

# L'OSSATURE METALLIQUE

UNIVERSITEIT GENT  
AFDEELING voor BOUWINGEN  
22, Plateaustraat, GENT

15<sup>e</sup> ANNÉE

10

OCTOBRE 1950

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER ÉDITÉE PAR  
LE CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER



# CHAUDRONNERIE

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



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

# ENGHIEN-S<sup>T</sup> ELOI

ENGHIEN-BELGIQUE



S. A.

# 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 »

15<sup>e</sup> ANNÉE

N<sup>o</sup> 10

OCTOBRE 1950

## S O M M A I R E

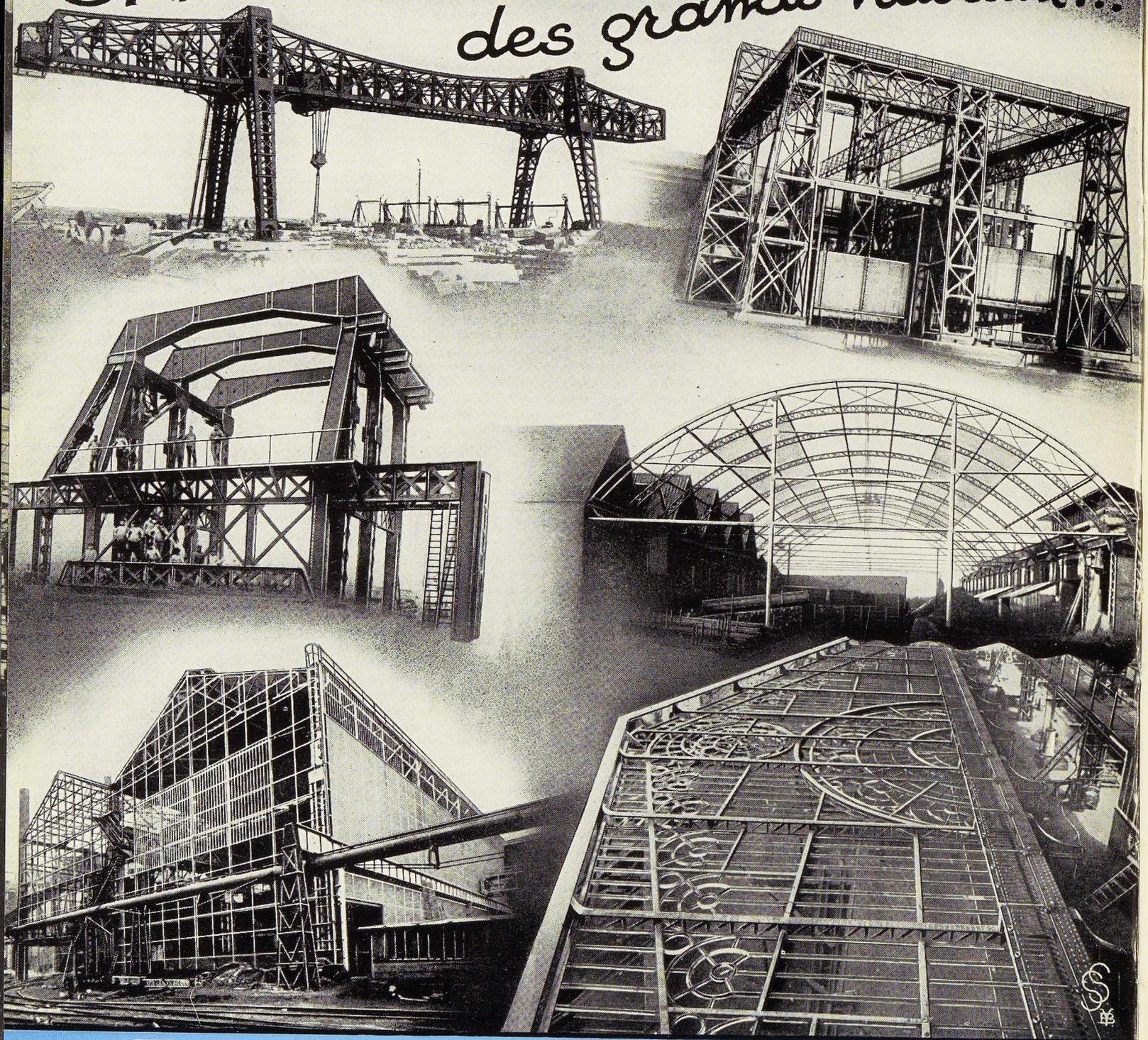
UNIVERSITEIT GENT  
AFDEELING voor BOUWKUNST  
22, Plateaustraet, GENT

Quelques réalisations d'architecture métallique en Belgique, par V. Bourgeois . . . . .	443
Une intéressante fabrication en série de réservoirs à double enveloppe et à pression, par Ed. Henrion . .	453
Charpente métallique de la Cathédrale Saint-Etienne à Vienne, par L. Faber . . . . .	460
Construction d'un pont au-dessus d'un ravin de grande profondeur en Italie, par G. Bono . . . . .	466
Le calcul des portiques continus de forme quelconque, par E. Roland (1 <sup>re</sup> partie) . . . . .	471
Le 3 <sup>e</sup> Congrès International des Fabrications Mécaniques	484
CHRONIQUE : Le Marché de l'acier pendant le mois d'août 1950. La Sidérurgie dans le monde. - La Reconstruction des ponts en Belgique. - Comité Central pour l'étude de la Corrosion. - Réunion du Comité Permanent de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes (A. I. P. C.), à Paris . . . . .	493
BIBLIOTHÈQUE . . . . .	498
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	502

**1951**  
Dès à présent,  
veuillez renouveler  
votre abonnement.  
•  
Conditions inchangées

ABONNEMENTS 1950 (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<sup>o</sup> 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.  
P R I X   D U   N U M É R O :  
**Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge** : francs belges 25,- ;  
**France** : francs français 200,- ; **autres pays** : francs belges 40.-.  
D R O I T   D E   R E P R O D U C T I O N :  
La reproduction de tout ou partie des articles ou des illustrations ne peut se faire qu'en citant **L'Ossature Métallique**.

*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)



# 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 Acieries 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. Lg.

## LISTE DES MEMBRES

### ACIÉRIES BELGES

Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.  
Fabrique de Fer de Charleroi, S. A., à Charleroi.  
Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.  
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.  
Métallurgique d'Espérance Longdoz, S. A., 1, rue de Huy, Liège.  
Usines Gilson, S. A., à La 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.  
Acieries 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 Acieries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

### ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

Acieries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.  
Hauts Fourneaux et Acieries 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-Mathieu, 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 Acieries et Minières de la Sambre.  
Laminoirs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chênée.  
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borguet, Flémalle-Haute.  
Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.  
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 147, boulevard de la 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 Mortsel-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, Mclenbeek-Saint-Jean.

#### ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

**Ateliers de Construction Paul Bracke**, s. p. r. l., 30-40 rue de l'Abondance, Bruxelles.  
**Usines de Braine-le-Comte**, S. A., à Braine-le-Comte.  
**La Brugeoise et Nicaise & Delcuve**, S. A., à Saint-Michel-lez-Bruges.  
**Société Anonyme Anciennes Usines Canon-Légrand**, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.  
**Chaubobel**, 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-Eloi**, S. A., à Enghien.  
**Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est**, S. A., Marchienne-au-Pont.  
**Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamen-court et Cie**, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.  
**Ateliers Georges Heine**, S. A., chaussée des Forges, Huy.  
**Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis**, S. A., 52, rue des Gloires Nationales, Auvélais.  
**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-Bouvry**, La Louvière.  
**Usines Laufer Frères**, S. P. R. L., Hermalle s./Argenteau.  
**Leemans L. et Fils**, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.  
**Macxima**, S. A., Bouffionx-lez-Châtelaineau.  
**Ateliers de Construction de Malines (Acomal)**, S. A., 29, Canal d'Hanswyck, Malines.  
**La Manutention Automatique**, S. A., Machelen.  
**Les Ateliers Métallurgiques**, S. A., à Nivelles.  
**Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman**, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).  
**Ougrée-Marihaye**, S. A., à Ougrée.  
**Minière et Métallurgique de Rodange**, S. A., à Rodange.  
**Ateliers Sainte-Barbe**, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.  
**Chaudronnerie A.-F. Smulders**, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.  
**Ateliers Arthur Sougniez Fils**, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.  
**Etablissements D. Steyaert-Heene**, à Eccloo.  
**Ateliers du Thiriau**, S. A., La Croyère.  
**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.

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

#### COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

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

#### MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

##### Individuellement :

**ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst réunis**, à Mortsel-lez-Anvers.  
**P. et M. Cassart**, 120-124, avenue du Port, Bruxelles.  
**Alexandre Devis et Cie**, 43, rue Masui, Bruxelles.  
**Métaux Galler**, S. A., 22, avenue d'Italie, Anvers.  
**Etablissements Gilot Hustin**, 14, rue de l'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 :  
**Groupe des Marchands de fer et poutrelles de Belgique**, 10, rue du Midi, Bruxelles.  
**Chambre Syndicale des Marchands de fer**, 10, rue du Midi, Bruxelles.

#### MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

**Etablissements Georges L.-J. Alexis**, 31, rue Dartois, Liège.  
**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'Etudes Léon-Marcel Chapeaux**, S. A., 54, rue du Pépin, Bruxelles.  
**Bureaux d'Etudes Industrielles Fernand Courtoy**, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.  
**M. René Leboutte**, ing. tech. I. G. Lg., 6, rue J. Delbœuf, Liège.  
**MM. C. et P. Molitor**, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstal, Bruxelles.  
**Multifer Grisard**, Systèmes brevetés de const. mét., 199, avenue Louise, Bruxelles.  
**Robert et Musette**, S. A., 59, rue de Namur, Bruxelles.  
**Bureau d'Etudes Ir. J. Ronsse**, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.  
**M. J. F. F. Van der Haeghen**, ingénieur-conseil (U. I. Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.  
**MM. J. Verdeyen et P. Moenaert**, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 15, rue Guimard, Bruxelles.

#### MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

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

#### DIVERS

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

#### MEMBRES INDIVIDUELS

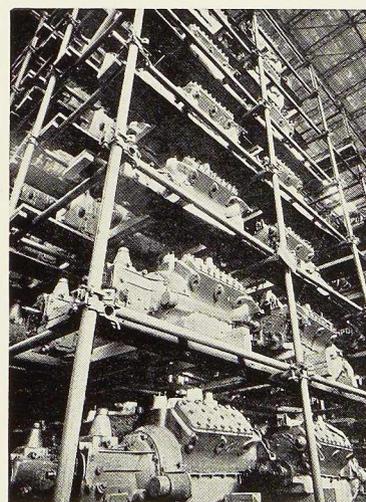
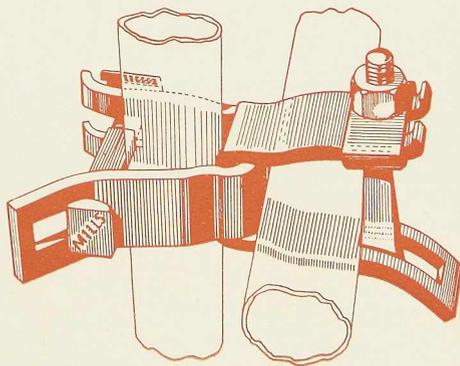
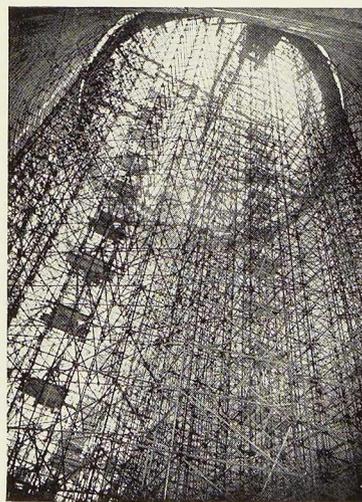
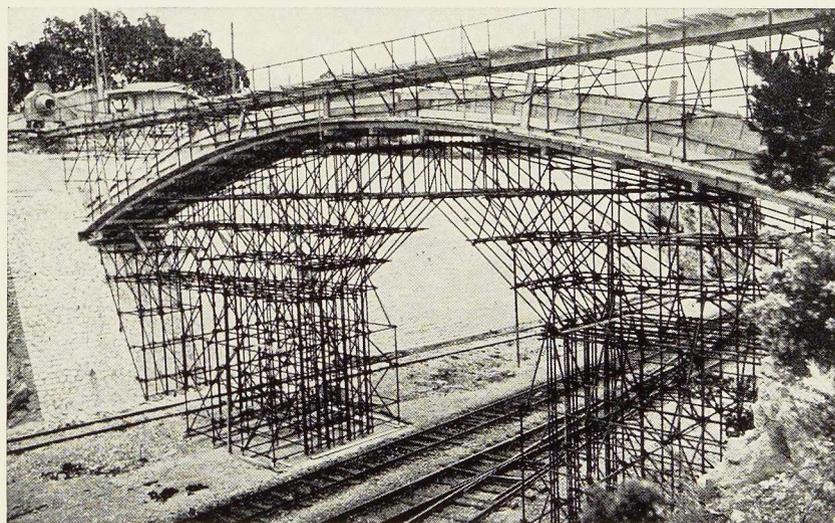
**M. Eug. François**, professeur à l'Université de Bruxelles, Mayfair, 381, avenue Louise, Bruxelles.  
**M. Marcel François**, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.  
**M. Léon G. Rucquoi**, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxembourg,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

# 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

*L'Argon* est produit désormais  
en Belgique  
et c'est par...

# L'AIR LIQUIDE

*Adressez-vous directement au*  
**PRODUCTEUR**

POUR ÊTRE APPROVISIONNÉ RAPIDEMENT,  
SÛREMENT ET AU MEILLEUR PRIX DANS LA  
QUALITÉ D'ARGON QUI VOUS CONVIENT :

- POUR LE SOUDAGE DE L'ALUMINIUM, DU MANGANESE, DU CUIVRE, DES ACIERS INOXYDABLES.
- POUR LA FABRICATION DES LAMPES ÉLECTRIQUES.
- POUR LES ENSEIGNES ET TUBES LUMINEUX.

LES SERVICES SPÉCIALISÉS DE L'AIR LIQUIDE  
SONT ÉGALEMENT LES MIEUX PLACÉS POUR VOUS CONSEILLER  
ET VOUS FOURNIR AUX CONDITIONS LES PLUS AVANTAGEUSES  
**TOUT LE MATÉRIEL DE SOUDAGE  
EN ATMOSPHÈRE D'ARGON.**

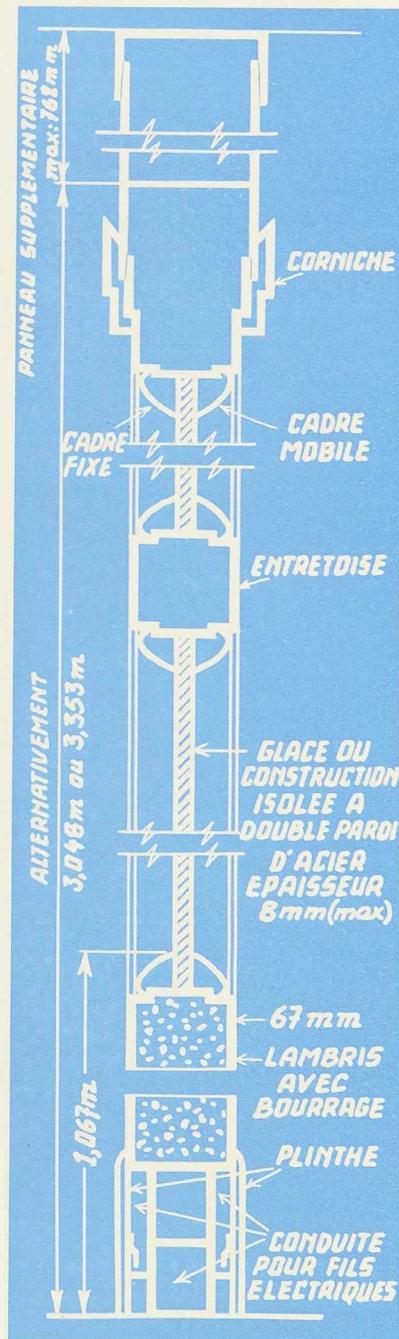
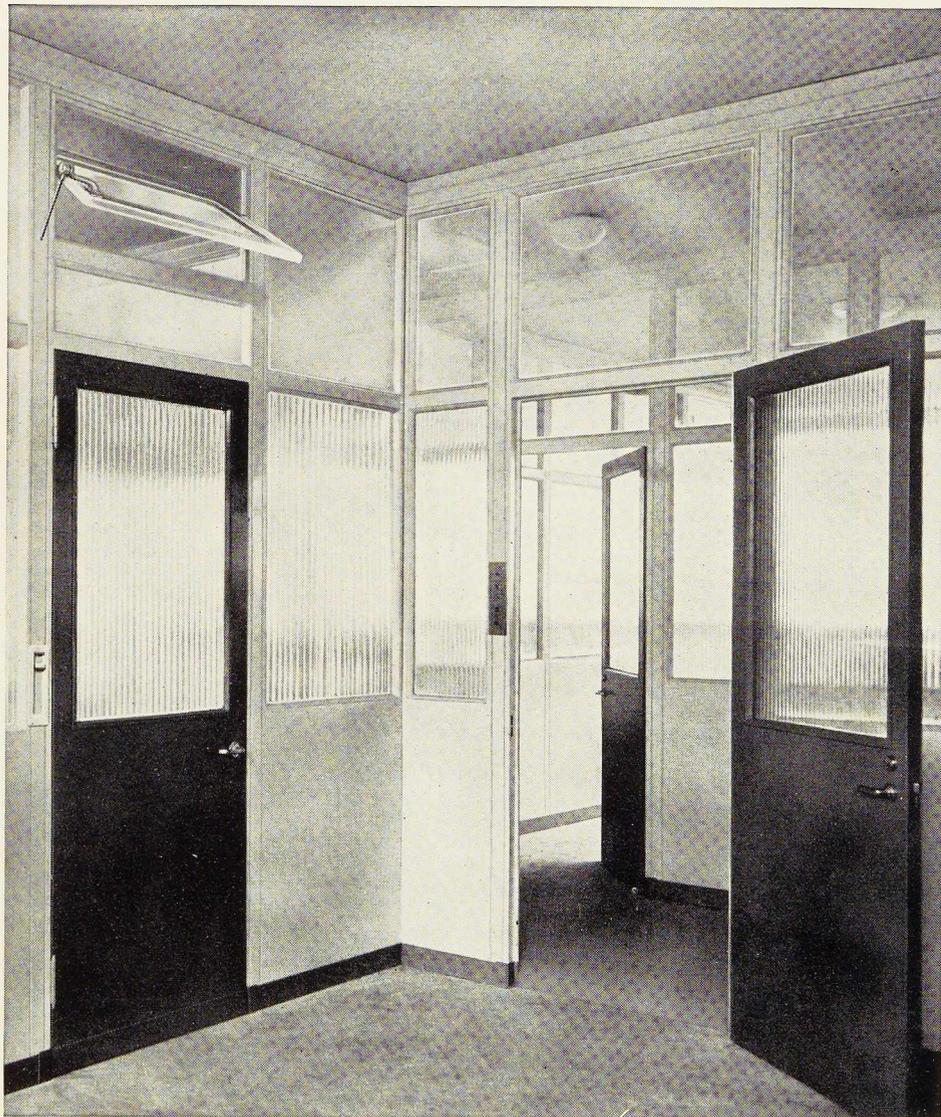
*LA*

**L'AIR LIQUIDE**

31, QUAI ORBAN,  
LIÈGE TÉL. 43.65.55

# CLOISONS MOBILES EN ACIER

# RONEO



Les cloisons Roneo en acier de la série 45 RB sont constituées par des panneaux, livrables en différentes dimensions, et dont chaque unité forme un élément complet. Ceux-ci sont alignés et assemblés au moyen d'attaches spéciales. La rigidité et la stabilité absolues de l'ensemble sont obtenues par le montage des panneaux dans un rail continu fixé au sol, et par l'usage d'un élément profilé emboîtant la partie supérieure des panneaux sur toute leur longueur.

