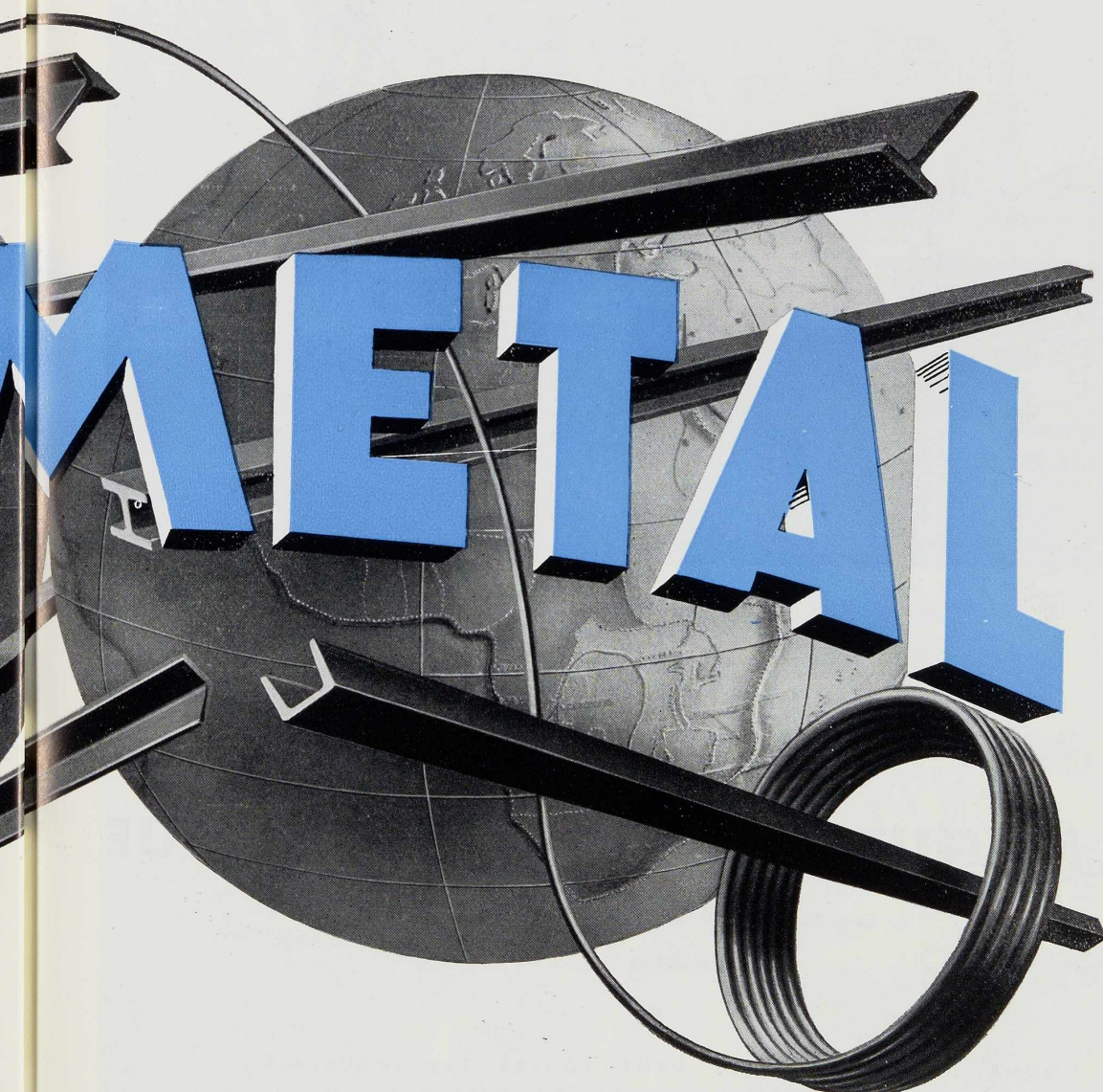


24 RUE  
BRUXELLES

COCKERILL - PROVIDENCE

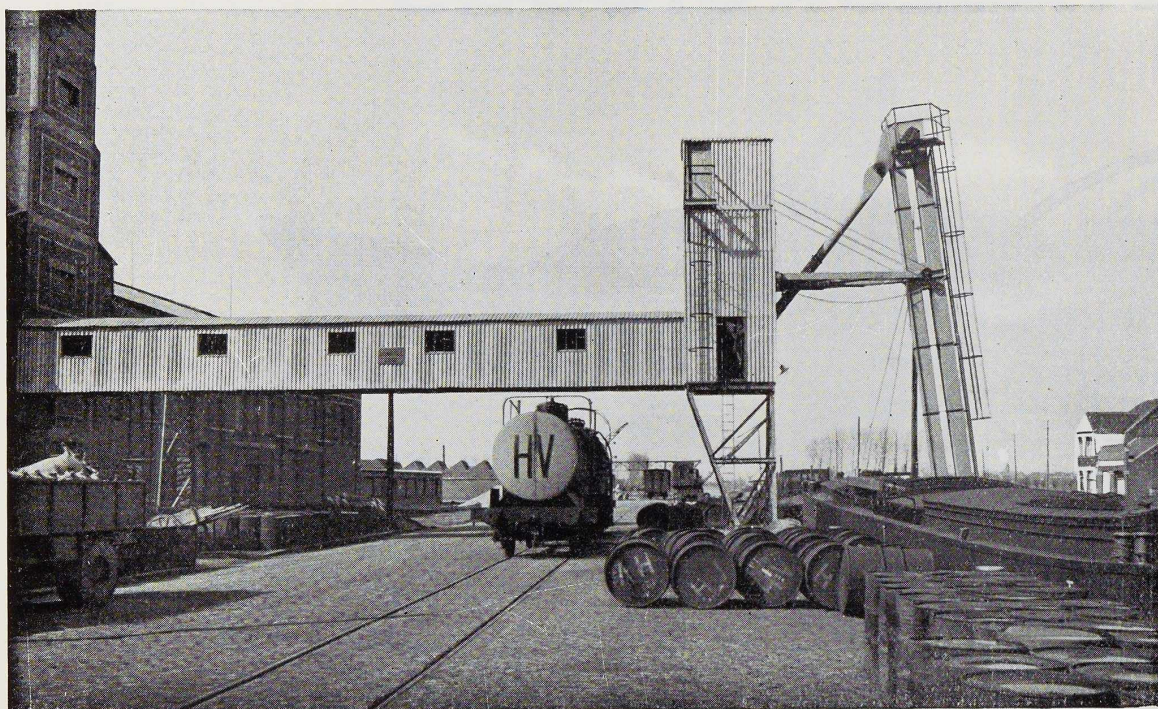
C.G.P.I.

**MÉTALLURGIQUES**



ROYALE  
LLES

**E - SAMBRE & MOSELLE**



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

Plus de 25 années de spécialisation  
en manutention

## LA MANUTENTION AUTOMATIQUE

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

Tél. : Bruxelles 15.38.34



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

CATALOGUE DE 150 PAGES SUR DEMANDE

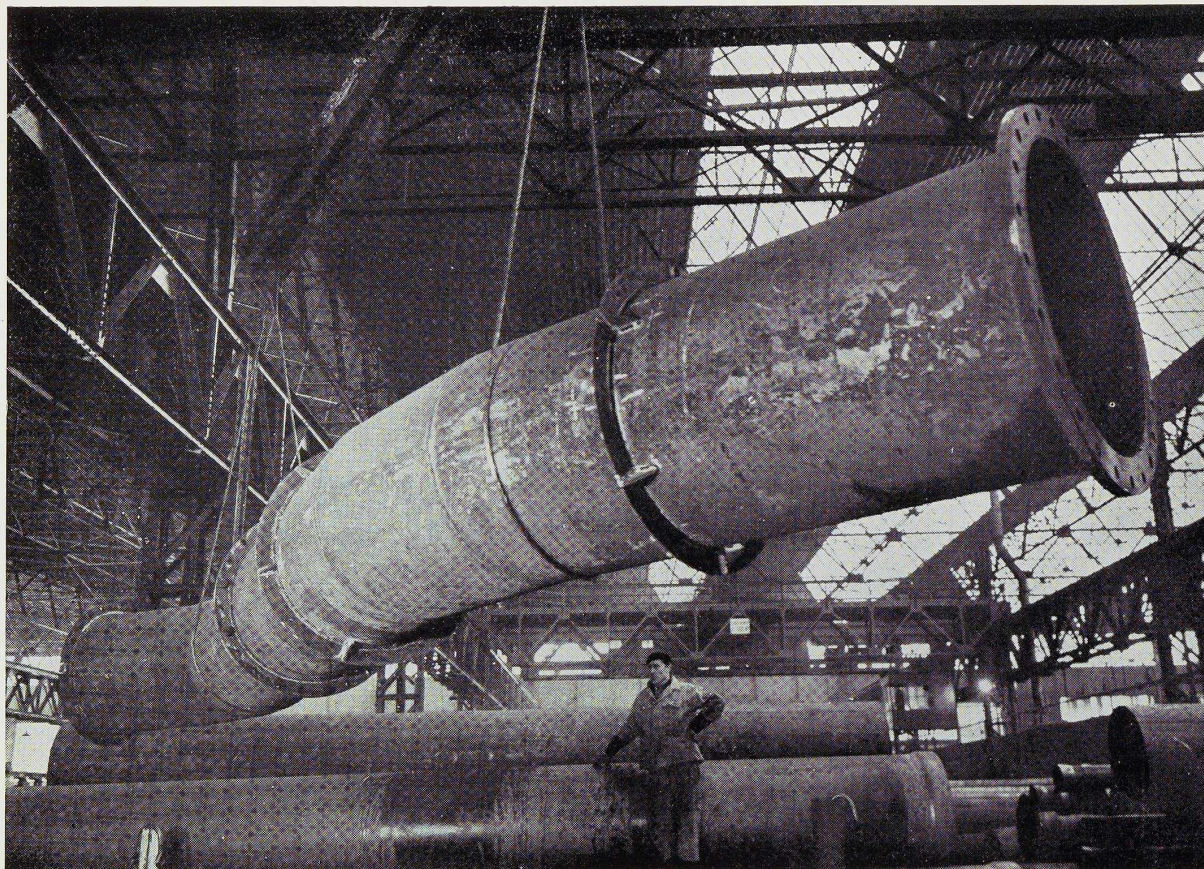


AGENT POUR LA HOLLANDE : M. J. W. KLEINHOUT, 7, ZAAANMARKSTRAAT, BREDA

ÉLECTRODE  
ARCOS

Navalend

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



DIVISION SOUDAGE : FABRICATION D'UNE COURBE EN S

*Nos usines fabriquent :*

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

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

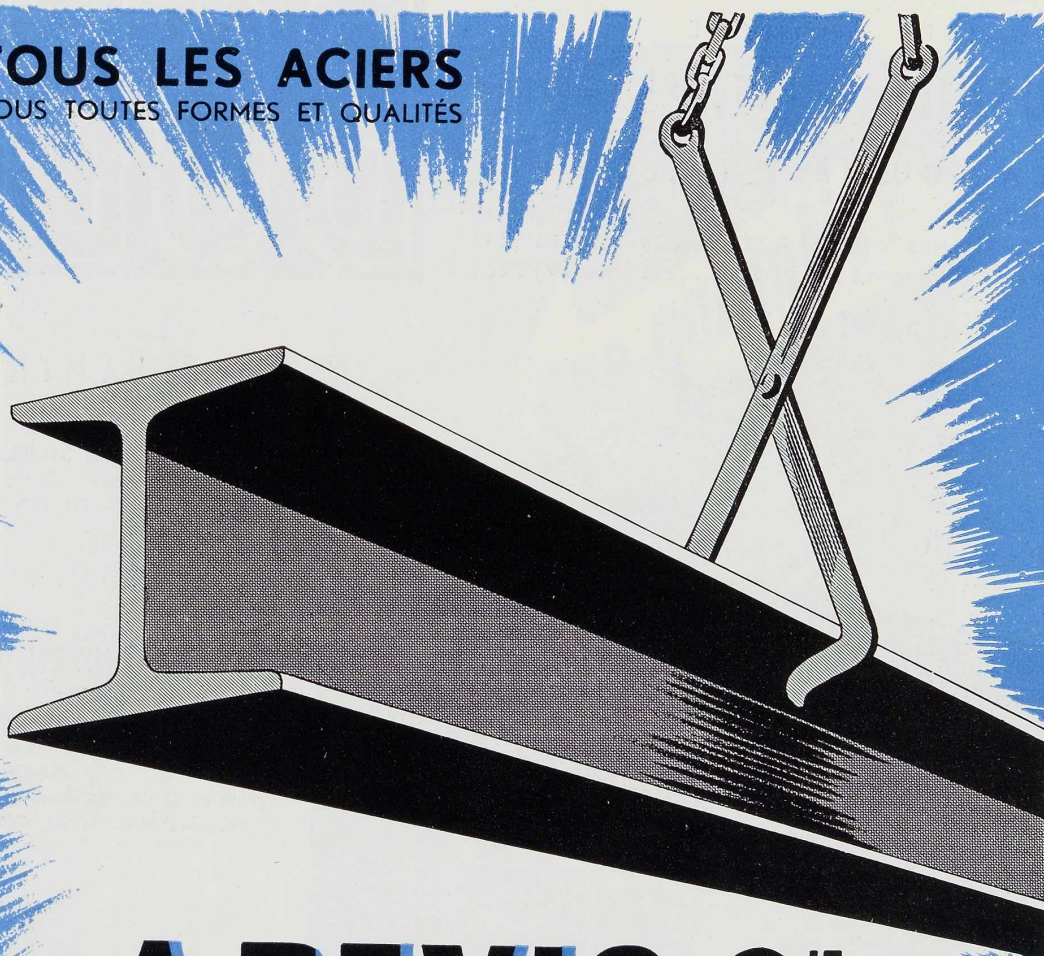
NOTICES, CATALOGUES ET DEVIS SUR DEMANDE

**USINES A TUBES DE LA MEUSE**

FLÉMALLE-HAUTE (BELGIQUE)



**TOUS LES ACIERS**  
SOUS TOUTES FORMES ET QUALITÉS



**A. DEVIS & C<sup>IE</sup>**

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

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

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

SOCIÉTÉ ANONYME

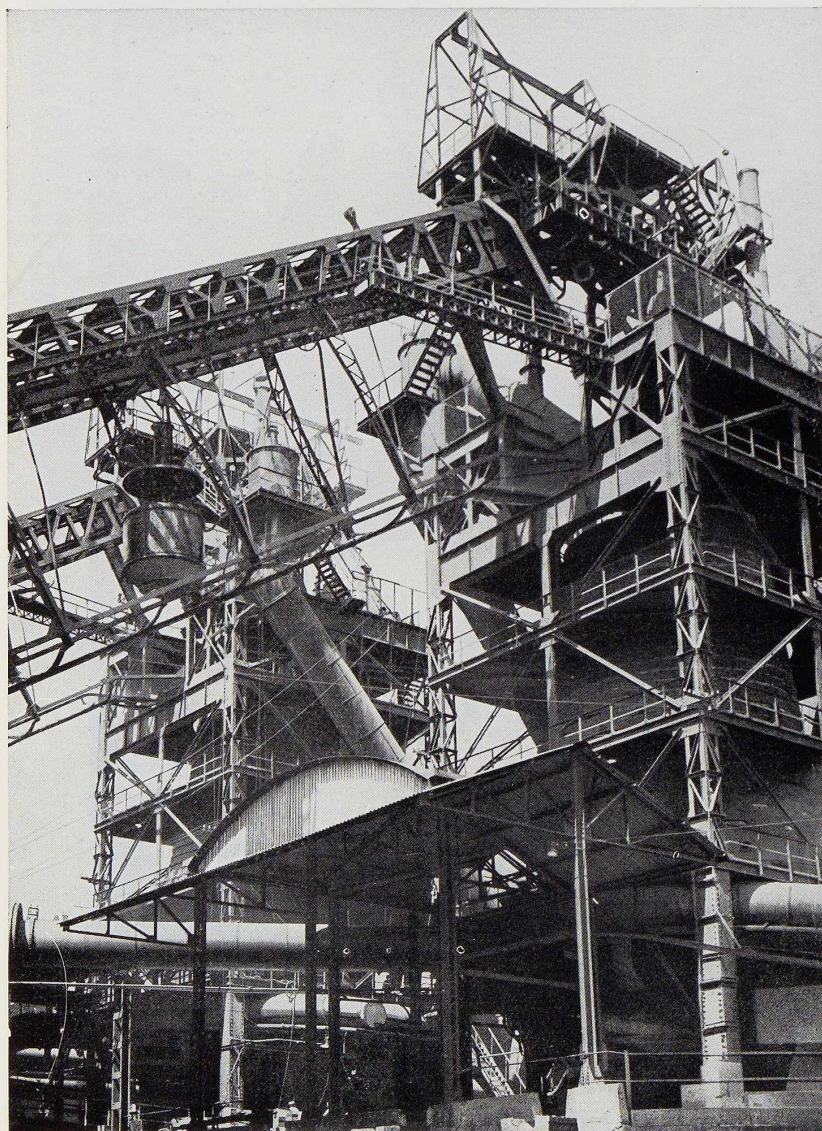
# USINES GUSTAVE BOËL

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 parachévées pour matériel de chemin de fer et industries diverses. Spécialités de centres de roues et cuves à recuire pour feuillards, fils, tôles fines, etc. Essieux - Bandages - Trains montés - Pièces de forge.

## Division BOULONNERIE

Boulons - Crampons - Tirefonds et rivets.

## Produits DIVERS

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

---



# Montage Métallique

une garantie!



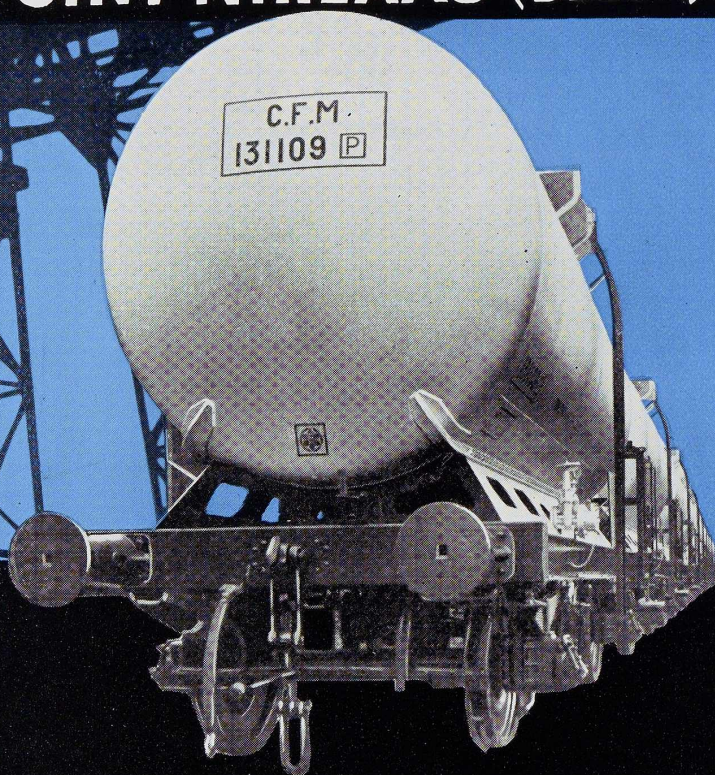
**A. E. M. B.**  
13, Rue des Hirondelles BRUXELLES Tél. : 17.67.40

**EST** Editions SCIENCE & TECHNIQUE  
21, rue Newton, BRUXELLES

A.E.M.

# Nobels-Peelman

**SINT NIKLAAS (BELGIQUE)**



**PONTS ET CHARPENTES  
CHAUDRONNERIE  
MATERIEL DE CHEMIN DE FER**

**BENNES • WAGONS BASCULANTS**  
TÉL. : 13 et 235 ST-NICOLAS • TÉLÉGR. : ATELIERS, ST-NIC.

*Kallet*



# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

## REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

16<sup>e</sup> ANNÉE - N° 1

JANVIER 1951



### Nouvelles voitures pour les tramways du Caire (Egypte)

Les Ateliers de la Dyle, à Louvain, viennent de livrer en Egypte douze voitures de tramways pour la « Cairo Electric Railways and Heliopolis Oases Cy » (fig. 5, p. 3).

L'étude a été faite d'après les directives de la Société Electrorail, à Bruxelles; la partie électrique a été exécutée par les Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi (A. C. E. C.) en collaboration avec les Forges et Ateliers de Constructions Electriques de Jeumont.

Ces voitures sont destinées à la liaison entre Le Caire et l'important centre résidentiel d'Héliopolis.

Leur disposition présente quelques particula-

rités intéressantes du fait qu'elle a été influencée par les données suivantes :

#### 1<sup>o</sup> Climat

La température oscille, au Caire, entre des limites très étendues de 0° C en hiver jusqu'à 65° au soleil sur le sol.

Parfois, le vent soulève des nuages de sable impalpable qui pénètre par les plus petits interstices. Il est donc nécessaire d'assurer une forte ventilation qui doit subsister dans une mesure suffisante même si les fenêtres doivent être fermées par grand vent.

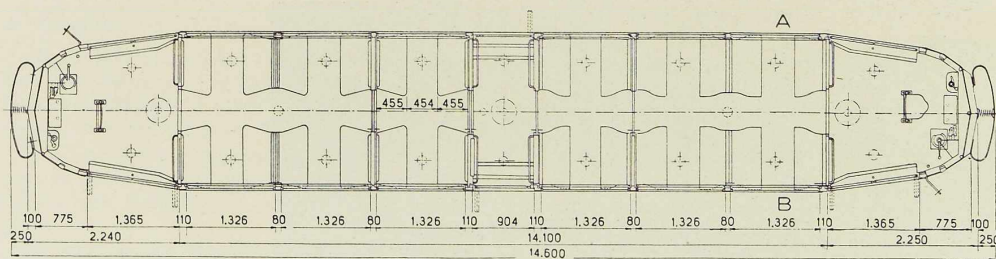


Fig. 2. Vue en plan de la nouvelle voiture motrice de la « Cairo Electric Railways and Heliopolis Oases Cy ».

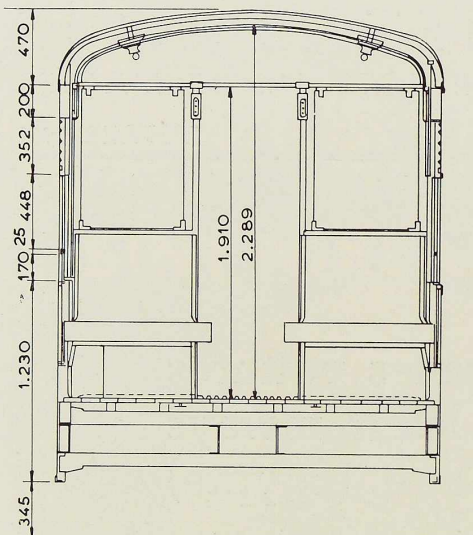


Fig. 3. Coupe transversale de la voiture motrice des Tramways du Caire.

Il faut également arrêter les rayons solaires par des bandeaux à ventailles qui descendent très bas et par des persiennes relevables.

La voiture est isolée thermiquement et un double plafond permet une circulation d'air par les ventailles des bandeaux.

#### 2° Coutumes

La coutume exige pour les dames des compar-

timents spéciaux d'où une série de cloisons pleines avec portes.

#### 3° Simplicité de conduite

Cette qualité entraîne des démarreurs entièrement automatiques.

#### 4° Exigences des autorités

En service, le frein à air est exigé et s'indique d'ailleurs pour le remorquage éventuel.

#### 5° Exploitation

Les variations de trafic comportent la possibilité de marche en unités multiples.

Les voitures doivent être munies de deux perches et d'un pantographe pouvant être utilisé indifféremment.

#### 6° Eloignement de l'exploitation

Cette circonstance obligeait de ne prendre que des dispositifs éprouvés d'un fonctionnement absolument sûr.

\*  
\*\*

La description suivante du véhicule montre comment l'étude a tenu compte de toutes ces nécessités.

#### Dispositions et dimensions principales

La vue en plan (fig. 2) de la voiture montre la disposition des cloisons qui ménagent trois plates-formes et quatre compartiments : deux premières classes dont un « harem » et deux deuxième classes dont un « harem ».

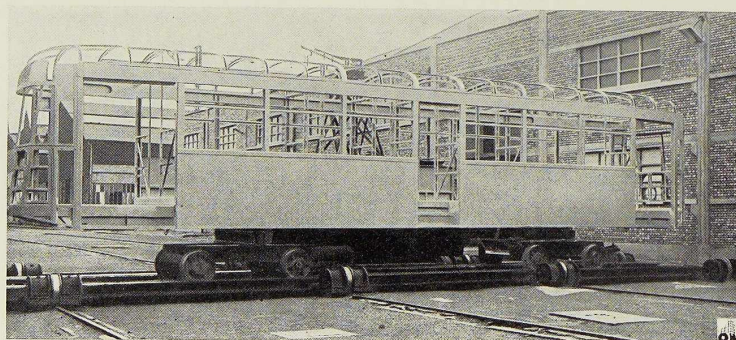


Fig 4. Voiture motrice en cours de construction à Louvain.

Photo Arcos.



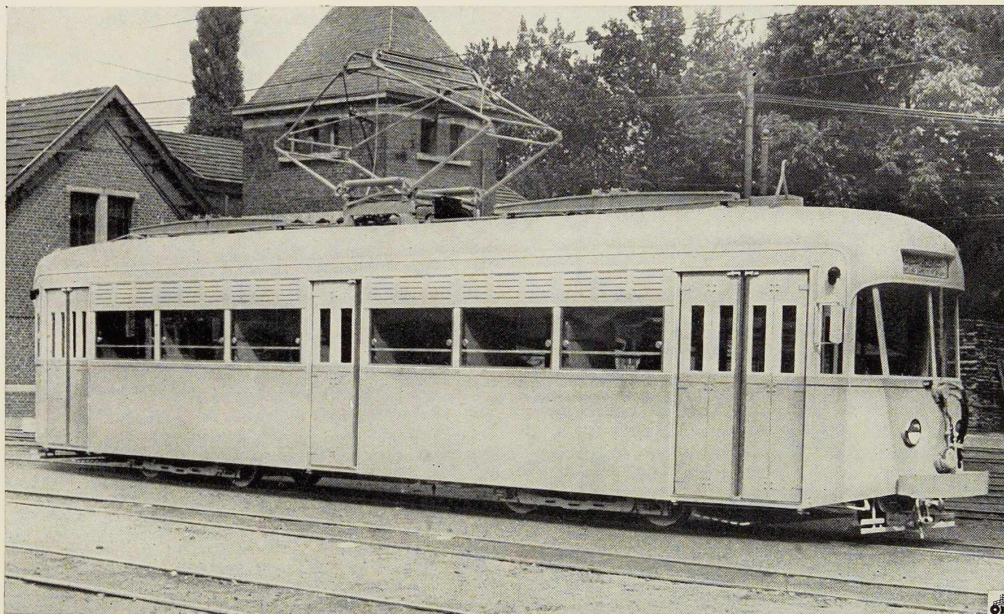


Fig. 5. Vue de la nouvelle voiture motrice fournie au Caire par les Ateliers de la Dyle.

Le nombre total de places est de 105 dont 48 assises.

Longueur totale de la voiture . . . 14,600 m.  
 D'axe en axe des bogies . . . . . 6,660 m.  
 Empattement des bogies . . . . . 1,900 m.

### Caisse

#### a) Ossature

Plutôt que de recourir à l'ancienne construction bois, la caisse est autoportante avec les faces latérales entièrement soudées constituant les éléments de résistance (fig. 4).

Les longs-pans comprennent la tôle de long-pan en acier de 2,5 mm d'épaisseur soudée par points aux montants et aux longrines en tôle pliée.

Le bandeau est constitué d'un profil en tôle pliée ouvert d'un côté et dans lequel s'emboîtent les montants.

Les plates-formes sont suspendues au bandeau

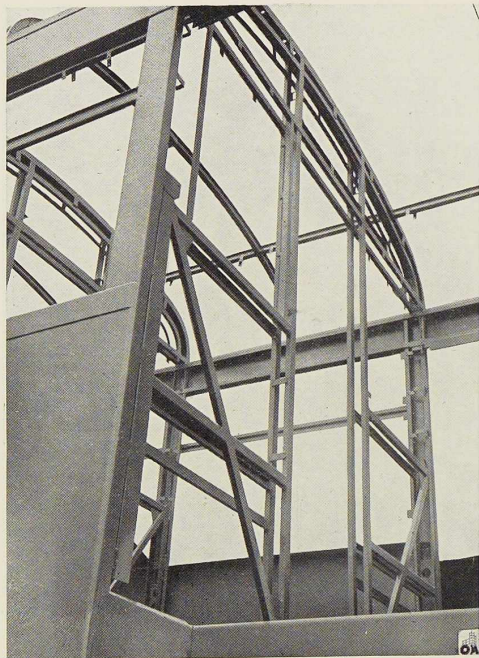
et les éléments de résistance dans la partie supérieure s'arrêtent aux paravents qui, eux, sont constitués d'éléments démontables facilitant les réparations lors des fréquentes collisions avec les multiples « charrettes » égyptiennes.

Les longs-pans sont reliés par les traverses de pivot en caisson, quelques traverses embouties au niveau du plancher, les cintres de toitures et les cloisons en tubes soudés.

La figure 6 montre les principaux éléments de la charpente de caisse. L'ossature très lourde du plancher de plate-forme a dû être prévue pour résister aux gros efforts de tamponnement lors des manœuvres brusques.

La partie centrale de la toiture est en multiplex recouvert d'une toile à voile enduite, les retombées et les parapluies sont en tôle d'acier.

Le mode d'exécution et l'ordre de succession des soudures ont été spécialement étudiés au bureau d'études comme aux ateliers pour déterminer les retraits et en déduire les surlongueurs, vérifiées expérimentalement sur les pièces types.



**Fig. 6.** Charpente métallique de la caisse, assemblée par soudure.

La soudure par points présente sur le rivetage l'avantage de donner un aspect extérieur plan et une ligne générale très sobre.

Malgré les importants renforts de plate-forme et le grand nombre de cloisons, le poids total de l'ossature, avec tous les supports d'appareils, est inférieur à quatre tonnes et cela pour une caisse de 14 mètres de long.

Le calcul de la caisse a été établi suivant les méthodes mises au point par M. Ed. Roland, Ingénieur à la Société Electrorail (1).

Après l'exécution, la charpente de caisse a été soumise à des charges d'essai qui ont permis de vérifier la précision des calculs.

Le contrôle par « Strain Gages » a montré que les tensions étaient inférieures à celles prévues, beaucoup d'entre elles étant réduites par les éléments d'assemblage négligés dans les calculs.

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, nos 10 et 11-1950.

## b) Revêtement intérieur - Garnissage

Le revêtement intérieur est en contreplaqué sauf les tympans de cloisons « harem » qui sont en aluminium perforé.

Pour assurer une meilleure isolation les parois sont recouvertes de « Limped Spray ».

Les baies comportent des glaces de sécurité fixes à la partie inférieure et relevables à la partie supérieure.

Des persiennes mobiles assurent une ventilation même lorsqu'elles sont rabattues.

Des bouches d'air avec registre de réglage sont prévues au-dessus de chaque baie de compartiment.

Des ventilateurs électriques sont disposés dans la toiture et brassent l'air au-dessus des voyageurs.

Le plancher est en bois recouvert de linoléum en 1<sup>re</sup> classe et de caillebotis chêne en 2<sup>e</sup> classe.

Les sièges de 1<sup>re</sup> classe sont à ressorts recouverts de caoutchouc mousse et de simili cuir, ceux de 2<sup>e</sup> classe sont en bois multiplex moulé sur forme.

Les cuivreries sont en anticorodal poli mat.

Les portes extérieures sont pliantes avec ouverture vers l'extérieur et sont commandées par électro-valves.

## Bogies

Pour répondre à l'exigence de « bogies éprouvés » on a utilisé, malgré sa tare élevée, le bogie type « Pennsylvania » amélioré, en usage depuis longtemps à la S. N. C. V. La suspension réalisée par ressorts à pincettes et hélicoïdaux donne un roulement très souple et un confort très agréable.

## Équipement électrique

Les moteurs utilisés sont du type A. C. E. C. à suspension par le nez et d'une puissance de  $4 \times 71$  CV unihoraire à 600 volts. Le démarreur automatique est du type J. H. (Jeumont) et effectue le démarrage et le freinage au moyen d'un seul appareil.

Tout le programme de mise en vitesse se réalise au moyen d'une seule manette qu'il suffit de tirer sur le plot d'accélération désiré pour que toutes les manœuvres s'opèrent automatiquement.

Les nouvelles voitures des tramways du Caire, bien étudiées et d'un aspect très satisfaisant, font honneur aux firmes belges qui les ont conçues et réalisées.



R. Deschepper,  
Ingénieur en Chef  
aux Ateliers Métallurgiques  
de Nivelles.

## Montage du pont tournant du Muide, à Gand

La méthode de montage des ponts métalliques au moyen de bigues flottantes apporte souvent une solution élégante et relativement aisée aux problèmes inhérents au montage d'ouvrages franchissant des fleuves ou des canaux. Encore faut-il pouvoir disposer d'engins ayant la puissance suffisante pour effectuer les opérations dans de bonnes conditions.

Le cas du montage du pont tournant dit du Muide, à Gand, est typique à cet égard.

La situation était la suivante :

Le pont tournant existant avant 1940 (pont Vierendeel soudé) avait été détruit en mai 1940 (1). Depuis lors, le trafic fort important à

cet endroit, est assuré par un pont mobile sur bateaux, qui se trouve à quelques dizaines de mètres en amont de l'emplacement du pont détruit.

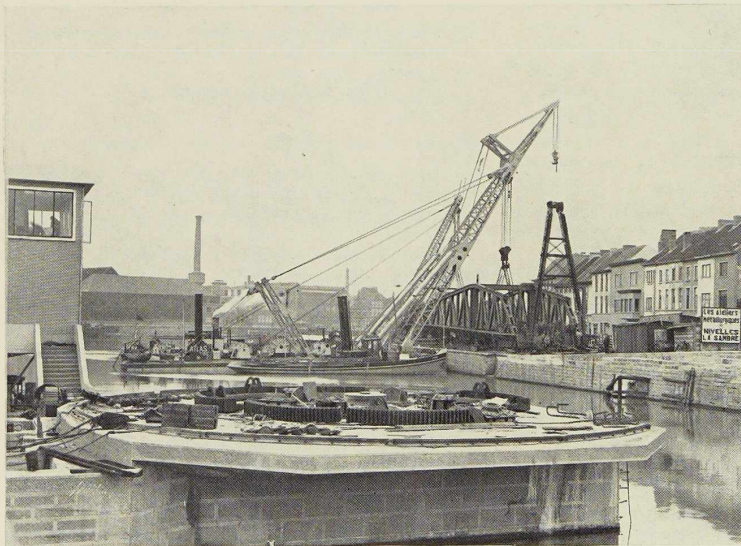
Le pont définitif est un pont métallique rivé (fig. 2 à 5).

On remarque que la chaussée sur le pont est en pente jusqu'au pivot tant du côté culasse que du côté volée. Cette disposition a dû être prévue pour réduire les expropriations résultant des pentes à prévoir aux voies d'accès dans un quartier fort peuplé.

Le montage du pont tournant directement sur son pivot présentait les difficultés suivantes :

1° Les tramways électriques passent continuel-

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, no 6-1933, p. 251.



**Fig. 1.** Montage du pont tournant au moyen d'une bigue fixe.

Photo Joseph Buyens.

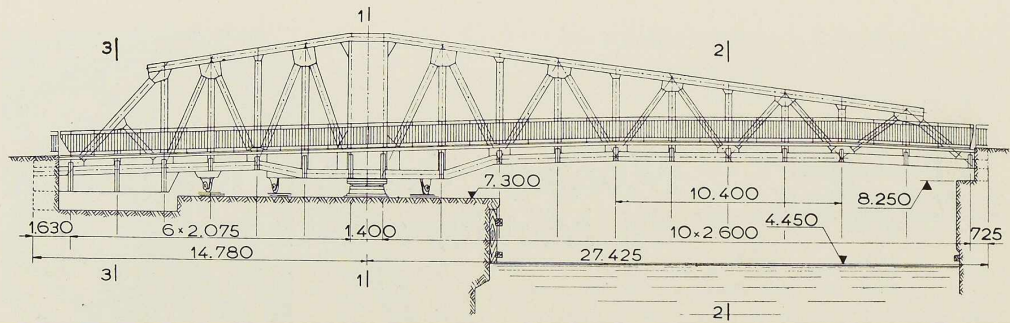


Fig. 2. Elevation du pont tournant du Muide.

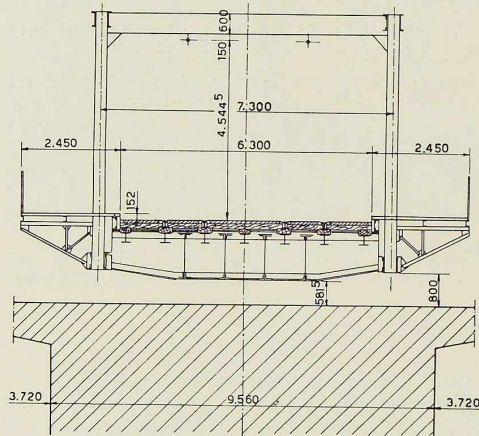


Fig. 3. Coupe suivant 1-1.

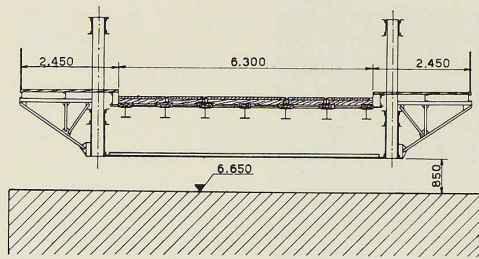


Fig. 4. Coupe suivant 3-3.

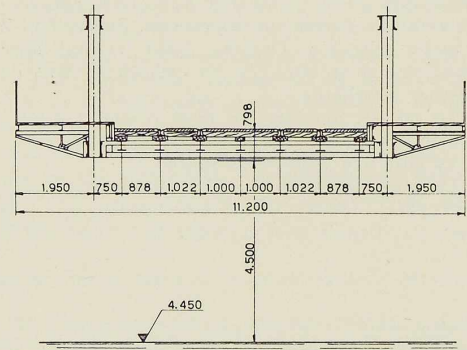


Fig. 5. Coupe suivant 2-2.

lement à proximité de la culée, empêchant ainsi l'arrivée régulière des matériaux à pied d'œuvre et leur déchargement au moyen d'engins fixes;

2° La plate-forme support de pivot n'était pas assez large pour permettre le montage de tout le pont, d'où l'obligation de prévoir un pont de service sur pieux;

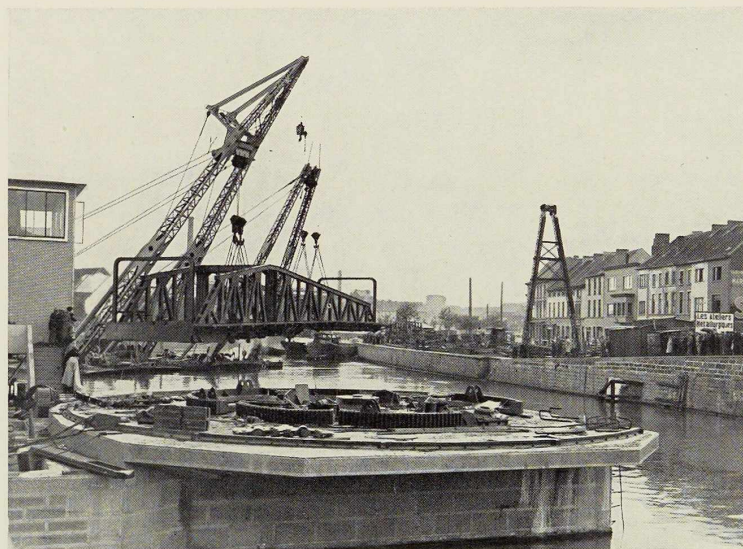
3° Le réglage du pont avant rivetage, avec la nécessité de réaliser les pentes prévues au plan, était très malaisé à faire convenablement sur un pont de service.

C'est pour ces diverses raisons qu'il fut décidé, après accord avec le Service des Ponts et Chaussées, de faire le montage complet du pont sur la rive opposée (Terneuzelaan) (fig. 1). De cette façon, l'arrivée des matériaux et leur décharge-





**Fig. 6.** Vue du pont en cours de transport au moyen de deux bigues flottantes.



ment, le montage et le réglage du pont ont pu s'effectuer normalement.

Le montage a été fait au moyen d'une bigue fixe avec flèche (fig. 1 et 6).

On a eu l'intention de riper le pont, après rivetage, sur deux bateaux jumelés et de l'amener ainsi sur la pile côté culasse par ripage également, mais il s'agissait de déplacer une charge de 280 tonnes, d'une longueur de 40 mètres et d'une largeur de 11,200 m.

On a renoncé à cette solution pour les motifs suivants :

a) L'établissement d'un chemin de roulement pour le ripage sur les bateaux et un chemin de roulement des bateaux sur la pile, nécessitait, étant donné les fortes charges à déplacer, l'emploi de fortes poutres dont la mise en place aurait pris beaucoup de temps. Or, la population des environs attend avec impatience que le pont soit terminé;

b) L'opération en elle-même aurait duré assez longtemps, d'où interruption du trafic fluvial pendant plusieurs jours.

On a donc adopté la solution d'enlèvement du pont par deux bigues flottantes. Nous ne disposons pas en Belgique d'engins flottants capables de reprendre une telle charge, le problème consistant à enlever 280 tonnes en donnant 14 mètres

environ « de nez » aux engins de levage. Il existe en Hollande des bigues beaucoup plus fortes et nous pouvions disposer soit de deux engins de 200 tonnes, soit d'une bigue de 275 tonnes et d'une autre de 100 tonnes. On a choisi la dernière solution parce qu'elle se prêtait mieux à la répartition des charges telle qu'elle s'imposait par suite de la disposition des lieux.

En effet, une bigue devait nécessairement amarrer le pont au chevêtre du pivot, l'autre devant se trouver à 16 mètres de distance de la première (par suite du grand encombrement en largeur de ces engins). Ce qui fait qu'une bigue prenait 220 tonnes, l'autre 60 tonnes seulement.

La figure 6 montre le pont pris en charge par les deux bigues, enlevé de la rive et opérant un quart de tour, prêt à être placé en position fermée sur son pivot.

Toutefois cette dernière opération de mise sur pivot a présenté quelques difficultés par suite du manque de profondeur d'eau du côté de la pile culasse. La succession des opérations a dû être la suivante :

1° Amenée du pont en position fermée dans son axe longitudinal mais avec les extrémités de la volée reposant de 10 mètres environ sur le terre-plein et l'extrémité de la culasse reposant sur le bord extrême de la pile. Le pont étant



Photo Joseph Buyens.  
**Fig. 7.** Une des dernières phases du montage du pont tournant du Muide.

déposé sur des calages provisoires, les deux bigues sont allégées et peuvent être ripées légèrement en travers du canal;

2° Reprise du pont et son ripage par cabestan dans le sens longitudinal. Cette opération fut répétée plusieurs fois et ainsi mètre par mètre le pont fut amené en place et mis sur son pivot le jour même.

La succession de diverses opérations peut se résumer comme suit :

- Arrivée de la grande bigue Atlas, le 20 septembre, à 8 heures du matin.
  - Pendant la matinée, amarrage du pont aux bigues.
  - A 12 h 30, enlèvement du pont.
  - A 13 h 30, amenée du pont près des culées.
  - De 13 h 30 à 15 h 30, amenée du pont dans son axe longitudinal.
  - De 15 h 30 à 19 h 30, ripages successifs du pont dans le sens longitudinal.
  - De 19 h 30 à 20 heures, mise sur pivot.
- La grosse bigue de 275 tonnes était donc libé-

rée 12 heures après son arrivée à Gand. L'autre bigue de 100 tonnes restait amarrée du côté de la volée pour assurer l'équilibre du pont.

Les opérations suivantes furent exécutées le lendemain :

- De 8 à 11 heures, mise en place provisoire des contreponds sur la culasse.
- De 11 à 12 heures, rotation du pont au moyen de la bigue de 100 tonnes et mise en place du pont dans sa position ouverte.

L'interruption de la navigation a donc été de 30 heures.

Le procédé de montage des ponts par bigues flottantes est donc à employer chaque fois que des circonstances spéciales entravent la marche normale de montage des ponts telles que : difficultés d'amenée des matériaux, difficultés de prévoir un pont de service convenable suffisamment rigide pour assurer le réglage du pont en cours de montage, sujétion due à la navigation.

R. D.



J. Renglet,  
Ingénieur aux Usines  
de Braine-le-Comte (1).

## Nouvelle motrice allégée inter-urbaine de la S. N. C. V.

### Généralités

La Société Nationale des Chemins de fer vicinaux (S. N. C. V.) vient de mettre en service, sur son réseau du Centre, des nouvelles motrices allégées dont la construction a été confiée aux Usines de Braine-le-Comte (fig. 4, p. 11).

Ces voitures sont prévues pour assurer du service sur des lignes inter-urbaines, avec une ou deux remorques, sur des rampes atteignant 50 mm par mètre maximum, et à une vitesse commerciale de l'ordre de 30 km/h.

La construction de ces voitures s'inspire, dans l'ensemble, de deux prototypes mis au point dès 1945 par la S. N. C. V. et affectés à un service urbain.

Ces prototypes ont été précédemment étudiés dans des articles dus à la plume de M. Vrielynck (2), Ingénieur-Directeur du service de la Traction et du Matériel de la S. N. C. V. et de M. Daubresse (3), Ingénieur à la S. N. C. V.

Les principes directeurs sur lesquels repose la conception de ces véhicules sont :

1. Allègement dans la mesure où celui-ci était compatible avec la limite minimum de poids adhérent.

2. Sécurité de service en maintenant une grande stabilité de route et une capacité de déformation suffisante pour l'absorption des chocs lors des collisions.

3. Facilité d'entretien et de réparation.

4. Simplicité de construction en évitant les procédés qui nécessitent des outillages coûteux.

5. Utilisation d'éléments susceptibles d'être, par la suite, standardisés.

Nous voudrions, dans le cadre de cet article, souligner le concours apporté par la soudure dans la réalisation de ce programme et plus particulièrement dans l'exécution de l'ossature métallique de cette voiture.

### Caractéristiques principales

Les caractéristiques essentielles du véhicule,

(1) Adaptation de l'article de l'auteur publié dans la revue *Arcos*, n° de juillet 1950.

(2) *Bulletin de l'A. I. du Congrès des Chemins de Fer*, janvier 1947, « Rapport sur l'allègement du matériel dans les Chemins de fer Economiques et Coloniaux de tous pays », par W. A. VRIELYNCK.

(3) *Bulletin Technique de l'Union des Ingénieurs de Louvain*, « Sécurité et allègement du matériel roulant », par J. DAUBRESSE.

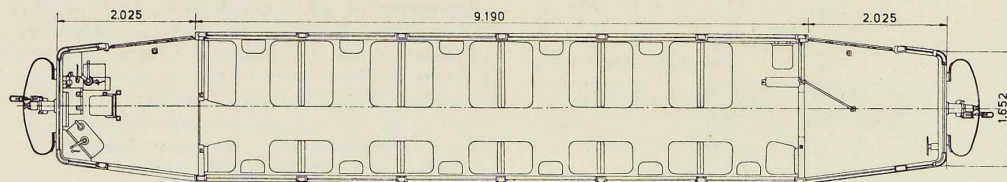


Fig. 1. Vue en plan de la nouvelle motrice allégée de la S. N. C. V.

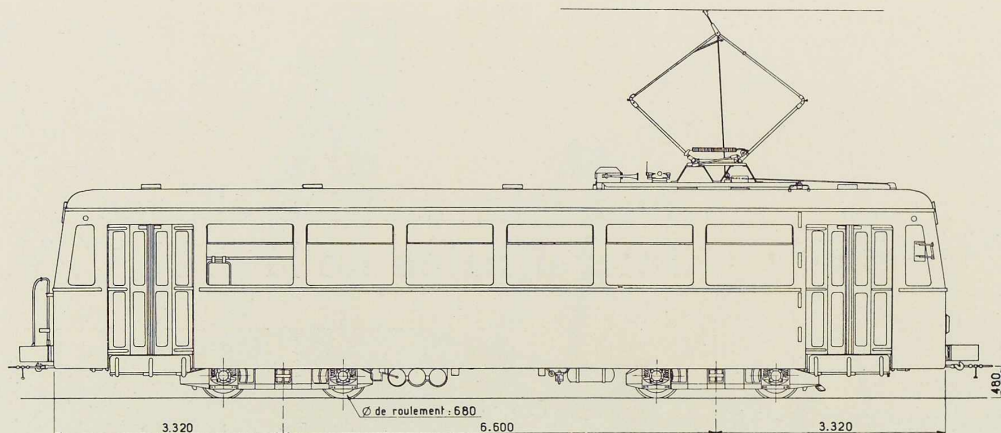


Fig. 2. Elévation de la nouvelle motrice allégée.

comparées avec le modèle précédent, sont données dans le tableau I, ci-contre :

Ces motrices sont prévues pour circuler en circuit fermé; elles ne sont munies que d'un poste de conduite et de portes extérieures à fermeture automatique d'un seul côté.

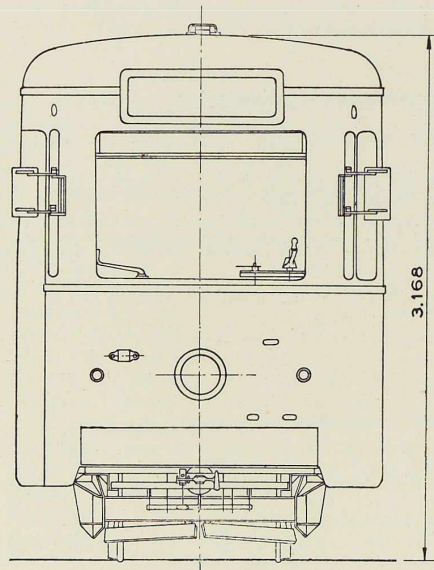


Fig. 3. Coupe transversale.

	Motrice actuelle allégée	Motrice ancienne lourde
Longueur hors butoirs . . . . .	14,19 m	13,42 m
Longueur sans butoirs . . . . .	13,24 m	12,3 m
Longueur caisse sans plate-forme . . . . .	9,19 m	7,7 m
Longueur plate-forme . . . . .	2,025 m	2,297 m
Distance d'axe en axe des bogies . . . . .	6,6 m	6,2 m
Empattement des bogies . . . . .	1,8 m	1,9 m
Nombre de places assises . . . . .	34	30
Nombre de places debout . . . . .	70	48
Poids à vide . . . . .	17.150 kg	20.500 kg
Poids à vide par siège . . . . .	500 kg	680 kg
Puissance des moteurs . . . . .	4 × 66 CV	4 × 66 CV

TABLEAU I. — Caractéristiques principales.

### Description et exécution

La vue d'ensemble du bogie est donnée à la figure 6, page 12.

Le châssis de bogie, précédemment en acier coulé et d'un poids de 604 kg, a été remplacé par un châssis soudé (fig. 9, p. 13) qui ne pèse que 460 kg et qui est uniquement composé de profils laminés normaux.

Les longerons sont constitués d'une âme profilée de 10 mm d'épaisseur raidie par des nervures de 10 mm horizontales et verticales. Les traverses extrêmes sont composées de fer U de 140 × 60 × 7 et les traverses médianes de fers U de 200 × 75 × 8,5. Les bogies, d'un empattement de 1,800 m, assurent la suspension des moteurs à raison de deux moteurs par bogie.

Une variante a été réalisée avec fixation des moteurs sur la caisse par l'intermédiaire de



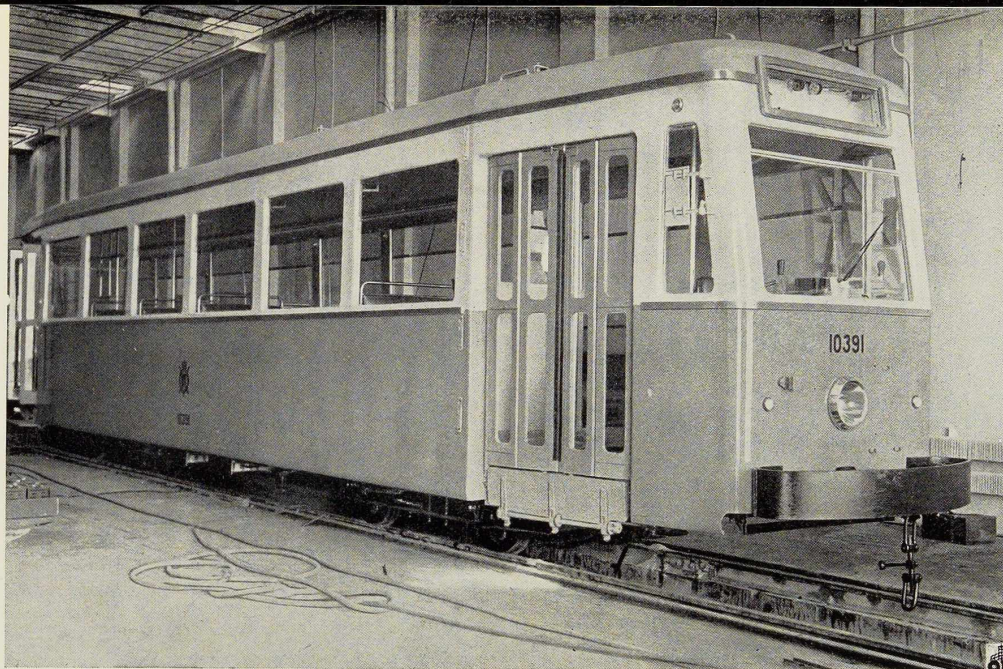


Fig. 4. Vue d'ensemble de la voiture motrice allégée de la S. N. C. V.

Silentblochs; la transmission est assurée, dans ce cas, par un arbre longitudinal à cardans et pont à vis tangente.

Outre l'avantage de placer les moteurs à l'abri de projections de neige et d'humidité, ce dernier système permettra, s'il donne satisfaction, d'alléger encore davantage la caisse tout en conservant au rapport du poids suspendu au poids non suspendu une valeur favorable à la qualité de la suspension.

Les châssis de bogie exigent une exécution soignée avec des tolérances réduites sur l'empattement et sur l'équerrage. Le longeron tiré hors tôle par oxycoupage est prévu avec une surlongueur de 5 mm en vue du retrait longitudinal.

Deux outillages à axes pivotants ont été conçus pour le soudage en position normale successivement des cordons longitudinaux puis transversaux, fixant les raidisseurs au longeron. On découpe ensuite, par oxycoupage, les lumières carrées, celle du centre destinée au passage des ressorts de suspension et les deux autres destinées à l'allègement du longeron (fig. 9). Une découpe préalable des lumières eût diminué la rigidité du longeron et augmenté les déformations lors du soudage des raidisseurs.

L'assemblage des traverses et longerons, ainsi que des plats supports de garde-boue avec emplacement pour la suspension des pendants de sabot, est réalisé dans un gabarit spécial, très

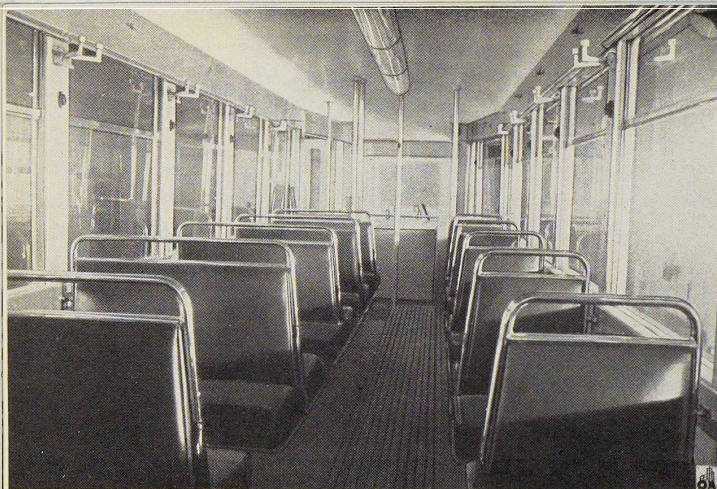
rigide, assurant une indéformabilité absolue. L'emplacement des différentes pièces est repéré de façon précise par butées en partant des emplacements des boîtes à huile et les pièces sont maintenues en place par des serrages énergiques. Toutes les soudures sont exécutées dans le gabarit et on laisse refroidir la pièce avant de la retirer. Le châssis est ensuite soigneusement contrôlé au moyen de calibres.

La figure 9 montre la forme des supports de garde-boue particulièrement allégés par des découpes circulaires.

Tous les dispositifs de support et d'attache de la timonerie de frein, des moteurs, des sablières et des chasse-blocs, sont réalisés par soudure. Après le montage de ces dispositifs, on procède à la fixation des étriers de suspension de la traverse porteuse. Celle-ci est constituée d'un fer U  $120 \times 55 \times 6$  sur lequel sont soudées les cuvettes en acier coulé servant d'appui aux ressorts à lames.

#### Traverse danseuse

La traverse danseuse, qui pesait 123 kg en acier coulé, a été remplacée par un assemblage en tôles d'acier doux soudées, d'un poids de 108 kg. Elle est constituée d'une poutre en caisson formée de deux âmes de 6 mm d'épaisseur, écartées de 250 mm et d'une semelle supérieure de 8 mm



**Fig. 5.** Intérieur d'une voiture allégée de la S. N. C. V.

d'épaisseur. Les âmes reçoivent, aux points d'inflexion, des raidisseurs en acier plat de  $30 \times 10$ .

### Châssis

#### A. Traverse de pivot

La traverse de pivot (fig. 8) est constituée d'une poutre caisson en tôles d'acier doux formée de deux âmes de 6 mm d'épaisseur et de deux semelles de 8 mm d'épaisseur. Elle est pourvue de raidisseurs verticaux intérieurs et extérieurs et allégée par des découpes circulaires réalisées par oxycoupage après soudage de la traverse.

Ces lumières permettent en outre le soudage intérieur de la deuxième semelle sur les âmes.

#### B. Ossature de châssis

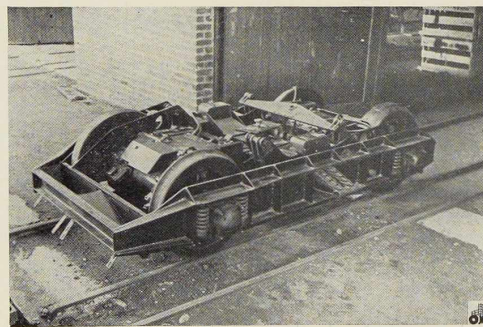
Le châssis proprement dit (fig. 8) de la caisse et des paravents forme un tout très rigide constitué de profils laminés normaux.

Les traverses et longerons sont assemblés par rivures au moyen de goussets; étant donné le nombre peu élevé de voitures, la réalisation par soudage de ces assemblages eût nécessité l'exécution d'un gabarit trop onéreux. D'autre part la rivure permet plus aisément l'obtention d'un châssis de dimensions exactes et d'un équilibrage

parfait, ce qui constituera une base de construction idéale pour l'ossature de caisse qui est entièrement soudée à l'arc. On a conservé la soudure à l'arc pour tous les assemblages secondaires.

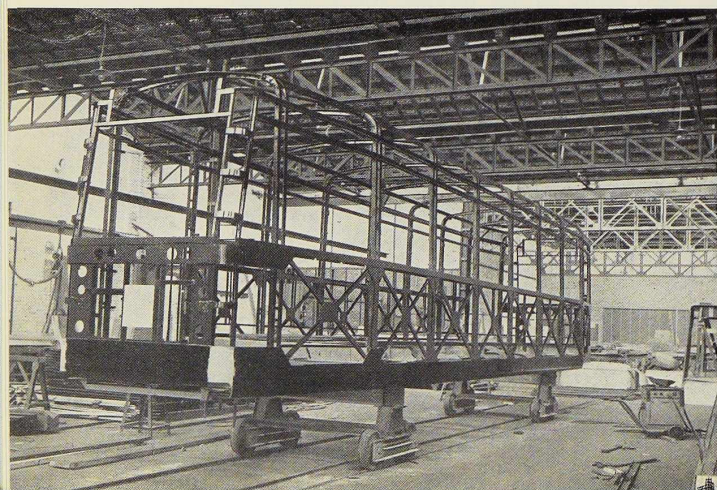
La S. N. C. V. a abandonné l'emploi des éléments emboutis dans la construction du châssis et de la caisse pour les remplacer par des profils laminés normaux. Ce revirement se justifie par des considérations économiques. Un choix judicieux des profils utilisés a, d'autre part, permis de pousser l'allégement jusqu'à la limite que l'on s'était assignée.

Le longeron de caisse est constitué d'un fer U de  $160 \times 65 \times 7,5$ . Le châssis de plate-forme est préparé indépendamment: il est constitué de deux longrines en U  $100 \times 50 \times 6$ .



**Fig. 6.** Vue d'ensemble de bogie équipé avec les deux moteurs et la traverse danseuse.

L'assemblage des châssis de plate-forme et de caisse est assuré par une ceinture de renforcement de 5 mm d'épaisseur continue assemblée par rivure à l'âme du longeron et interrompue seulement à l'endroit des baies de porte. Cette ceinture est profilée en forme de gousset à l'endroit des montants de caisse pour l'assemblage de l'ossature; elle est prolongée vers le bas au delà du longeron pour servir d'agrafage aux tôles de revêtement en alliage léger. L'assemblage des châssis de plate-forme et de caisse est également consolidé par des goussets allongés.



**Fig. 7.** Ensemble de l'ossature avant tôlage.

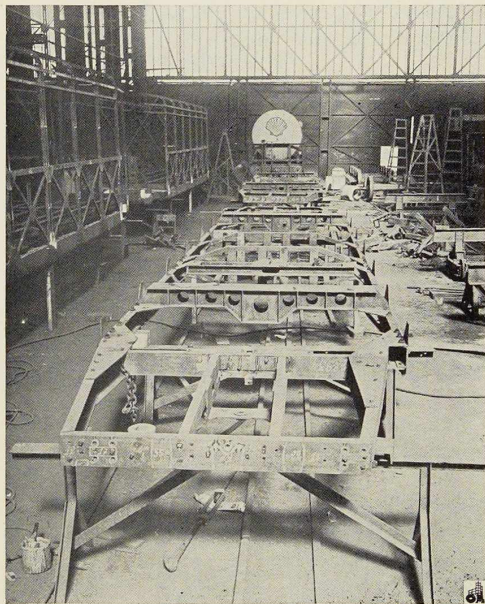


Fig. 8. Vue d'ensemble du châssis en cours d'assemblage.

Le châssis de plate-forme est protégé à l'avant de la voiture ainsi que du côté des portières par un caisson de déformation constituant un pare-choc d'accès et de réparation facile.

Ce caisson est réalisé par le gousset de renfort de longeron qui s'écarte de la traverse de tête et

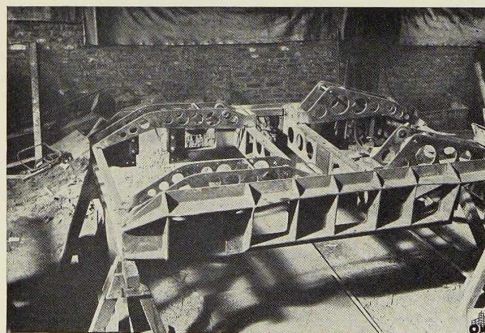


Fig. 9. Châssis de bogie complètement soudé.

du longeron. Pour permettre le logement de ce caisson, le longeron de plate-forme côté portière a été placé en retrait du longeron de caisse.

### C. Ossature de caisse

L'ossature de caisse (fig. 7) est réalisée uniquement en profils laminés assemblés par soudure. Elle est rendue solidaire du châssis par rivetage aux longerons.

Les cadres sous baies, entre montants de caisse, reçoivent des diagonales et contre-diagonales réalisant ainsi une poutre triangulée : ceci permet de réduire le profil des montants de caisse. Cette disposition est facilitée par l'abandon des glaces descendantes dans des fouilles ménagées dans le long-pan. A ce système on a substitué des glaces remontant dans des fouilles établies dans le bandeau supérieur.

Les montants de caisse sont constitués par 2 L de  $40 \times 40 \times 5$  avec intervalle de 50 mm et assemblés par des plats. L'exécution de la soudure a été conduite par des éléments séparés : montants de caisse — diagonales avec contre-diagonales et gousset central — ceintures avec ferrures de fixation des revêtements intérieurs. L'assemblage final du long-pan fut réalisé dans un gabarit d'ensemble.

Après réglage des longs-pans sur le châssis, on a exécuté sur place les soudures d'assemblage au châssis. Signalons aussi que les montants de caisse sont arrêtés à la partie supérieure par un plat longrine qui est rivé à la longrine d'ossature de toiture en L de  $40 \times 40 \times 5$ .

Des cintres de la toiture en L de  $40 \times 40 \times 5$  sont placés en regard des montants de caisse pour compléter les arceaux entourant la caisse : ils sont soudés sur la longrine de toiture.