La partie du panneau formant lambris est à double paroi, renforcée intérieurement et remplie de matière ignifuge et amortissant le son. Au-dessus du lambris, des ouvertures sont prévues pour recevoir des glaces ou tout autre remplissage solide.

Interchangeables avec les panneaux ordinaires, les portes peuvent être placées à l'endroit désiré. Elles peuvent être à simple ou à double battant. Elles sont munies de charnières en acier bronzé, de poignées de la meilleure qualité et de serrures cylindriques placées dans des mortaises. L'épaisseur de chaque élément est invariablement de 5,175 cm, et la

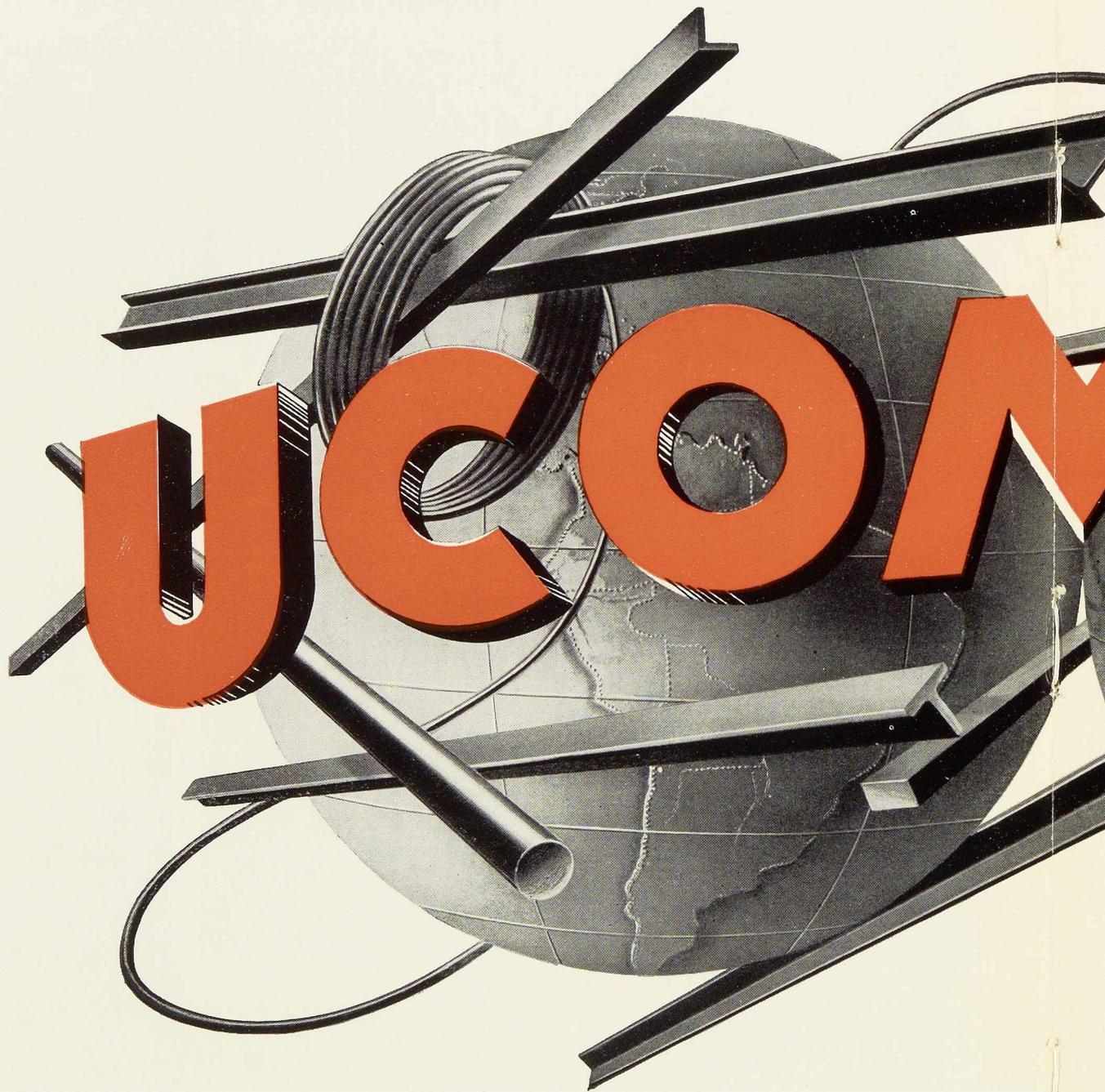
hauteur de 2,286 m, 2,743 m, 3,048 m ou 3,353 m. Des prolongements à double paroi peuvent augmenter la hauteur de chaque élément et ainsi permettre d'atteindre une hauteur supplémentaire de 0,762 m au maximum.

La limite du lambris est à 1,067 m du sol. Les largeurs standard varient de 7,62 cm en 7,62 cm, depuis 68,58 cm jusqu'à 1,067 m. Les portes à un battant sont de 99,06 cm de large, et celles à deux battants de 1,448 m. L'ouverture est respectivement de 86,36 cm et de 1,321 m.

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

Succursales : ANVERS, tél. 33.34.41 — LIEGE, tél. 23.81.08 — GAND, tél. 504.19 — Grand-Duché de Luxembourg : G. FABER, Mersch, tél. 75

TOUS PRODUITS M

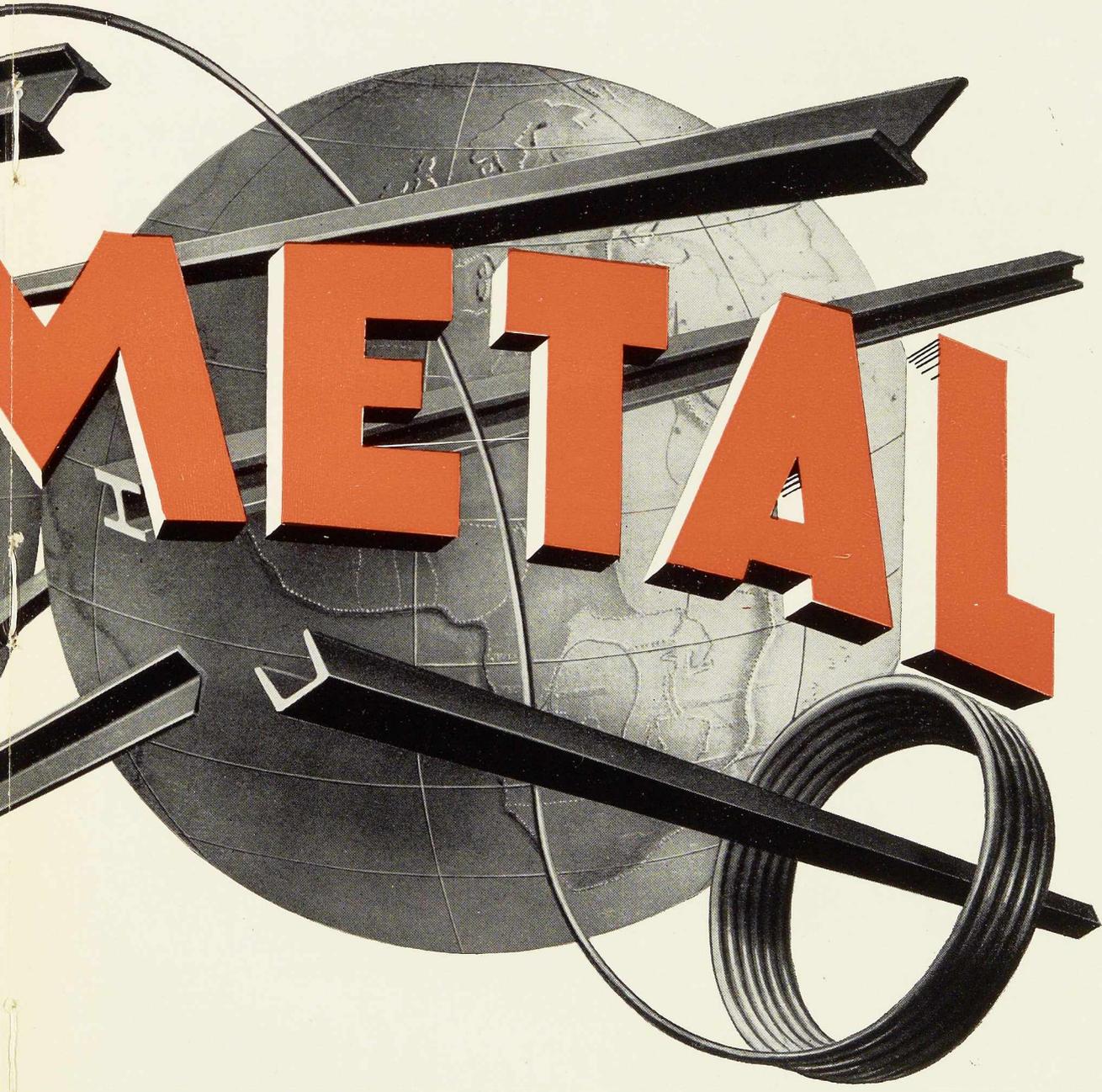


24 RUE RO  
BRUXEL

**COCKERILL - PROVIDENCE**

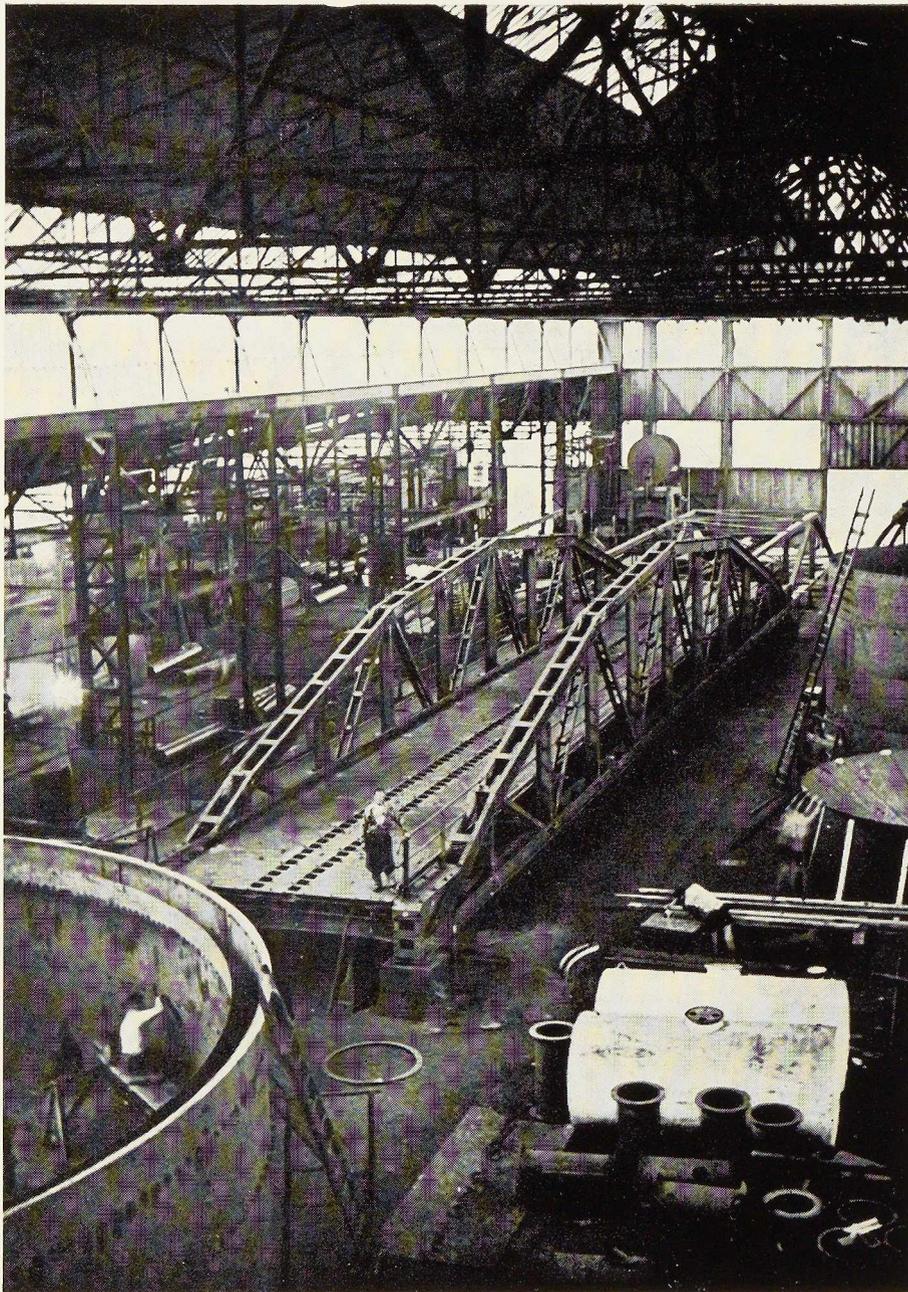
C.G.P.I.

**MÉTALLURGIQUES**



ROYALE  
ELLES

**CE - SAMBRE & MOSELLE**



PONTS

CHARPENTES

CHAUDRONNERIE

TANKS

MATÉRIEL POUR HUILLERIES

USINES A CAOUTCHOUC

SÉCHOIRS A CAFÉ

TOLES GALVANISÉES

ARTICLES DE MÉNAGE

CHASSIS MÉTALLIQUES

**ATELIERS DE**

**BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS S. A.**

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

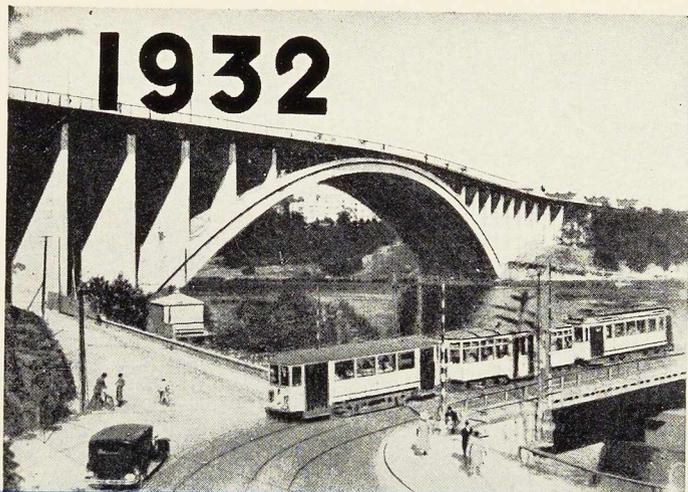
**USINE A VILVORDE**

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

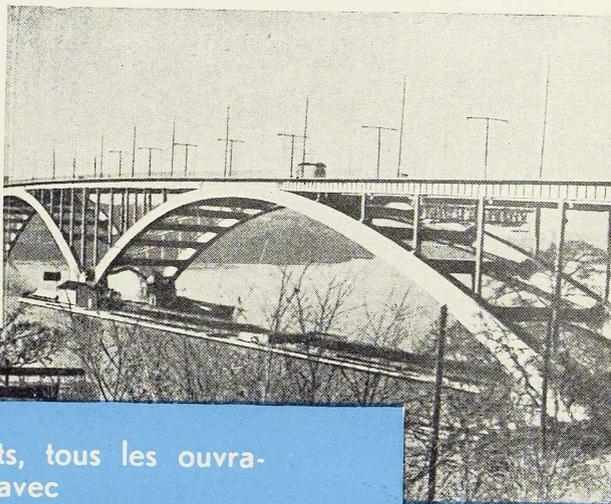
**USINE A BOECHOUT**

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

1932



ESAB

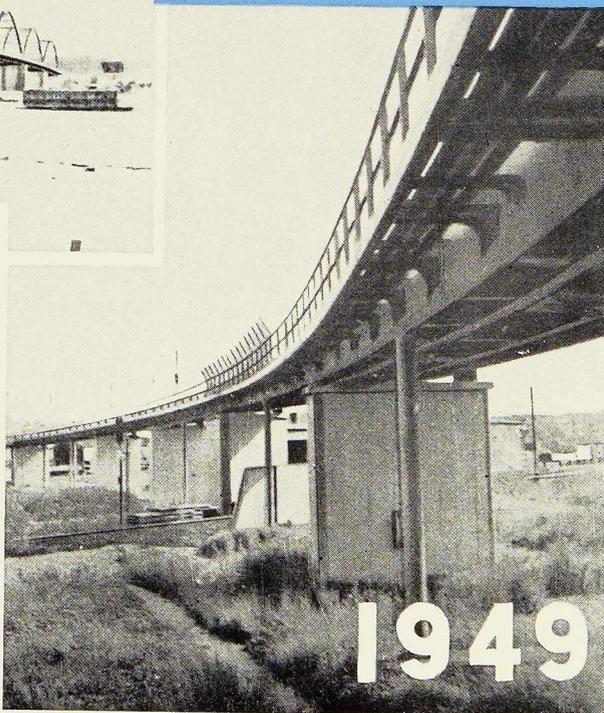
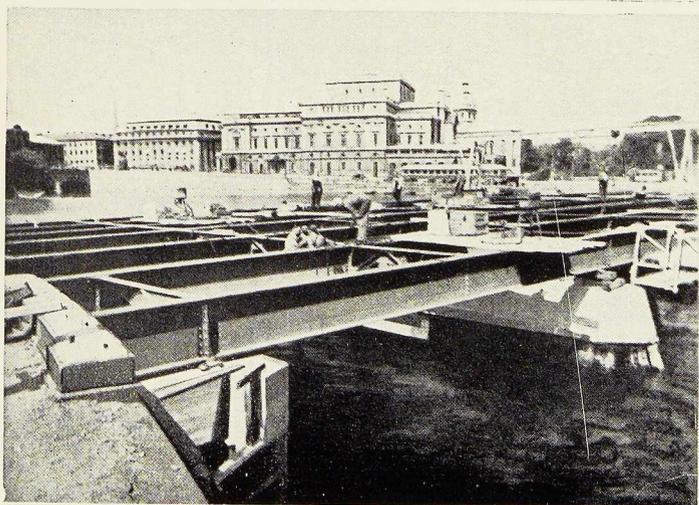
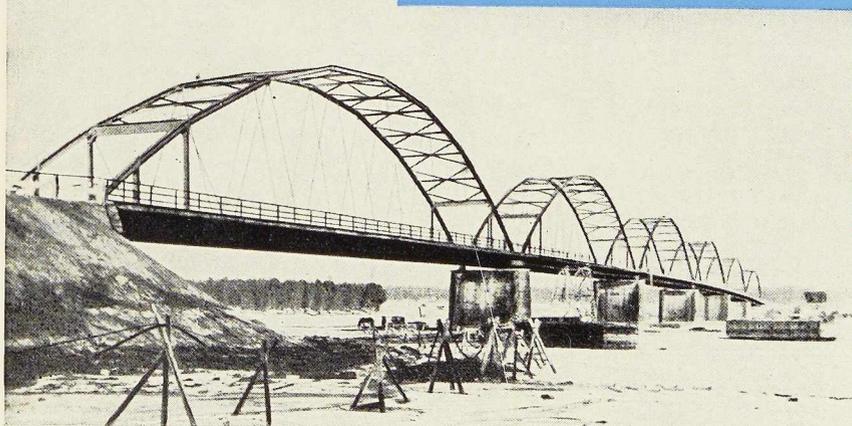