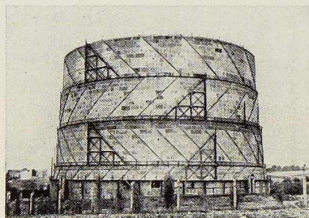
### Conclusions

Depuis longtemps déjà la soudure à l'arc est utilisée comme l'élément d'assemblage dans l'exécution des voitures motrices vicinales.

En substituant les bogies et traverses danses soudés aux constructions précédentes en acier coulé, la S. N. C. V. vient de franchir un nouveau pas qui la libère de pièces en acier coulé de construction délicate et d'exécution coûteuse.

Ce progrès fut rendu possible par le soin toujours plus grand apporté dans la préparation, l'exécution et le contrôle des assemblages soudés au triple point de vue de la main-d'œuvre, des matériaux de base et des électrodes.

J. R.



## Gazomètre hélicoïdal de 100 000 m<sup>3</sup> érigé à Woluwe

La Société anglaise Clayton Son and C<sup>o</sup> Ltd, spécialiste des gazomètres depuis plus de soixante ans, vient de livrer à la Provinciale du Gaz et de l'Electricité, à Bruxelles, un gazomètre d'une capacité de 100 000 m<sup>3</sup>.

Cet appareil est du type humide, comportant une cuve remplie d'eau, une cloche et trois levées intermédiaires télescopiques à accrochage par gardes hydrauliques, exactement comme dans les gazomètres humides que nous connaissons en Belgique.

La différence essentielle réside dans le système de guidage hélicoïdal des quatre éléments télescopiques.

Contrairement au mode de guidage utilisé dans les gazomètres à colonnes, où chaque levée possède un certain nombre de galets supérieurs sur consoles, prenant appui radialement et tangentiellement sur les colonnes, et que d'autres galets maintiennent l'écartement interne des levées, le guidage hélicoïdal rapporte tous les efforts de guidage de la cloche à la deuxième levée, puis de la deuxième levée à la troisième levée, et ainsi de suite jusqu'à la cuve, sans faire appel à une colonnade extérieure. En outre, le guidage total d'une levée par rapport à la suivante est réalisé par une seule couronne de galets. Ces galets, dans le système Clayton, sont groupés par paires sur des culasses boulonnées sur l'anneau supé-

rieur de chaque levée de la cuve. Les deux galets d'un ensemble sont munis d'une gorge embrasant respectivement l'un et l'autre bord du bourrelet d'un rail fixé en hélice à 45° à la robe de la levée immédiatement supérieure.

Il y a donc une différence essentielle entre la reprise des efforts de guidage dans chacun des deux types. D'une part dans un gazomètre à colonnes, les poussées du vent sont contrebalancées par des galets agissant horizontalement, avec des bras de levées plus ou moins faibles par rapport au diamètre du gazomètre. D'autre part, dans un gazomètre hélicoïdal, les poussées de vent sont contrebalancées par des galets agissant à 45° dans des plans verticaux tangentiels à la robe, et par conséquent, avec un bras de levier égal au diamètre du gazomètre.

Les principes structuraux des deux types de gazomètres sont aussi totalement différents. Autant le gazomètre à colonnes fait appel à la rigidité optimum de la cage formée par celles-ci et leurs entretoisements, autant le gazomètre hélicoïdal tire profit des capacités de résistance et de souplesse de la cuve et des levées elles-mêmes. Les galets-guides d'un gazomètre hélicoïdal sont solidaires et pratiquement indéglables, aussitôt que leur premier montage a été mis au point. En outre, leurs gorges de liaison aux rails réalisent de véritables attelages maintenant sur tout





le pourtour la parfaite coïncidence de forme, au cours des flexions élastiques subies par le cylindre sous l'action des sollicitations.

Le gazomètre hélicoïdal qui vient d'être érigé à Woluwé possède 18 paires de galets-guides au sommet de la deuxième levée, correspondant aux 18 rails répartis sur la robe de la cloche; 24 paires de galets au sommet de la troisième levée correspondant aux 24 rails de la deuxième, 32 pièces de galets au sommet de la quatrième levée correspondant aux 32 rails de la troisième, et 40 paires de galets au sommet de la cuve correspondant aux 40 rails de la quatrième levée.

L'absence d'ossatures extérieures fixes nécessite

l'établissement des accès sur les éléments actifs eux-mêmes. C'est ainsi qu'en plus de l'escalier et de la passerelle d'accès au-dessus de la cuve, il y a aux sommets de la cuve, et des quatrième, troisième et deuxième levées, un escalier encastré au pied, sans liaisons intermédiaires, et qui, combiné avec le dessus des gardes, forme un itinéraire d'accès, quel que soit le développement du gazomètre.

Le gazomètre hélicoïdal présente encore d'autres avantages : d'une part ses surfaces lisses offrent moins de résistance au vent que les réseaux d'ossatures des gazomètres à colonnes; d'autre part, son encombrement est minimum

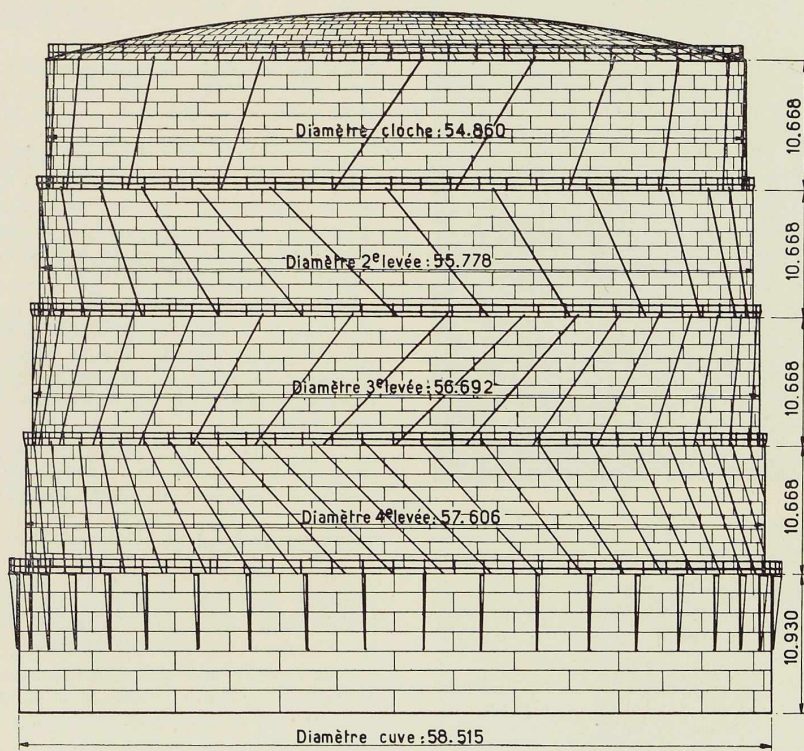
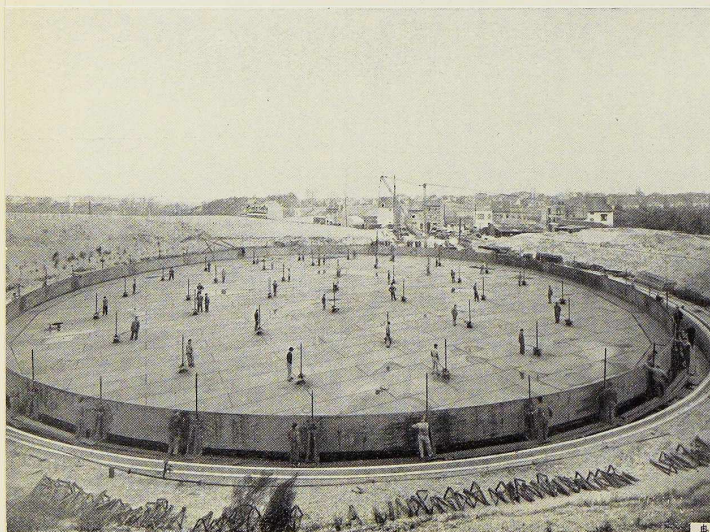
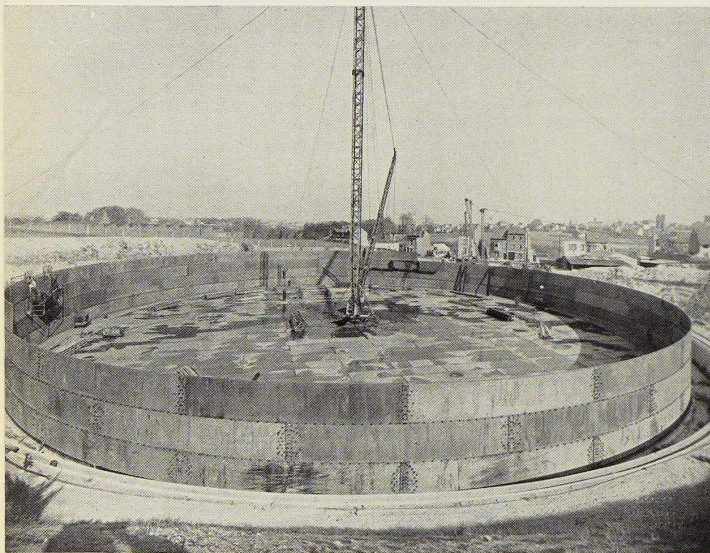
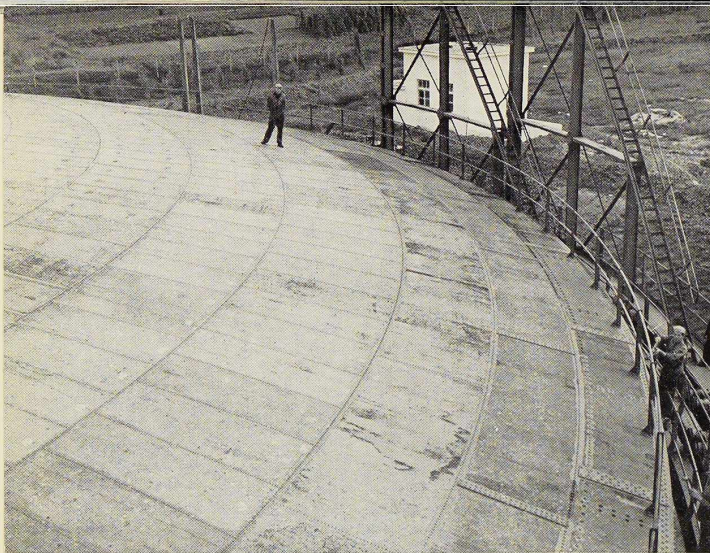


Fig. 2. Elévation du gazomètre hélicoïdal de 100 000 m<sup>3</sup> érigé à Woluwe, près de Bruxelles.



**Fig. 3 à 8 (à gauche et à droite).** Diverses phases du montage du gazomètre hélicoïdal de 100 000 m<sup>3</sup>. Les constructeurs ont utilisé pour le montage de ce gazomètre un mât de 42 mètres avec flèche de 36 mètres.

dans le paysage et ses surfaces relativement unies se prêtent bien à une adaptation agréable à l'œil.

C'est la S. A. Baume et Marpent, à Haine-Saint-Pierre, qui fut chargée du montage de ce gazomètre, premier du type en Belgique, dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

Cuve . . . . .	∅ 58,515 m.	Hauteur : 10,930
4 <sup>e</sup> levée . . . . .	∅ 57,606 m.	» 10,668
3 <sup>e</sup> levée . . . . .	∅ 56,692 m.	» 10,668
2 <sup>e</sup> levée . . . . .	∅ 55,778 m.	» 10,668
1 <sup>re</sup> levée (cloche)	∅ 54,864 m.	» 10,668

Poids total du gazomètre : 1 560 tonnes.

### Montage et essais du gazomètre

#### Organisation du chantier

Le chantier de montage a été pourvu :

1. D'un mât de déchargement et de stockage permettant de décharger les camions au fur et à mesure de leur arrivée, afin de limiter les frais de chômage des wagons; ce mât répartissait les matières sur un parc de stockage.
2. D'une rampe d'accès avec voies Decauville reliant le mât de déchargement au gazomètre.
3. D'un mât de 42 mètres avec flèche de 36 mètres, installé au centre du gazomètre et capable de desservir les différentes équipes de monteurs.
4. D'un mât situé à proximité du gazomètre, permettant de passer les matières de la rampe d'accès à l'intérieur du gazomètre.

#### Montage du fond

Afin de permettre le rivetage, le matage et la peinture des tôles, le fond ainsi que la virole inférieure de la cuve ont été montés sur chevalets métalliques de 800 mm de hauteur.

Pour obtenir une cuve parfaitement circulaire, la cornière bordure inférieure a été montée en premier lieu et bien réglée, les tôles intérieures ont été placées en dernier lieu.

Après montage, rivetage et matage du fond et de la virole inférieure de la cuve, un essai

d'étanchéité a été réalisé avant la descente du fond.

La figure 5 montre le fond complètement terminé posant sur les chevalets.

#### Descente du fond

La descente du fond a été réalisée au moyen de 77 vis, dont 40 réparties à l'extérieur du fond et supportant la cornière bordure et 37 réparties sur la surface du fond.

Avec une équipe de 77 hommes (1 homme par vis), la descente du fond a été terminée en 1 h 50 minutes.

La figure 2 montre le fond supporté par les vis, tous les chevalets étant supprimés.

Un mélange élastique neutre (sable + asphalte) a été interposé entre le fond du gazomètre et la dalle en béton.

#### Montage de la cuve

Après la descente du fond, le mât de 42 mètres a été placé au centre du gazomètre pour continuer le montage.

La cuve, y compris la passerelle de margelle, a été d'abord assemblée par boulons, afin de vérifier la parfaite régularité de celle-ci avant rivetage.

Le rivetage et le matage ont été réalisés au moyen de pistolets pneumatiques. Les ouvriers étaient installés sur des échafaudages placés à l'intérieur et à l'extérieur de la cuve.

La figure 7 montre le montage de la quatrième virole inférieure.

La figure 6 montre le montage de la sixième virole et la mise en place des échafaudages.

La figure 8 montre la cuve terminée.

#### Montage des levées

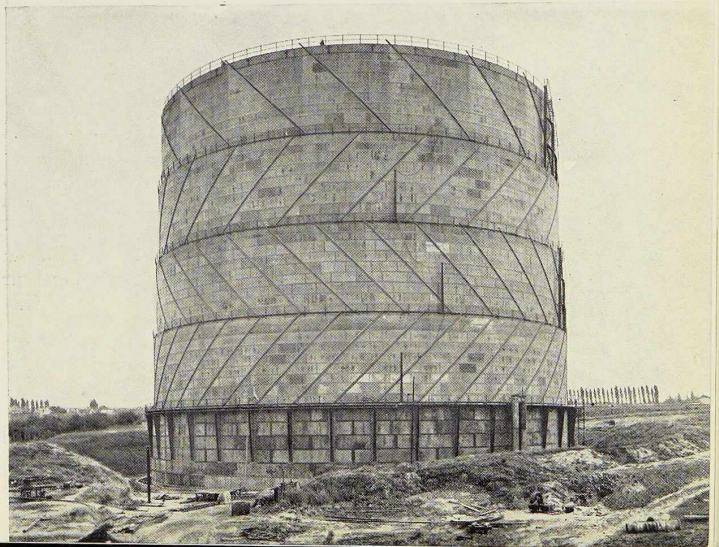
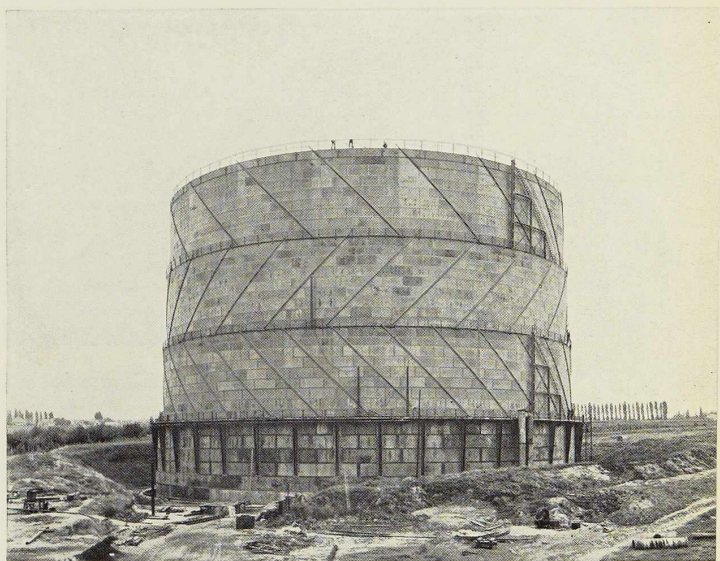
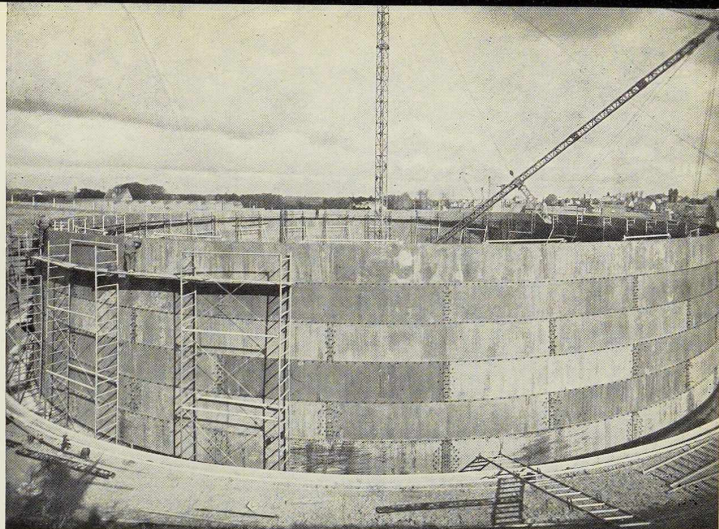
Le montage des levées s'est effectué en deux stades :

1. Montage et réglage de l'ossature principale comprenant les noyères et tôles adjacentes, les raidisseurs et les guidonnages.

2. Montage des tôles intermédiaires.

Ce procédé permettait un réglage parfait de l'ossature et l'élimination par alésage des différences accidentelles rencontrées dans les tôles minces.

La figure 9 donne une vue intérieure de la quatrième levée, l'ossature est complètement montée et le remplissage est en cours.



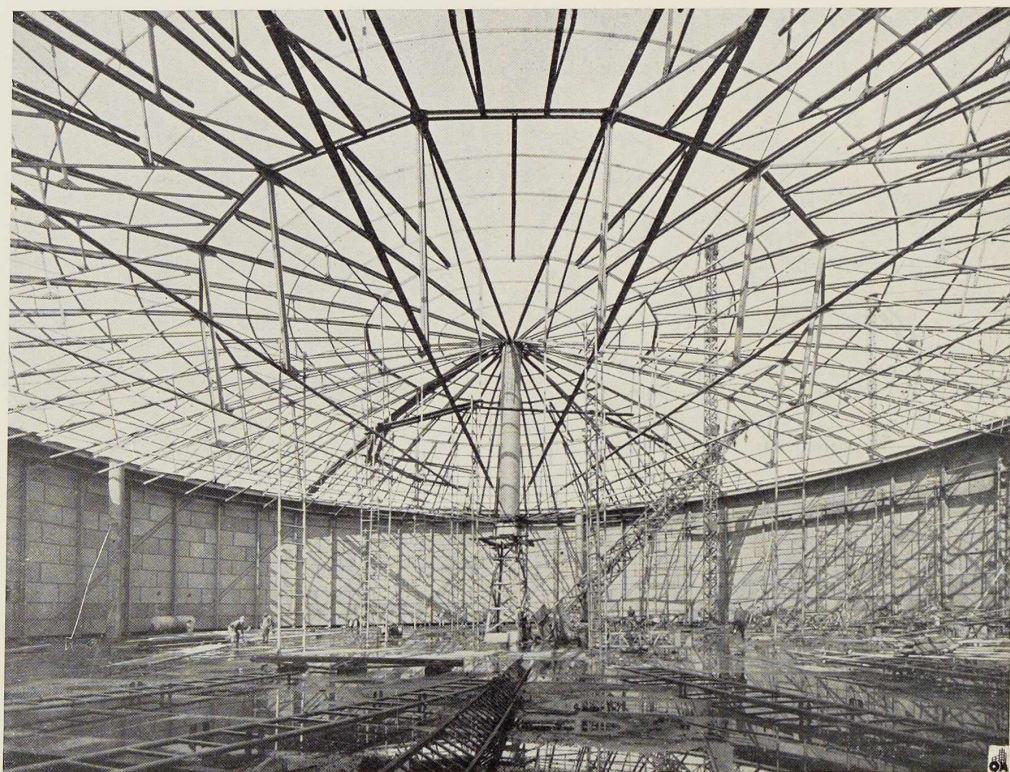


Fig. 9. Vue supérieure de la charpente métallique du gazomètre.

#### Montage de la charpente sous calotte

La charpente sous calotte, d'un poids total de 100 tonnes, est constituée par 18 fermes principales, 36 fausses fermes et 18 fermes secondaires; son montage a été effectué en prenant appui sur le poinçon central.

Les figures 3 et 9 donnent respectivement une vue supérieure de la charpente et une vue d'ensemble de la charpente et du poinçon central.

#### Montage de la calotte

Après réglage de la charpente, le montage et le rivetage de la calotte ont été entrepris en partant de l'extérieur pour terminer par la tôle centrale.

Toutes ces opérations ont nécessité la mise en œuvre de 1 560 tonnes d'acier et le rivetage sur

place de 500 000 rivets de 32 mm de diamètre maximum (cuve) et de 8 mm de diamètre minimum (calotte).

#### Essais

Après montage complet du gazomètre, un essai à l'air a été organisé afin de déceler et de mater les fuites éventuelles.

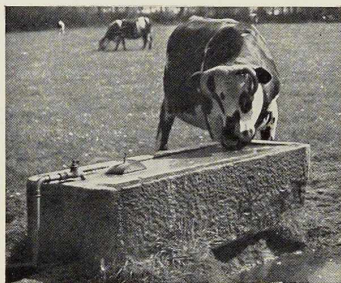
Les pressions relevées au cours de cet essai sont :

- 1 levée développée 168 mm d'eau.
- 2 levées développées 229 mm d'eau.
- 3 levées développées 305 mm d'eau.

Gazomètre entièrement développé : 370 mm d'eau.

Photos : Agence Belga - Fig. 1.  
R. Bauters - Fig. 3, 7, 8, 9.  
P. Dietens - Fig. 4, 5, 6.





## L'adduction d'eau à la ferme

Il y a près de 400 ans, au temps où le roi Henry exprimait le désir que tout paysan puisse mettre la poule au pot chaque dimanche et où l'économiste Sully disait que « labourage et pastorage sont les deux mamelles qui alimentent la France », Olivier de Serres écrivait sur l'agriculture un livre curieux intitulé *Théâtre d'Agriculture et Mesnage des champs*. Dans un de ses principaux chapitres, l'auteur insiste tout particulièrement sur les rôles multiples de l'eau à la ferme.

En effet, elle ne sert pas seulement à arroser les plantes et à abreuver bêtes et gens, mais aussi à entretenir l'état de propreté qui... devrait toujours régner à la ferme.

Il est inutile de s'étendre sur la nécessité de l'arrosage des cultures : chacun de nous sait comment une plante qui manque d'eau s'étiole, se fane et meurt; comment, dans les années sèches, les blés restent petits, les épis légers et les fruits rares.

En ce qui concerne le bétail, il est bien évi-

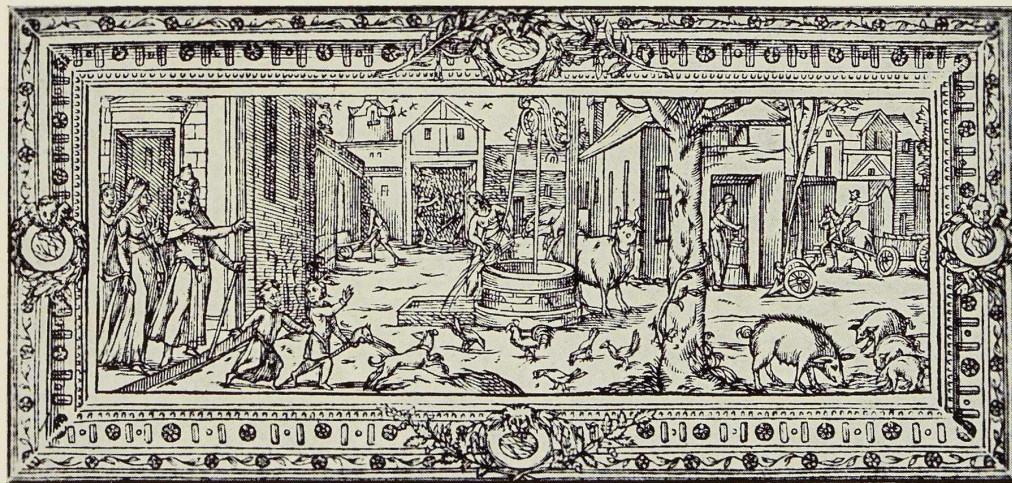
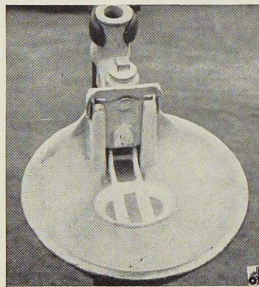


Fig. 2. « Le puisage », gravure extraite du « Théâtre d'Agriculture ».

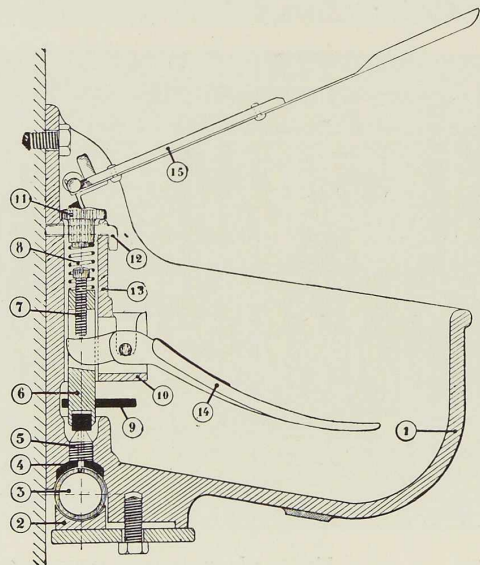


**Fig. 3.** Abreuvoir automatique : le museau de l'animal en pesant sur la palette ouvre le robinet d'arrivée d'eau.



**Fig. 4 et 5.** Les abreuvoirs automatiques avec couvercle mettent l'eau à l'abri de toute souillure.

1. Bac en fonte émaillée.
  2. Attache.
  3. Tuyauterie.
  4. Joint encastré.
  5. Cône soupape.
  6. Cylindre en bronze obturateur.
  7. Vis de réglage.
  8. Ressort en acier inoxydable.
  9. Rondelle élastique.
  10. Brise-jet.
  11. Bouchon en bronze.
  12. Broche de démontage.
  13. Conduit cylindrique.
  14. Palette.
  15. Couvercle.
- (Constructeur : Ets. J. Maréchal & Fils.)



dent qu'une vache laitière qui ne boit pas à sa soif ne donne pas tout le lait qu'elle pourrait donner.

Parlant d'expérience, Olivier de Serres fait d'ailleurs remarquer que : « Le bestail aussi n'estant bien abruvé, ne fait jamais bonne fin; au contraire, tous-jours se porte d'autant mieux que mieux il est accomodé d'Eau ».

Il met aussi l'accent sur la nécessité que l'eau d'abreuvement soit non seulement abondante mais aussi propre et limpide; au sujet des mares dans les pâtures, il dit notamment :

« Ceste Mare sera dressée loin des fumiers pour la netteté de l'Eau : car comme avons dit des puits et cisternes, le voisinage des ordures est tous-jours préjudiciable et à gens et à bestes. »

Ces mares, aux abords boueux en hiver et souvent mises à sec en été, n'offrant aux animaux qu'une eau souillée doivent, de toute nécessité, être remplacées par des abreuvoirs en pierre, en bois ou métalliques, alimentés en eau propre et saine (fig. 1), car l'hygiène est aussi indispensable aux bêtes qu'aux gens.

Les chevaux surtout, plus difficiles à contenter que les vaches, ont besoin d'une eau propre et limpide. L'abreuvoir automatique (fig. 3), qui





Fig. 6. Nettoyage de la porcherie.

se remplit d'eau fraîche au moment même où ils veulent boire, est pour eux un élément de santé (fig. 4 et 5).

Il va sans dire que l'eau que l'on va tirer au puits ou à la rivière et que l'on amène ensuite en tonneau jusqu'au lieu d'utilisation, est devenue, par le fait même de cette peine qu'on a prise, trop précieuse pour être abondamment employée et l'on ne s'en sert qu'avec parcimonie. Seule, l'eau amenée en tuyaux, sous pression, offrira une garantie de propreté; elle permettra l'arrosage sans compter et l'usage de la lance pour nettoyer les cours, les écuries et les étables (fig. 6).

La laiterie particulièrement doit disposer d'eau claire et fraîche en grande quantité : les travaux de Pasteur sur les micro-organismes et les fermentations qu'ils provoquent ont montré l'absolue nécessité d'une propreté méticuleuse, tant dans les manipulations du lait que dans l'entretien du matériel, si l'on veut obtenir un produit de qualité et de bonne conservation. Tout le monde, par exemple, sait que pour obtenir un beurre de bon goût et ne rancissant pas, il faut qu'il soit délaité avec soin, c'est-à-dire lavé à l'eau fraîche jusqu'à ce que l'eau de rinçage ait perdu toute couleur laiteuse (fig. 7).

Bien longtemps avant que la Science n'en explique le « pourquoi », Olivier de Serres avait senti la nécessité de cette propreté : il le dit fort nettement et on est surpris de la précision de ses recommandations :

« La laiterie et fourmagerie seront tant nettement tenues, qu'aucune mauvaise senteur n'y

séjourne; de peur de la communiquer au fourmage. Pour la mesme cause curieusement aussi lavera et fourbira-on tous les jours les vaisseaux et utencilles, esquels et le lait et les fourrages, séjourment : come seillons, huches, pots, terrines, couloires, faisselles, esclisses, cagerotes, chazières et semblables servans à ce mesnage. Voire est nécessaire que les servantes lavent bien les mains, avant que toucher aux vaches pour en traire le lait, afin que rien de sale et mal net ne s'en approche. »

On reste confondu à la pensée de ce qu'un kilo de beurre pouvait coûter de peine et de temps à l'époque où l'eau devait être apportée du puits ou de la rivière! et quel beurre obtenait-on avec une telle eau?

De nos jours, des tuyaux amènent sous pression, dans les divers locaux de la ferme, une eau qui, depuis le puits ou la source, n'a été exposée à aucune souillure. L'abondance, la limpidité, la fraîcheur de cette eau la rendent apte à toutes les utilisations; il suffit de tourner la clef d'un robinet pour l'obtenir en quantité; de plus, elle peut, en un point de son trajet, être aisément contrôlée au point de vue bactériologique pour l'usage de la laiterie, la cuisine du fermier et l'abreuvement des animaux.

Quel est le matériel nécessaire pour pouvoir jouir de cet extraordinaire avantage d'avoir de l'eau partout à discrétion? Pas grand chose : il



Fig. 7. Les cruches en acier inoxydable doivent être lavées à grande eau.

Fig. 8. Moulinet d'arrosage.

suffit d'une pompe, d'un réservoir surélevé ou sous pression (hydrophore) et d'un réseau de tuyauterie; si même, comme c'est parfois le cas, il y a possibilité de se raccorder directement à un réseau de distribution d'eau, l'installation se simplifie encore et se réduit au réseau de tuyaux.

La pompe, quand il en faut une, peut être mue électriquement ou par un moteur à essence, à huile lourde ou gaz de fumier (méthane biologique), et dans notre pays on pourrait davantage, à l'instar de la Hollande, employer la roue éolienne, ce moderne moulin à vent.

Que l'eau provienne d'une distribution publique ou qu'elle soit puisée sur place, la tuyauterie en tubes d'acier qui l'amène aux points d'utilisation, reste la même, sauf pour l'arrosage des cultures qui exige ordinairement de la mobilité.

En effet, le moulinet d'arrosage (fig. 8) ou la rampe à gicleurs, ayant un rayon d'action limité dépendant d'ailleurs de la pression de l'eau, doit pouvoir être déplacé pour que la « pluie » créée atteigne tous les coins du terrain à arroser. L'alimentation de ces pulvérisateurs d'eau se fait ordinairement, il est vrai, par un tuyau souple en caoutchouc; mais à cause de sa vulnérabilité, on ne peut lui donner que quelques mètres de longueur (fig. 9) et l'on est inévitablement amené, si l'exploitation a une certaine étendue, à établir une tuyauterie métallique mobile ou un réseau enterré offrant de nombreuses prises d'eau.