### Ponts soudés en Suède

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

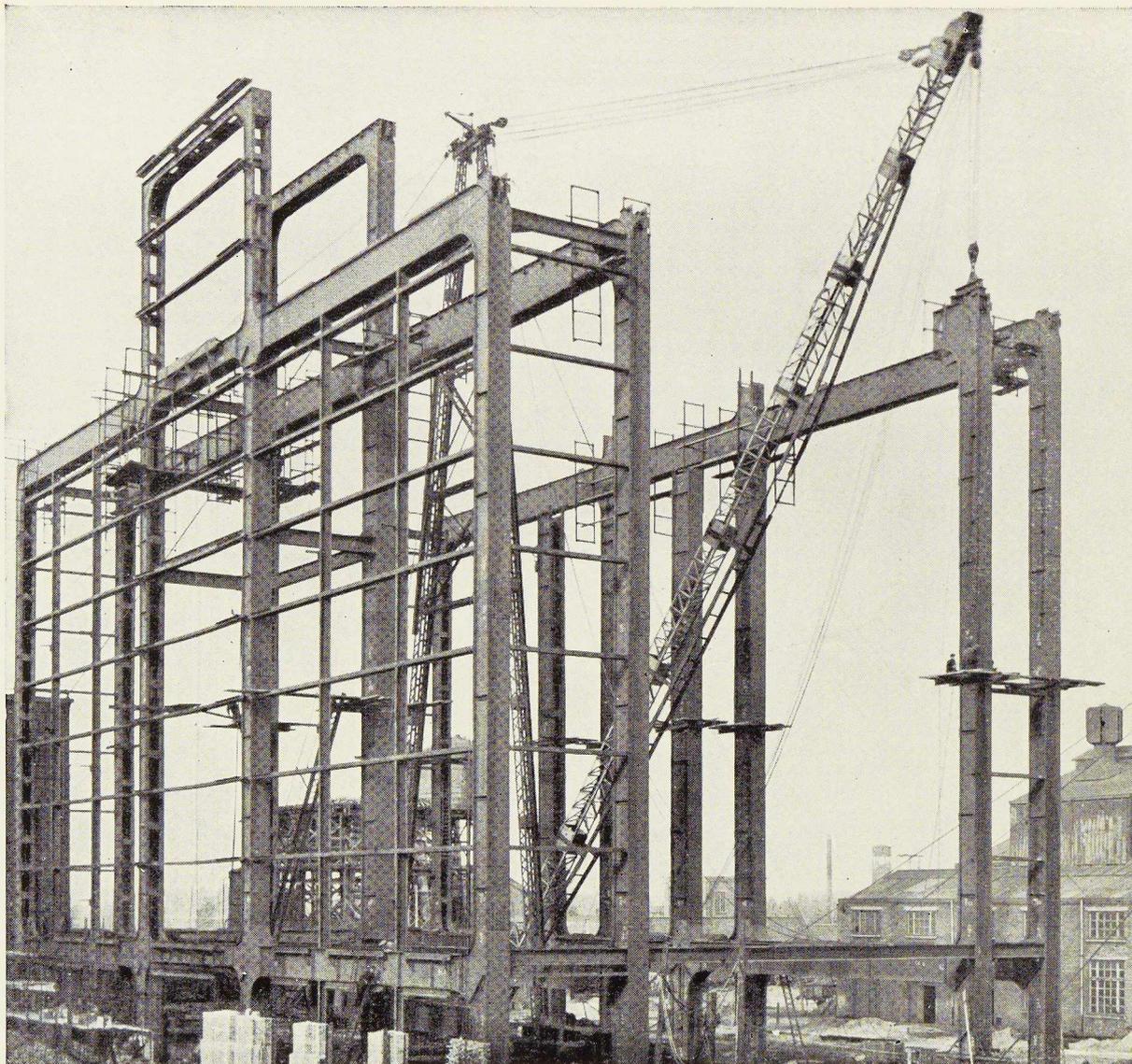
LES ELECTRODES

OK



1949

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



Vue de l'Ossature Métallique de la Centrale de Langerbrugge en cours de montage.

**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 MANAGÉ**

Téléphone : Nivelles 22 • Télégr. : Métal-Nivelles

---

# LES FOURS LECOCCQ

SOCIÉTÉ ANONYME

215, CHAUSSÉE D'ALSEMBERG

*Bruxelles*

CONSTRUCTION ET INSTALLATION  
DE COKERIES — USINES A GAZ  
GAZOGÈNES — USINES DE SYNTHÈSE

**Fours à coke.** Système Underjet intégral à combustion contrôlée et rationnelle.

**Fours à gaz,** à chambres verticales.

**Gazogènes à gaz pauvre.**

**Gazogènes à fusion de cendres.**

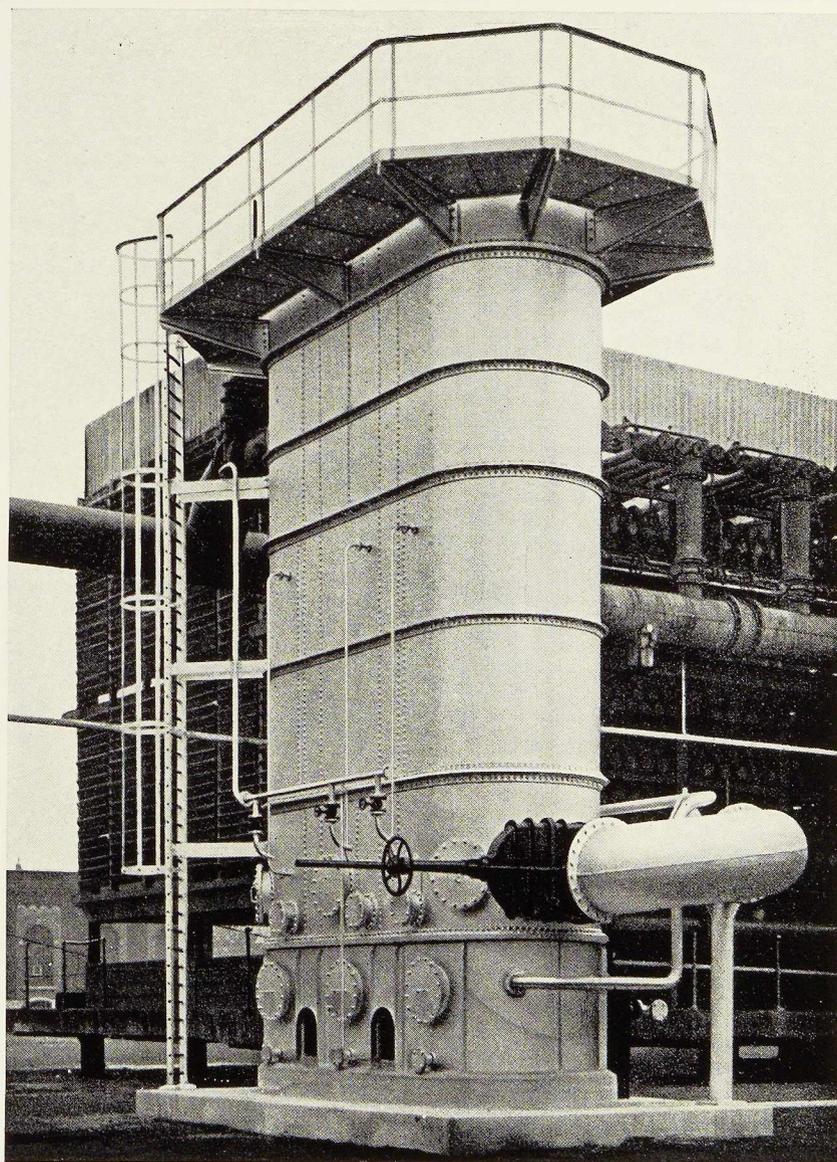
**Centrales de gaz à l'eau carburé.** Système Lecocq-Balfour.

**Gazomètres à guidage hélicoïdal.** Système Lecocq-Balfour.

**Usines de synthèse** pour la fabrication de sulfate et de nitrate d'ammoniaque.

**Tout l'appareillage auxiliaire.**

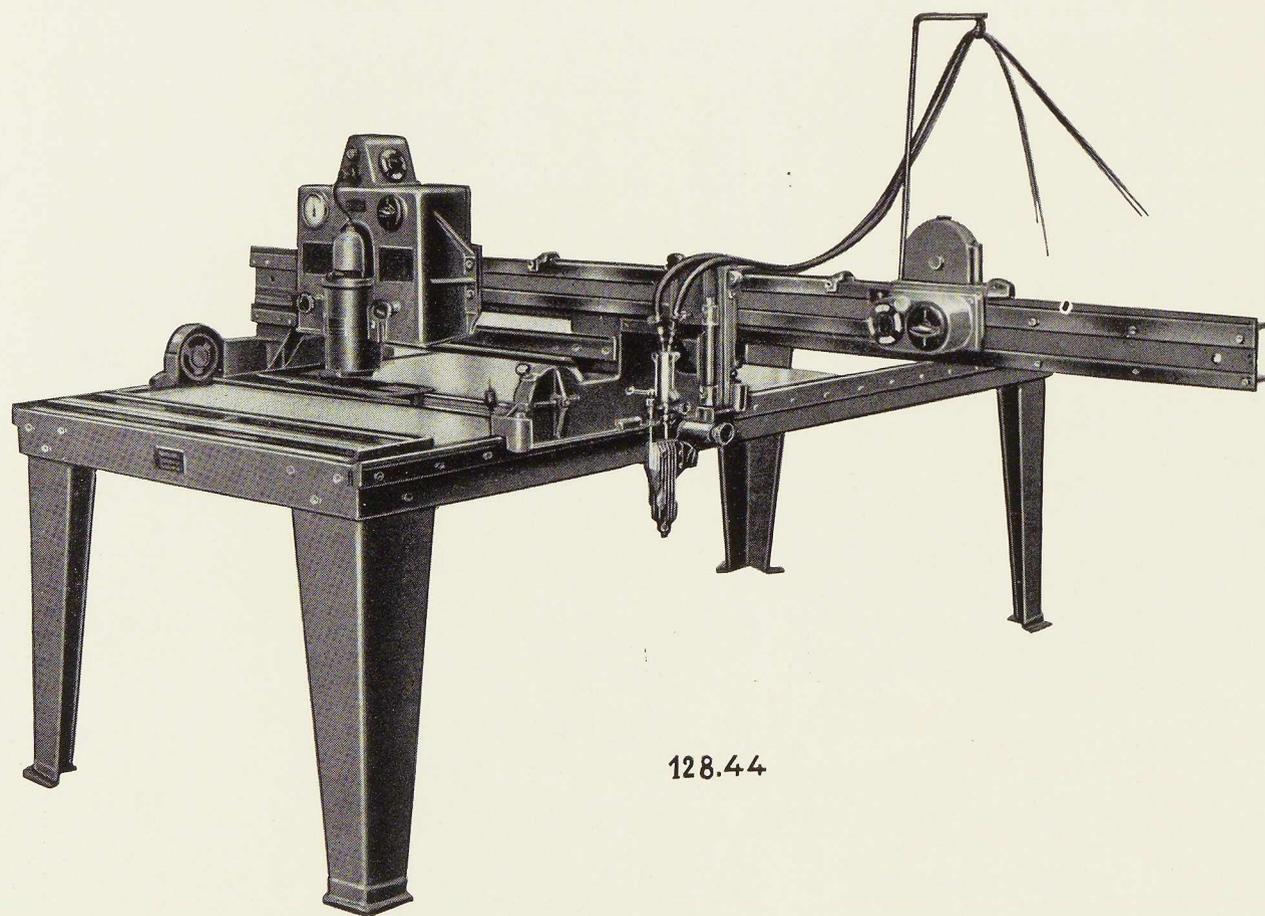
Condenseurs - Dégoudronneurs - Laveurs - Saturateurs - Caisses et tours d'épuration.



Condenseur à tubes verticaux d'une surface de 800 m<sup>2</sup> fourni à la Cokerie de la ville de Bruxelles.

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

# « SECTOMATIC »



128.44

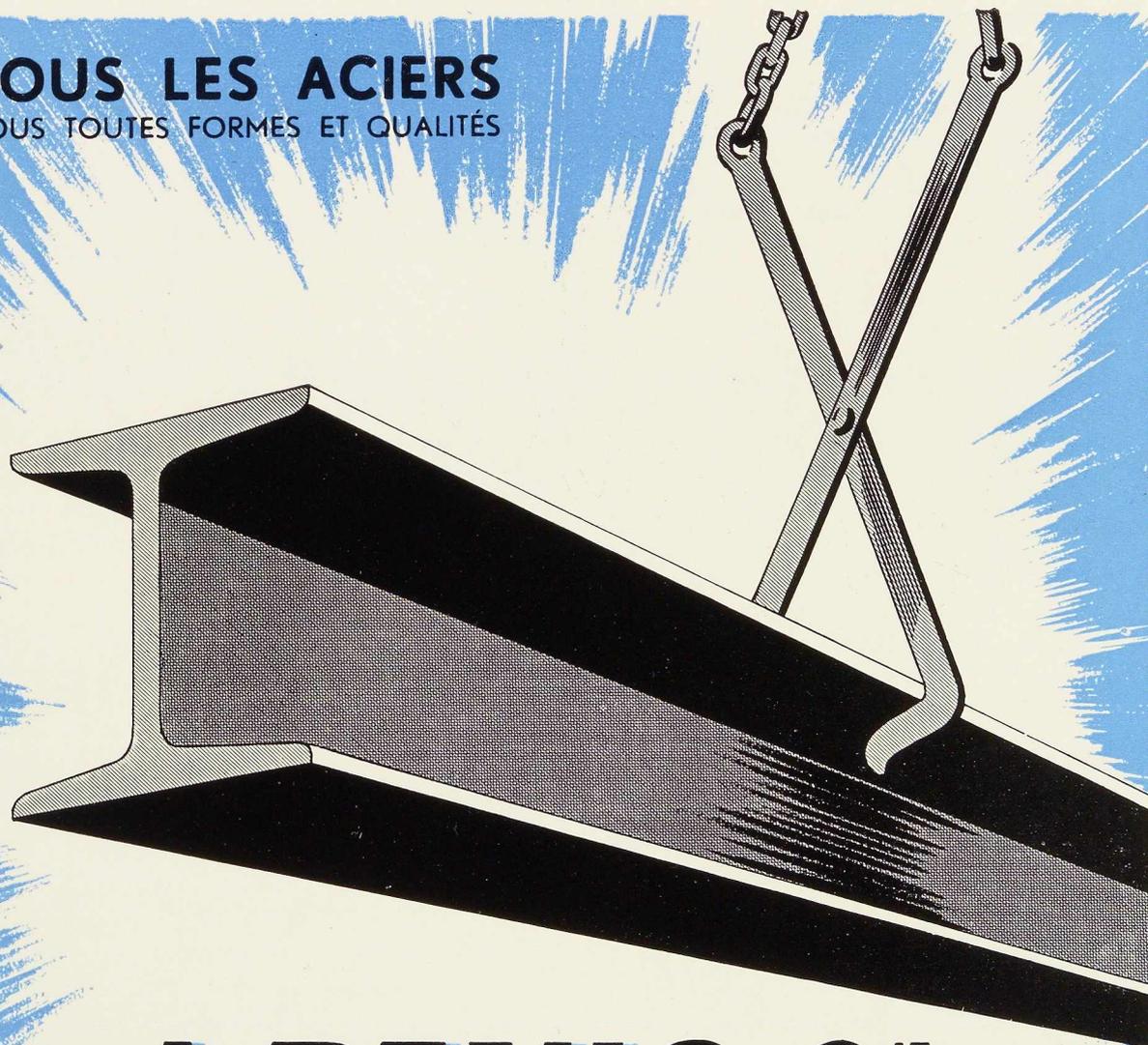
...la nouvelle machine fixe  
d'oxy-coupage de