En cas de réseau mobile, les tubes qui le composent, posés sur chevalets ou à même le sol, sont réunis et accrochés entre eux au moyen de raccords étanches spéciaux, dont la fermeture à levier permet un montage et un démontage rapides. Ces tubes doivent être légers pour faciliter leur déplacement et ne peuvent se laisser écraser par le passage éventuel d'une brouette ou d'un chariot: l'acier est le matériau qui s'indique pour remplir ces exigences. Une telle installation d'arrosage était exposée en fonctionnement sur les pelouses du Parc, à Gand, lors de la Foire Commerciale de septembre dernier.

Un autre système d'arrosage des cultures, facile à appliquer si le sol est meuble et si la nappe aquifère peut être atteinte à moins de 7 mètres, est celui des puits instantanés. On enfonce dans le sol un tube d'acier percé de trous, dont un bout est muni d'une pointe facilitant l'enfoncement et l'autre est fileté pour pouvoir être raccordé à une tuyauterie et à une pompe. Le débit de ces « puits instantanés » n'est pas bien con-



séquent, mais la facilité du « fonçage » est telle qu'ils peuvent s'avérer très efficaces et très commodes, surtout dans les prairies.

Outre tous ces avantages de l'adduction d'eau dans l'exploitation agricole, il en est un qu'on oublie souvent et qui cependant n'est pas négligeable: c'est la possibilité de lutter contre l'incendie. Trop de fermes encore, éloignées de tout secours extérieur, sont lamentablement exposées à être complètement anéanties au cas où un incendie s'y déclare. Si le foyer peut être combattu efficacement avant qu'il n'ait pris de l'extension, les dégâts seront limités par le fait qu'une équipe de secours pourra être sur place avant que le brasier ne soit tel qu'il n'y ait plus qu'à regarder brûler. Les compagnies d'assurance tiennent compte de cette diminution du risque dans la fixation des taux demandés et c'est un premier bénéfice, bien que tout à fait accessoire, que l'installation d'une adduction d'eau apporte à l'exploitant agricole.





J. Bouciqué,  
Directeur de la Voie  
à la Société Nationale  
des Chemins de Fer Belges  
(S. N. C. B.).

## Les ponts métalliques du réseau ferroviaire belge

Pour permettre au rail de franchir rivières et canaux, routes et vallées, de nombreux ouvrages d'art ont dû être construits et il n'est pas surprenant que les constructeurs aient eu recours, dans la plus large mesure, à l'acier dont l'emploi était particulièrement avantageux lorsqu'il s'agissait de réaliser des ponts de grande portée. Il serait assez vain de discuter la valeur relative des ponts en maçonnerie et des tabliers métalliques. Le choix des matériaux est dicté surtout par des raisons d'économie bien que les considérations d'esthétique puissent, dans certains cas, devenir prépondérantes. Les solutions rationnelles découlent bien souvent d'une étude comparative de divers avant-projets, dans laquelle on tient compte de la résistance du sol des fondations, de la hauteur disponible, des ressources en matériaux, et en main-d'œuvre, des facilités et de la rapidité d'exécution, des frais d'établissement et d'entretien subséquent, etc.

L'acier a d'ailleurs trouvé un nouveau débouché depuis la première guerre mondiale, sous la forme de barres rondes formant l'armature des ponts en béton armé et tout récemment sous forme de fils à haute résistance dans les constructions en béton précontraint, ces dernières étant réservées cependant jusqu'ici aux passages supérieurs sauf dans quelques cas de ponts-rails à faible portée.

Le réseau de la S. N. C. B. possède 1 042 ponts-routes et 2 766 ponts-rails de plus de 3 mètres d'ouverture, totalisant 4 603 travées, parmi lesquelles on dénombre 2 960 constructions en maçonnerie et en béton, 37 dalles à poutrelles enrobées et 1 269 ouvrages métalliques.

Les passages supérieurs métalliques sont au nombre de 497 parmi lesquels on distingue 230 tabliers de 4,50 m à 10 mètres d'ouverture, 202 tabliers de 10 à 20 mètres et 19 de plus de 40 mètres de portées.

Le poids total de métal mis en œuvre dans ces ouvrages supérieurs est de 240 000 tonnes environ.

Les ponts-rails proprement dits, supportant directement les voies ferrées sont au nombre de 914, totalisant 1 502 tabliers, dans lesquels entrent approximativement 117 000 tonnes de métal. On y dénombre 851 ouvrages de 3 à 10 mètres de portée, 339 de 10 à 20 mètres, 175 de 20 à 40 mètres et 137 de plus de 40 mètres d'ouverture.

Le plus grand pont-rails à simple voie, d'une portée de 112,75 m, type Vierendeel, a été cons-

truit en 1936 au-dessus du canal Albert, à Gellik, sur la ligne de Hasselt à Maestricht (1). Il a nécessité la mise en œuvre de 1 125 tonnes d'acier.

La plus grande portée pour pont-rails à double voie est de 89,50 m. Elle a été réalisée en 1933, en poutres Vierendeel, sous les voies électriques de Bruxelles à Anvers, à Malines. Le poids d'acier entrant dans la composition de ce pont est de 1 350 tonnes.

Une travée de même portée et de même système a été reconstruite en 1948, à Herentals, au-dessus du canal Albert (2). La charpente complète de ce pont, avec ses travées d'approche de 33,20 m avec poutres à âme pleine, pèse 1 736 tonnes.

Le plus important ouvrage métallique du réseau est le viaduc de Moresnet sur la ligne de Tongres à Aix-la-Chapelle, avec sa superstructure longue de 1 100 mètres composée de 22 tabliers métalliques à double voie, supportés par des piles en béton dont certaines atteignent 52 mètres de longueur (3).

La S. N. C. B. reconstruit actuellement les ponts-rails du Val-Benoît, franchissant la Meuse à Liège. Cet ouvrage remarquable comportera deux ponts à double voie à poutres continues à âme pleine dans les trois travées centrales, d'une longueur totale de 164 mètres. Le premier de ces ponts a été mis en service en juillet dernier; il a exigé la mise en œuvre de 2 035 tonnes d'acier. Les tabliers du deuxième pont sont en construction à l'atelier.

Au cours de la guerre 1940-1945, 466 ouvrages d'art métalliques ont été détruits dont 395 ponts-rails et 71 ponts-routes. A l'heure actuelle, 240 passages inférieurs et 57 passages supérieurs sont reconstruits à titre définitif.

Les nouveaux ouvrages, calculés pour le train-type de 125 tonnes, ont été rétablis avec le souci de réutiliser au maximum les pièces métalliques saines qu'on pourrait récupérer. Les vieux ouvrages en fer datant du siècle dernier ont été démantelés et vendus comme mitrilles. Le côté esthétique n'a pas été négligé; des ponts à architecture sobre ont été conçus, s'harmonisant heureusement avec le site environnant.

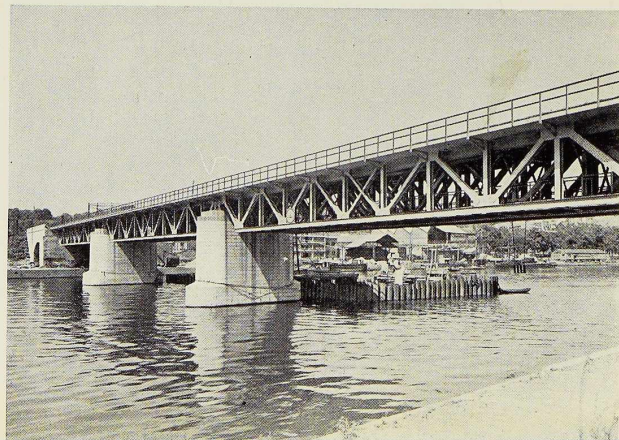
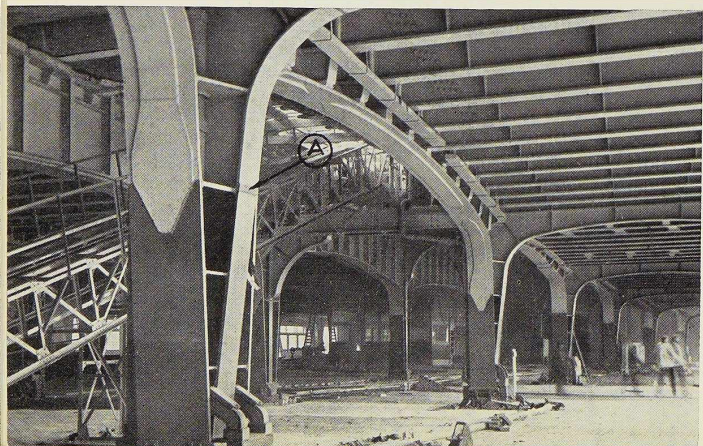
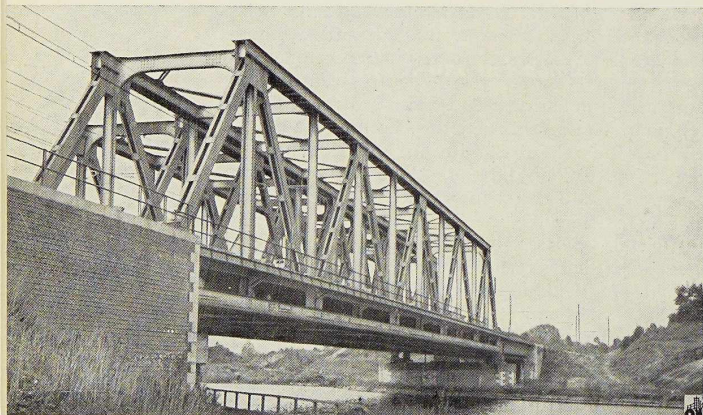
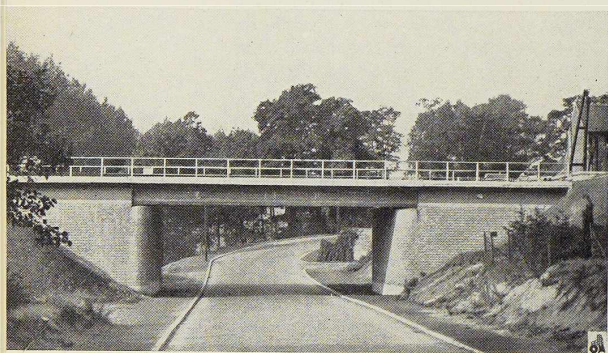
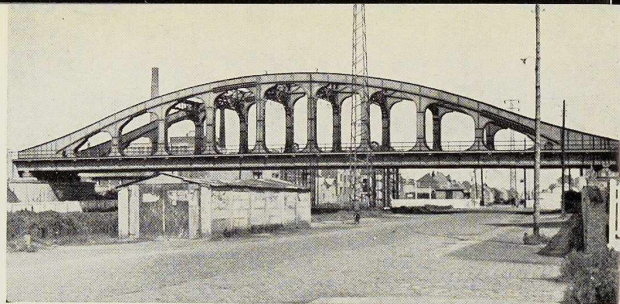
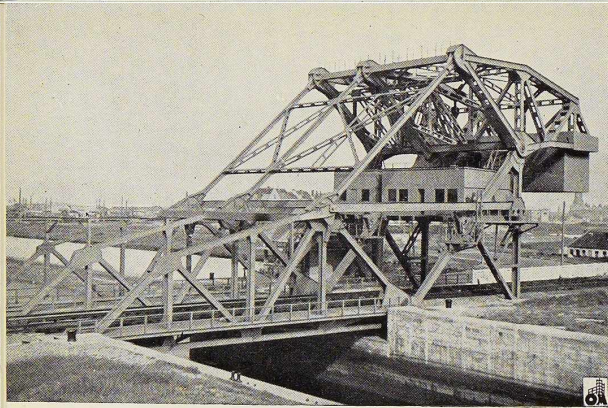
Il peut ne pas être dénué d'intérêt de souli-

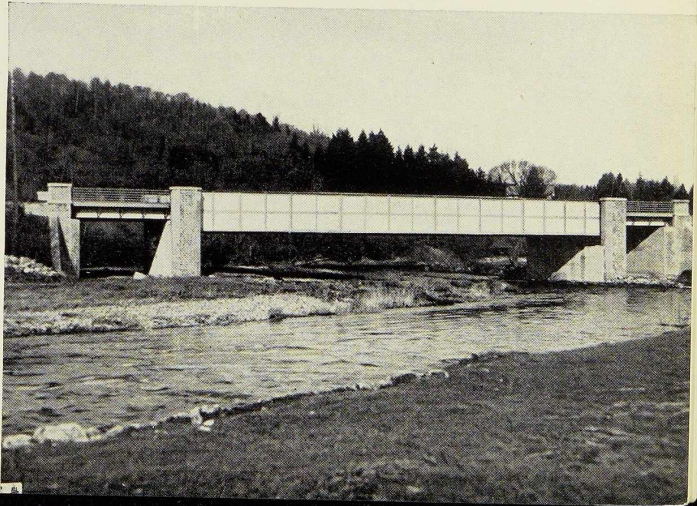
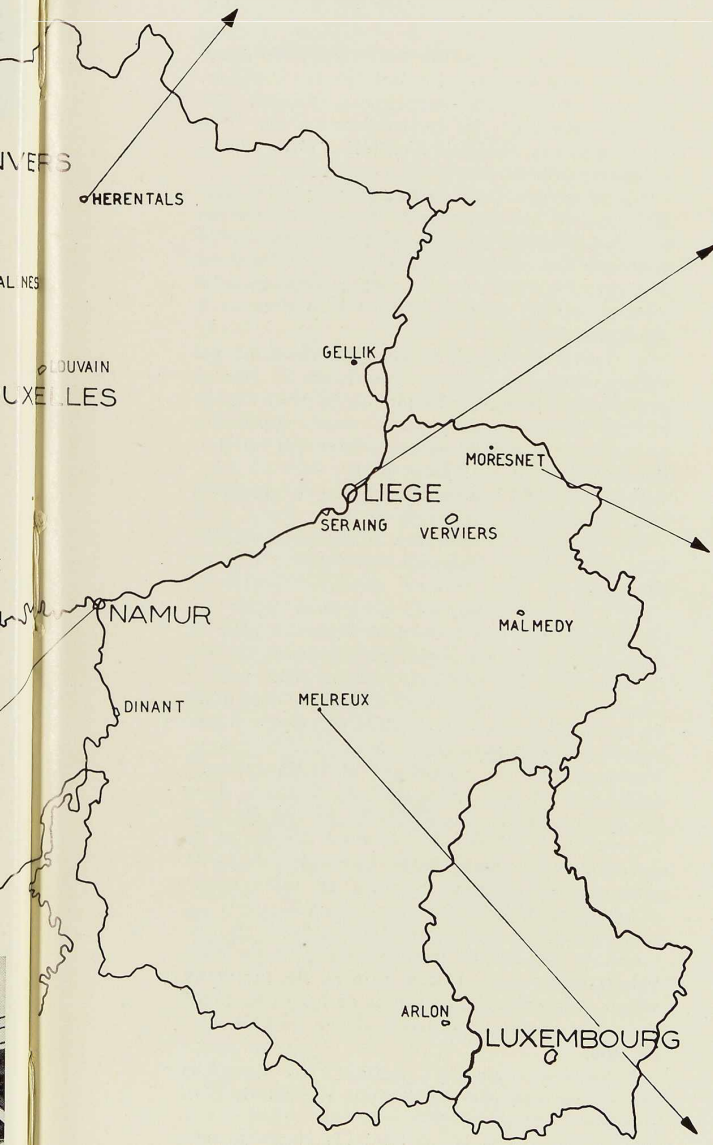
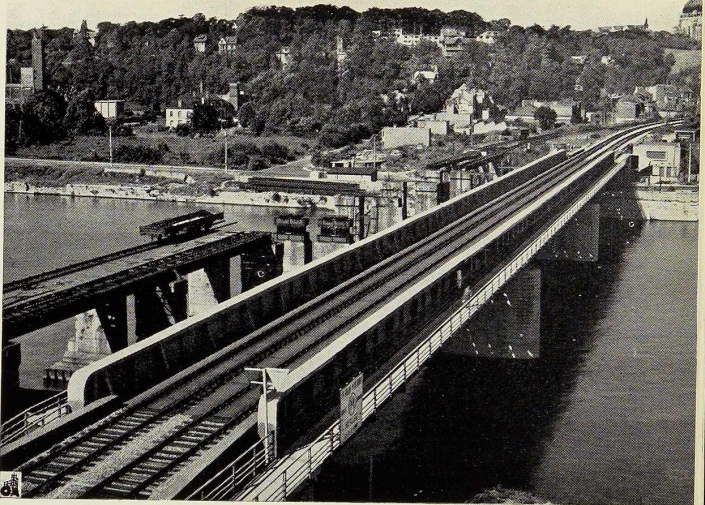
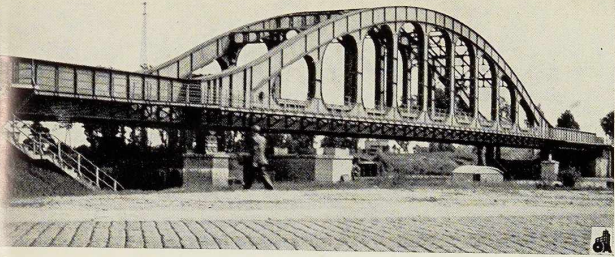
(1) Voir *L'Ossature Métallique*, no 7/8-1949, p. 357.

(2) Voir *L'Ossature Métallique*, no 12-1948, p. 523.

(3) Voir *L'Ossature Métallique*, no 7/8-1949, p. 335.







Quelques Ponts métalliques  
du Réseau ferroviaire belge

gner quelques principes de construction auxquels ont conduit la conception et la réalisation de ces nombreux ouvrages. Ces principes sont d'ailleurs entièrement conformes aux tendances modernes qui se sont dégagées dans les autres pays, et qui ont fait l'objet d'une confrontation dont les conclusions ont été adoptées au récent Congrès des Chemins de fer, tenu à Rome.

En général, dans les constructions modernes, on est porté vers la simplification des formes et la préférence est donnée aux poutres simples ou continues à hauteur constante. La poutre à âme pleine jouit d'une grande faveur, parce qu'elle est de construction simple et moins sujette aux vibrations; en outre, elle exige moins d'entretien que les systèmes à treillis. Jusqu'aux portées de 30 à 40 mètres on peut considérer qu'elle a définitivement détrôné la poutre en treillis. Pour des portées allant jusqu'à 30 mètres, la poutre à béquilles peut être avantageuse, notamment lorsque la hauteur disponible est réduite.

Les poutres en treillis sont construites le plus souvent à membrures parallèles à larges mailles triangulaires, en V avec montants secondaires aux différents nœuds. Dans certains cas spéciaux, le souci d'esthétique a conduit à l'adoption de poutres à losange; un exemple en est fourni par le pont qui a été mis en service tout récemment sur le canal de Ninny sous la ligne de Bruxelles à Mons. Pour des raisons d'économie, on a construit les tabliers pour double voie de préférence à deux ponts à simple voie accolés; cette dernière solution peut être cependant plus avantageuse dans le cas de ponts dont le biais est trop prononcé. Les ponts métalliques sont toujours rivés. La S. N. C. B. n'a établi jusqu'ici qu'un seul ouvrage important en acier soudé du type à béquilles multiples dans la station de Bruxelles-Midi. On utilise de l'acier dont la résistance à la rupture est comprise entre 37 et 44 kg/mm<sup>2</sup>, d'une limite apparente d'élasticité minimum de 24 kg/mm<sup>2</sup> et d'un allongement de 20 à 24 %. Les aciers spéciaux qui sont utilisés pour des ponts de grande portée n'ont pas encore trouvé d'application sur le réseau belge. Les voies sont posées sur traverses en bois fixées sur les longrines; les rails sont soudés pour éviter les joints, et à l'extrémité des tabliers de grande portée, munis d'appareils spéciaux permettant de suivre les dilatations dues à la chaleur.

Afin de gagner de la hauteur, les longrines sont encaissées dans les traverses, les faces supérieures de ces poutres étant dans le même plan, et munies de fortes semelles de continuité pour obtenir une attache correcte.

Parmi les types de ponts mixtes en acier et

béton on a donné une grande extension aux ponts-rails et aux ponts-routes à poutrelles enrobées de béton. Ce dernier type s'est rapidement imposé, malgré la consommation assez considérable de métal, à cause des nombreux avantages qu'il présente, tels que facilité d'exécution sans appuis intermédiaires, légèreté et simplification des coffrages, faible prix de revient de la charpente constituée de profils laminés amenés directement à pied d'œuvre et entretoisés sur chantier, enrobage des aciers supprimant l'action des fumées agressives des locomotives et, par voie de conséquence, des frais d'entretien et de renouvellement prématurés.

Ces ponts possèdent en outre une réserve considérable de résistance pour l'avenir et offrent le grand avantage de permettre la pose des voies dans une couche de ballast continue, et l'établissement d'appareils de voie souvent indispensables surtout sur les ouvrages situés à l'intérieur ou à proximité des gares.

La portée pratique de ce type de pont est malheureusement limitée à environ 20 mètres par la mise en œuvre des plus forts profils laminés; la réalisation de ponts à portée supérieure nécessiterait des poutres composées qui en rendraient l'emploi peu économique.

Près de 15 000 tonnes d'acier ont été mises en œuvre dans les ouvrages de ce type.

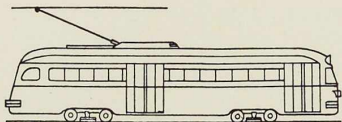
Des appareils de dilatation à rouleau sont utilisés dès que la longueur des tabliers dépasse 18 mètres.

Je n'ai pu qu'esquisser à grands traits les efforts déployés par la Société Nationale pour la restauration des ouvrages d'art métalliques du réseau belge. Les résultats obtenus sont tout à l'honneur des dirigeants et de tout le personnel du service des ouvrages d'art et du service d'exécution des grands ouvrages à qui il faut rendre hommage pour la compétence et le dévouement qu'ils ont mis au service de la S. N. C. B., dans les conditions les plus difficiles. Ils ont été à la hauteur de la mission qui leur est dévolue et ils ont su doter le réseau belge d'une série de ponts modernes qui peuvent rivaliser en valeur technique et esthétique avec ceux de l'étranger. La tâche malheureusement n'est pas achevée; la restauration des grands ponts touche à sa fin mais l'électrification du réseau exigera de nouveaux efforts, et un vaste programme de renouvellement de ponts devenus vétustes devra bientôt être entamé.

L'expérience acquise pendant ces dernières années ne sera pas perdue; elle permet de bien augurer de l'avenir.

J. B.





## Les voitures de tramways type « P. C. C. »

A la suite d'une crise grave que connurent les tramways aux Etats-Unis, en 1929, les dirigeants des Compagnies de tramways se réunirent afin d'envisager les moyens propres à remédier à cette situation. Après un examen approfondi des divers facteurs du problème, ils reconnurent la nécessité d'unir leurs efforts, de sacrifier toutes les idées et préférences personnelles et d'élaborer ensemble un programme commun de recherches. Ils établirent en commun un organisme appelé « President's Conference Committee », d'où le nom de « P. C. C. Cars » donné aux voitures qui devaient naître des travaux de ce Comité.

La mission confiée à celui-ci fut d'étudier une voiture susceptible d'attirer le public par le confort offert et la rapidité du transport; d'être utilisée par tous les exploitants; d'être construite en série à un prix raisonnable. Ces deux dernières conditions devaient permettre de fabriquer des lots importants de ce type de voiture et d'éviter la fabrication onéreuse de petites quantités de voitures de types différents.

Le Comité reprit le problème à la base et conduisit son étude de façon systématique :

1° Il procéda à l'examen des voitures et des services existants pour en déduire ce qui devait être corrigé;

2° Il étudia les fonctions de toutes les parties du véhicule : caisse, bogies, équipement moteur, accessoires;

3° Il établit un programme de recherches capable de donner des solutions à toutes les questions soulevées par son étude préliminaire. Diverses universités effectuèrent des essais pour le compte du Comité;

4° Enfin, les divers éléments furent coordonnés pour en faire un ensemble harmonieux, compte tenu des différents facteurs : place disponible, poids et prix.

Des véhicules expérimentaux furent construits pour essayer certains dispositifs. Ces essais ont été effectués et analysés de façon scientifique.

Les travaux durèrent près de sept ans et la dépense s'éleva, à cette époque, en recherches seulement, à 1,5 million de dollars.

Les premiers P. C. C. de la grande série furent construits vers 1936. L'accueil du public fut enthousiaste et le tramway fut sauvé dans beaucoup de villes d'Amérique, pays où l'automobile est reine.

\* \* \*

A la suite des recherches américaines, les A. C. E. C. et La Brugeoise ont mis au point une voiture de tramway appropriée aux besoins européens.

Tandis que la voiture américaine a une largeur de 2,54 m, la largeur de la voiture construite en Belgique est de 2,20 m, avec une longueur de l'ordre de 14 ou de 13,50 mètres.

D'un poids de 14,5 ou de 15,5 tonnes en ordre de marche, la voiture est du type tout acier, à l'exception des tôles du plafond et de certains détails comme les cuivreries et les châssis à glaces.

L'utilisation de l'acier présente de grands avantages au point de vue de la construction, de la sécurité, de la conservation, de l'entretien et du prix. La légèreté a été obtenue par une étude poussée assurant la robustesse et la rigidité sans excès de matière. Certaines parties ont de multiples fonctions, ce qui réduit le nombre de pièces au minimum.

Le châssis est constitué de profilés légers ou emboutis assemblés par soudure électrique. L'acier utilisé est de l'acier à haute résistance et à grande limite élastique.

L'assemblage des éléments de la caisse est fait par soudure électrique continue, cordons de soudure, bouchons de soudure ou soudure par résistance suivant le cas. La soudure par points des éléments intervenant dans la résistance mécanique est exécutée au moyen de machines appropriées munies d'appareils de contrôle du temps, du courant et de la pression.

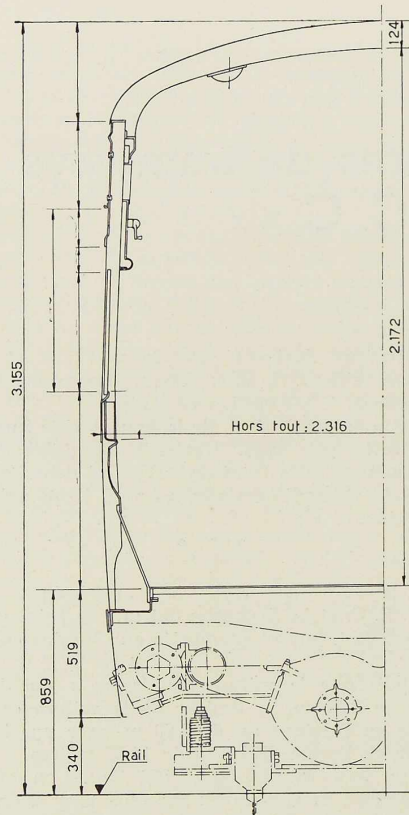


Fig. 2. Demi-coupe de la voiture P. C. C.

Dans le développement des cars expérimentaux, dans l'étude finale et dans la réalisation des différentes séries de voitures P. C. C., une très grande attention est apportée aux détails de l'aménagement intérieur et extérieur.

Les marchepieds ont une hauteur convenablement choisie pour rendre l'accès aisé. Les portes doubles permettent l'écoulement rapide du flot des voyageurs. L'établissement de tout le plancher à un même niveau facilite la circulation intérieure. Les sièges et les fenêtres sont uniformément répartis. Les sièges ont une forme étudiée pour assurer le confort sans perte de place.

Les fenêtres sont de faible hauteur, de manière à mettre, en été, les voyageurs à l'abri des rayons solaires et à permettre une manœuvre aisée à l'aide d'un lève-glace actionné par une manivelle placée à la portée de chaque voyageur. De petites fenêtres spéciales permettent aux voyageurs debout — qui peuvent se tenir aux barres verticales prévues à cet effet — de reconnaître les points d'arrêt.

Les postes de conduite sont parfaitement aménagés; ils sont chauffés spécialement. Le siège du conducteur est confortable et sa position est réglable. La disposition du pare-brise a été étudiée pour éviter les reflets gênants. Tous les accessoires sont installés: essuie-glace à commande électrique, dégivreurs à air chaud, etc.

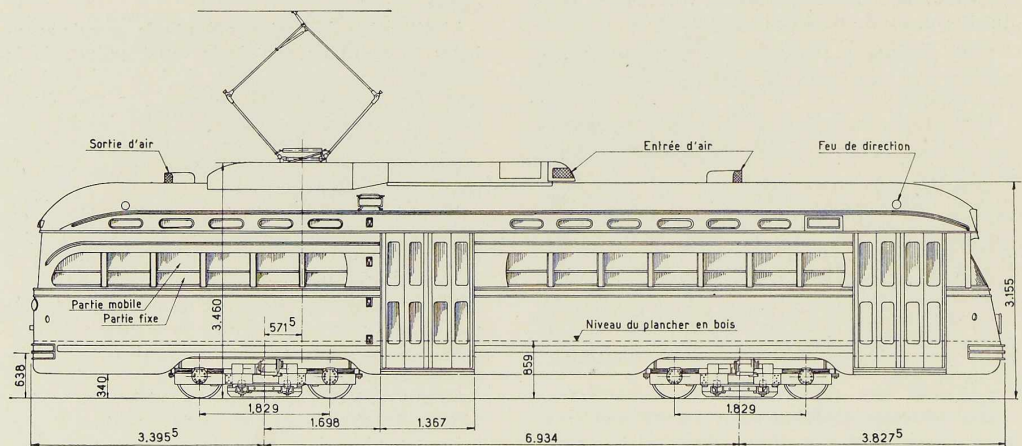


Fig. 3. Elévation de la voiture de tramways type P. C. C.



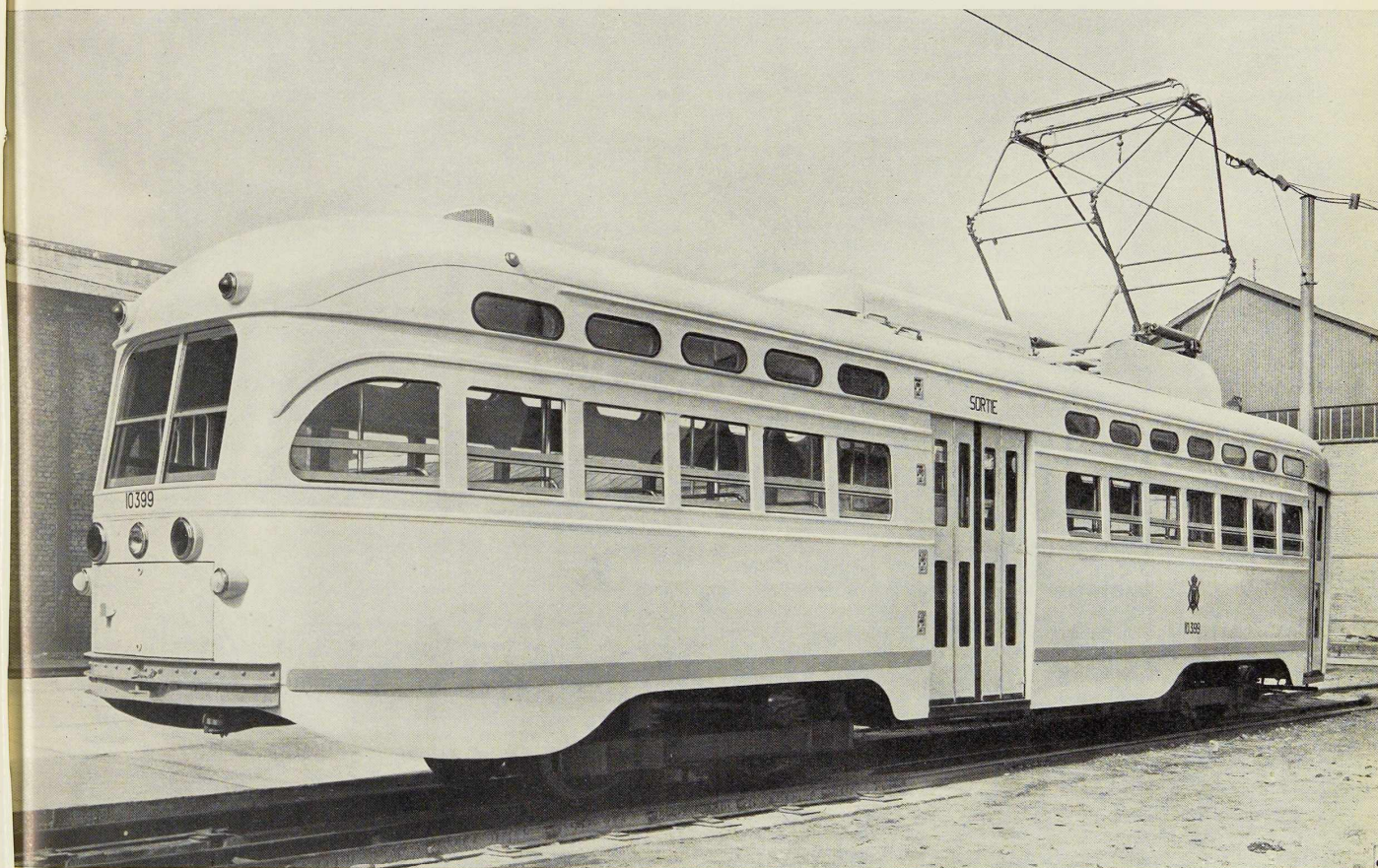


Photo Remy Bauters.

**Fig. 4.** Vue d'ensemble de la nouvelle voiture type P. C. C. en service à la Société Nationale des Chemins de fer vicinaux.

L'éclairage intérieur est réalisé par deux circuits de lampes alimentés chacun sous 600 V. Un grand soin a été apporté à l'élimination des reflets au niveau de lecture. Les marchepieds sont bien éclairés et il en est de même du sol avoisinant lorsque les portes sont ouvertes. L'éclairage auxiliaire : phares, feux de position, lampes rouges arrière, indicateurs de direction, etc. est alimenté par la batterie d'accumulateurs.

La voiture P. C. C. et son équipement électrique constituent un ensemble dont chaque partie est conçue en fonction de toutes les autres.

La protection de l'équipement fait partie intégrante de la structure de la caisse; ceci constitue un des facteurs qui ont contribué à la réduction des frais d'entretien du matériel.

Concernant les bogies, les A. C. E. C. et La Brugeoise ont mis au point en commun deux types pour la voie de 1,435 m et pour la voie de 1 mètre (dénommés bogies B3 et B6).

Ces bogies simples et légers possèdent des qualités de roulement remarquables.

Leur entretien est réduit au minimum, car ils sont constitués par un petit nombre d'éléments.

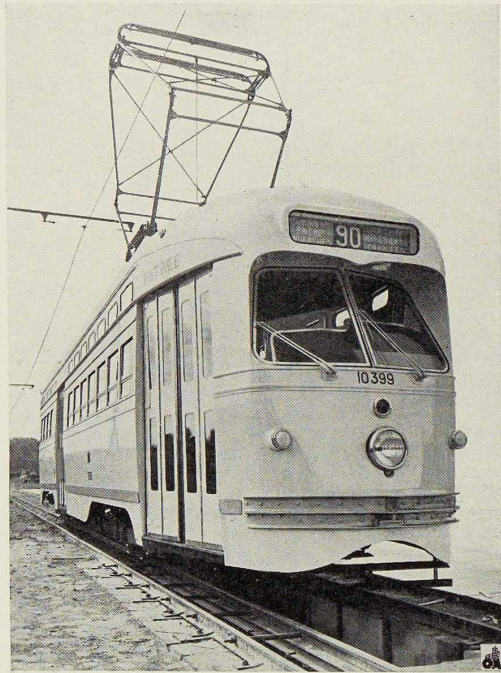


Photo Remy Bauters.

**Fig. 5.** Voiture P. C. C. utilisée sur la ligne Mons-Charleroi de la Société Nationale des Chemins de fer vicinaux (S. N. C. V.).

Il a été fait dans leur construction un large usage de caoutchouc pour l'amortissement des chocs, des oscillations et des bruits.

Les bogies sont munis de roues élastiques ayant fait leurs preuves en service. Les roues sont extérieures aux longerons dans les bogies types B3 et intérieures dans les bogies B6; leur diamètre est de 635 mm.

La marche silencieuse des voitures P. C. C. est appréciée, non seulement des voyageurs, mais aussi des passants et des habitants des artères où elles circulent.

La voiture est équipée de quatre moteurs d'une puissance (unihoraire) de 55 CV.

Les deux caractéristiques essentielles de ces moteurs sont :

1° Au point de vue mécanique, leur installation sur le châssis du bogie et leur disposition longitudinale.

Ces moteurs attaquent les essieux par arbre à

cardans et engrenages hypoides logés dans un carter étanche monté sur roulements;

2° Au point de vue électrique, leur couplage permanent par deux en série.

Chaque moteur fonctionne donc sous la demi-tension de la ligne de contacts, c'est-à-dire sous 300 volts environ.

Ces deux caractéristiques ont permis de construire avec sécurité des moteurs très rapides (leur vitesse, au régime unihoraire, est d'environ 1 700 tours par minute), donc très légers (leur poids est d'environ 300 kg).

La voiture américaine est prévue pour être desservie par un seul agent, ce qui permet de réduire considérablement les dépenses d'exploitation. Les A. C. E. C. et La Brugeoise peuvent cependant présenter des voitures avec siège et guichet pour receveur.

La voiture n'a qu'un seul poste de conduite (néanmoins, un petit contrôleur supplémentaire permet de faire des manœuvres en conduisant de l'arrière du véhicule).

La commande normale de la voiture se fait par trois pédales :

1° Une pédale de sécurité, dite d'homme mort, sur laquelle le conducteur doit poser le pied gauche. Le poids du pied suffit à la maintenir. Lâcher la pédale a pour effet de couper le courant, de freiner énergiquement en sablant, de permettre l'ouverture des portes à la main et d'actionner un avertisseur de danger;

2° Une pédale de freinage;

3° Une pédale de traction.

Les valeurs des accélérations au démarrage et au freinage sont du même ordre que celles atteintes en automobile, ce qui était un des objectifs visés dans le but d'éviter que les tramways ralentissent la circulation. Ces grandes accélérations, jointes à la grande vitesse que peut atteindre la voiture (vitesse d'équilibre en palier voisine de 70 km/h, vitesse maximum de sécurité de l'ordre de 80 km/h), permettent de réaliser des vitesses commerciales très élevées. L'action énergique des freins assure une grande sécurité.

Les valeurs limites des accélérations ont pu être adoptées à la suite de recherches auxquelles collaborèrent diverses universités. Ces recherches montrèrent que ces accélérations peuvent être supportées sans inconvénient pour les voyageurs, si elles sont appliquées progressivement.

Le frein principal est le frein rhéostatique, c'est-à-dire celui qui est obtenu en faisant fonctionner les moteurs en génératrices entraînées





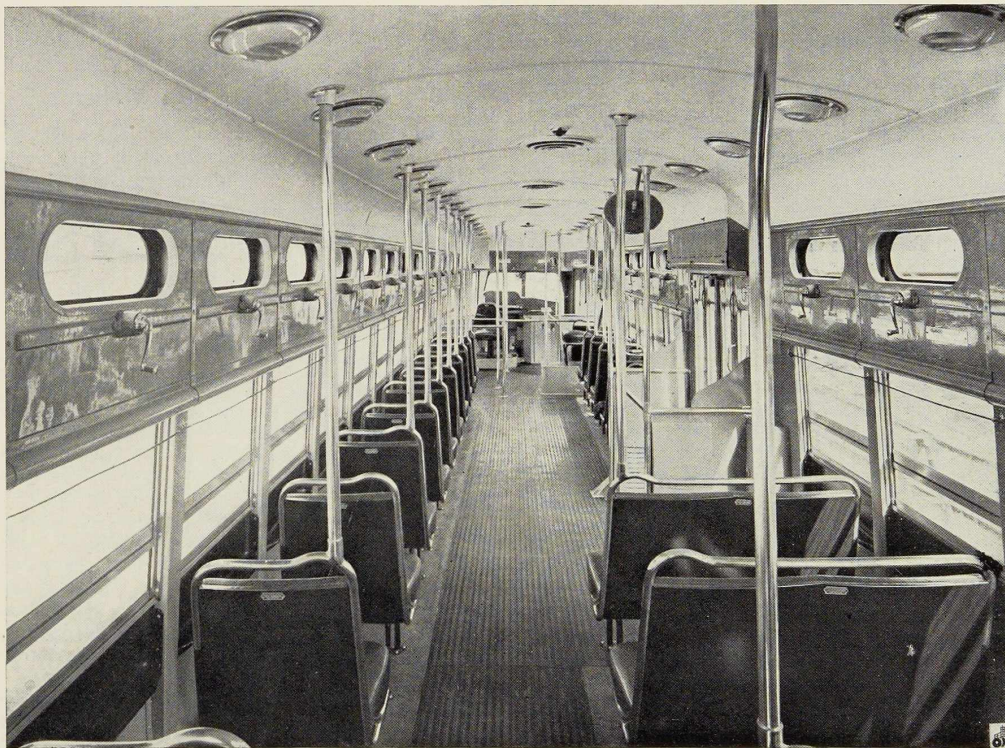


Fig. 6. Intérieur confortable et spacieux de la voiture type P. C. C.

Photo Remy Bauters.

par le déplacement de la voiture et débitant sur des résistances.

Le frein rhéostatique est établi de telle sorte qu'il ne se désamorçe qu'à très faible vitesse, inférieure à 2 km/h.

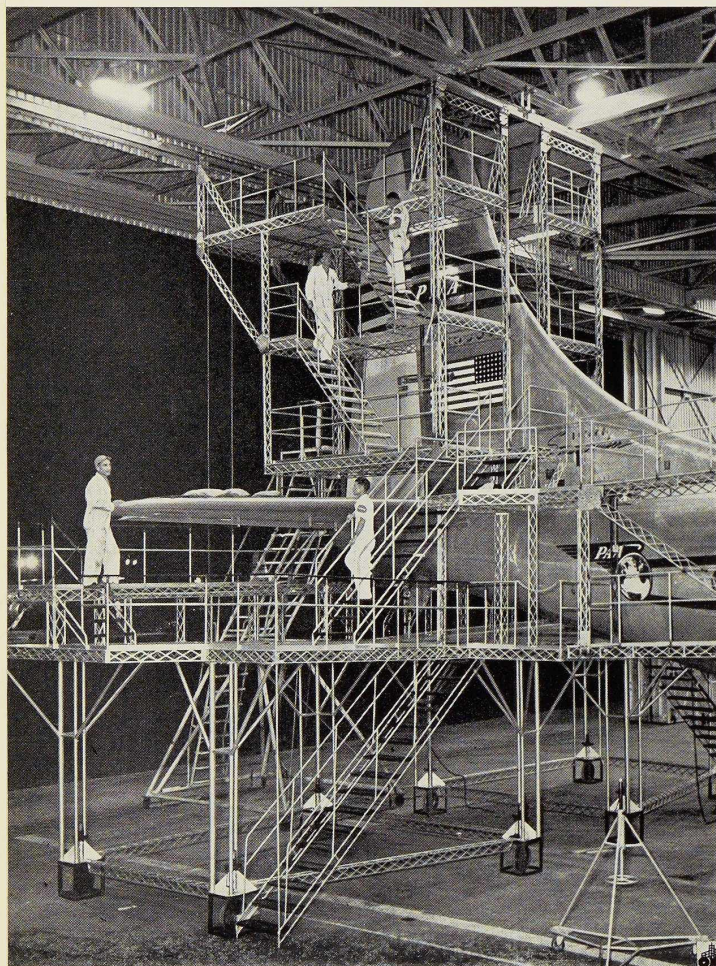
L'énergie cinétique qui reste à absorber par un frein à frottement est donc extrêmement faible. C'est ce qui a permis de se passer du frein pneumatique et d'éviter finalement tout emploi d'air comprimé sur la voiture. Ces véhicules sont donc entièrement électriques, y compris la commande des portes et des sablières.

L'absorption de la faible quantité d'énergie cinétique qui subsiste lorsque le frein rhéostatique se désamorçe est obtenue par des freins à tambour commandés électriquement et montés sur l'arbre des moteurs. Ces freins se substituent automatiquement au frein rhéostatique pour maintenir la valeur de la décélération choisie

par l'enfoncement de la pédale de freinage. Les freins à tambour peuvent exceptionnellement, en cas de défaillance accidentelle du frein rhéostatique, se substituer entièrement à celui-ci, même aux vitesses normales de circulation et ceci automatiquement.

Les freins à tambour, qui s'appliquent aussi automatiquement quand il n'y a pas de courant de contrôle, remplacent aussi avantageusement le frein à main.

La suppression de l'air comprimé et des freins à sabots agissant sur les roues présente de grands avantages. Outre une réduction des frais d'entretien, la suppression du compresseur élimine les trépidations et le bruit qu'il provoque; la suppression des mécanismes de transmission d'efforts aux sabots de roues et du mécanisme du frein à main a aussi pour effet de réduire le bruit surtout au passage du croisement des voies.



## L'ACIER ET SES APPLICATIONS

**Fig. 1.** « Dock » pour avions géants « Clippers ».

Photo « New York Times ».

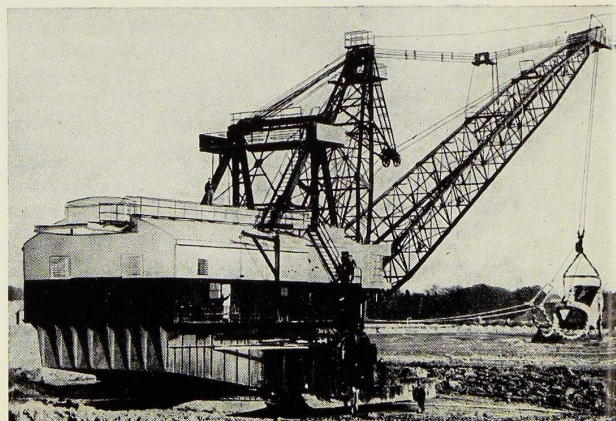
Les Pan American World Airways ont fait construire, pour l'entretien de leurs avions Clippers, type Boeing 377, à la base de Miami (U. S. A.), un « dock » en charpente métallique triangulée.

Les éléments inférieurs sont montés sur roues rétractiles, tandis que les éléments supérieurs se déplacent sur des rails mobiles suspendus aux poutres de la toiture.

Les avions Boeing ont une envergure de 43 mètres, une longueur de 33,50 m et un gouvernail de direction de 11,50 m de hauteur.

**Fig. 2.** Vue d'un excavateur de dimensions exceptionnelles. Cette machine est utilisée aux U. S. A. pour l'exploitation des charbonnages à ciel ouvert. Sa benne a une capacité de 19 m<sup>3</sup>. La machine d'un poids de 1000 tonnes est montée sur une circulaire de 13,50 m de diamètre munie de 116 rouleaux d'acier.

Photo Authenticated News.



Fernand Campus,  
Professeur à l'Université  
de Liège

## Réflexions sur la méthode de M. Dutheil pour le calcul des pièces comprimées et fléchies

### I. Introduction

La Société Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels a publié, dans son *Bulletin n° 3*, de juillet 1950, une étude remarquable de M. Jean Dutheil sur « Les problèmes fondamentaux d'instabilité en construction métallique : le flambement et le déversement ».

Par sa clarté et son ordonnance, elle constitue une synthèse particulièrement compréhensible et une mise au point complète des publications multiples de son auteur au cours des dernières années.

Ces communications avaient suscité un vif intérêt et quelques discussions; le nouvel exposé d'ensemble constitue une contribution de première importance aux questions si complexes de l'instabilité, qui aidera beaucoup à leur compréhension scientifique autant qu'à leur résolution pratique.

M. Dutheil souhaite que son exposé engendre de fructueuses discussions. Mon collègue, M. Ch. Massonnet, a répondu à ce vœu avant la lettre, dans cette revue même (1).

A mon tour, je me permets d'exposer ci-après un ensemble de réflexions, dont plusieurs sont anciennes d'une vingtaine d'années et dont le souvenir est réveillé en moi par l'étude de M. Dutheil. Je les crois susceptibles d'entrer dans le cadre des discussions souhaitées.

### II. Cas fondamental. — Diagramme universel

La portée des réflexions étant générale, je me borne au cas fondamental de la pièce droite prismatique articulée aux deux extrémités et comprimée suivant son axe.

On désigne par :

$l$  sa longueur entre articulations;

$I$  son moment d'inertie;

$\Omega$  sa section;

$r = \sqrt{\frac{I}{\Omega}}$  son rayon d'inertie;

$s = \frac{I}{v\Omega}$  l'étendue du noyau central;

$v$  = la distance de la fibre extrême à la fibre neutre.

On suppose que le matériau est élastique suivant la loi de Hooke pour une tension de compression moyenne  $n$  comprise entre 0 et la limite élastique  $n_e$ , sous laquelle les déformations croissent sans augmentation de tension.

Pour une pièce idéale sollicitée idéalement, le diagramme de la tension critique peut être représenté sous la forme universelle de la figure 1.

En abscisses, on porte les valeurs de  $\frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_e}{E}}$ ,

en ordonnées celles de  $\frac{n_c}{n_e}$ . Le diagramme de

$\frac{n_c}{n_e}$  se compose de la courbe A B D, d'équation

$\frac{n_c}{n_e} = \pi^2 \frac{E}{n_e} \left(\frac{r}{l}\right)^2$ , et de la droite D E d'équa-

tion  $\frac{n_c}{n_e} = 1$ .

Il est indépendant de la nature des matériaux.

Si la limite de proportionnalité, c'est-à-dire de validité de la loi de Hooke, est inférieure à  $n_e$ , comme dans les aciers réels de construction, l'angle B D E serait amorti suivant une courbe telle que B E, représentée en trait interrompu. Ceci pour le cas parfaitement idéal, qui met bien en évidence le dualisme de l'instabilité dans le cas fondamental, qui est maintenant bien connu :

a) L'instabilité par bifurcation de l'équilibre (flambement eulérien);

b) L'instabilité par divergence de l'équilibre, dès que la limite élastique est atteinte.

Mais il s'agit là du cas idéal, qui n'a pas de réalité.

Il y a longtemps (2) que j'ai attiré l'attention sur la signification purement abstraite de la charge critique et sur la nécessité de considérer le flambement dans sa réalité physique.

Celle-ci exclut les conditions idéales et introduit des perturbations aléatoires, qui ont comme conséquence inévitable l'instabilité par divergence de l'équilibre. Cependant les notions de l'instabilité par bifurcation de l'équilibre et de la charge critique conservent une signification essentielle.

La méthode de M. Dutheil en est une preuve manifeste, attendu que fondée essentiellement sur l'instabilité par divergence de l'équilibre, elle n'en exprime pas moins tous ses résultats en fonction de la charge critique.

La possibilité de l'instabilité par bifurcation de l'équilibre, si elle est une limite, n'en reste pas moins plus ou moins latente et susceptible de manifester une réalité physique en combinaison avec l'instabilité de l'équilibre par divergence.

Un cas typique est celui du flambement en deux demi-ondes des arcs minces surbaissés sous l'effet combiné de charges transversales extérieures et des contraintes de compression qui en résultent en vertu des liaisons aux appuis (3).

Le caractère dualiste de l'instabilité ne peut donc être perdu de vue dans les considérations sur la sécurité et aussi, de préférence, dans les méthodes pratiques. C'est un des mérites de la méthode de M. Dutheil de satisfaire à cette condition.

### III. Formules de flambement fondées sur la limite élastique

On désigne comme M. Dutheil par  $f_0$  la flèche initiale fictive, qui sera toujours rapportée à  $s$ . Sous l'effet de la flexion sinusoidale de flambement assez petite, cette flèche devient  $f$  telle que approximativement  $\frac{f}{s} = \frac{f_0}{s} \frac{n_c}{n_c - n}$ .  $n$  désigne la compression moyenne, comme indiqué plus haut. (Dans les notations de M. Dutheil,  $n$  est représenté par  $n_2$ .)

Du fait de la flexion, lorsque la limite élastique est atteinte à la fibre extrême

$$n_e = n + \frac{n \Omega f v}{1} = n \left( 1 + \frac{f}{s} \right) = n \left( 1 + \frac{f_0}{s} \frac{n_c}{n_c - n} \right)$$

d'où

$$\frac{f}{s} = \frac{n_e - n}{n} \quad \text{ou} \quad \frac{f_0}{s} = \frac{n_e - n}{n} \times \frac{n_c - n}{n_c} \quad (I)$$

On déduit de là l'équation ou la formule générale de flambement fondée sur la limite élastique :

$$\frac{n}{n_e} = \frac{1}{1 + \frac{f}{s}} = \frac{1}{1 + \frac{f_0}{s} \frac{n_c}{n_c - n}}$$

ou

$$\left( \frac{n}{n_e} \right)^2 - \frac{n}{n_e} \left[ 1 + \frac{n_c}{n_e} \left( 1 + \frac{f_0}{s} \right) \right] + \frac{n_c}{n_e} = 0.$$

A partir de cette forme générale, on peut établir une grande variété de formes particulières, en attribuant à  $\frac{f}{s}$  ou à  $\frac{f_0}{s}$  des expressions appropriées.

A) Tout d'abord la formule de M. Dutheil, qui pose

$$\frac{f_0}{s} = C \frac{n_c}{n_c}, \quad \text{d'où} \quad \frac{f}{s} = C \frac{n_c}{n_c - n}.$$

On en déduit

$$C = \frac{n_e - n}{n_e} \times \frac{n_c - n}{n}$$

ou

$$n^2 - n [n_c + n_e (1 + C)] + n_e n_c = 0$$

$$B) \frac{f_0}{s} = C = (\text{constante}), \quad \text{d'où} \quad \frac{f}{s} = C \frac{n_c}{n_c - n}.$$

On obtient

$$n^2 - n [n_e + n_e (1 + C)] + n_e n_c = 0.$$

Cette variété de formule a été considérée depuis longtemps, ainsi que le signale M. Timoshenko (4).

$$C) \frac{f_0}{s} = C \frac{l}{s}, \quad \text{d'où} \quad \frac{f}{s} = C \frac{l}{s} \frac{n_c}{n_c - n}.$$

La formule devient

$$n^2 - n \left[ n_e + n_c \left( 1 + C \frac{l}{s} \right) \right] + n_e n_c = 0$$

analogue à la précédente.

Cette variété est plus récente selon M. Timoshenko (4).

$$D) \frac{f_0}{s} = C \frac{n}{n_e}, \quad \text{d'où} \quad \frac{f}{s} = C \frac{n}{n_c - n}.$$

On obtient

$$n^2 (1 - C) - n(n_e + n_c) + n_e n_c = 0.$$



Cette variété n'a pas été considérée à ma connaissance.

*Remarque commune aux variétés A à D*

Toutes ces variétés ont ceci de commun que si l'on y fait  $C=0$ , ce qui correspond au cas idéal considéré en II, les formules donnent identiquement  $n=n_e$  et  $n=n_c$ , c'est-à-dire la courbe idéale A B D E de la figure 1. Si C est différent de 0, les courbes de  $\frac{n}{n_e}$  en fonction de  $\frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_e}{E}}$  ont l'allure de la figure 2. Elles passent par le point E, sauf celles de la variété B. En effet, pour

$$\frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_e}{E}} = 0, \quad \frac{n_c}{n_e} \equiv \infty \text{ et } \frac{f}{s} = \frac{f_0}{s},$$

d'où

$$\left(\frac{n}{n_e}\right)_0 = \frac{1}{1 + \frac{f_0}{s}}.$$

Or, pour cette valeur de  $\frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_e}{E}}$ ,  $\frac{f_0}{s} = 0$  pour toutes les variétés, sauf pour la variété B, pour laquelle  $\left(\frac{n}{n_e}\right)_0 = \frac{1}{1+C}$ , ce qui montre que la variété B n'est guère convenable pour les faibles élanements.

Les courbes sont toutes asymptotiques à B A; elles s'écartent d'autant plus de A B D E que C est plus grand.

E) On pose

$$\frac{f}{s} = C \frac{n_e}{E} \left(\frac{l}{r}\right)^2 \text{ d'où } \frac{f_0}{s} = C \frac{n_e}{E} \frac{n_c - n}{n_c} \left(\frac{l}{r}\right)^2.$$

On obtient

$$C \frac{n_e}{E} \left(\frac{l}{r}\right)^2 = \frac{n_c - n}{n} \text{ d'où } n = \frac{n_e}{1 + C \frac{n_e}{E} \left(\frac{l}{r}\right)^2}.$$

Cette variété restitue la formule de Navier-Schwarz-Rankine. Les courbes correspondantes de  $\frac{n}{n_e}$  en fonction de  $\frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_e}{E}}$  ont même allure que celles de la figure 2; elles passent par E et sont asymptotiques à l'axe des abscisses. Mais lorsque  $C \equiv 0$ , dans le cas de la pièce idéale, on obtient  $n=n_e$ , c'est-à-dire seulement le tronçon D E de la courbe universelle idéale.

Pour toute valeur de  $C > 0$ , la courbe de Rankine coupe la courbe idéale A B D en un point

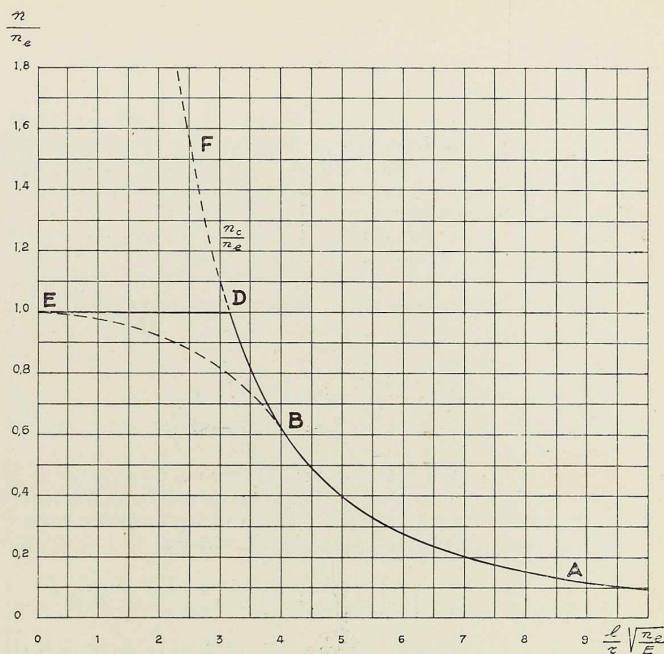
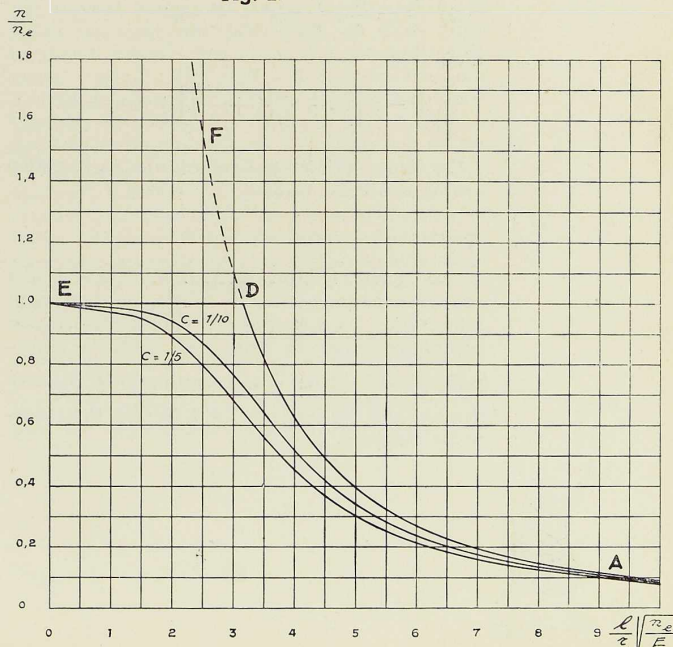


Fig. 1.

d'abscisse  $\frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_e}{E}} = \sqrt{\frac{\pi^2}{1 - C\pi^2}}$ , dont le minimum est  $\pi$  (point D,  $C=0$ ).

Ce point d'intersection est d'autant plus éloigné que C est plus grand et peut être déplacé ainsi au delà de la région des plus grands élanements utiles. Il devient imaginaire si C est plus grand que  $\frac{1}{\pi^2}$ . Néanmoins, on reconnaît là

Fig. 2.



une in correction fondamentale de cette variété de formule, qui la rend inférieure aux variétés des types A à D, lorsque  $C < \frac{1}{\pi^2}$ .

F. On obtient la formule linéaire, du type de la formule de Tetmayer, en posant :

$$\frac{f}{s} = \frac{1}{\frac{r}{Cl} - 1}, \text{ d'où } \frac{f_0}{s} = \frac{1}{\frac{r}{Cl} - 1} \times \frac{n_c - n}{n_c}.$$

On obtient

$$n = n_c \left( 1 - C \frac{l}{r} \right)$$

Les courbes sont des droites passant par E et qui coupent la courbe idéale A B D en des points dont les abscisses sont la racine comprise entre  $\pi$  et l' $\infty$  de l'équation du 3<sup>e</sup> degré

$$C \sqrt{\frac{E}{n_c}} \left( \sqrt{\frac{n_c}{E}} \frac{l}{s} \right)^3 - \frac{n_c}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2 + \pi^2 = 0.$$

Pour  $C=0$ , ce point est D et la droite D E est seule utile.

Ces formules linéaires sont donc théoriquement très incorrectes.

On peut encore concevoir d'autres formules d'allure théoriquement correcte et possédant des propriétés analogues à celles des variétés A à D.

J) Par exemple en posant

$$\frac{f_0}{s} = C \frac{n_c}{n}, \frac{f}{s} = C \frac{n_c}{n} \times \frac{n_c - n}{n_c - n}$$

d'où  $n^2 - n(n_c + n_c) + n_c n_c (1 - C) = 0$ .

$$G) \frac{f_0}{s} = \frac{C}{s}, \frac{f}{s} = C \frac{n_c}{n_c - n},$$

d'où

$$n^2 - n \left[ n_c + n_c \left( 1 + \frac{C}{s} \right) \right] + n_c n_c = 0.$$

Ces deux variétés présentent une in correction analogue à celle de B).

#### Remarque générale

Pour ajuster les variétés A, B, C, D, J et G aux valeurs expérimentales, on peut non seulement faire varier les valeurs de C considérées comme constantes, mais en faire des fonctions approchées de  $\frac{n_c}{E}$  et de  $\frac{l}{r}$ , ce qui multiplie considérablement les variétés de formules théoriquement correctes.

#### IV. Formules de flambement fondées sur la charge critique

Des formules d'un autre type peuvent être obtenues en se référant à  $n_c$ .

H) En posant par exemple

$$\frac{f_0}{s} = \frac{n_c \left[ 1 + C \frac{E}{n_c} \left( \frac{r}{l} \right)^2 \right] - n_c}{n_c} \times \frac{C \frac{E}{n_c} \left( \frac{r}{l} \right)^2}{1 + C \frac{E}{n_c} \left( \frac{r}{l} \right)^2}$$

d'où

$$\frac{f}{s} = \frac{n_c \left[ 1 + C \frac{E}{n_c} \left( \frac{r}{l} \right)^2 \right] - n_c}{n_c},$$

on obtient

$$n = \frac{n_c}{1 + C \frac{E}{n_c} \left( \frac{r}{l} \right)^2}$$

ou encore

$$\frac{n}{n_c} = \frac{\pi^2 \frac{E}{n_c} \left( \frac{r}{l} \right)^2}{1 + C \frac{E}{n_c} \left( \frac{r}{l} \right)^2}.$$

Si l'on fait  $C=0$  (pièce idéale), on obtient  $n = n_c$  (branche A B D de la courbe idéale).

Pour des valeurs de  $C > 0$ , on obtient une famille de courbes asymptotiques à la courbe d'Euler et qui coupent la droite  $\frac{n}{n_c} = 1$  en un

point d'abscisse  $\frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_c}{E}} = \sqrt{\pi^2 - C}$ . Pour  $C = \pi^2$ , ce point est en E, c'est-à-dire  $n = n_c$  pour  $\frac{l}{r} = 0$ .

La formule n'est donc pas théoriquement correcte.

Mais alors que pour les formules des variétés Rankine et Tetmayer, l'incorrection est du côté des grands élancements et dangereux de ce fait, pour la formule H, l'incorrection est dans la région des petits élancements et par conséquent peu dangereuse.

La formule peut être amendée en posant

$$C = \pi^2 + k \frac{n_c}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2,$$

$k$  étant une constante d'ajustement.

Toutes les courbes passent alors par E pour  $\frac{l}{r} = 0$ , mais il n'est plus possible d'obtenir la courbe idéale pour  $k=0$ , puisque alors  $C = \pi^2 > 0$ .