**L'OXHYDRIQUE  
INTERNATIONALE**

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



**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.)

ÉLECTRODE  
ARCOS

  
Navalend

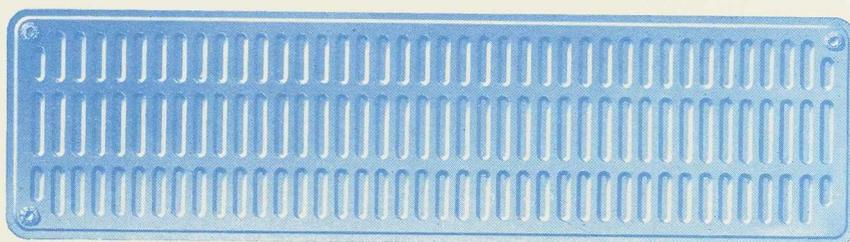
POUR  
LE SOUDAGE  
EN  
TOUTES  
POSITIONS  
DE PIÈCES  
MAL JOINTES  
OU  
MAL AJUSTÉES

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

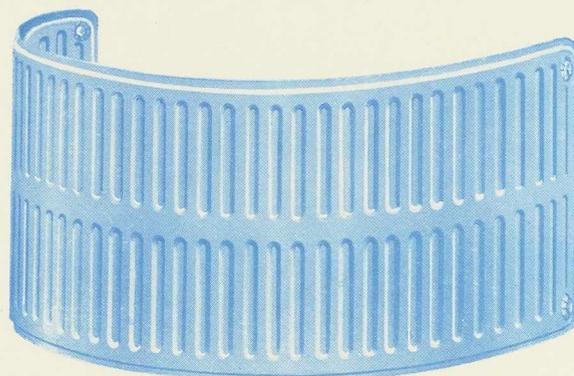
# Def

NOUS PRÉSENTONS À MESSIEURS  
LES ARCHITECTES NOS  
**CHAUDIÈRES**  
AUTOMATIQUES AU CHARBON  
PETIT CALIBRE, AU MAZOUT,  
OU MIXTE, À EAU CHAUDE OU  
VAPEUR

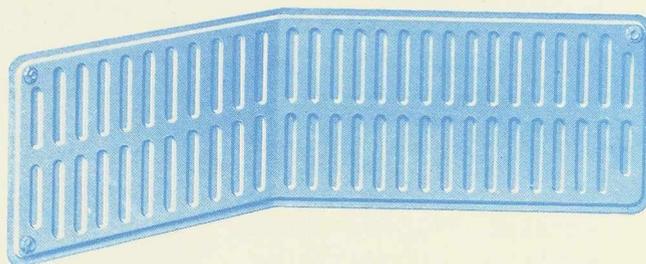
ET NOS **RADIATEURS**  
MATÉRIEL **TOUT ACIER**  
LE PLUS **MODERNE**  
LE PLUS **DÉCORATIF**  
ET LE PLUS **ÉCONOMIQUE**  
SUR LE MARCHÉ BELGE.



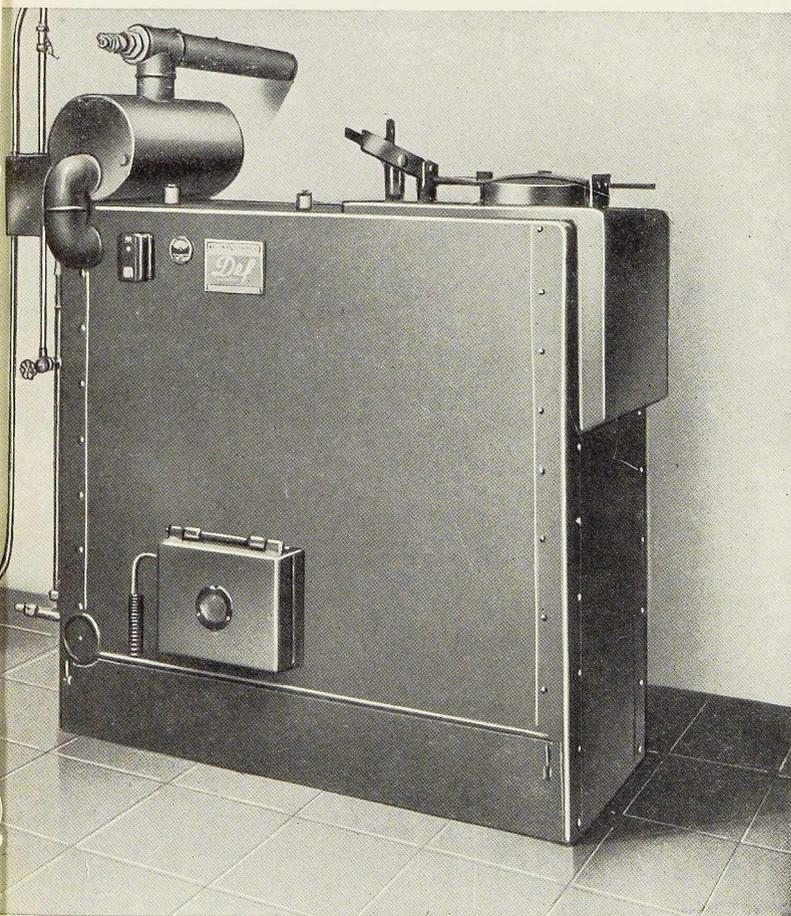
MODÈLE COURANT



MODÈLE CINTRÉ

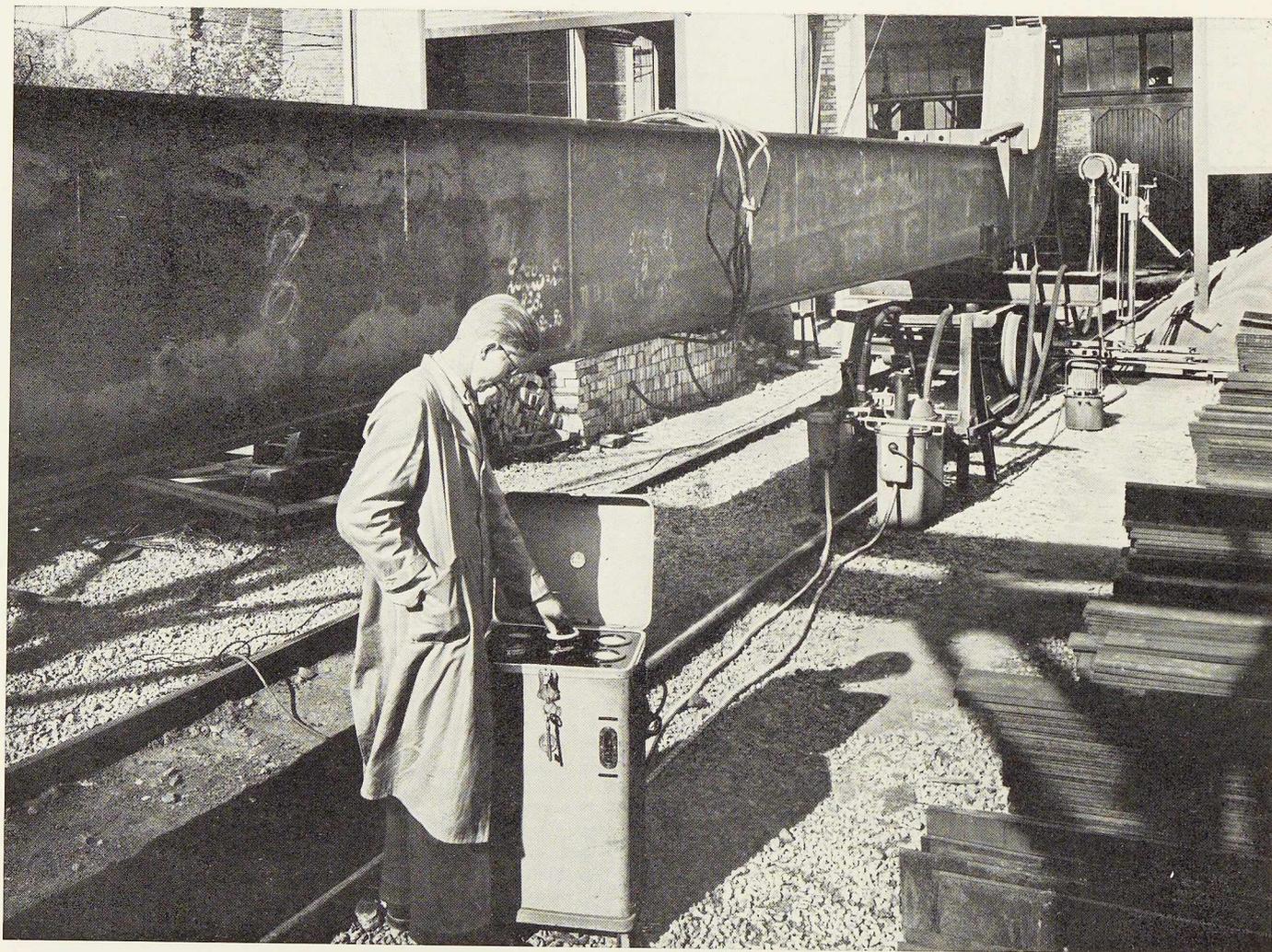


MODÈLE A ANGLE



S. A. ET THOMAS **DEFAWES**

ROCOUR (LIÈGE) TÉL. : 63.45.71



Contrôle par radiographie des joints soudés bout à bout d'une colonne en caisson

SOCIÉTÉ ANONYME DES

ANCIENS ETABLISSEMENTS

**PAUL WURTH  
LUXEMBOURG**

TÉLÉPHONE: 23.22-23.23  
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE  
PEWECO - LUXEMBOURG

# JOURET

## LUTTRE

*Grey de Differdange*

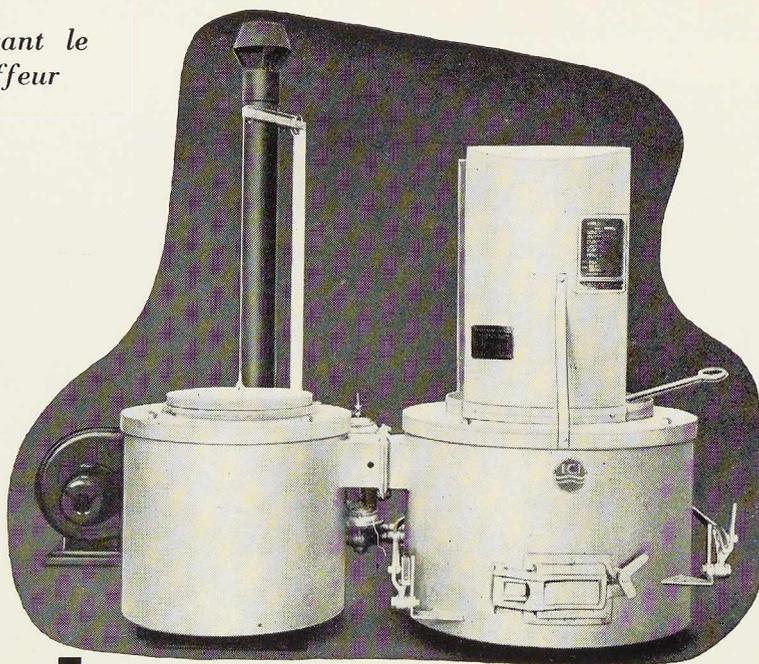


*et tous les produits métallurgiques*

TEL : CHARLEROI 511.31  
LUTTRE 248

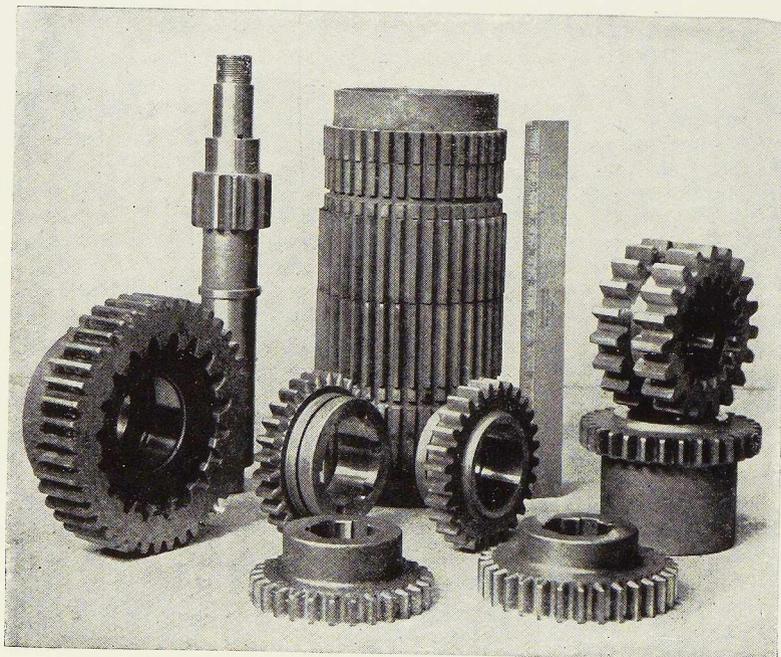
Four à gaz "Cassel" S. 2 illustrant le couvercle à contrepoids sur le préchauffeur

*Four à gaz*



**'CASSEL'**

pour le traitement thermique des métaux



PRECHAUFFAGE  
 TRAITEMENT THERMIQUE  
 CEMENTATION  
 TREMPE  
 RECUIT  
 REVENU  
 NITRURATION  
 BRASAGE  
 ETC.

*Service technique "Cassel" à votre disposition*

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES (BELGIUM) S. A.  
 (Agents Généraux d'Imperial Chemical Industries Ltd.)  
 SHELL BUILDING

014/2

BRUXELLES

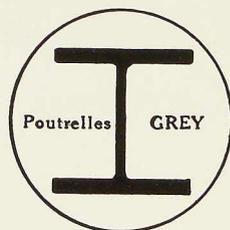




**Grands Magasins  
RINASCENTE,  
MILAN**

CONSTRUCTEURS :  
**OFFICINE BOSSI S. P. A.**  
MILAN

# POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE



Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

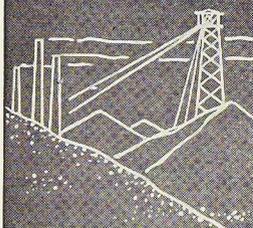
**DAVUM S. A.**

22, RUE DES TANNEURS, ANVERS

Téléphone : 299.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport

# TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

CHARBONNAGES



CANALISATIONS

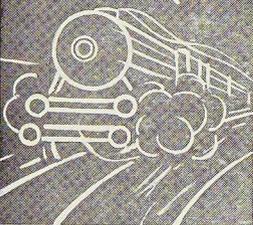


EAU

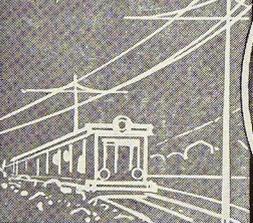


GAZ

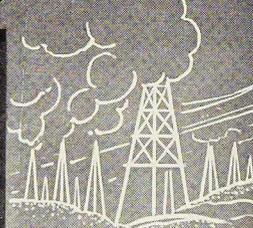
CONSTRUCTION MÉCANIQUE



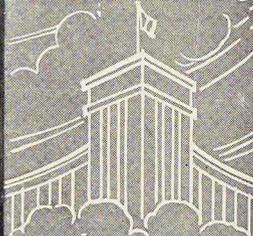
TRANSPORT DE FORCE



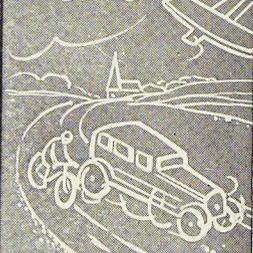
PÉTROLE



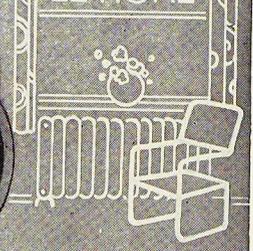
TRAVAUX PUBLICS



SPORTS



LE HOME



TOUS DIAMÈTRES  
DE 3<sup>m</sup> A 1250<sup>m</sup>  
ET PLUS



## USINES A TUBES DE LA MEUSE

STÉ A ME FLEMALLE-HAUTE BELGIQUE

SOBELPRO



MALEVEZ + DELENNE

**SOC.AN.**

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

VILVORDE.TEL.51.16.50·51.03.25



TYPE BELVAL Z  
PALPLANCHES ONDULÉES

# PALPLANC

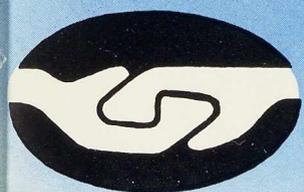
TYPE BELVAL P  
PALPLANCHES PLATES

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:

# LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE

BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE

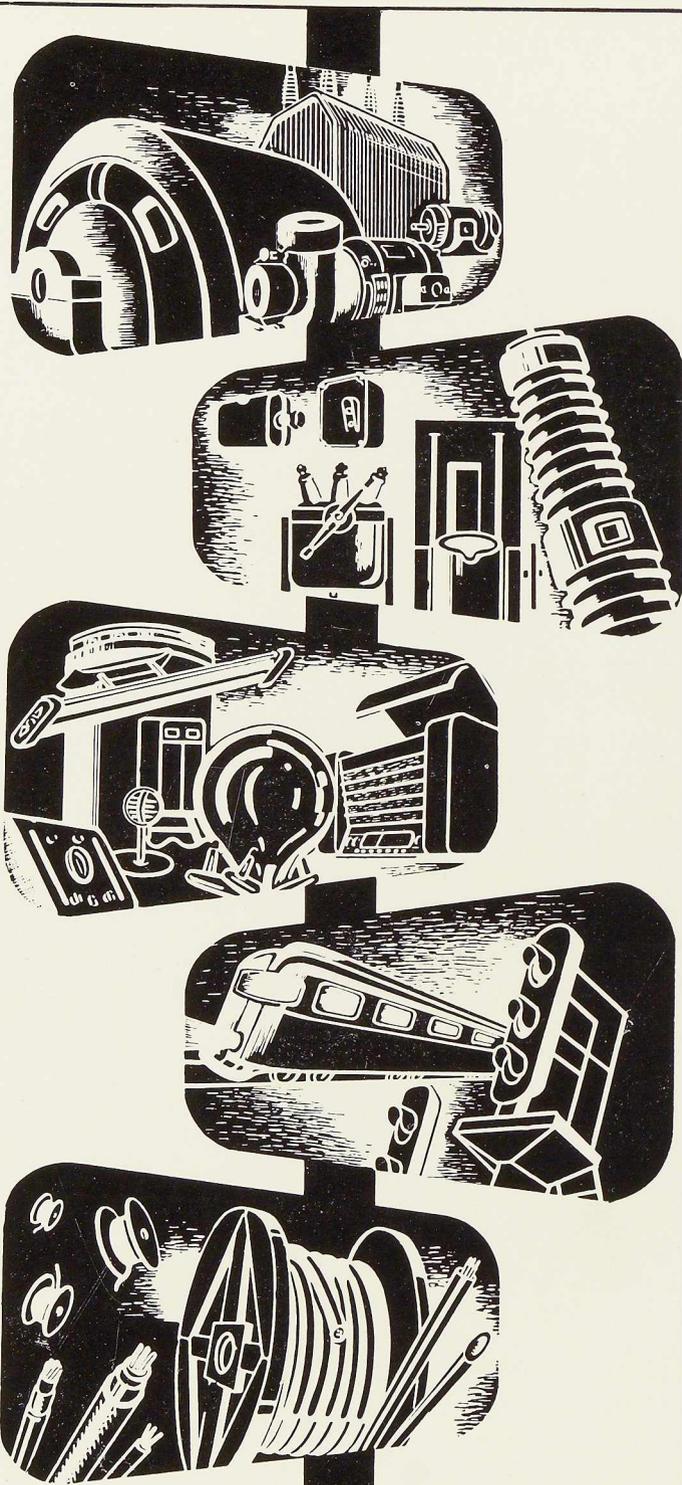


**CHES ARBED-BELVAL**



**COLUMETA**

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG



*des* **ACEC**  
*construisent...*

**MACHINES ÉLECTRIQUES  
ET MATÉRIEL MÉCANIQUE**

Moteurs et génératrices - Transformateurs - Condensateurs - Fours électriques - Equipements électriques pour mines, métallurgie, traction, marine et appareils de levage - 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 télé technique - 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



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.