1) Si l'on suppose

$$\frac{f_0}{s} = \frac{n_e \left[ 1 + C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2 \right] - n_c C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2}{n_c \left[ 1 + C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2 \right] C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2}$$

ou

$$\frac{f}{s} = \frac{n_e \left[ 1 + C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2 \right] - n_c C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2}{n_c C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2},$$

on obtient

$$\frac{n}{n_e} = \frac{n_e}{n_e} \frac{C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2}{1 + C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2}$$

ou

$$\frac{n}{n_e} = \frac{\pi^2 C}{1 + C \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2} = \frac{\pi^2}{\frac{1}{C} + \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2}.$$

Pour

$$\frac{l}{r} \equiv \infty \quad n \equiv n_c.$$

La pièce idéale correspond à  $\frac{1}{C} = 0$ , d'où  $n = n_c$ .

Les courbes pour les valeurs de  $\frac{C}{1} > 0$  sont asymptotiques à la courbe idéale A B D et coupent la droite D E et des points d'abscisses  $\sqrt{\frac{n_e}{E}} \frac{l}{r} = \sqrt{\pi^2 - \frac{1}{C}}$ . Ce point sera en E ( $\frac{l}{r} = 0$ ) pour  $\frac{1}{C} = \pi^2$ . Pour cette valeur, la courbe devient une courbe de Rankine

$$\frac{n}{n_e} = \frac{1}{1 + \frac{n_e}{\pi^2 E} \left( \frac{l}{r} \right)^2},$$

identique à la courbe de la variété H lorsque  $C = \pi^2$ .

### V. Diagramme expérimental universel

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les perturbations par rapport au cas idéal sont aléatoires. La sécurité ne peut dès lors être fondée que sur une connaissance statistique suffisante.

On relèvera expérimentalement les valeurs de

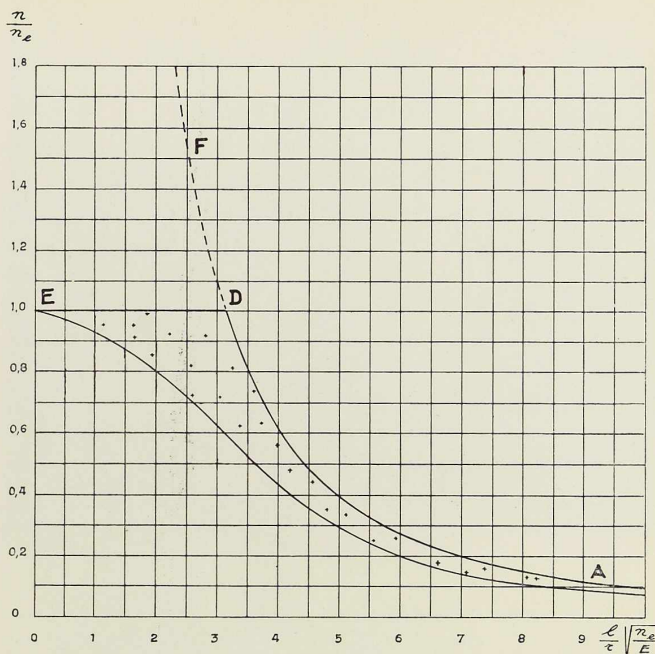


Fig. 3.

$\frac{n}{n_e}$  au moment où la limite élastique sera atteinte strictement à la fibre la plus comprimée : on les portera en ordonnées sur un diagramme dont les abscisses représenteront les valeurs correspondantes de  $\sqrt{\frac{n_e}{E}} \cdot \frac{l}{r}$ . En raison du caractère aléatoire des perturbations, si l'on reporte sur le diagramme un très grand nombre de points expérimentaux, ils formeront un nuage de points par rapport auquel on pourra tracer une courbe limite assurant une probabilité de ruine suffisamment faible, c'est-à-dire une sécurité suffisante (fig. 3). On peut éventuellement tracer diverses courbes limite, correspondant à des probabilités de ruine, c'est-à-dire à des coefficients de sécurité divers. Mais on ne perdra pas de vue qu'en matière de flambement, il faut être circonspect quant à la sécurité. Il faudra, pour assurer une probabilité de ruine suffisamment faible, disposer d'une statistique d'essais très étendue, car la dispersion est particulièrement grande, par suite du caractère multiple des circonstances aléatoires.

Dans l'étude de M. Dutheil, l'ajustement du coefficient de la formule est fondé sur les expériences de Tetmayer pour l'acier, sur d'autres pour le duralumin et le bois. Il n'est pas certain que ces expériences répondent aux conditions

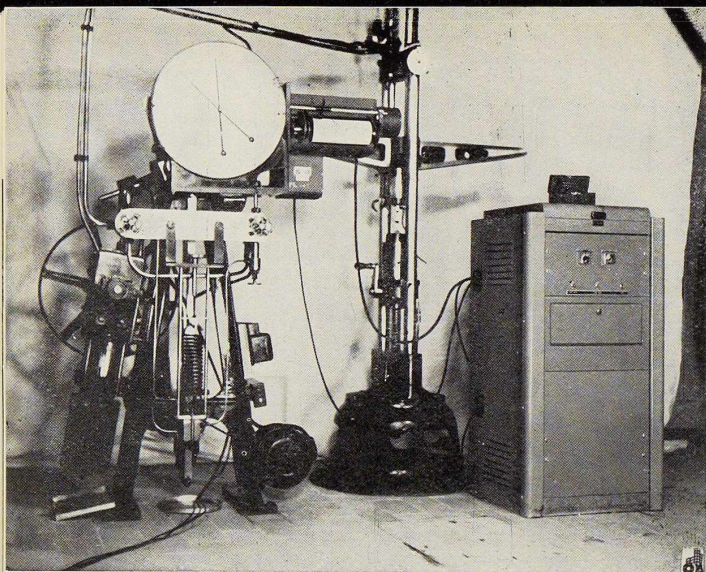
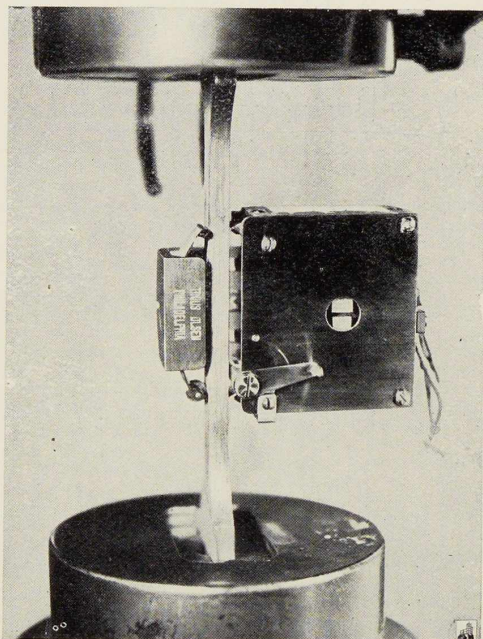


Fig. 4 et 4bis. Enregistreur électronique à grande amplification, utilisé pour la détermination de  $n_e$ .

théoriques requises. Les anciennes expériences ont été inspirées principalement par la notion de charge critique; il n'est pas certain qu'elles établissent le moment strict où la limite élastique est atteinte; il y a lieu de croire au contraire qu'il était dépassé, c'est-à-dire que l'on a pris comme critère de ruine l'apparition de grandes déformations de flexion, correspondant à une plastification déjà généralisée et non à la limite inférieure de plastification, c'est-à-dire à la première apparition de la limite de l'élasticité en un point de la pièce.

Il se pourrait donc que les courbes de M. Dutheil doivent être abaissées, mais ceci peut influer sur les valeurs du coefficient de sécurité.

De même, il n'est pas certain que les valeurs de  $n_e$  et de  $E$  ont été déterminées pour chaque pièce d'essai.



Ces déterminations sont délicates, longues et coûteuses; elles compliquent les essais de flambage, déjà très complexes et encore relativement peu nombreux. Actuellement, la détermination de  $n_e$  peut être faite assez simplement en traction ou en compression et avec précision, par exemple au moyen de l'enregistreur électronique à grande amplification de la «Tinius Olsen Testing Machine Co» (fig. 4) qui est très sensible. La mesure de la valeur moyenne de  $E$  pour une pièce complète peut être faite avec grande précision en un temps très court par les appareils d'auscultation dynamiques, tels que le chronographe à condensateur de Joergensen-Weibel (fig. 5). Pour des matériaux assez homogènes, tels que l'acier, les résultats sont remarquables.

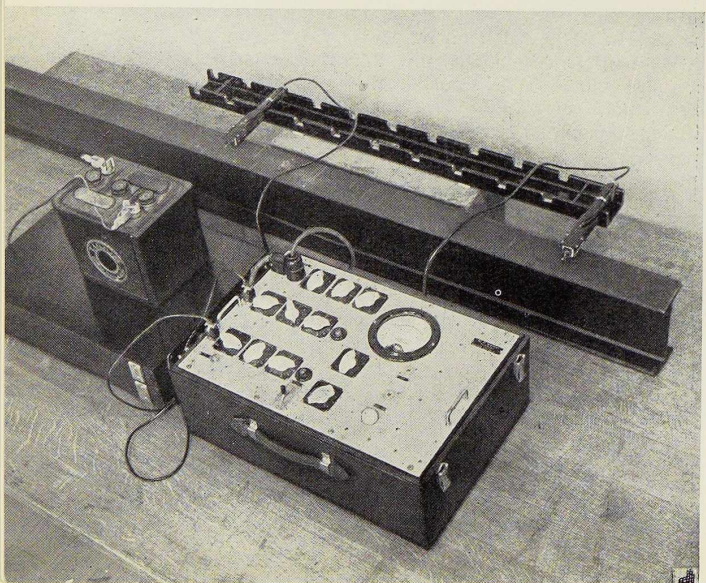


Fig. 5. Chronographe à condensateur de Joergensen-Weibel.



Pour des matières plus hétérogènes, telles que le béton, la mesure tient compte des hétérogénéités, mais pas de la variation de  $E$  en fonction de la charge, de telle sorte qu'il faudrait faire les déterminations dans divers états de charge, ce qui complique beaucoup la question.

Enfin, la détermination stricte de l'apparition de la limite élastique pourrait être décelée par des extensomètres très sensibles, très précis *et sans jeu*, par exemple au moyen d'extensomètres ohmiques. S'il était, dans certaines circonstances, plus facile de mesurer  $\frac{f}{s}$ , on en déduirait

$$\frac{n}{n_e} = \frac{1}{1 + \frac{f}{s}}$$

On pourrait aussi déterminer  $\frac{f_0}{s}$  par la méthode expérimentale de Southwell (1); on en déduirait  $\frac{n}{n_e}$  par l'équation :

$$\left(\frac{n}{n_e}\right)^2 - \frac{n}{n_e} \left[1 + \frac{n_e}{n} \left(1 + \frac{f_0}{s}\right)\right] + \frac{n_e}{n} = 0.$$

Il serait recommandable en tout cas de procéder concurremment à la mesure extensométrique directe de la valeur de  $n$  correspondant à la stricte apparition de  $n_e$ , de manière à contrôler les relations ci-dessus, dont la deuxième est approximative.

Si l'on disposait d'un diagramme expérimental universel suffisant, la connaissance de la courbe limite assurant un certain degré de sécurité permettrait, par le moyen de tableaux numériques ou de courbes, un calcul facile et assuré, éventuellement selon les formes indiquées par M. Dutheil ou d'autres analogues, sans devoir encore recourir à l'emploi de formules dont le mécanisme formel a été analysé à suffisance aux paragraphes III et IV. Pour les raisons indiquées plus haut, les expériences anciennes ne répondront probablement pas toutes, ni guère, aux conditions définies. Cela n'empêche pas qu'il serait opportun tout d'abord de procéder à un dépouillement systématique et centralisé de toutes les expériences de valeur faites jusqu'à présent. Ce pourrait être l'œuvre d'un groupement international actif, tel que l'Association Internationale des Ponts et Charpentiers (A.I.P.C.) ou la Réunion des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les matériaux et les constructions.

Il est néanmoins certain que de nouvelles et nombreuses expériences seront nécessaires (fig. 6).

Comme elles sont importantes, il est souhai-

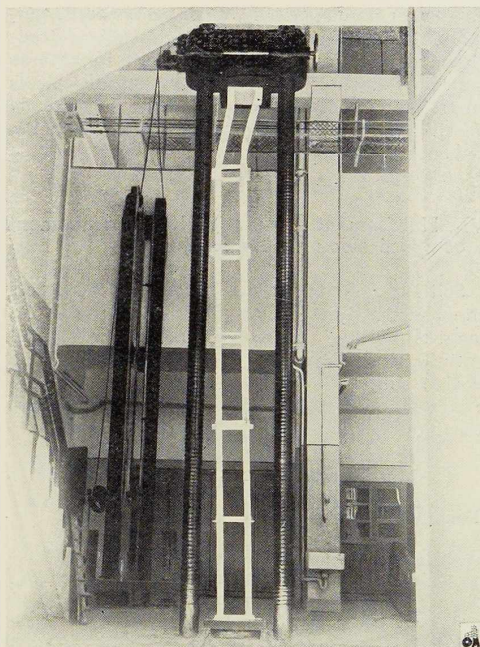


Fig. 6. Machine d'essai pour pièces soumises au flambement.

table aussi que ces expériences nouvelles, qui doivent répondre à des conditions bien définies esquissées plus haut, soient réparties entre plusieurs pays et que leurs résultats soient coordonnés par le même organisme central qui aurait assuré le dépouillement des expériences antérieures.

Ces expériences seraient tout d'abord aussi fondamentales que possible, mais concerneraient tous les phénomènes d'instabilité, le déversement aussi bien que le flambement.

Un progrès considérable aurait été réalisé ainsi et qui rendrait aux constructeurs des services inappréciables.

#### VI. Prise en compte de la déformation d'effort tranchant

Les considérations de M. J. Dutheil ne sont pas nouvelles dans leur principe (5), mais elles s'appliquent d'une manière particulièrement

simple au développement de sa méthode et permettent ainsi de tenir compte des efforts tranchants dans les cas où ils peuvent être importants pour le flambement, c'est-à-dire pour les pièces en treillis et à étrésoillons, auxquelles la méthode de M. Dutheil s'applique d'une façon particulièrement simple.

### VII. Flambement avec flexion (flambement composé selon M<sup>r</sup> Dutheil)

Soit  $M_0$  le moment de flexion dû aux forces transversales indépendantes de l'action des forces longitudinales,  $f_m$  la flèche correspondante. Soit enfin  $\sigma$  le coefficient de sécurité applicable à la flexion simple.

L'équation de résistance par rapport à la limite élastique s'écrit :

$$n + \frac{\Omega n}{W} f + \frac{\sigma M_0}{W} = n_e,$$

d'où

$$n = \frac{n_e - \frac{\sigma M_0}{W}}{1 + \frac{f}{s}} = \frac{n_e'}{1 + \frac{f}{s}}.$$

Tout le problème est ramené par cette formule à un cas de flambement fictif. Mais il faut encore considérer la valeur différente de  $\frac{f}{s}$  qui est égale

$$\text{à } (f_0 + \sigma f m) \frac{n_c}{n_c - n}$$

d'où

$$n + n \frac{f_0}{s} \frac{n_c}{n_c - n} + \frac{\sigma f m}{s} \frac{n n_c}{n_c - n} + \frac{\sigma M_0}{W} = n_e,$$

$$n \left[ 1 + \frac{n_c}{n_c - n} \left( \frac{f_0}{s} + \frac{\sigma f m}{s} \right) \right] = n_e - \frac{\sigma M_0}{W} = n_e'$$

En posant

$$\frac{f_0}{s} + \frac{\sigma f m}{s} = \frac{f_0'}{s},$$

on obtient

$$\left( \frac{n}{n_e'} \right)^2 - \frac{n}{n_e'} \left[ 1 + \frac{n_c}{n_e'} \left( 1 + \frac{f_0'}{s} \right) \right] + \frac{n_c}{n_e'} = 0,$$

équation de flambement fictif.

L'opportunité de ramener l'étude du flambement composé à un cas fictif de flambement simple se recommande pour dissiper la tendance instinctive de beaucoup de praticiens à considérer le flambement composé comme moins dangereux que le flambement simple et à ajouter simplement à la tension de flexion ordinaire la

tension de compression multipliée par le coefficient de majoration de flambage. Ceci revient à négliger l'effet de la flexion sur le flambage, c'est-à-dire le terme  $\frac{\sigma f m}{s}$ . L'inconvénient de la méthode réside dans le fait que le diagramme universel de flambage ne sera pas applicable, à cause de la substitution de  $\frac{f_0'}{s}$  à  $\frac{f_0}{s}$ .

Cet inconvénient pourrait être évité en ajoutant à la courbe fondamentale de flambage simple ( $f_m = 0$ ), des courbes supplémentaires cotées en valeurs de  $\frac{\sigma f m}{s}$ . Ceci peut se faire par le calcul à partir de la courbe fondamentale expérimentale. Cette famille de courbes mettrait bien en évidence l'effet majorant de la flexion sur le flambage.

Selon une autre conception,

$$n \left( 1 + \frac{f_0}{s} \frac{n_c}{n_c - n} \right) + \frac{\sigma M_0}{W} \left[ 1 + \frac{W}{M_0} \frac{f m}{s} \frac{n n_c}{n_c - n} \right] = n_e,$$

$$n \left( 1 + \frac{f_0}{s} \frac{n_c}{n_c - n} \right) + \frac{\sigma M_0}{W} \left[ 1 + \frac{N f m}{M_0} \frac{n_c}{n_c - n} \right] = n_e;$$

on ajoute à la tension normale, multipliée par le coefficient de majoration de flambage, la tension de flexion, multipliée par un coefficient de majoration analogue à celui de flambage et pour lequel on peut établir des tables ou des courbes à partir des valeurs expérimentales. Cette méthode sépare peut-être mieux les deux effets, mais exige l'emploi de deux coefficients différents. C'est celle que préconise M. Dutheil. Comme il faut en tout état de cause déterminer la flèche de flexion ou faire une opération analogue, la première méthode me paraît plus simple et plus sûre.

### VIII. Autre mécanisme d'établissement de formules de flambement

L'analyse du mécanisme d'établissement de formules de flambement faite plus haut, qui est inspirée de l'examen de la méthode de M. Dutheil, m'a remis en mémoire un autre mécanisme qui m'avait intéressé il y a bientôt vingt ans. Il est inspiré d'une étude de M. Léon Descans, intitulée « Contribution à l'étude des pièces chargées de bout » et parue dans le deuxième fascicule



de 1929 des *Annales de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Université de Gand*. L'auteur étudie le cas de la pièce encastrée à une extrémité et libre à l'autre. Ce qui suit est une adaptation au cas fondamental considéré dans la présente note de la pièce articulée aux deux extrémités.

Soit  $N$  l'effort normal engendrant une compression moyenne  $n$ . M. L. Descans définit comme suit la sécurité dans le cas du flambement composé, c'est-à-dire accompagné de flexion indépendante de l'effort normal.

La tension limite étant  $n_m$ , celle due à la flexion  $n_0$ ,  $n$  ne peut dépasser  $n_m - n_0$ . En admettant cette valeur pour  $n$  et en déplaçant  $N = \Omega (n_m - n_0)$  à la limite du noyau central  $s = \frac{W}{\Omega v} = \frac{r^2}{v}$ , la compression maximum devient  $n_0 + 2(n_m - n_0)$ , valeur qui ne peut être dépassée.

Si  $f_m$  est la flèche maximum due à la flexion indépendamment de tout effet de flambement, M. L. Descans démontre la relation approximative

$$f = f_m \frac{N_c}{N_c - N}$$

aussi utilisée par M. Dutheil.

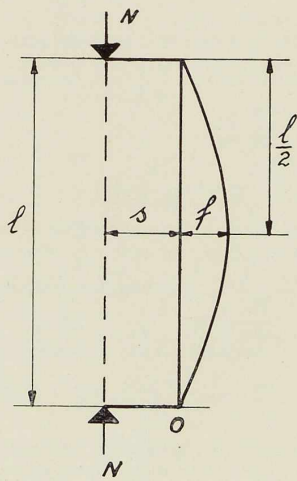


Fig. 7.

Posons

$$\eta = \frac{n}{n_m}, \quad \eta_c = \frac{n_c}{n_m}, \quad \text{d'où} \quad f = f_m \frac{\eta_c}{\eta_c - \eta}.$$

L'effort normal étant excentré de  $s$ , la tension maximum devient

$$n_0 + n + Nf \frac{v}{I} + \frac{Nsv}{I} = n_0 + 2(n_m - n_0)$$

Mais

$$\frac{Nsv}{I} = n_m - n_0, \quad \text{donc} \quad n_0 + n + \frac{Nfv}{I} = n_m.$$

La flèche due au moment  $Ns$ , sans effet de flambage, est  $\frac{Nsl^2}{8EI}$ .

La flèche totale de flambage devient

$$f = \left( f_m + \frac{Nsl^2}{8EI} \right) \frac{\eta_c}{\eta_c - \eta}$$

Donc

$$\frac{n_0}{n_m} + \eta + \frac{\eta_c \eta_c}{\eta_c - \eta} \left[ f_m \frac{v}{r^2} + \frac{n_m}{E} \left( 1 - \frac{n_0}{n_m} \right) \frac{l^2}{8r^2} \right] = 1.$$

Par des considérations de géométrie analytique, M. L. Descans établit une solution approximative qui est

$$\frac{1 + \eta}{2} = \frac{\eta_c - \eta}{\eta_c \left( 1 + \frac{n_0}{n_m} \right)} \quad \text{d'où} \quad \eta = \frac{1 - \frac{n_0}{n_m}}{1 + \frac{n_0}{n_m} + \frac{2}{\eta_c}}$$

formule qui convient pour le flambement composé. Pour le flambement simple

$$n_0 = 0, \quad \text{d'où} \quad \eta = \frac{n}{n_m} = \frac{1}{1 + \frac{2}{\eta_c}} = \frac{1}{1 + \frac{2}{\pi^2} \frac{n_m l^2}{E r^2}}.$$

Cette formule est de la variété de Rankine, considérée sous E) au paragraphe III. En admettant  $n_e = 2n_m$ , on aurait

$$\frac{n}{n_m} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\pi^2} \frac{n_e}{E} \left( \frac{l}{r} \right)^2},$$

qui est la formule du type E avec  $C = \frac{1}{\pi^2}$ ; c'est la valeur limite donnant la courbe de Rankine qui coupe la courbe d'Euler à l'infini. Elle peut encore s'écrire

$$\frac{n\sigma}{n_c} = \frac{1}{1 + \frac{n_c}{n_c}}.$$



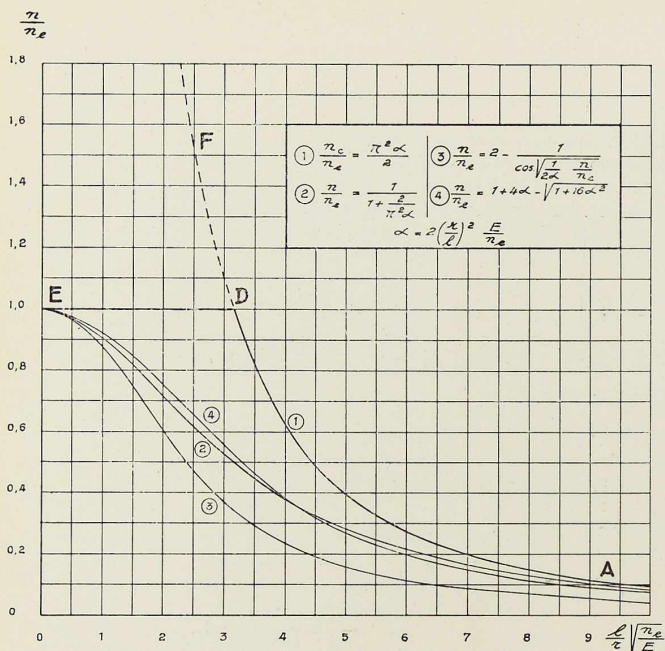


Fig. 8.

Il y correspond  $\frac{f}{s} = \frac{n_e}{n_c}$ .

Il y a quelque analogie entre la méthode de M. L. Descans et celle de M. Dutheil, mais elle ne va pas jusqu'à permettre de comparer des valeurs de  $\frac{f_0}{s}$ , les deux solutions étant assez différentes à ce point de vue.

Elle est cependant plus grande pour le flambement simple que pour le flambement composé.

Dans le cas de flexion composée, schématisé à la figure 7, page 39, on a

$$M = EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -N(s + y).$$

La solution de cette équation est :

$$y = s \left[ \frac{1 - \cos \sqrt{\frac{N}{EI}} l}{\sin \sqrt{\frac{N}{EI}} l} \sin \sqrt{\frac{N}{EI}} x + \cos \sqrt{\frac{N}{EI}} x - 1 \right].$$

On en déduit facilement pour  $x = \frac{l}{2}$

$$f + s = \frac{s}{\cos \sqrt{\frac{N}{EI}} \frac{l}{2}}, \text{ d'où } f = s \frac{1 - \cos \sqrt{\frac{N}{EI}} \frac{l}{2}}{\cos \sqrt{\frac{N}{EI}} \frac{l}{2}}.$$

La section dangereuse correspond à la même valeur de  $x$  et l'équation de limite de tension est :

$$n + N_m (f + s) \frac{v}{I} = 2n_m, \text{ avec } N_m = \Omega n_m$$

d'où

$$2 - \tau_1 = (f + s) \frac{v}{r^2} = \frac{1}{\cos \sqrt{\frac{N}{EI}} \frac{l}{2}}.$$

Ceci donne une nouvelle formule de flambage inédite :

$$\begin{aligned} \tau_1 = \frac{n}{n_m} &= 2 - \frac{1}{\cos \sqrt{\frac{N}{EI}} \frac{l}{2}} \\ &= 2 - \frac{1}{\cos \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{n}{n_e}}} = 2 - \frac{1}{\cos \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\tau_1}{\tau_e}}}; \end{aligned}$$

$$\frac{n}{n_m} = 2 - \frac{1}{\cos \frac{1}{2} \frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_e}{E}} \sqrt{\frac{n}{n_e}}}$$

ou

$$\frac{n\sigma}{n_e} = 2 - \frac{1}{\cos \frac{1}{2} \frac{l}{r} \sqrt{\frac{n_e}{E}} \sqrt{\frac{n}{n_e}}}.$$

Une autre formule de flambage peut être établie en donnant à  $\cos \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\tau_1}{\tau_e}}$  la valeur approximative  $1 - \frac{\pi^2}{8} \frac{\tau_1}{\tau_e}$ .

On obtient :

$$\frac{1}{2 - \tau_1} = 1 - \frac{\pi^2}{8} \frac{\tau_1}{\tau_e}.$$

D'où

$$\tau_1^2 - 2\tau_1 \left( \frac{4\tau_e}{\pi^2} + 1 \right) + \frac{8\tau_e}{\pi^2} = 0;$$

$$\tau_1 = 1 + \frac{4\tau_e}{\pi^2} - \sqrt{1 + \frac{16\tau_e^2}{\pi^4}};$$

$$\tau_1 = \frac{\tau_c}{n_m} = \frac{\sigma n}{n_e} = 1 + \frac{8Er^2}{n_e l^2} - \sqrt{1 + \frac{64E^2 r^4}{n_e^2 l^4}}.$$

Le diagramme de la figure 8 reproduit les trois courbes comparées au diagramme universel idéal de la figure 1. Elles ont été calculées en 1931-1932 par M. J. Lamoën, alors aspirant du Fonds National de la Recherche scientifique à l'Université de Liège pour le cas de la pièce encastree à une extrémité et libre à l'autre. Elles ont été adaptées récemment pour le cas envisagé ici de la pièce articulée aux deux extrémités par M. O. Dauby,



assistant. Elles sont plus basses que les courbes de M. Dutheil. Ceci n'est pas nécessairement une infériorité, selon une remarque du paragraphe V. Mais il est évident que la conception proposée par M. Dutheil est plus simple et plus rationnelle.

Tous les raisonnements qui précèdent concernent uniquement des pièces isostatiques; les cas de liaisons hyperstatiques demandent un examen spécial dans chaque cas.

Pour les cas isostatiques, M. Timoshenko établit (4) que dans le cas d'une courbure initiale de la pièce, affine à l'élastique de flambement, le coefficient de majoration de la flèche initiale  $f_0$  est  $\frac{n_c}{n_c - n}$ . Le moment initial  $Nf_0$  est majoré proportionnellement. Si la pièce est droite et si  $f_0$  représente une excentricité, alors

$$\frac{f}{s} = \frac{f_0}{s} \frac{1 - \cos \sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l}{2}}}{\cos \sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l}{2}}}$$

mais le moment est majoré davantage et devient

$$\frac{Nf_0}{\cos \sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l}{2}}}$$

Enfin, si la flèche  $f_0$  provient d'une sollicitation de flexion latérale, le moment fléchissant dû à cette sollicitation est, en raison du flambement, multiplié par

$$\frac{\operatorname{tg} \sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l}{2}}}{\sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l}{2}}} \text{ ou } \frac{2 \left( 1 - \cos \sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l}{2}} \right)}{\left( \frac{N}{EI} \right)^2 \frac{l^2}{4} \cos \sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l}{2}}}$$

Ces deux dernières expressions, pour les valeurs de  $N$  habituellement très inférieures à la charge critique, sont équivalentes à  $\frac{1}{\cos \sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l}{2}}}$ . Pour

les mêmes valeurs de  $N$  en limitant le développement en série de  $\cos \sqrt{\frac{N}{EI} \frac{l^2}{2}}$  à

$$1 - \frac{N l^2}{EI 8},$$

égal à  $1 - \frac{\pi^2 N}{8 N_c}$ , le coefficient de majoration s'écrit aussi

$$\frac{1}{1 - \frac{\pi^2 N}{8 N_c}} = \frac{\frac{N_c}{N}}{\frac{N_c}{N} - \frac{\pi^2}{8}}$$

Lorsque  $\frac{N_c}{N}$  est assez grand, cette fraction est approximativement égale à  $\frac{n_c}{n_c - n}$ .

On peut donc s'en tenir généralement au facteur de majoration  $\frac{n_c}{n_c - n}$  et il ne semble guère y avoir d'utilité à substituer à la formule

$$\frac{n}{n_c} = \frac{1}{1 + \frac{f_0}{s} \frac{n_c}{n_c - n}}$$

la formule

$$\frac{n}{n_c} = \frac{1}{1 + \frac{f_0}{s \cos \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{n}{n_c}}}}$$

D'autant plus qu'en fin de compte, d'après le paragraphe V, il se recommande plutôt de se rapporter à une courbe limite expérimentale correspondant à une probabilité de ruine assez faible. Ces scrupules mathématiques perdent toute signification en regard de cette conception, surtout pour les grands élancements, pour lesquels il est prudent de ne pas perdre de vue le plus grand risque d'instabilité.

M. Dutheil formule dans son étude quelques remarques au sujet des prescriptions du règlement belge dans le domaine des grands élancements. Elles doivent être considérées attentivement, mais avec la circonspection imposée par le nombre relativement faible de résultats expérimentaux dans ce domaine, où la probabilité de ruine est assez indéterminée et susceptible de croître rapidement.

F. C.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) Ch. MASSONNET, « Réflexions concernant l'établissement des prescriptions rationnelles sur le flambage des barres de fer ». *L'Ossature Métallique*, juillet-août 1950.
- (2) F. CAMPUS, « Remarques sur la notion de la charge critique de flambement ». *Le Génie Civil*, 19 avril 1930.
- (3) F. CAMPUS, « A propos du flambement des arcs ». *La Technique des Travaux*, juin 1930.
- (4) S. TIMOSHENKO, *Theory of Elastic Stability*, 1<sup>st</sup> édition 1930, pp. 186 à 192.
- (5) E. BATICLE, « Le flambement des arcs » (Lettre de l'auteur). *Le Génie Civil*, 23 mars 1929 (1).

(1) Cette lettre contient une erreur de signe dans la formule exprimant l'effet de la déformation d'effort tranchant, qui a fait l'objet d'une correspondance entre M. Aug. Mesnager et l'auteur de la présente note en mai et juin 1931, la formule exacte étant identique à celle qui figure dans l'étude de M. Dutheil.