**SOUDOMÉTAL**

SOCIÉTÉ ANONYME

SOUDEGE SUR CHANTIER  
D'ÉLÉMENTS DE PONT DE  
NAVIRE.



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

SOCIÉTÉ D'ÉTUDES

VERDEYEN &

MOENAERT

INGÉNIEURS-CONSEILS A. I. Br.

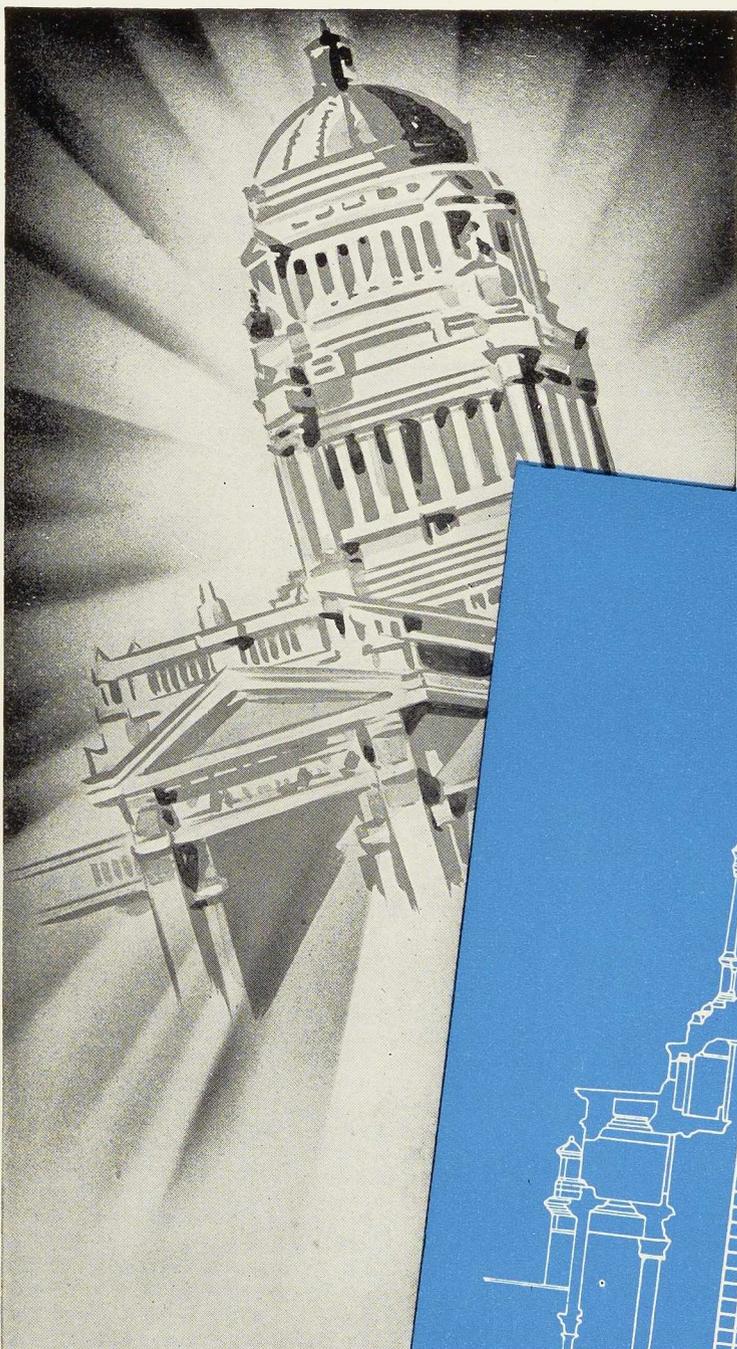
MÉCANIQUE DU SOL.

FONDATEMENTS.

TRAVAUX INDUSTRIELS.

GÉNIE CIVIL.

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



## MATÉRIEL TUBULAIRE

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



# 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



LE PONT DE FRANCE, A NAMUR,  
réalisé par la

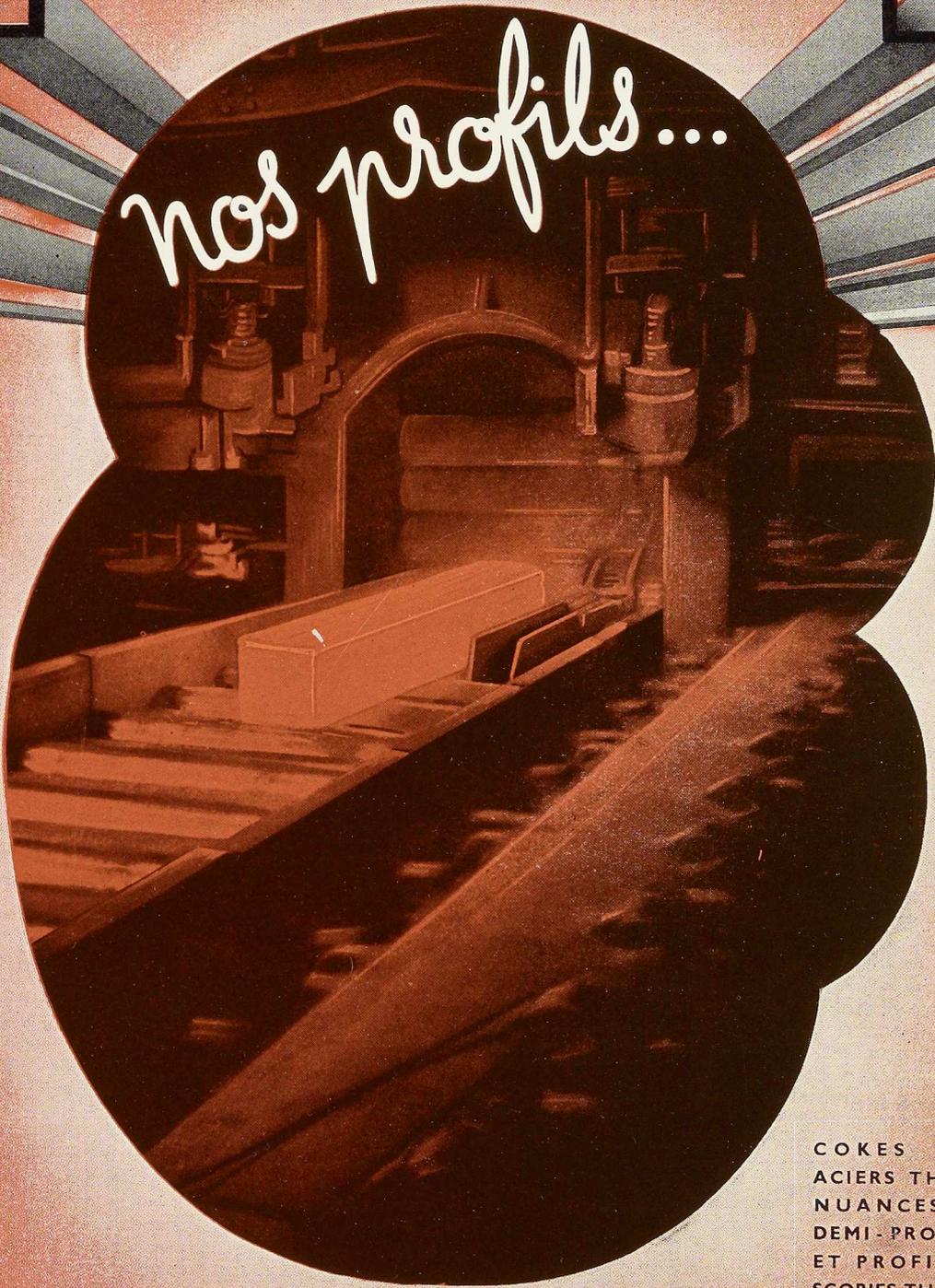
S. A. DES ATELIERS DE CONSTRUCTION  
**JAMBES-NAMUR**

Anciens Établissements Th. FINET (Tél. 233.55 Namur)

**JAMBES**

S

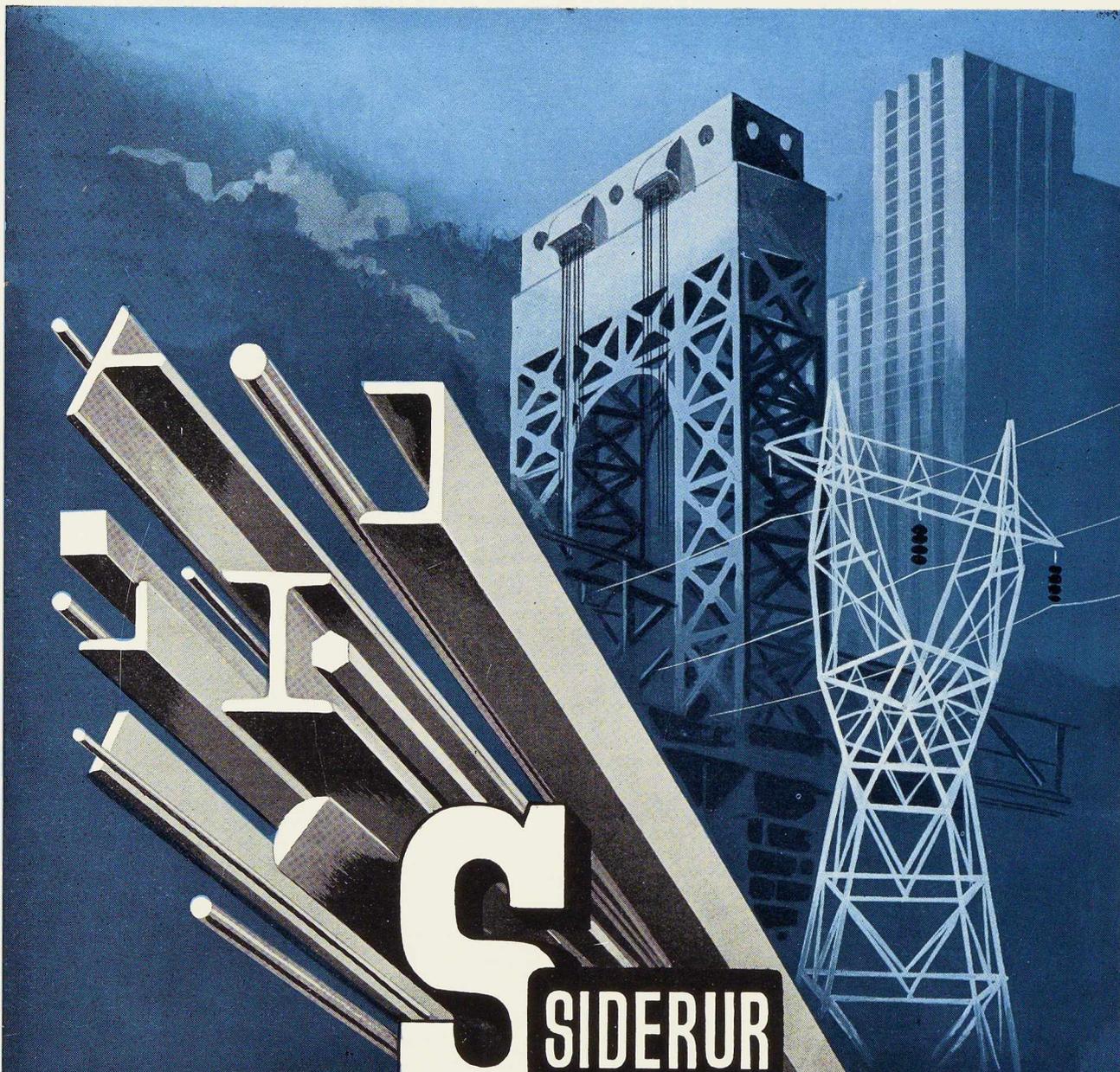
*nos profils...*



COKES ET FONTES.  
ACIERS THOMAS TOUTES  
NUANCES EN LINGOTS,  
DEMI-PRODUITS, BARRES  
ET PROFILS SPÉCIAUX.  
SCORIES THOMAS ET CIMENTS.

SOC. AN. DES HAUTS-FOURNEAUX FORGES & ACIERIES DE  
**THY-LE-CHATEAU & MARCINELLE**

MARCINELLE : TÉL. CHARLEROI 222.93 • TÉLÉGR. WEZMIDI-CHARLEROI



# SIDERUR

**SOCIÉTÉ COMMERCIALE  
DE SIDÉRURGIE S. A.**

1<sup>a</sup>, RUE DU BASTION (ELITE HOUSE) BRUXELLES  
TÉLÉPHONES : 12.31.70 (4 lignes) 12.00.53 (3 lignes) C.C.P. 33.79  
TÉLÉGR. : SIDÉRUR-BRUXELLES - REG. COMM. : BRUX. 207.794

**ORGANISME DE VENTE DE**

SOCIÉTÉ ANONYME D'OUGRÉE-MARIHAYE, à Ougrée  
S. A. MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE DE RODANGE, à Rodange (G.-D. LUXEMBOURG)  
S. A. ACIÉRIES ET MINIÈRES DE LA SAMBRE, à Monceau-sur-Sambre  
SOCIÉTÉ ANONYME LAMINOIRS D'ANVERS, à Schoten-lez-Anvers

**TOUTE LA GAMME DES PRODUITS SIDÉRURGIQUES**



Office Technique de Publicité

# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

## REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

15<sup>e</sup> ANNÉE - N° 10

OCTOBRE 1950

V. Bourgeois,  
Architecte-urbaniste,  
Professeur à l'École  
Supérieure d'Architecture  
de l'Etat

### Quelques réalisations d'architecture métallique en Belgique

Lié à la naissance de l'expérience moderne en architecture, le métal qui permet l'exactitude du travail et, s'il le faut, une adaptation plus aisée à de nouvelles dispositions intérieures, ne peut qu'accroître son rôle dans l'évolution d'une construction rationnelle. Déjà la rapidité d'exécution plaide en sa faveur et demain, le nécessaire développement de la préfabrication l'imposera de plus en plus. Si nous n'appliquons pas au bâtiment les méthodes qui ont rendu démocratique l'usage de l'automobile, nous ne parviendrons jamais ni à résoudre la crise mondiale du logement, ni à équiper convenablement la société moderne tant du point de vue social que du point de vue économique. Le jour où nous renoncerons aux traditionnels matériaux de remplissage trop lourds et encombrants, l'heure du métal sera venue. Nous connaissons aussi alors le succès des produits à grand pouvoir calorifique et acoustique.

Et comme les Gothiques ont obtenu avec les pierres l'allègement extrême de l'architecture, selon la technique de notre siècle nous parviendrons, en diminuant la pesanteur des édifices, à leur conférer une grâce nouvelle.

En attendant nous croyons pouvoir présenter des réalisations plus modestes.

Dans *L'Ossature Métallique* de janvier 1940, nous avons publié une étude sur l'architecture métallique en Belgique.

Cet article exposait des considérations générales et présentait la nouvelle Ecole du Centre à Hornu. Il est donc inutile d'y revenir et nous passons à la description de quelques bâtiments à ossature métallique que nous avons eu l'occasion de terminer depuis lors : les nouveaux bureaux des Usines de et à Braine-le-Comte; le bloc social des Hauts Fourneaux, Forges, Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, à Marcinelle; les magasins généraux de la division de Baume, de la Société Anonyme de Baume et Marpent à Haine-Saint-Pierre.

Nous joignons à ces œuvres hennuyères, quelques documents de l'Office bruxellois des Chèques Postaux dans lequel un important emploi de la tôle à été fait pour les revêtements, les cloisons et l'équipement.



### Les nouveaux bureaux des Usines de Braine-le-Comte

Les Usines de Braine-le-Comte spécialisées dans la construction métallique comprennent :

- 1° Les halls industriels;
- 2° Un bâtiment réunissant les magasins, un poste de croix-rouge, des vestiaires, douches, pédiluves, lavabos, réfectoires et sanitaires pour ouvriers.

Les magasins, les services-ouvriers et les bureaux sont construits le long d'une route de part et d'autre d'une cour centrale sur laquelle dégagent également les halls industriels.

- 3° Les nouveaux bureaux.

Le principe des nouveaux bureaux prévoit le travail du personnel dans de grands locaux, alors que la direction possède des bureaux individuels. Tous ces bureaux sont largement éclairés et ne sont séparés que par des cloisons vitrées.

Les petits locaux et les sanitaires sont groupés près de l'escalier, de façon à supprimer autant que possible les dégagements. Des lavabos ont également été placés dans les grands bureaux et dans le hall. Des prises d'eau et des sterfputs sont prévus pour le nettoyage; une bouche d'incendie existe au bel étage.