# CHRONIQUE

## Le marché de l'acier pendant le mois de novembre 1950

	Production acier lingot en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
<b>Novembre 1950</b>	<b>367 939</b>	<b>240 286</b>	<b>608 225</b>
Septemb. 1950	394 307	243 085	637 392
<b>Janvier-nov. 1950</b>	<b>3 357 734</b>	<b>2 225 067</b>	<b>5 582 801</b>
Jan.-nov. 1949	3 482 289	2 110 071	5 592 360

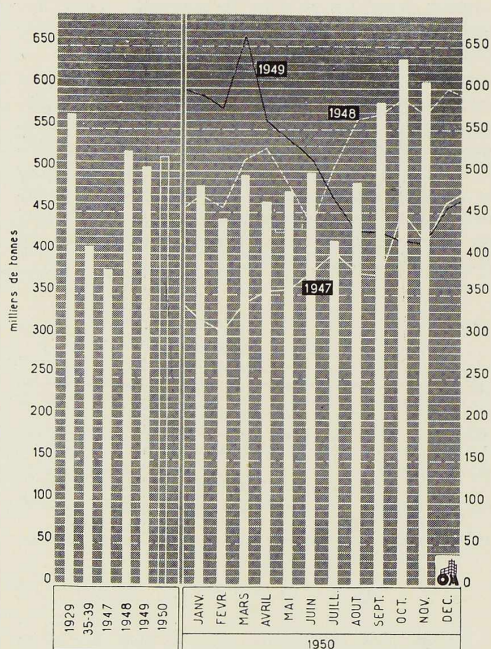


Fig. 1. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

Le nombre réduit des journées de travail et une grève locale de cokerie sont les causes de la diminution du tonnage produit en novembre, par rapport au mois d'octobre, diminution qui est très faible pour le Luxembourg, mais assez sensible pour la Belgique.

La pénurie mondiale d'acier se maintient et s'est même accentuée au courant du mois de novembre. Dans la plupart des pays producteurs, on réintroduit des contrôles d'attribution tant pour la consommation intérieure que pour l'exportation. La production est partout poussée vers l'extrême, et néanmoins les délais de fourniture sont anormalement longs et les usines se voient souvent obligées de décliner des propositions nouvelles pour des tonnages parfois importants.

A Genève, la Division Acier et Energie Electrique, du Comité Economique de l'Europe, Division dont la direction vient d'être reprise par Miss Ackroyd, a publié un rapport qui prévoit pour l'année 1951 une production totale d'acier brut, pour les pays de l'Europe, sauf l'U. R. S. S., de 69 millions de tonnes. Une telle production, qui marquerait une avance d'environ 9 millions de tonnes par rapport à 1950, posera des problèmes d'approvisionnement en matières premières, minerais, mitrailles et surtout de charbon.

Nos usines rencontrent déjà des difficultés de cet ordre, du moins en ce qui concerne le charbon. Un premier envoi de fines à coke américain est arrivé en Belgique, au courant du mois. La consommation de mitrailles est plus forte et les prix ont encore subi des hausses.

On signale que sous les auspices de l'O. E. C. E., on construira aux Usines d'Ougrée-Marihaye (de même qu'aux aciéries de Oberhausen, Allemagne), un bas fourneau expérimental qui sera alimenté au charbon au lieu de coke, et soufflé avec du vent enrichi d'oxygène.

Espérance-Longdoz a mis en route son train à chaud à larges bandes; aux Usines Métallurgiques du Hainaut un train moderne remplacera incessamment l'ancien blooming, ce qui entraînera une diminution provisoire de production à cette usine.



## Marché intérieur

L'approvisionnement du marché intérieur se fait sur la base des assurances données par les producteurs et aux prix réduits, dans le sens de la politique gouvernementale. Les usines luxembourgeoises, contrairement à des rumeurs qui persistaient depuis quelque temps, appliquent les mêmes taux en Belgique. Ces prix ne sont cependant valables qu'en Belgique même. Pour le Congo belge et la Hollande, on a maintenu les cotations antérieures, soit 4 000 francs pour le Congo et 4 100 francs pour la Hollande, franco Amsterdam.

Les expéditions de Fabrimétal ont atteint, en octobre, le total de 156 040 tonnes, comprenant notamment :

	Octobre	Sept.
Produits de la tôle . . . . .	29 402	27 806
Accessoires métalliques du bâtiment . . . . .	11 445	13 328
Ponts et charpentes . . . . .	19 824	16 864
Matériel de chemins de fer et tramways . . . . .	2 715	2 123

Le volume des commandes a atteint en octobre un niveau général satisfaisant, soit 3 177 millions de francs. Certains départements subissent cependant encore un chômage important; c'est le cas surtout des secteurs matériel de chemins de fer et ponts et charpentes. Une situation meilleure est constatée dans les départements : tréfilerie, machines-outils matériel électrique. Un récent accord avec l'U. R. S. S. prévoit 150 millions pour la réparation de navires russes.

## Marché extérieur

Les marchés subissent de plus en plus l'influence de la situation critique internationale. Les exportations d'octobre ont atteint le chiffre de 350 000 tonnes, ce qui constitue un record pour l'année en cours.

Par ailleurs, de nombreuses propositions d'affaires ne trouvent pas preneur, tant la demande est forte.

La liste des échanges établis en annexe de l'accord avec l'U. R. S. S. comporte 64 000 tonnes de produits laminés, à fournir du 1<sup>er</sup> mai 1950 au 1<sup>er</sup> mai 1951. Y figurent, d'autre part, des câbles, des chaudières et autres constructions métalliques et mécaniques.

Un nouvel accord avec la Yougoslavie comporte un total de 85 millions de francs de produits sidérurgiques et 700 millions pour des installations de mines, de production de coke et sous-produits, etc.

## La sidérurgie dans le monde

### Etats-Unis

D'une économie de guerre partielle, les Etats-Unis se dirigent visiblement vers une économie de guerre complète. On prévoit que dès le mois de juin 1951, les commandes militaires et autres commandes prioritaires absorberont 40 à 45 % de la production des produits laminés. L'industrie pétrolière seule devra recevoir 12 millions de tonnes d'acier. Le programme de construction de wagons, initialement prévu pour 10 000 unités par mois, a été porté à 11 000 unités, avec une consommation d'acier de 275 000 tonnes par mois. La main-d'œuvre de la seule industrie des constructions métalliques est appelée à passer de 6 à 9 millions d'unités.

Des restrictions sévères sont prévues par la *National Production Authority* en ce qui concerne la consommation civile, pour le premier semestre 1951. D'autre part, le 6 décembre, le Département du Commerce a mis l'embargo sur toutes livraisons à destination de la Chine, de Hong-Kong et de Macao.

Le Gouvernement engage toujours les industriels à augmenter leur capacité de production. Il préconise actuellement de porter la capacité de production à environ 115 millions de tonnes métriques. La plupart des aciéries suivent d'ailleurs cette tendance. *Armco Steel Corporation* a mis au point un nouveau programme d'extension, plan selon lequel cette société portera sa capacité de 4 à 4,8 millions de tonnes métriques pour fin 1952. Elle construira notamment un haut fourneau d'une capacité journalière de 1 360 tonnes. D'autre part, *United States Steel Corporation* augmentera sa capacité de 1,5 million de tonnes et *Sharon Steel Corporation* ajoutera une capacité de 0,5 million de tonnes au 1,3 million de capacité existante.

La production se maintient au niveau record. Les hausses de prix prévues se réalisent peu à peu. Elles atteignent 5 % pour les aciers marchands et les tôles et sont dues notamment aux augmentations de salaires qui sont généralement de 12 à 16 cts à l'heure, soit environ 10 % des taux appliqués.

### Angleterre

La production d'octobre a atteint 1 432 000 tonnes (1 425 000 en septembre). La demande dépasse néanmoins largement les possibilités de fourniture. L'exportation devra être limitée et la



*British Iron and Steel Corporation*, qui contrôle toutes les exportations, est pratiquement hors marché, les derniers temps.

On s'attend au rétablissement général du système d'allocation, alors que la production totale de l'année dépassera le programme établi et atteindra sans doute 16,5 millions de tonnes. En Ecosse, les usines qui avaient été arrêtées au cours de l'été, sont remises en marche. L'Angleterre espère importer d'Allemagne, d'ici juin 1951, 600 000 tonnes de mitrilles indispensables pour maintenir la cadence de production actuelle.

Les prix tendent vers la hausse. On prévoit d'ailleurs que les tarifs des chemins de fer subiront prochainement une majoration de 15 %.

### France

La France s'est également vue obligée d'introduire des mesures de contrôle des ventes à l'exportation, afin d'écartier les intermédiaires non qualifiés et mieux assurer l'approvisionnement intérieur et extérieur. La France ainsi que la Sarre semblent vouloir suspendre l'exportation de produits sidérurgiques vers l'Allemagne en raison des livraisons insuffisantes de charbon de celle-ci. Le pays subit particulièrement la pénurie de charbon, au point qu'elle importera 600 000 tonnes d'Amérique. Une partie de ce charbon sera traité dans des fours à coques hollandais, l'équipement français s'avérant insuffisant.

La production a atteint en octobre 1 050 000 tonnes (septembre : 912 000), Sarre comprise. On signale une hausse du prix des minerais français à 670 francs, contre 585 antérieurement.

Dans le sens de la rationalisation de la production, vient de se constituer l'Union Sidérurgique Lorraine (SIDELOR), basée sur la Société Lorraine des Aciéries de Rombas et englobant la C<sup>e</sup> des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, la Société des Aciéries de Micheville, la Société Générale de Fonderie et la Société des Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson. Aux Laminoirs de Beaufort (Aisne), on a inauguré le 5 novembre un nouveau laminoir à tôles minces.

Les pourparlers au sujet du Plan Schuman semblent avoir atteint le stade final. On a trouvé une solution pour le problème de la péréquation des prix du charbon, par le relèvement des prix allemands au niveau des prix français. Pour la Belgique, la solution envisage une discrimination entre la consommation générale et celle de la sidérurgie et une compensation échelonnée, couverte par l'Allemagne, la Hollande et par le Gou-

vernement belge, avec, pour but final, le nivellement des prix de revient. Il a été établi un programme de financement basé sur des prélèvements sur la production de charbon et d'acier. La Haute Autorité aurait un budget de 150 millions de dollars par an.

### Allemagne

La production d'octobre s'établit à 1 135 000 tonnes contre 1 090 000 tonnes, le mois précédent. La Haute Commission Interalliée a autorisé l'Allemagne de l'Ouest à dépasser de 300 000 tonnes, pendant le quatrième trimestre, le niveau de production établi à 11,1 millions de tonnes pour toute l'année. L'enregistrement de commandes dépasse, depuis des mois, les tonnages produits. Les autorités se sont vues amenées à suspendre, jusqu'à nouvel ordre, toute demande de licences pour l'exportation. Il est question de reconstruire un train continu à bandes et tôles moyennes, la pénurie de tôles étant particulièrement ressentie en Allemagne.

Les prix ont haussé de 26,50 DM par tonne. Les charbons sont également en hausse, de 4,50 DM par tonne et les mitrilles sont passées de 73 à 92 DM, à partir du 20 novembre. Les négociations germano-suédoises ont abouti à des contrats totalisant 4,4 millions de tonnes de minerai pour 1951. Un million de tonnes sera importé d'Espagne et de l'Afrique du Nord et 4 500 000 tonnes en provenance de Terre-Neuve. Etant donné les difficultés d'approvisionnement, on a commencé l'exploitation des gisements de la Forêt Noire, à Kahlenberg notamment, gisements qui fournissent un minerai d'une teneur de 20 % seulement.

A l'Exposition Industrielle de Berlin, qui a fermé ses portes le 15 octobre, l'Association de l'Industrie du fer et de l'acier avait organisé une participation collective de grande envergure. La revue *Stahl und Eisen*, du 23 novembre, a publié une description détaillée de cette participation (fig. 2).

La question de la réorganisation de l'industrie lourde de la Ruhr n'a pas encore trouvé de solution définitive. Le nombre des sociétés sidérurgiques qui se partageront les usines, la possession par elles d'exploitations charbonnières propres, l'augmentation de la production tolérée, autant de questions auxquelles sont intéressées les autorités interalliées, les industriels allemands, le Gouvernement de l'Allemagne de l'Ouest et même les syndicats ouvriers et dont la solution aura de nombreuses répercussions. Ces problèmes ont fait





l'objet d'une étude parue dans *The Economist* du 18 novembre 1950.



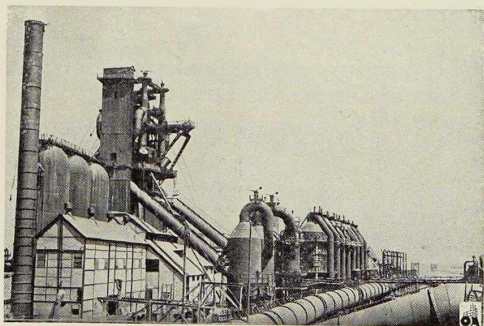
**Fig. 2.** Exposition industrielle de Berlin.

#### U. R. S. S.

On ne possède toujours pas de données précises concernant la production de la Russie ni de ses pays satellites. On sait que les dirigeants désirent amener la production d'acier en U. R. S. S., pour 1960, à quelque 60 millions de tonnes par an. A l'heure actuelle, bien que la création de nouvelles usines semble se poursuivre rapidement, la production n'atteint certainement pas la moitié de ce tonnage et se situe plus vraisemblablement entre 25 et 27 millions de tonnes. Nous reproduisons la photographie d'un haut fourneau remis en exploitation aux usines Zaporozstal (fig. 3).

#### Canada

L'acier est placé sous contrôle, à partir du



**Fig. 3.** Haut fourneau remis en exploitation aux usines de Zaporozstal (U. R. S. S.).

1<sup>er</sup> janvier 1951. Son emploi sera interdit dans les constructions non essentielles. La production est en progrès et s'est élevée, en octobre, à 285 655 tonnes, contre 252 965 en septembre.

#### Japon

On prévoit pour 1951-1952 une production de 4 millions de tonnes, dont 7 à 800 000 tonnes à exporter.

#### Mexique

La production, qui était de 163 000 tonnes en 1948 et de 300 000 tonnes en 1949, est appelée à atteindre 375 000 tonnes en 1952, tonnage correspondant à 80 % de la consommation du pays.

#### Visite d'architectes

Le C. B. L. I. A. a organisé, le 25 novembre 1950, une visite de bâtiments et chantiers de Bruxelles à l'intention des architectes de la Société Centrale d'Architecture de Belgique (S.C.A.B.).

Les participants, ayant en tête M. H. Lacoste, Président de la SCAB, ont visité l'immeuble du Ministère des Finances, en construction, rue Ducale, le nouvel immeuble de la Compagnie Belge des Chemins de fer et d'Entreprises ainsi que le nouveau bâtiment de l'Office des Chèques Postaux.

Des exposés sur les constructions visitées ont été faits par MM. H. Peeters, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, Roelants, de la Société des Ateliers de Construction de Willebroeck; Postiaux, Directeur de la Compagnie Belge des Chemins de fer et d'Entreprises; H. Meunier, Directeur technique à l'Administration des Postes et V. Bourgeois, Architecte-Urbaniste.

#### Extension du Hall de la Métallurgie à la Foire Internationale de Liège

Le grand hall de la Foire de la Métallurgie, de 15 000 m<sup>2</sup> couverts, a fait l'objet, cette année, d'une première extension de 2 800 m<sup>2</sup>.

L'ossature de la façade principale, de 92 mètres de largeur et 16 mètres de hauteur, sera tout entière démontée, puis reposée 30 mètres plus avant, tandis qu'une nouvelle charpente, ayant les mêmes caractéristiques que l'existante, sera construite dans l'espace rendu disponible de 92 x 30 mètres. Le hall aura une longueur totale de 190 mètres depuis la façade postérieure jusqu'à la façade principale déplacée.

La Direction de la Foire exécutera en même temps les projets de décoration étudiés par l'Architecte G. Dedoyard. L'étude de l'ossature métallique a été effectuée par le Bureau Robert et

Musette, qui avait déjà réalisé le bâtiment existant. Les Ateliers Mambour, de Huy, ont reçu la commande de l'exécution, du démontage des parties existantes et du montage de la nouvelle ossature.

### Concours de la Lincoln Arc Welding Foundation

La James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland (U. S. A.), a institué, en 1950, un concours de projets de ponts soudés, doté de plusieurs prix et mentions honorables.

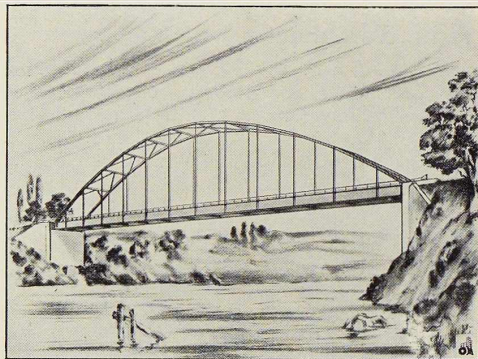


Fig. 4. Premier prix du Concours Lincoln.

Le pont à projeter devait être un pont-route pour deux files de véhicules de 76,25 m (250 ft) de portée. Le premier prix de 5 000 dollars (250 000 francs belges) a été attribué à M. James H. Jennison pour un pont en arc avec poutres de raidissement de 1,50 m de hauteur (fig. 4). Le second prix, de 2 500 dollars (125 000 francs belges), a été attribué à l'Ingénieur Ernst Amsutz, de Zurich (Suisse), pour un projet de pont

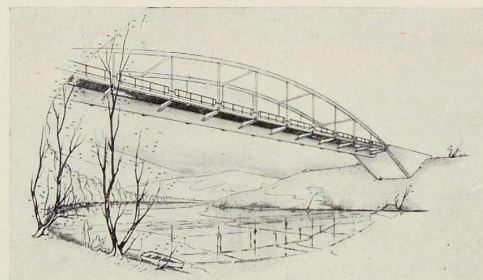
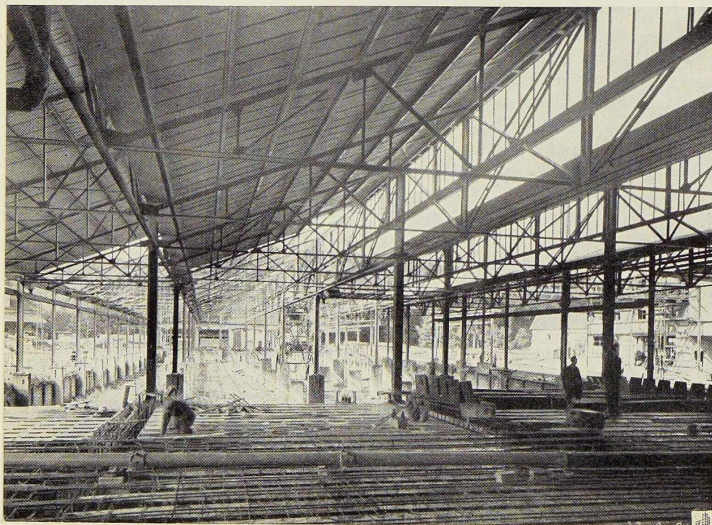


Fig. 5. Deuxième prix du Concours Lincoln.

en arc élané à deux articulations, avec une seule poutre de raidissement de forme semi-cylindrique, située dans l'axe du tablier (fig. 5).

### Congrès International de la Soudure

L'Institut International de la Soudure tiendra, du 14 au 21 juillet 1951, un Congrès International à Londres et à Oxford. Pour tous renseignements concernant ce Congrès, on est prié de s'adresser à l'Institut Belge de la Soudure, 21, rue des Drapeaux, à Bruxelles.

### Prix d'Architecture Van de Ven 1951

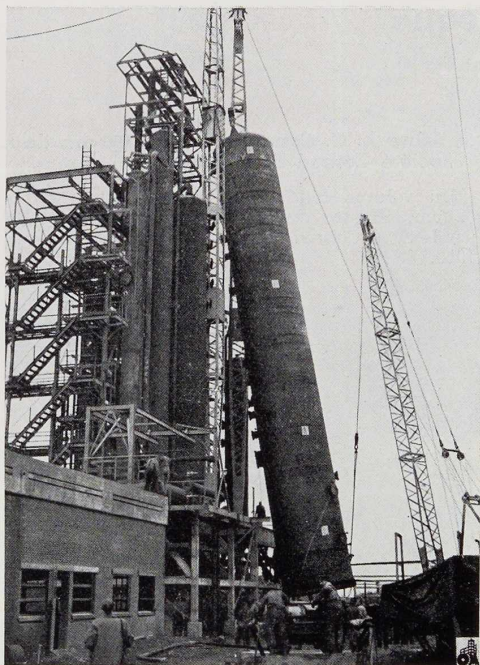
Le Prix d'Architecture annuel Van de Ven 1951 sera attribué, pour la quinzième fois, au cours de la réunion du Jury, qui aura lieu le 13 février 1951. Les Architectes, désireux de participer à l'attribution du Prix, sont priés de faire parvenir leur adhésion, ainsi que leurs plans, avant le 31 janvier 1951, à l'adresse du Secrétariat du Prix d'Architecture Van de Ven, 48, rue de l'Ecuyer, à Bruxelles.

### Construction de halls industriels au Grand-Duché de Luxembourg

La S. A. des Etablissements Paul Wurth, à Luxembourg, a été chargée, par *The Goodyear Tire & Rubber Cy*, de la construction et du montage de ses nouveaux halls de fabrication, à Colmar-Berg (Grand-Duché) (fig. 6).

Le bâtiment comporte des toitures en shed, les faites se trouvant dans le sens longitudinal.

Fig. 6. Charpente du nouveau hall de la Goodyear Tire & Rubber Cy en cours de montage.



**Fig. 7.** Montage d'une tour de distillation de 30 m de hauteur et de 4 m de diamètre au port pétrolier d'Anvers.

Il y a trois sections à étage, dont deux ont une toiture du même type, tandis que la troisième, prévue pour être rehaussée, sera pourvue d'une toiture-terrasse. Le poids de charpente métallique de cette construction est de 1 000 tonnes environ.

### Conférences organisées par le C. B. L. I. A.

Le C. B. L. I. A. organise aux mois de janvier et février deux conférences dont voici les détails :

— Le 8 janvier 1951, à 17 heures, à la Société Royale Belge des Ingénieurs et Industriels (S. R. B. I. I.), 3, rue Ravenstein, à Bruxelles, M. L. De Kesel, Ingénieur en Chef-Directeur du Service Technique du Port d'Anvers, fera un exposé sur *L'Evolution du Port d'Anvers*.

— Le 9 février 1951, à 17 heures, à Fabrîmétal,

**Fig. 8.** Chargement à Anvers des voitures-lits destinées aux chemins de fer de Mozambique.

21, rue des Drapiers, à Bruxelles, M. Pierre Peïssi, Directeur de l'O. T. U. A. à Paris, parlera de *La menuiserie métallique*.

### Décès de M. Fernand Courtoy, Administrateur du C. B. L. I. A.

M. Fernand Courtoy, Ingénieur A. I. Lg. et A. I. M., Président, Administrateur-Délégué de la S. A. Bureau d'Etudes Industrielles Fernand Courtoy (B. E. I.) et administrateur de nombreuses sociétés, est décédé à Bruxelles, le 15 décembre 1950.

Le défunt compte parmi les fondateurs du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, dont il était Administrateur depuis l'origine; en cette qualité, il n'avait cessé de lui donner ses avis éclairés et empreints de la plus grande largeur de vue.

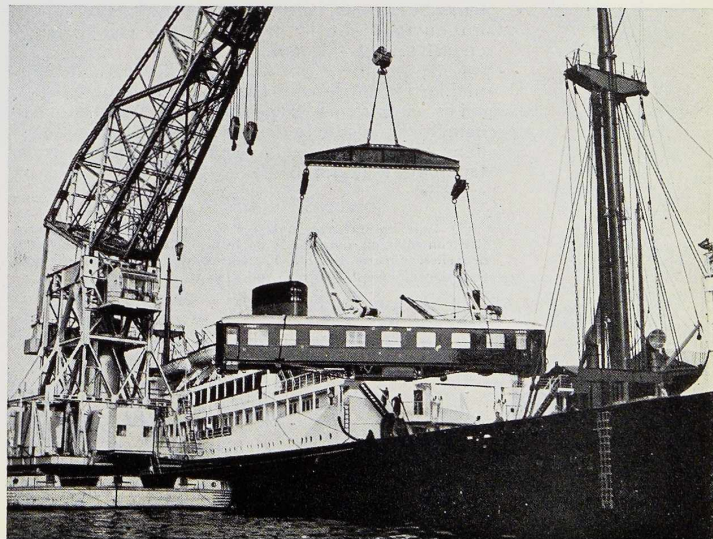
M. Courtoy était titulaire de plusieurs distinctions honorifiques belges et étrangères. L'A. I. Lg., pour reconnaître ses hauts mérites, lui a décerné sa médaille d'or.

### Fourniture de voitures-lits aux chemins de fer de Mozambique (Afrique)

La Brugeoise et Nicaise & Delcuve vient de fournir aux Chemins de fer de Mozambique six voitures-lits de première et deuxième classes (fig. 8).

Ces voitures, d'une tare approximative de 37 tonnes, possèdent des compartiments pour 34 voyageurs couchés. Le châssis a une largeur de 18,685 m; la caisse, dont la largeur est de 2,927 m, est métallique, avec revêtement en tôles de 2 mm d'épaisseur pour les parois latérales et de 1,5 mm pour la toiture. Le plancher est double avec une isolation en liège.

Photo M. Van den Broucke.



## Bibliothèque

### Nouvelles entrées (1)

#### **The Rolling of Metals, vol. I (Le laminage des métaux)**

par R. UNDERWOOD.

Un volume relié de 344 pages, format 15 × 23 cm, illustré de 142 figures. Edité par Chapman & Hall Ltd, Londres, 1950. Prix : £ 2.2.0.

Ce livre a pour origine le rapport spécial de l'auteur à la Sous-Commission des Laminaires de la British Iron & Steel Federation, chargée d'étudier le problème de laminage dans son ensemble. Le présent volume, écrit par un spécialiste, découvre les aspects fondamentaux de la technique de laminage. Il constitue une contribution des plus utiles à l'étude de cet important problème.

#### **Structural Steel (L'acier dans la construction)**

Une brochure de 64 pages, format 28 × 21 cm, illustrée de nombreuses figures. Editée par l'American Institute of Steel Construction (A. I. S. C.), New-York, 1950.

Cette brochure, bien présentée, montre par le texte et l'image l'importance jouée par l'acier dans les différents domaines de la construction moderne. Il donne également des indications sur l'activité de l'A. I. S. C.

#### **Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen (Résistance au feu des constructions en acier), première partie**

par E. GEILINGER et C. F. KOLLBRUNNER.

Un ouvrage de 72 pages, format 17 × 22 cm, illustré de 15 figures et 6 abaques. Edité par Lee-mann, Zurich, 1950.

MM. Geilinger et Kollbrunner viennent de publier dans la série des communications de la Commission Technique de l'Union des Constructeurs Suisses de Ponts et Charpentes métalliques, un ouvrage sur la protection des constructions en acier contre le feu.

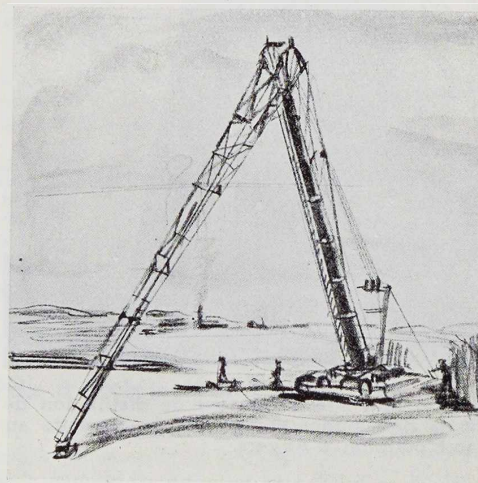
Cette première partie, dont l'intérêt est indéniable, expose le côté théorique du problème.

Les auteurs se proposent de publier prochainement les résultats d'expériences faites en Suisse dans le domaine de la sécurité au feu des constructions métalliques.

(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).

#### **50 Jahre A. G. Conrad Zschokke (50 ans de la Société Conrad Zschokke)**

Un volume relié de 68 pages, format 23 × 32 cm, illustré de nombreuses gravures. Edité par la S. A. Conrad Zschokke, Döttingen (Suisse), 1950.



A l'occasion de son jubilé d'or, la Société Zschokke vient d'éditer un bel ouvrage retraçant l'histoire de cette firme depuis un demi-siècle. Le texte du volume porte l'empreinte du spirituel Directeur de la Société, Dr C. F. Kollbrunner; quant aux illustrations, elles sont l'œuvre du peintre H. R. Meyer. La figure ci-dessus reproduit une de ces illustrations.

#### **Tabellen der Maximalquerkräfte und Maximalmomente durchlaufender Träger, 4<sup>e</sup> édition (Tableaux des efforts tranchants maxima et des moments maxima des poutres continues)**

par W. KAPFERER.

Une brochure de 131 pages, format 12 × 18 cm, illustrée de 18 schémas. Editée par Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1950. Prix : 7,80 D. M.

Bien que de nombreuses autres publications aient été éditées depuis 1938, date de la troisième édition (analysée dans *L'Ossature Métallique*,





SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE SIDÉRURGIE  
S. A.

1a, RUE DU BASTION (ELITE HOUSE) BRUXELLES  
TÉLÉPH. : 12.31.70 (4 LIGNES) 12.00.53 (3 LIGNES) — C. C. P. 33.97  
TÉLÉGR. : SIDÉRUR-BRUXELLES — REG. COMM. : BRUX. 207.794

**S**  
**SIDERUR**

VOUS OFFRE TOUTE LA GAMME  
DES PROFILÉS MOULURÉS A FROID  
POUR LA CONSTRUCTION DE :

*Vos meubles métalliques*  
*Vos charpentes légères*  
*Vos vitrages sans mastic*  
*Vos voitures métalliques pour*  
*chemins de fer etc.... etc....*

Consultez-la pour tout profil spécial pouvant être  
mouluré à froid hors feuillard laminé à chaud.



n° 5-1939), cette brochure continuera à rendre service aux ingénieurs de bureaux d'études pour la facilité de résolution des valeurs maxima des moments fléchissants dans le cas de poutres continues à deux, trois ou quatre travées.

#### **Le port de Gand, 1949**

Une brochure de 103 pages, format 16 × 24 cm, illustrée de nombreuses figures. Editée par l'Administration Communale de Gand.

*L'Ossature Métallique* a donné, dans son n° 2-1950, p. 120, un compte rendu de l'ouvrage relatant l'activité portuaire de Gand en 1948. La présente brochure donne un aperçu général de l'activité du port de Gand en 1949. Elle insiste une fois de plus sur la nécessité de construire une nouvelle écluse à Terneuzen.

#### **L'Année ferroviaire 1950**

Un ouvrage de 238 pages, format 14 × 23 cm, illustré de plusieurs figures. Edité par Plon, Paris, 1950.

*L'Année ferroviaire* continue son intéressante carrière, commencée il y a quatre ans.

La nouvelle édition, comme d'ailleurs les précédentes, contient dans sa première partie plusieurs études originales signées de personnalités éminentes. Signalons notamment l'exposé du Général Bergès, ancien représentant de la France à la Commission interalliée des Chemins de fer sur le rôle primordial joué par les transports ferroviaires dans les opérations militaires de la dernière guerre, ainsi que les articles de M. L. M. Jouffroy, Ingénieur en chef à la S.N.C.F. sur les Relations du rail et de la route à l'origine des chemins de fer et M. Maxime Poncet, Directeur de la Région Sud-Est de la S.N.C.F., sur l'Electrification de la ligne Paris-Lyon.

La seconde partie reprend, en les mettant à jour, les rubriques et les statistiques publiées dans les éditions antérieures relatives à l'activité des Chemins de fer français et étrangers.

#### **Echelles de conversion des unités anglo-saxonnes en unités métriques**

par J. BERNOT.

Un ouvrage de 40 pages, format 19 × 30 cm. Edité par Dunod, Paris, 1950. Prix : 540 francs français.

Cet ouvrage, qui apporte aux techniciens des vues clairement présentées sur les systèmes d'unités métriques et les systèmes anglo-saxons d'unités, contient notamment des échelles de conversion. Ces échelles sont des graduations logarithmiques, photographiées sur une règle à calcul spécialement exécutée. L'ouvrage de l'Ingénieur Bernot constitue un instrument de tra-

vail utile aux lecteurs d'ouvrages et de périodiques techniques étrangers.

#### **Calcul des tuyaux,**

par Ph. ONIGA.

Un ouvrage relié de 149 pages, format 15 × 25 cm, illustré de 46 figures. Edité par Matémine, Paris, 1950.

Le but de l'ouvrage de l'Ingénieur Oniga est de mettre au point les résultats concernant le calcul des tuyaux transporteurs de fluide. Les principaux chapitres de cet intéressant livre, rédigé par un praticien et accompagné de nombreux tableaux et abaques, sont les suivants : Calcul des diamètres intérieurs — Calcul des pertes de charge — Choix des matériaux et calcul de l'épaisseur des tubes — Effets divers — Essais et mesures — Conduite des calculs et exemples numériques.

#### **DICTIONNAIRES TECHNIQUES**

*L'Ossature Métallique* a déjà signalé l'utilité des dictionnaires techniques pour l'ingénieur moderne soucieux de se tenir au courant des progrès de la technique mondiale.