Ces solutions permettent une surveillance facile, un maximum d'espace pour le travail, de l'ordre, de la propreté et un entretien aisé.

Dans les sous-sols est installée la chaufferie. Au rez-de-chaussée se trouvent le hall d'entrée avec l'huissier, les archives, les vestiaires et sanitaires-hommes avec douches, les vestiaires et sanitaires-femmes, une salle de repos et le réfectoire.

Par la cour on accède à un local entièrement séparé réservé aux vestiaires, douches, pédiluves, lavabos, W. C. des contre-maîtres.

Le réfectoire des employés est équipé avec une plaque chauffante et des armoires à cassettes dans lesquelles le personnel dépose couvert et déjeuner. Par ses fenêtres on voit un magnifique paysage tandis que les murs sont égayés par des reproductions de Van Gogh.

L'accès du bel étage est protégé par un volet mécanique à mailles. Cet étage comprend une salle d'attente, un parloir où les visiteurs sont reçus, un grand bureau pour le Secrétariat et la Comptabilité, deux bureaux pour le Directeur (dont l'un privé) et un bureau pour l'Administrateur Délégué. Ce dernier bureau est isolé par un mur opaque de même qu'un des deux bureaux du Directeur, le parloir et l'attente. Les bureaux du Directeur ont vue sur la cour où s'effectuent

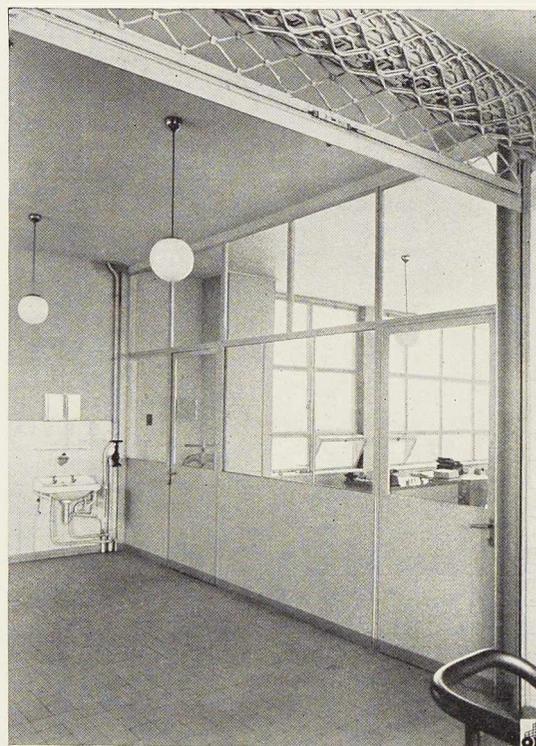


Photo Pichonnier Frères.

Fig. 580. Usines de Braine-le-Comte. Hall des services administratifs.

l'entrée des ouvriers et les transports par route.

Au deuxième étage, un grand bureau de dessin avec tables à dessiner alignées contre les fenêtres et classement dans le milieu, un bureau de devis et un bureau pour le chef du service technique en relation directe avec les autres bureaux, un local pour la reproduction.

L'ossature des nouveaux bâtiments est en acier. Tous les assemblages constituent des nœuds rigides, ce qui a permis de prévoir un très large éclairage atteignant les deux tiers des surfaces de façade et pignons. Les assemblages sur place ont été réalisés par soudure à l'arc électrique. L'ossature métallique est constituée de portiques étagés de 10,10 m de largeur, espacés de 4 mètres. Les montants et les poutres sont généralement formés de poutrelles à larges ailes. Malgré l'importance relative de la construction, le poids de l'ossature métallique ne dépasse pas 60 tonnes.

La fourniture et le montage de l'ossature métallique ont été effectués par la S. A. des Usines de Braine-le-Comte.



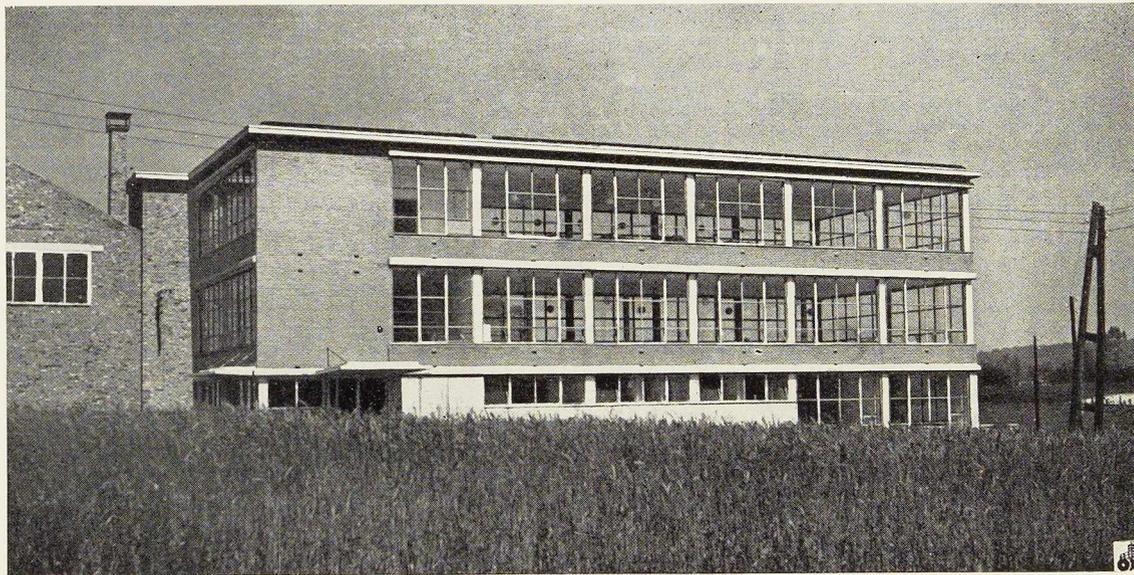


Photo Pichonnier Frères.

Fig. 581. Façade des nouveaux bureaux des Usines de et à Braine-le-Comte.

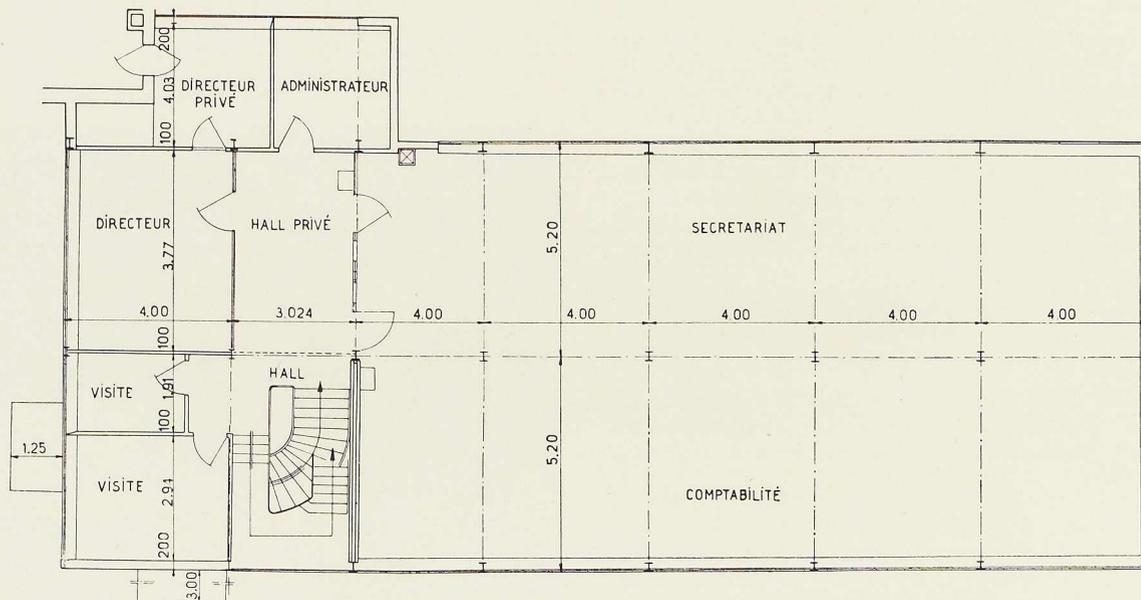


Fig. 582. Usines de Braine-le-Comte. Plan du 1<sup>er</sup> étage. Les Services administratifs.

Notons les châssis métalliques avec basculants dans le haut et le bas, qui sont équipés de joues pour empêcher les courants d'air.

Des tentes à pavillons protègent contre le soleil tout en laissant circuler l'air.

#### **Bloc social des Hauts Fourneaux, Forges, Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, à Marcinelle**

Le terrain mis à la disposition de l'architecte était un rectangle de  $22,20 \times 28,70$  m de côtés, dont les deux mitoyens sont inutilisables pour l'éclairage.

Ce type de terrain est ardu par suite de l'impossibilité d'éclairer et de ventiler la partie centrale. Aussi le principe de plan adopté prévoit-il l'utilisation entière du terrain au rez-de-chaussée et l'aménagement à l'étage d'une série de locaux autour d'une cour centrale.

Cette cour centrale éclaire et ventile le rez-de-chaussée par une toiture en béton translucide et par de petites fenêtres entre le niveau de ce béton et celui du plafond du rez-de-chaussée.

Au rez-de-chaussée sont rassemblés les vestiaires, bains-douches, lavabos, pédiluves, tandis qu'à l'étage une série de petits réfectoires sont disposés autour de la cour centrale. Cette disposition assure un caractère intime à ces locaux.

A signaler également la position des escaliers dont les sens opposés permettent une circulation aisée.

Il fut décidé d'utiliser, pour la réalisation de ce bâtiment, une ossature métallique, dont le poids est de 32 tonnes. Elle est composée de poutrelles Grey de différents profils agencés entre eux pour être assemblés par boulons et rivets.

L'entreprise générale de cette construction fut confiée à la Société Bémat à Marchienne-au-Pont, qui eut recours à la S. A. des Ateliers de Construction d'Hérinnes-lez-Enghien, pour l'exécution de la charpente métallique.

L'ossature est enrobée dans des murs en maçonnerie de briques locales avec de larges châssis en béton armé.

#### **Ossature métallique pour magasin général et bureaux de la division de Baume**

Les magasins généraux de la Société Anonyme de Baume et Marpent à Haine-Saint-Pierre, division de Baume, ayant été complètement détruits en 1944, par suite des bombardements, il avait été décidé de centraliser les magasins dans un bâtiment à plusieurs étages, et sur un tronçon

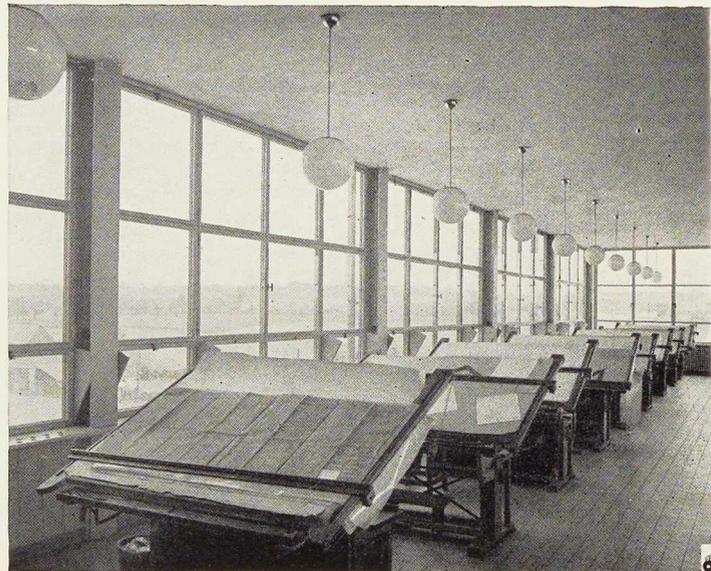
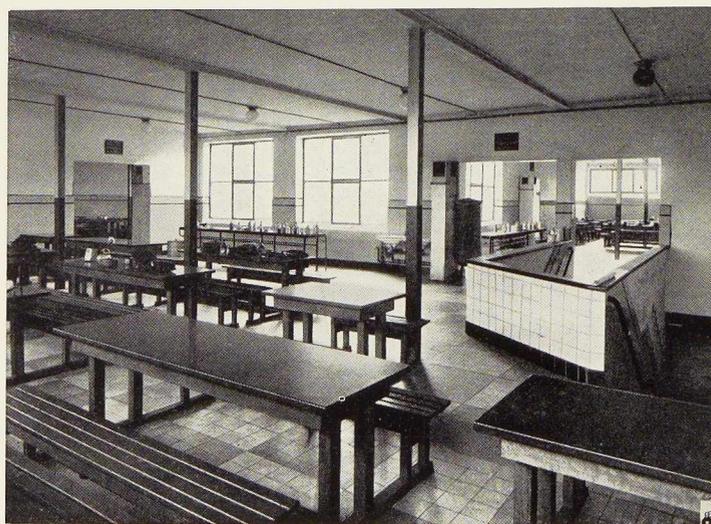


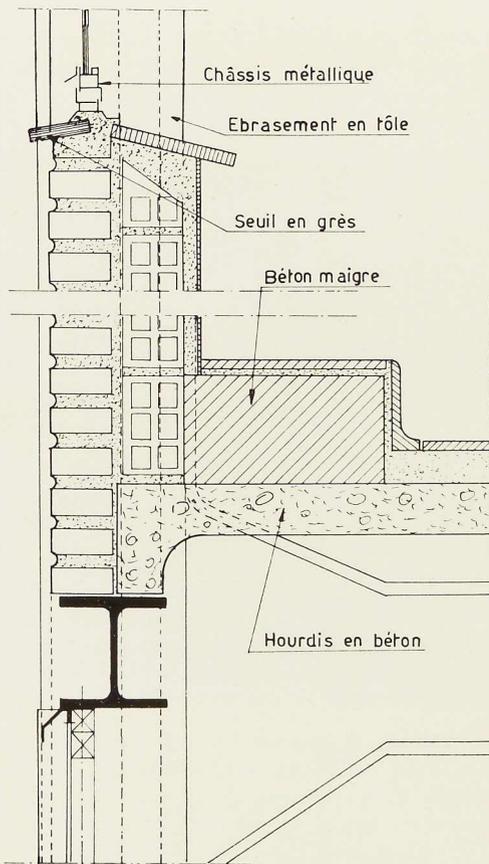
Photo Pichonnier Frères.

**Fig. 583.** Nouveau bâtiment des Usines de et à Braine-le-Comte. Bureau de dessin.

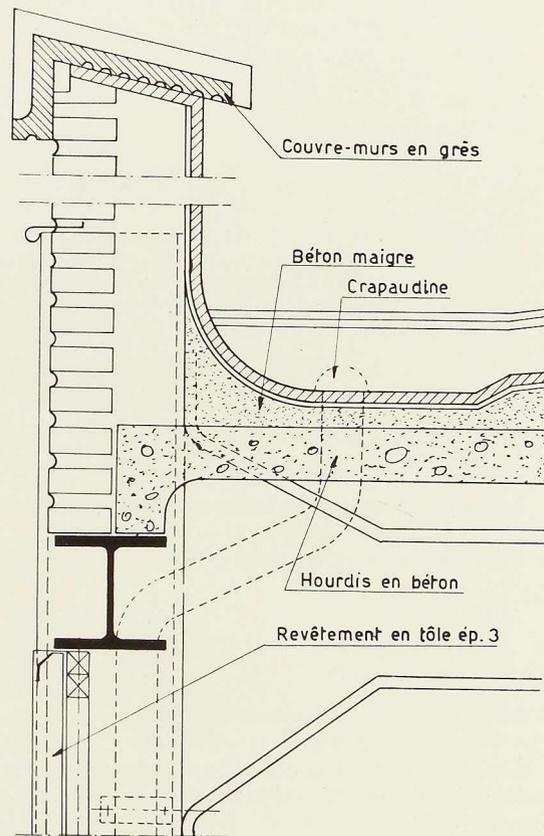
**Fig. 584.** Bloc social des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle. Vue du réfectoire.

Photo R. Cuyllits.



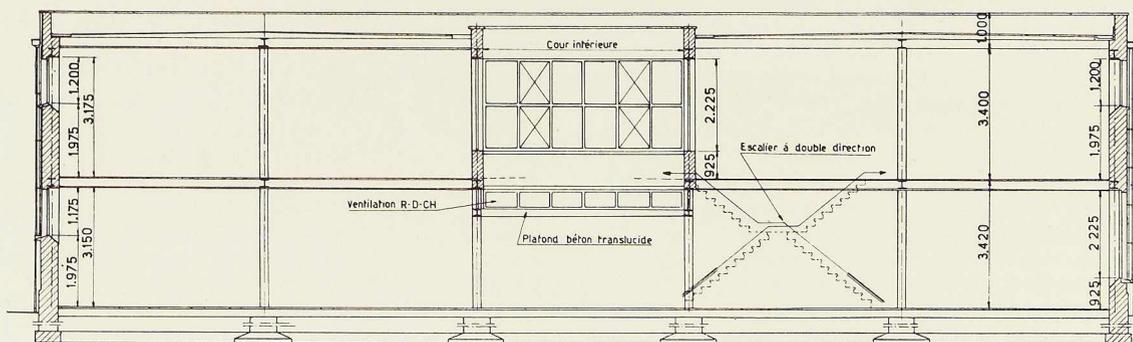


**Fig. 585.** Coupe-type montrant l'ossature en acier, des hourdis en béton armé et le remplissage en maçonnerie.



**Fig. 586.** Coupe dans la terrasse. Les tuyaux de descente (en pointillés) se trouvent derrière le revêtement métallique des trumeaux.

Détails du nœud d'ossature du magasin général et bureaux de la division de Baume de la S. A. Baume et Marpent.



**Fig. 587.** Coupe longitudinale sur la cour intérieure du bloc social des Hauts Fourneaux, Forges et Acieries de Thy-le-Château et Marcinelle.

de terrain, qui ne pouvait servir qu'à l'agrandissement des halls de l'usine.

Les bureaux ayant également été détruits par les bombardements et les divers services ayant été dispersés, on a transformé par la suite une partie du bâtiment précité en bureaux et magasin général.

Le sous-sol, qui est au même niveau que l'usine, comprend le magasin général et le service d'entretien électrique de l'usine. Le rez-de-chaussée : les bureaux de la Direction Technique et ceux de la division Baume; l'étage : les bureaux techniques.

Par suite de la forme spéciale du terrain, on s'est arrêté à une toiture plate et à une construction métallique soudée.

#### Description et base des calculs

La vue en plan donne l'ensemble du bâtiment.

La longueur totale du bâtiment est de 89,100 m pour une largeur totale de 18 mètres.

Les hauteurs de pavé à pavé sont les suivantes :

Sous-sol . . . . .	4,200 m
Rez-de-chaussée . . . . .	5,500 m
Etage . . . . .	5,500 m

Le bâtiment a été calculé pour recevoir ultérieurement un étage supplémentaire.

En plus du poids mort, il a été tenu compte des sollicitations suivantes :

Rez-de-chaussée . . . . .	1 000 kg par m <sup>2</sup>
Etage . . . . .	600 kg par m <sup>2</sup>

La tension maximum sous toutes charges, y compris le vent, est de 16 kg par mm<sup>2</sup>.

#### A. Ossature métallique

L'ossature métallique est constituée de plusieurs portiques superposés à nœuds rigides, encastres à leur base.

Pour le calcul des poutrelles de plancher, en plus des surcharges indiquées ci-dessus, on a tenu compte d'un poids mort de 300 kg par m<sup>2</sup> (poids du béton et du plancher).

Les planchers en béton armé ont été calculés comme continu, avec 10 appuis, ce qui a réduit leur épaisseur totale à 7 cm environ, avec un pourcentage minime de fers (environ 80 kg par m<sup>3</sup>), malgré les fortes surcharges.

Les figures 590, 591 et 592 donnent une coupe transversale du bâtiment ainsi que les détails des nœuds rigides soudés de la liaison des traverses avec les montants. On remarque qu'ils ne dépassent pas le niveau supérieur du pavé.

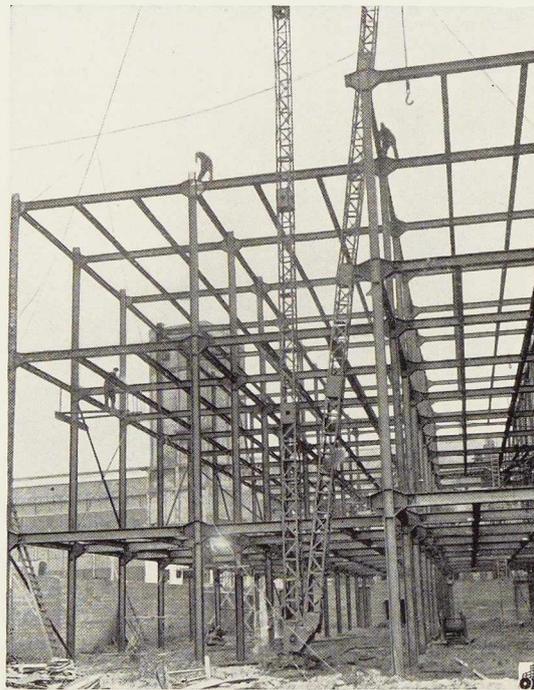


Fig. 588. S. A. Baume et Marpent. Ossature métallique en cours de montage.

Les montants et les nœuds du portique ont été soudés en usine, alors que les assemblages des traverses avec les colonnes ont été soudés à pied d'œuvre.

On remarquera aussi que les solives ont été placées entre les ailes des traverses, ce qui n'a pas nécessité d'assemblages spéciaux pour les soudures faites sur chantier.

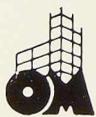
Le poids total de l'ossature métallique est de 240 tonnes.

#### B. Travaux de parachèvement

Par suite de la conception même du bâtiment, on a pu exécuter la toiture avant de réaliser les maçonneries de remplissage.

Les murs de remplissage comprennent une demi-brique à l'extérieur et une brique creuse à l'intérieur, renforcées par des plats placés dans les joints et soudés aux colonnes.

Une partie des cloisons intérieures a été exécutée avec une double paroi de briques creuses renforcées par des plats soudés aux colonnes. Le remplissage et les cloisons donnent une bonne isolation.



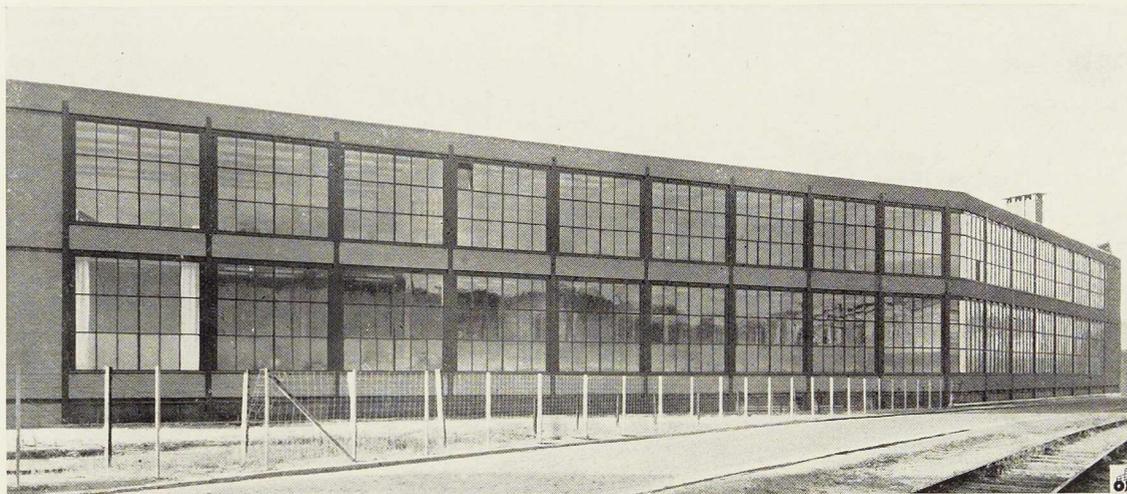


Photo P. Dietens.

Fig. 589. Magasin général et bureaux de la division de Baume de la S. A. Baume et Marpent. Façade principale.

D'autres cloisons intérieures utilisent la double paroi en « Unalit » et vitrage avec renforcement par des T soudés aux colonnes.

En ce qui concerne la toiture réalisée en asphalte et roofing, la pente a été obtenue par des dalles creuses reposant sur des murets en maçonnerie de différente hauteur, ce qui a l'avantage de créer un matelas d'air entre elles et le béton du hourdis haut du dernier étage. Il en résulte une bonne isolation.

En conclusion, on peut affirmer que l'ossature métallique améliore l'aspect et facilite l'entre-

lien. Son poids mort sur les fondations est très réduit tout en donnant une grande robustesse : son prix de revient est également intéressant par suite de sa construction simple, et de son montage rapide du fait de la soudure.

Nous pensons qu'il convient maintenant de commenter brièvement, du point de vue de l'architecte, un détail capital des bâtiments à ossature métallique : *le nœud d'ossature*, c'est-à-dire les relations entre la charpente (poteaux et poutres), les parois extérieures et intérieures ainsi que les tuyauteries.

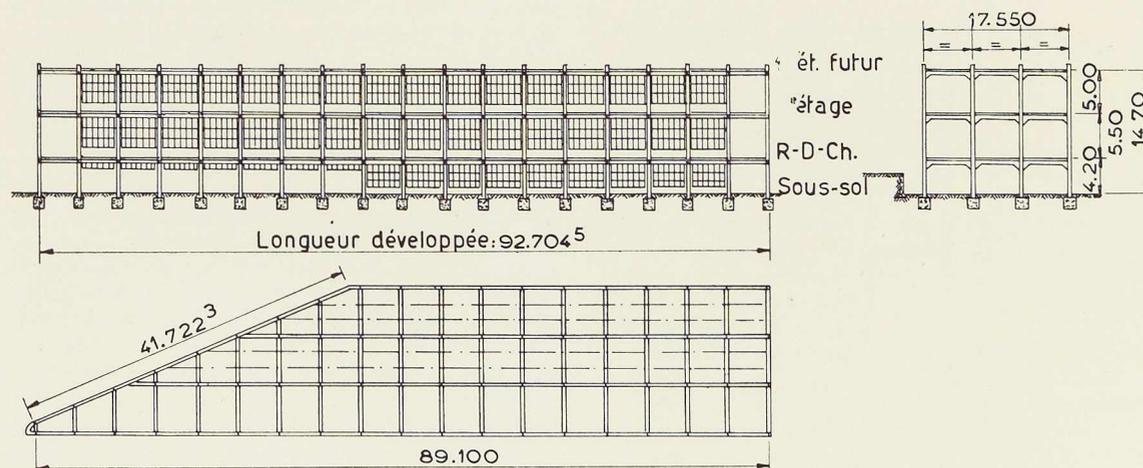
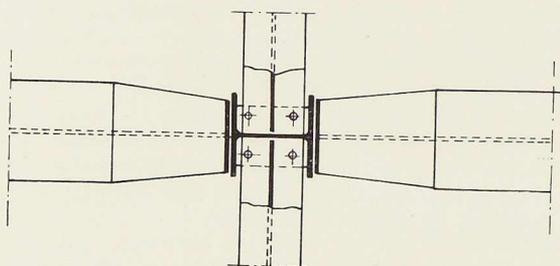
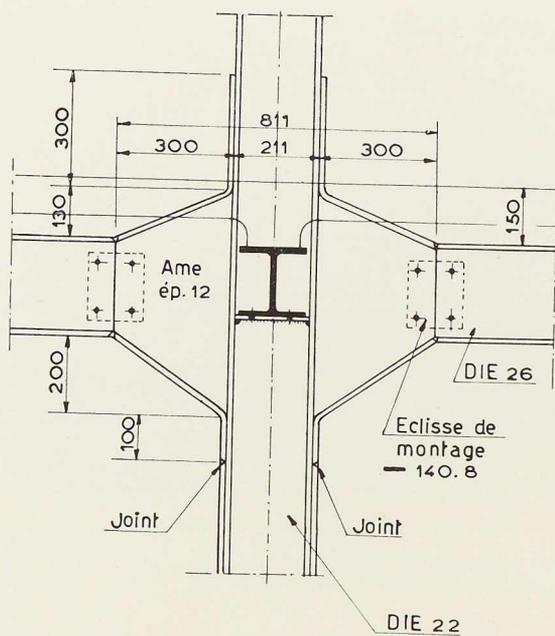
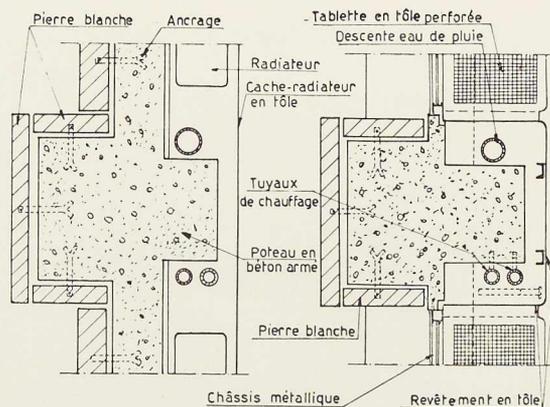


Fig. 590. S. A. Baume et Marpent. Coupe longitudinale et transversale et plan de l'ossature



**Fig. 591.** S. A. Baume et Merpent. Détail d'un nœud intérieur de l'ossature en élévation et en plan.

**Fig. 592.** S. A. Baume et Merpent. Détail d'un nœud extérieur de l'ossature en élévation.



**Fig. 593.** Office des Chèques Postaux. A gauche : Coupe horizontale sous le seuil de fenêtre. A droite : Coupe horizontale au-dessus du seuil de fenêtre.

D'une bonne mise au point de ce nœud essentiel d'un bâtiment à ossature dépendent en grande partie le caractère des façades, la netteté et la précision d'une importante partie des intérieurs.

Rappelons que trois positions peuvent être adoptées pour la façade d'un bâtiment par rapport à l'ossature : être placée devant, derrière ou faire corps avec elle <sup>(1)</sup>.

Depuis la première guerre mondiale l'habitude a été prise, pour les grands magasins notamment, de créer des façades très légères et entièrement vitrées en rejetant à l'intérieur les points d'appui.

Dans ce cas le hourdis en porte-à-faux est en avancée sur les points d'appui, tandis que la façade devient un grand châssis.

A l'époque du « modern style », une solution opposée avait été quelquefois choisie : mettre la façade en retrait sur l'ossature, ce qui par rapport à la colonnade apparentait ce dispositif à la façade d'un édifice classique à portiques.

Dans ces deux cas, le problème du nœud d'ossature est simplifié puisque les façades se solutionnent en dehors de l'ossature.

Le problème des canalisations peut également conduire à un résultat plus ou moins identique : en effet, avec le chauffage central traditionnel, les radiateurs se trouvent sous les allèges des fenêtres. Etant donné l'habitude de vitrer au

<sup>(1)</sup> Les solutions devant et derrière la façade sont difficilement acceptables dans les bâtiments de bureaux. Dans le premier cas, les points d'appui encombreraient inutilement l'espace réservé au travail et compliqueraient d'éventuelles modifications; dans le second cas, la présence d'une « visière » en face des locaux diminuerait l'éclairément.



Photo E. Sergysels.

**Fig. 594.** Office des Chèques Postaux à Bruxelles. Salle de tenue de compte. Revêtement métallique des gaines de conditionnement d'air.

maximum les façades, les tuyauteries ne disposent plus que d'un seul emplacement : contre le nœud d'ossature.

Au contraire, avec le chauffage par rayonnement, les serpentins chauffants sont situés dans le plafond, les murs ou le sol et les tuyaux de montée sont disposés au centre de l'édifice à un endroit favorable et ne compliquant pas les relations avec la construction.

Le conditionnement d'air lui aussi est dégagé de la façade. Les gaines d'amenée et de reprise sont normalement placées dans le centre de l'édifice.

D'après nos exemples, d'une part la façade fait corps avec la charpente et d'autre part le chauffage par radiateurs a posé la traditionnelle difficulté d'assembler proprement les tuyauteries, l'ossature et les parois.

Dans les nouveaux bureaux des Usines de

Braine-le-Comte une charpente métallique est verticalement apparente entre les fenêtres tandis que leurs allèges sont constituées vers l'extérieur par de la maçonnerie de briques moulées à la main. Dans le vide de l'âme de la poutrelle située au-dessus des fenêtres se placent les tentes à pavillons. Vu le peu de hauteur du bâtiment les quelques colonnes montantes de chauffage passent d'un étage à l'autre dans l'angle formé par les poutrelles verticales et horizontales et sont ramenées dans l'axe de la colonne par une « baïonnette ».

Baume et Marpent est du même type, mais l'ossature est entièrement visible (poteaux et poutres). Des trous dans les poutrelles horizontales donnent passage aux tuyauteries.

Dans les deux bâtiments précités les tuyaux de descente des eaux pluviales sont rejetés en façade postérieure.

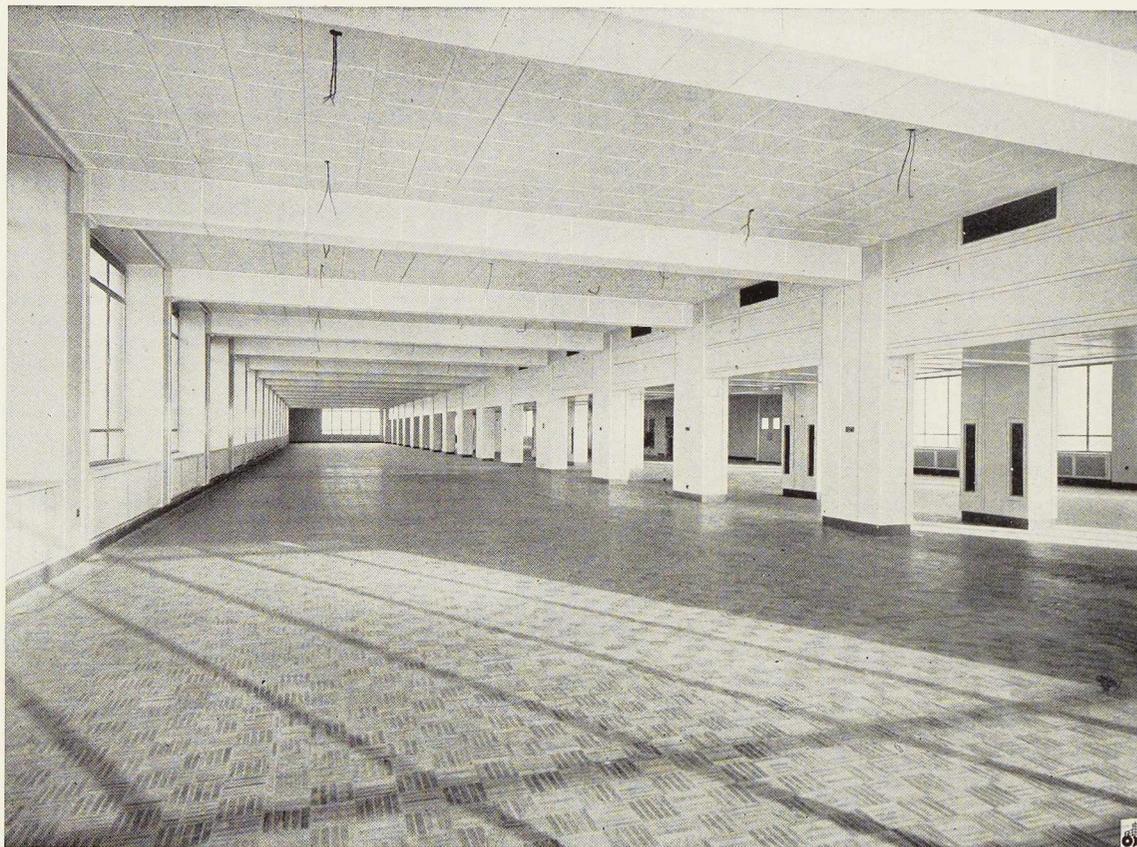


Photo E. Sergysels.

**Fig. 595.** Office des Chèques Postaux à Bruxelles. Salle de tenue de compte.  
A gauche : cache-radiateur et ébrasements métalliques.  
A droite : revêtement métallique des canalisations de conditionnement d'air.

Enfin à Thy-le-Château, la charpente étant entièrement enrobée dans la maçonnerie, cet édifice relève sur ce point d'une construction ordinaire en maçonnerie.

La solution du « nœud d'ossature » adoptée pour le nouvel Office des Chèques Postaux à Bruxelles est beaucoup plus complexe. Les sept étages du bâtiment et la grande surface des toitures imposent un tuyau de descente des eaux pluviales et un tuyau de montée du chauffage central presque contre chaque poteau : ces tuyaux sont fixés dans l'angle formé par l'avancée du revêtement en pierre blanche sur l'ossature.