Nous venons de recevoir trois dictionnaires techniques édités récemment en France et qui, à leur tour, rendront des services aux ingénieurs qui doivent rester en contact avec la documentation étrangère. Ce sont :

#### **Lexique technique anglais-français**

par Guy MALGORN, 3<sup>e</sup> édition.

Un ouvrage de 332 pages, format 13 × 21 cm. Edité par Gauthier-Villars, Paris, 1950. Prix : 1 300 francs français.

#### **Vocabulaire technique anglais-français et français-anglais**

par F. CUSSET, 3<sup>e</sup> édition.

#### **Vocabulaire technique allemand-français et français-allemand**

par F. CUSSET. Nouvelle édition.

Deux volumes reliés respectivement de 615 et 358 pages, format 12 × 16 cm. Edités par Berger-Levrault, Paris, 1949. Prix : 450 et 400 francs français.

L'ouvrage de M. Guy Malgorn contient la traduction française des termes techniques anglais utilisés dans les domaines suivants : machines-outils, mines, moteurs à combustion interne, aviation, électricité, métallurgie, etc.

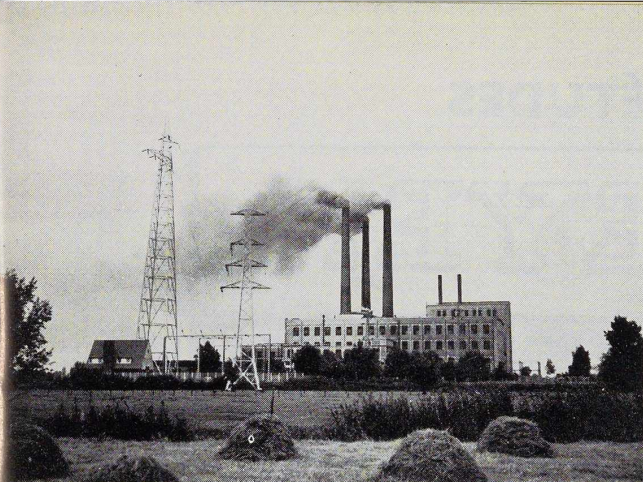
De leur côté, les vocabulaires de l'ingénieur Cusset se rapportent aux termes techniques en usage en métallurgie, mines, électricité, mécanique et sciences.



# BESSEMER

*50 ans d'expérience*

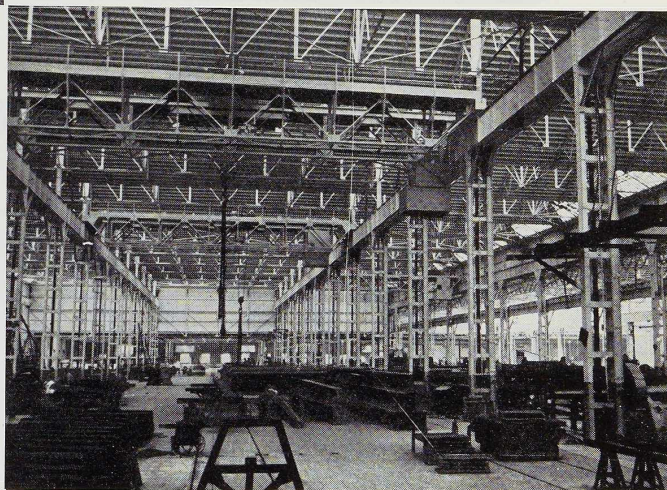
UNE TRADITION : LA QUALITÉ



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

## BESSEMER

RÉPOND A TOUS VOS PROBLÈMES  
DE PROTECTION ANTIROUILLE

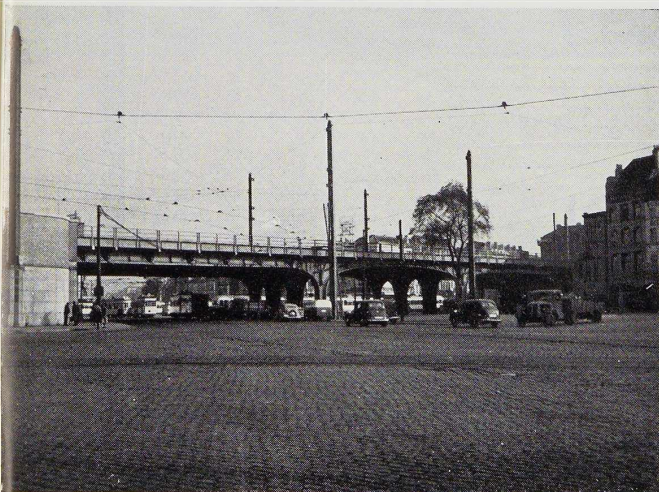


Ateliers métallurgiques de Nivelles, charpentes peintes en **Bessemer**.

## PHENALU

PEINTURE BITUMINEUSE POUR ATMOS-  
PHÈRES ET UTILISATIONS SPÉCIALES

*Peintures*  
*Vernis*  
*Emaux*



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

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

SOCIÉTÉ D'ÉTUDES

**VERDEYEN**



**MOENAERT**

INGÉNIEURS-CONSEILS A. I. Br.

CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

GÉNIE CIVIL

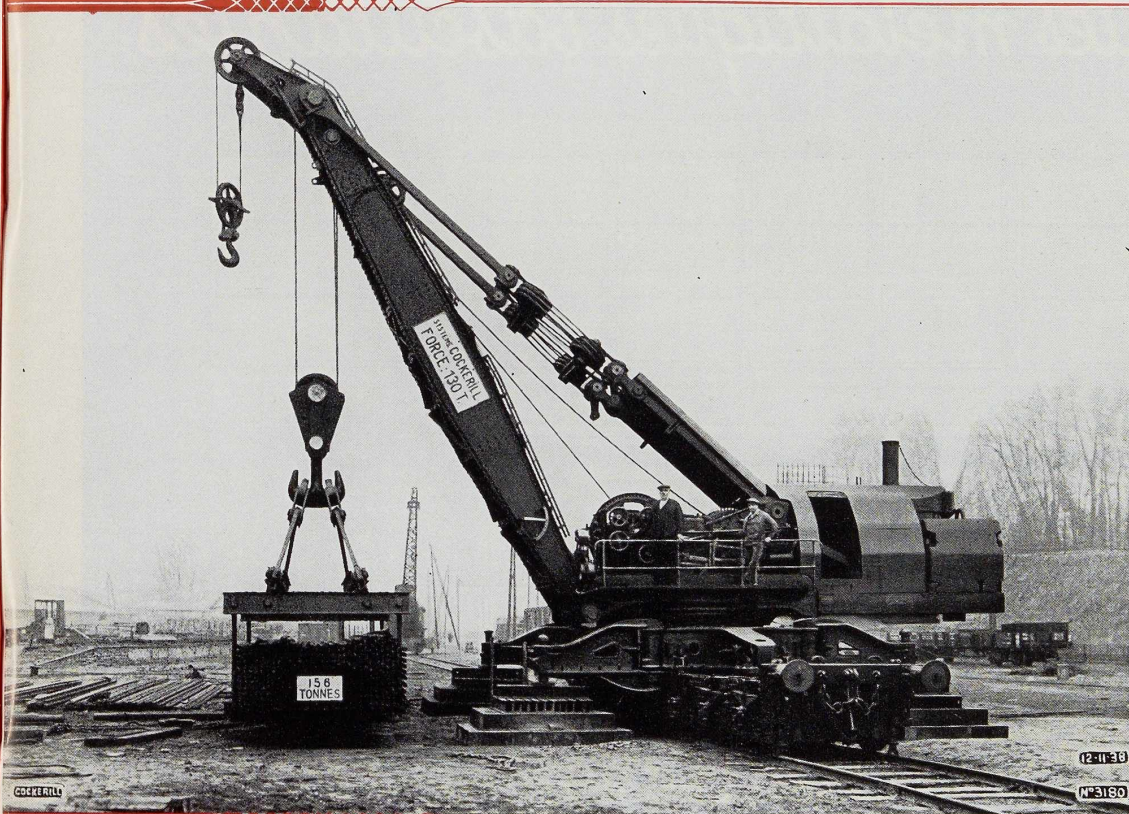
MÉCANIQUE DU SOL

FONDATIONS

RUE GUIMARD, 15<sup>A</sup>, BRUXELLES. TÉL. : 12.18.14 - 12.24.41

PUBLIGUY





Grue de dépannage pour chemins de fer 130 T à 6,25 m de portée (S. M. C. F. F.).

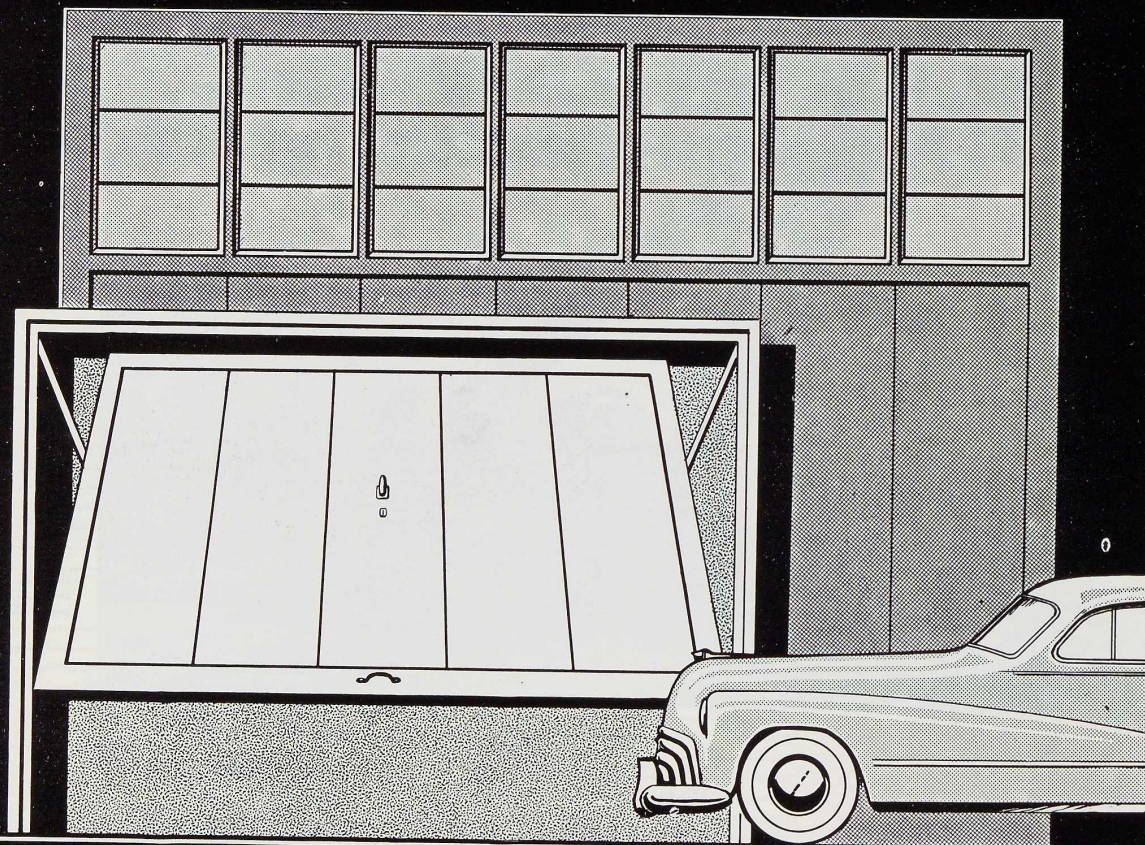
METALLURGIE · CONSTRUCTIONS  
MECANIQUES & METALLIQUES  
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING · BELGIQUE

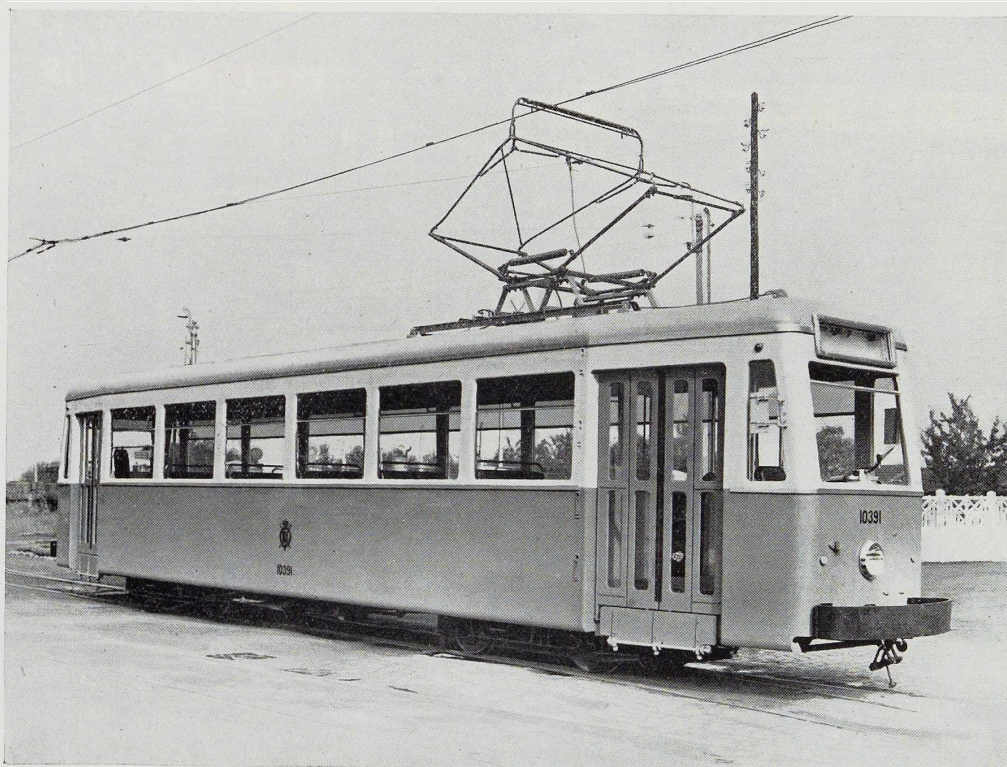
# Portes métalliques basculantes



# VANDERPLANCK

FAYT - LEZ - MANAGE (BELGIQUE)

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



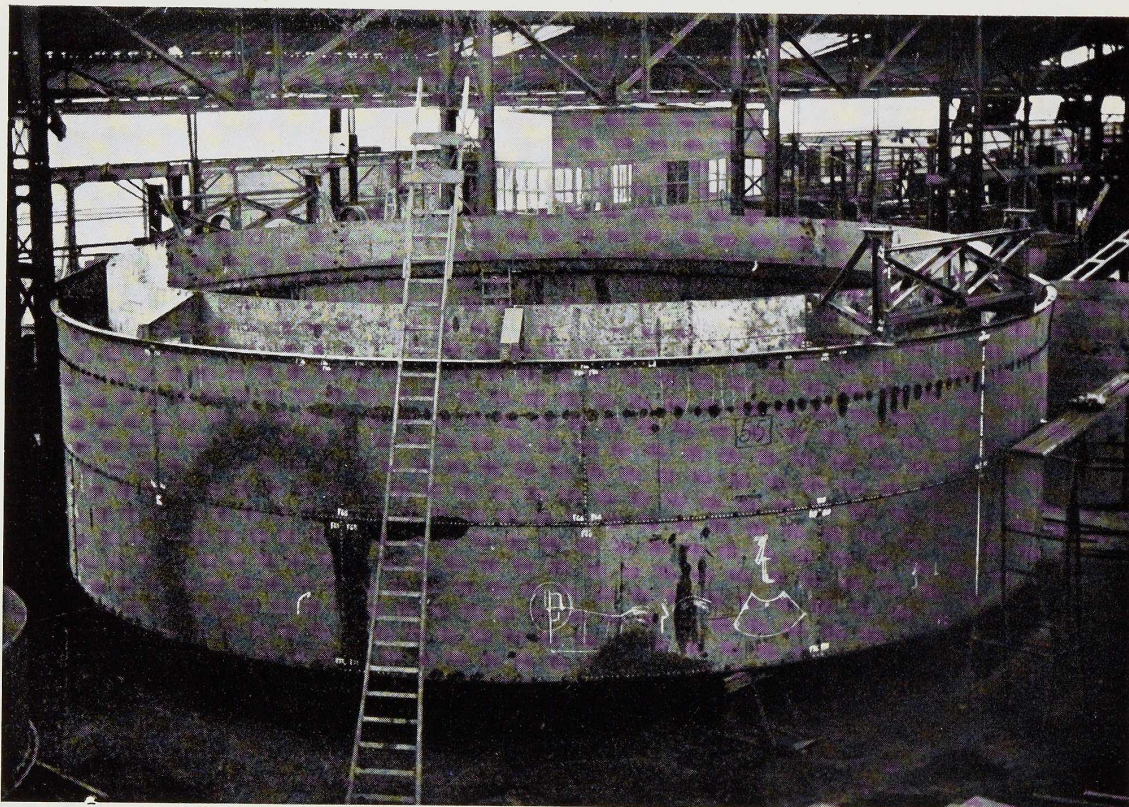
LA NOUVELLE VOITURE MOTRICE ALLÉGÉE  
DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS  
DE FER VICINAUX DÉCRITE DANS CE  
NUMÉRO A ÉTÉ RÉALISÉE PAR LES

# USINES DE BRAINE-LE-COMTE

SOCIÉTÉ ANONYME

TÉL. BRAINE-LE-COMTE N° 7

---



Cuve métallique

**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

**USINE A BOECHOUT**  
27, HEUVELSTRAAT, BOECHOUT-LEZ-ANVERS  
Téléphone : Anvers 81.27.99

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

TOLES GALVANISÉES, ARTICLES DE  
MÉNAGE, CHASSIS MÉTALLIQUES.

# JOURET

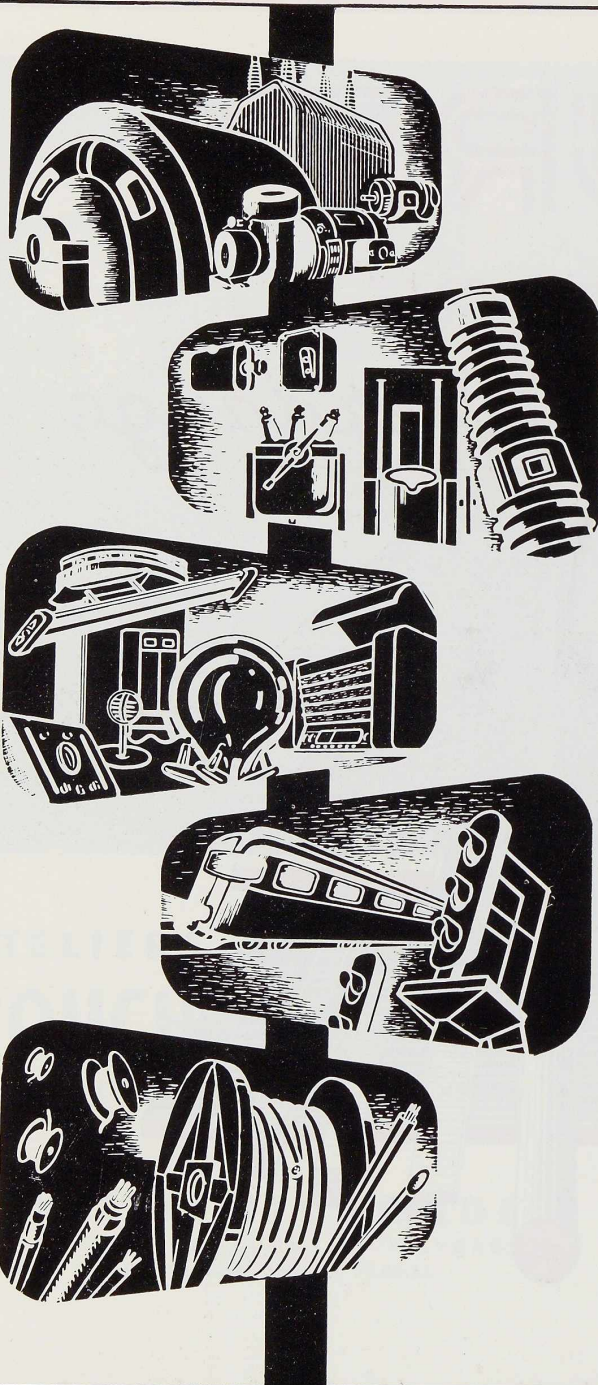
## LUTTRE

*Grey de Differdange*



*et tous les produits métallurgiques*

TEL. : LUTTRE 444.44 (3 lignes)  
444.43



*Les* **ACEC**  
*construisent...*

**MACHINES ÉLECTRIQUES  
ET MATÉRIEL MÉCANIQUE**

Moteurs et génératrices - Transformateurs - Condensateurs - Fours électriques - Equipements électriques pour mines, métallurgie, traction, marine et appareils de lavage - Machines d'extraction - Pompes centrifuges.

**APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES**

Appareillage divers à basse et haute tension - Appareils de démarrage et de réglage - Matériel blindé et antidéflagrant - Appareillage de traction.

**MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE**

Tubes électroniques - Matériel d'éclairage fluorescent - Générateurs électroniques - Redresseurs - Relais électroniques - Appareils de télétechnique - Appareils enregistreurs : Radiofil et Sonofil - Toutes les applications électroniques.

**SIGNALISATION ÉLECTRIQUE**

Signalisation électrique pour chemins de fer, mines et métallurgie - Eclairage électrique des trains.

**CABLERIE**

Câbles à basse, moyenne, haute et très hautes tensions - Câbles spéciaux pour mines, sous-fluviaux ou isolés au cambric - Câbles téléphoniques et de signalisation - Fils et câbles isolés - Tubes et accessoires divers.

**4 USINES**

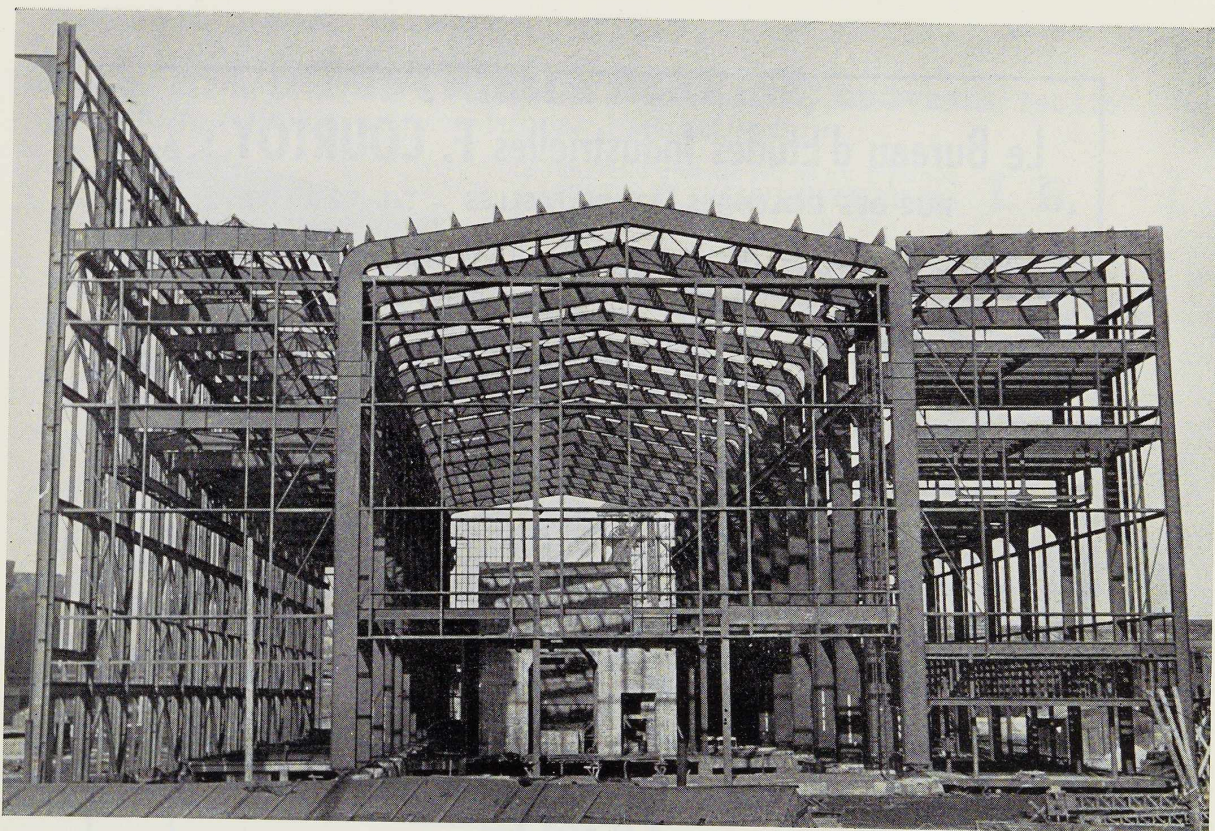
Superficie totale : 100 hectares.

Ateliers et bureaux : 220.000 m<sup>2</sup>.

11.600 ouvriers, employés et ingénieurs.

**ATELIERS DE CONSTRUCTIONS  
ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI  
BELGIQUE**





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

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

**POIDS 6.000 TONNES**



SOCIÉTÉ ANONYME DES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS  
**PAUL WURTH**  
**LUXEMBOURG**

TÉLÉPHONE : 23.22 - 23.23    ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : PEWECO - LUXEMBOURG

# 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 OUTRE-MER

## "VIA BELRADIO"

LA VOIE NATIONALE BELGE RAPIDE  
ET SURE VERS TOUS LES CONTINENTS

RENSEIGNEMENTS ET DÉPÔT DES MESSAGES  
DANS TOUT BUREAU TÉLÉGRAPHIQUE  
BELGE

TÉLÉPHONES

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

TARIFS ET CAHIERS DE FORMULAIRES FOURNIS GRATUITEMENT



**S. A. L'INDUSTRIELLE BORAINÉ, GUIÉVRAIN. 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.

COUVERTURES  
MÉTALLIQUES

J. CROISÉ

6, SQUARE MARGUERITE  
TÉL. : 33.66.45  
BRUXELLES

INSTALLATIONS SANITAIRES  
PRIVÉES ET INDUSTRIELLES



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

*Vient de paraître :*

Calcul des poutres continues sous l'effet des charges roulantes, par I. TOTH . . . Fr. belges 75,—

*En préparation :*

Méthode des foyers appliquée au calcul des systèmes hyperstatiques, par V. ROISIN, A. SARIBAN et S. ZACZEK . . . Fr. belges 160,—

Calcul des systèmes hyperstatiques : les portiques continus - la poutre Vierendeel, par E. ROLAND . . . Fr. belges 180,—

Acier, Fer, Fonte dans le bâtiment. Considérations générales à l'usage des architectes, par F. BODSON

## INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
<b>A</b>		<b>H-I</b>	
A. C. E. C. . . . .	42	Hérincx-Roneo, S. A. . . . .	19
A. E. M. B. . . . .	31	L'Industrielle Boraine . . . . .	45
L'Air Liquide . . . . .	6	<b>J</b>	
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène » . . . . .	27	S. A. Ateliers de Construction Jambes Namur . . . . .	20
Ateliers Métallurgiques de Nivelles . . . . .	10	Jouret . . . . .	41
<b>B</b>		<b>L</b>	
Baume et Marpent . . . . .	5	S. A. Lavenne Frères . . . . .	35
B. E. I. . . . .	44	S. A. L. Leemans & Fils . . . . .	15
Belradio . . . . .	44	Laminoirs de Longtain . . . . .	21
Usines Gustave Boël . . . . .	30	<b>M-N</b>	
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis . . . . .	40	Manutention Automatique . . . . .	26
Usines de Braine-le-Comte . . . . .	39	Anc. Ets Nobels-Peelmanns, S. A. . . . .	32
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv. . . . .	III	<b>O-P</b>	
<b>C</b>		Ougrée-Marihaye . . . . .	13
P. & M. Cassart . . . . .	2	L'Oxydrique Internationale . . . . .	18
C. B. L. I. A. . . . .	46	Philips, S. A. . . . .	14
Cockerill . . . . .	37	<b>S</b>	
Columeta . . . . .	8-9	Siderur . . . . .	33
Croisé . . . . .	45	Soudométal . . . . .	11
<b>D</b>		<b>T</b>	
Davum . . . . .	16	Usines à Tubes de la Meuse . . . . .	28
Alexandre Devis & C <sup>o</sup> . . . . .	17-29	<b>U-V</b>	
Dutrannoit . . . . .	23	Ucométal . . . . .	24-25
Ateliers de la Dyle . . . . .	12	Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L. . . . .	38
<b>E-G</b>		J. Verdeyen et P. Moenaert . . . . .	36
Société Métallurgique d'Enghien Saint- Eloi . . . . . couv. . . . .	IV	<b>W</b>	
E. S. A. B. . . . . couv. . . . .	II	Anciens Ets Paul Würth . . . . .	43
Foire Internationale de Liège . . . . .	22		
Usines Gilson, S. A. . . . .	7		

SPÉCIALISTES  
des grands travaux...



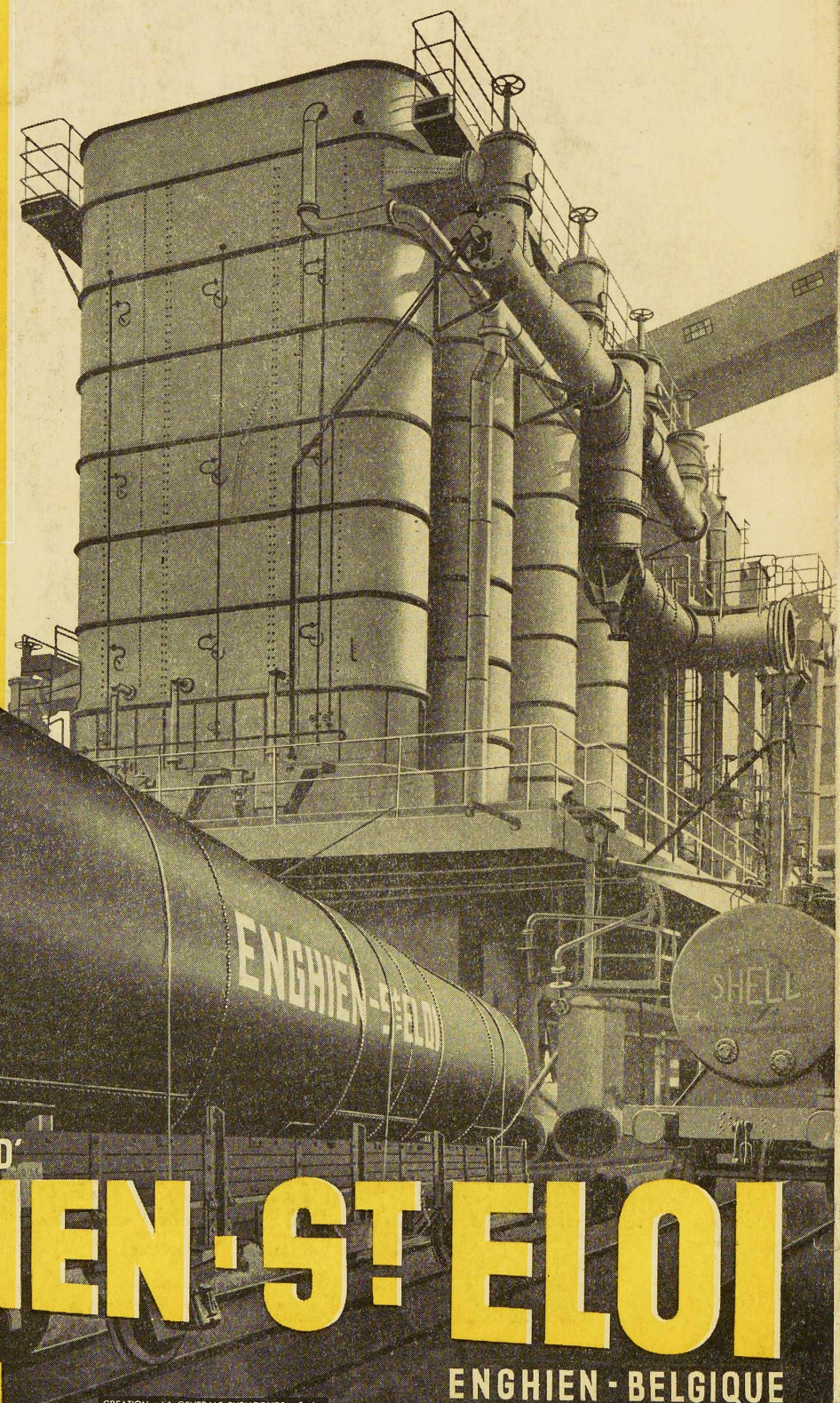
# LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

SOCIÉTÉ ANONYME

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

# CHAUDRONNERIE

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



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

# ENGHIEN - ST ELOI

ENGHIEN - BELGIQUE