Les poteaux et les tuyauteries attenantes sont habillés de tôles mobiles insonorisées par de l'amiante projeté, mis en œuvre par les Etablissements Lenders.

C'est également ce matériau qui a été choisi pour les tablettes ajourées au-dessus des radiateurs et pour les cache-radiateurs (1).

Si nous ajoutons les châssis métalliques à ces importants habillages en tôle, nous constatons que d'un bout à l'autre des salles de tenue de compte de 81 mètres de longueur, les yeux se reposent sur une face entièrement constituée par le métal. Cette unification qui apporte une atmosphère calme par la présence d'une seule matière, joint l'utile à l'agréable : l'entretien en est très facile.

V. B.

(1) Le revêtement métallique habille également les gaines de conditionnement d'air des salles de tenue de compte. Les armoires métalliques du hall central, accessibles de haut en bas de l'édifice, contiennent les canalisations des installations sanitaires.



Ed. Henrion,  
Ingénieur-soudeur ESSA  
(Paris)

## Une intéressante fabrication en série de réservoirs à double enveloppe et à pression

### Introduction

On rencontre assez rarement, en chaudronnerie, une fabrication en relativement grande série de réservoirs à pression de caractéristiques souvent identiques et en tous cas analogues. Or, une réalisation de grande envergure dans ce domaine, telle qu'elle a été entreprise récemment aux Usines de Braine-le-Comte, présente l'avantage de pouvoir procéder à une étude approfondie de tous les facteurs qui interviennent dans la fabrication, grâce au fait que cette préparation détaillée du travail peut se répartir sur un nombre suffisant d'appareils.

Il est dès lors possible d'organiser méthodiquement le programme d'avancement de la construction en s'attachant, en particulier, à obtenir des éléments dont la précision dans les cotes est suffisante pour constituer une pièce interchangeable, grâce à l'observance de tolérances bien appropriées. C'est certainement là un fait nouveau intéressant à noter dans le domaine de la chaudronnerie et c'est pourquoi nous avons choisi le cas typique de la fabrication de 101 cuves destinées à une industrie chimique nouvelle, pour exposer les principes qui sont à la base de la modernisation du travail et qui seuls permettent d'unir dans une réalisation soignée la meilleure qualité technique et les conditions économiques les plus favorables, sans compter les propriétés de légèreté pour un maximum de résistance.

Lorsqu'il s'agit de mettre au point une fabrication chimique nouvelle, nécessitant un ensemble important de réservoirs à pression, on se rend immédiatement compte que l'exploitation de la nouvelle usine sera grandement facilitée si l'on s'attache à normaliser, dans toute la mesure du possible, les caractéristiques fondamentales des récipients. C'est ainsi que dans un but d'uniformisation on pourrait même être amené à prévoir sur certains appareils des tubulures ou des accessoires qui ne seraient pas absolument indispensables, mais dont la présence rend la pièce interchangeable moyennant une mise au point minime, telle que le placement d'un joint plein par exemple.

D'autre part, il est utile d'adopter des dimensions identiques pour les brides, tubulures et organes analogues, même pour des appareils de capacités légèrement différentes. On réduit notablement, par cette mesure, les frais ultérieurs d'entretien et de stockage des pièces de rechange. Comme ce genre de préoccupations est assez rare dans les bureaux d'études des chaudronneries, il nous a paru utile d'insister sur ce point de vue, car l'expérience qui a permis de le mettre en pratique en a confirmé entièrement le bien-fondé.

La nouvelle fabrication chimique envisagée présentait le grand avantage de comporter, sur une série de 101 réservoirs, 62 cuves d'une même capacité de 3 000 litres. Les autres cuves d'un modèle analogue à celui de 3 000 litres, qui est donc le plus important et sera décrit en détails, présentent diverses capacités de 1 200, 1 800, 4 000 et 5 000 litres.

Le plan général de l'appareil complet est schématisé à la figure 596. Il s'agit d'un récipient principal à pression avec couvercle boulonné entouré d'une enveloppe où circule un fluide de chauffage également sous pression.

Grâce au fait que leur étude a été conduite en observant les principes rationnels de normalisation, la fabrication des appareils de faible et de forte capacité s'est intégrée sans difficulté dans la chaîne principale de construction des appareils de 3 000 litres.

La pression de service intérieure de la cuve cylindrique à fond bombé est de  $4 \text{ kg/cm}^2$ , ce qui a conduit à effectuer l'épreuve d'étanchéité à la pression de  $6 \text{ kg/cm}^2$ . Dans la double enveloppe, la pression de service peut atteindre  $3 \text{ kg/cm}^2$  et la pression d'épreuve a été fixée pour cette capacité qui entoure le réservoir proprement dit à  $4,5 \text{ kg/cm}^2$ .

Ceci précise l'importance et l'envergure du réservoir soumis à la fois à des pressions intérieures et extérieures, et le fait qu'il y a lieu d'en reproduire une centaine d'exemplaires donne une idée du développement pris par leur mise en fabrication.

Nous en suivrons dès lors les stades successifs en considérant, en particulier, les méthodes



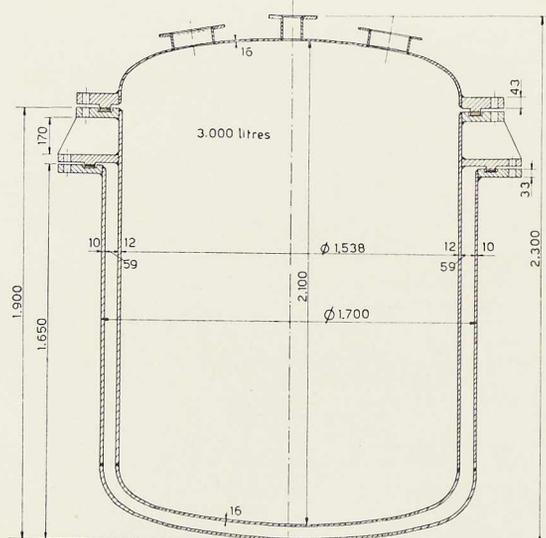


Fig. 596. Schéma d'ensemble du réservoir.

logiques de *contrôle*, qui ont été mises en œuvre aux divers stades de l'*avancement du travail*, en vue d'éviter tout mécompte lors du contrôle final, qui n'a plus qu'à confirmer par quelques sondages l'efficacité du *contrôle préventif*.

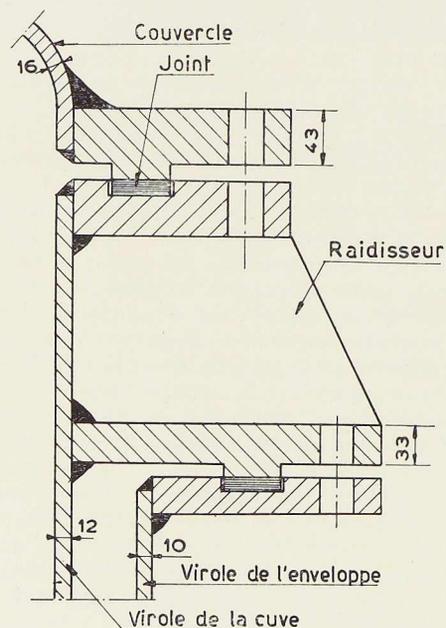


Fig. 597. Assemblage du couvercle sur la cuve et de l'enveloppe sur la cuve.

### Métaux de base

Etant donné qu'il s'agit d'appareils soumis à pression à la fois intérieurement et extérieurement, il est rationnel de faire appel à la qualité d'acier courante en construction de chaudière.

Cet acier doux élaboré par le procédé Siemens-Martin a donné aux essais statiques de traction 36 à 40 kg/mm<sup>2</sup> et un allongement de 26 % sur éprouvettes de 200 mm de long. Comme il s'agit de travaux de chaudronnerie exécutés dans des conditions de sollicitations bien connues et suivant des procédés bien éprouvés, le contrôle du métal de base par l'essai classique de traction est suffisant : il serait inutile et superflu de vouloir imposer à ce matériau, qui a fait largement ses preuves, d'autres essais qui n'apporteraient guère d'indications utiles dans l'état actuel de la technique perfectionnée de leur mise en œuvre.

### Procédés d'assemblage

Vu les nécessités de l'exploitation de ces cuves, leur couvercle devait nécessairement être assemblé par une bride boulonnée, alors que les joints longitudinaux et transversaux, tant du récipient que de son enveloppe, pouvaient être entièrement soudés. Etant données les épaisseurs en jeu, qui seront précisées ci-après, on a été amené à utiliser la soudure à l'arc électrique, procédé pour lequel on possédait par ailleurs l'outillage approprié.

### Métal d'apport

On a donc choisi une électrode enrobée de qualité appropriée à la nuance douce du métal de base et l'électrode du type E45, tout à fait courante, a permis d'obtenir entière satisfaction, sans qu'il y ait lieu de procéder, dans ce cas-là non plus, à des contrôles complexes et coûteux du métal déposé. En effet, les fabrications des métaux d'apport de soudure autogène sont parfaitement au point et la constance de leur qualité simplifie désormais dans une large mesure ce facteur du contrôle préventif.

### Main d'œuvre et mode opératoire

Ce travail de chaudronnerie étant effectué dans un atelier dont la main-d'œuvre est bien entraînée aux travaux de tout genre en soudage par tous les procédés, la question de la qualification de la main-d'œuvre ne présente pas de difficultés ; la plupart des soudeurs possèdent leur agrégation officielle pour les travaux de charpente ou de wagonnage et il a suffi de vérifier leur aptitude à la bonne exécution des joints bord à bord chan-

freinés pour être assuré de la qualité de cet autre facteur du contrôle préventif.

Rappelons simplement que pour vérifier la constance du travail d'un opérateur, on peut examiner l'éprouvette classique de soudure à francs bords chanfreinés en V par un *essai de texture*, qui, peu coûteux, donne toutes les indications utiles sur la compacité et la continuité du cordon soudant.

### Matériel

L'appareillage classique d'oxy-coupage, à la main et à la machine portable, ainsi que les postes de soudure à l'arc en courant alternatif ne donnent lieu à aucune observation, mais il est évident que l'on doit veiller à les maintenir en bon état pour éviter toute défaillance de l'équipement considéré.

### Description de la cuve du type de 3 000 litres

Le corps du réservoir intérieur est constitué d'une virole de 1 562 mm de diamètre extérieur en tôle de 12 mm d'épaisseur. Elle comporte une soudure longitudinale bord à bord sur toute sa longueur (fig. 596). Le fond bombé est constitué d'un embouti en une pièce dont les épaisseurs ont varié dans l'ensemble de la fabrication de 15 à 20 mm suivant les dimensions des cuves. Dans le cas de la cuve de 3 000 litres, l'épaisseur du fond est de 16 mm.

A la partie supérieure de la virole, on a placé une bride soudée destinée à permettre l'assemblage par boulons du couvercle, également constitué d'un embouti de forte épaisseur.

En dessous de cet ensemble, on a prévu le placement d'une seconde bride permettant l'assemblage du récipient principal et de la double enveloppe, dont le diamètre extérieur est de 1 700 mm et l'épaisseur des tôles de 10 mm.

### Conception de l'ouvrage

Les détails de la conception soudée de ces deux assemblages d'importance fondamentale sont donnés à la figure 597. On y remarque que les deux brides sont consolidées par des raidisseurs. A cette fin, on a intercalé des plats soudés sur tout le pourtour du réservoir suivant la conception maintenant classique qui évite tout métal superflu.

Il est intéressant de préciser que pour un même type de réservoir, les doubles enveloppes et les couvercles sont *interchangeables* et l'on se rend facilement compte des précautions qu'il faut observer, en chaudronnerie soudée, pour arriver à ce résultat remarquable. La réussite de ce tra-

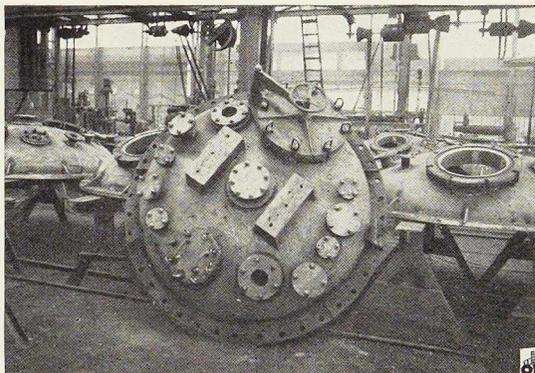


Fig. 598. Vue d'ensemble du couvercle équipé de ses tubulures.

vail prouve que l'on ignore encore trop souvent les possibilités intéressantes d'un travail méthodique, qui procure des avantages considérables à l'utilisateur de ces chaudronneries normalisées.

Le travail était d'autant plus délicat à mener à bien que le couvercle, embouti et soudé sur une bride d'assemblage, reçoit de nombreuses tubulures et comporte diverses ouvertures (fig. 598).

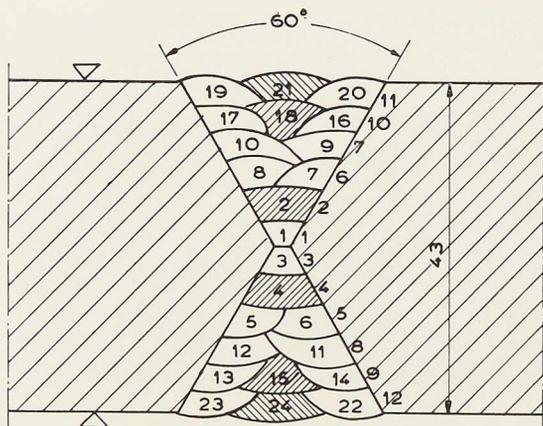
En effet, on distingue en ordre principal sur cette pièce compliquée : un trou d'homme avec couvercle à fermeture rapide, des trous de mains, des regards, un presse-bourrage central pour assurer le passage et le guidage de l'arbre qui portera l'agitateur, monté lui-même sur deux consoles, de nombreuses tubulures de diamètres divers, etc.

### Fabrication des brides, de la cuve et de son enveloppe

#### a) Les brides

Le premier stade opératoire a consisté dans le découpage au chalumeau des brides, constituées de quatre pièces présentant l'indispensable sur-épaisseur prévue pour l'usinage. L'oxycoupage est exécuté à la machine, qui donne des faces de coupe utilisables brutes sans parachèvement. Les épaisseurs de brides considérées sont respectivement 43 et 33 mm. On procède ensuite au chanfreinage en X des extrémités de ces quarts de cercle et ce travail est également exécuté au chalumeau coupeur.

Vu les diamètres de la cuve et de son enveloppe, le développement des brides est de l'ordre de 5 à 5,40 m et l'assemblage des quarts de bride est exécuté sur un gabarit tournant après clamage soigné. Pour obtenir une pièce finie aussi parfaite que possible, on fait exécuter la soudure par deux opérateurs travaillant sur des



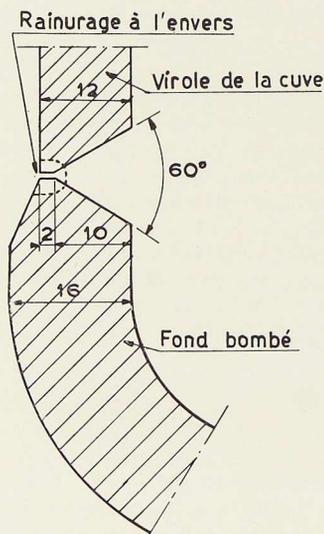
**Fig. 599.** Joint d'assemblage en X des secteurs de bride entre eux. Les parties hachurées représentent les cordons balancés. Les autres sont des cordons tirés.

joint opposés et soudant alternativement des cordons sur chaque face suivant l'ordre de succession classique des passes dans le joint en X (fig. 599).

Après soudage, il y a évidemment lieu de procéder à l'usinage des brides par une opération de tournage.

#### b) Les viroles

La préparation des viroles a comporté tout d'abord un chanfreinage des bords en V avec méplat, que l'on a exécuté pour des raisons d'outillage par burinage. L'angle de chanfrein ouvert à 60° intéresse, d'une part, le joint longitudinal de la virole et, d'autre part, le joint transversal entre la virole et le fond bombé



**Fig. 600.** Préparation du joint entre le fond et la virole de la cuve.

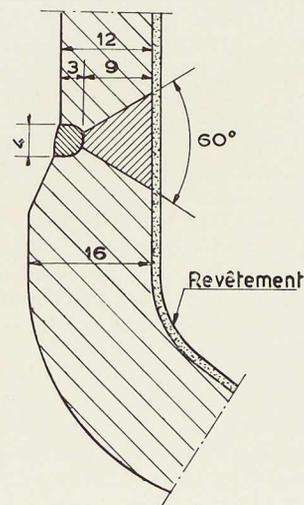
(fig. 600). Le bord de ce dernier est chanfreiné au tour et on maintient un méplat de 2 mm pour être assuré d'un réglage correct de la hauteur. Mais sous peine de grosses difficultés lors du rainurage de la racine, on doit vérifier que la hauteur du méplat est exactement appropriée au but poursuivi, sans excès. La réalisation de ce joint doit permettre une mise à niveau parfaite des faces intérieures qui sont destinées à recevoir un revêtement intérieur de protection, tel qu'un plombage adhérent au chalumeau, un ébonitage, etc. (fig. 601).

C'est une des raisons pour lesquelles on a ouvert le chanfrein vers l'intérieur de la cuve, mais il s'est avéré aussi que le travail de rainurage était beaucoup plus facilement entrepris à l'extérieur du récipient et ce processus opératoire est très important à noter dans la fabrication des chaudronneries surtout de diamètre restreint. Il est effectivement plus difficile d'exécuter une bonne « reprise » que la soudure elle-même, aussi est-il rationnel de donner le plus de facilités aux opérateurs qui effectuent le rainurage et le cordon de reprise, grâce à l'orientation de l'ouverture du chanfrein vers l'intérieur de la virole.

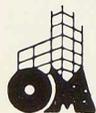
Ce point de vue n'est souvent pas considéré à sa juste valeur et c'est pourquoi il a paru utile d'y insister.

#### c) Les fonds

Avant de passer à la construction proprement dite, faisons observer que les fonds emboutis présentent des tolérances d'emboutissage assez grandes et il a fallu dès lors procéder à leur classification de façon à assurer un développement correct des viroles. Ce travail particulier d'adaptation des viroles aux variations de dimensions des fonds emboutis a présenté dans la réalisation considé-



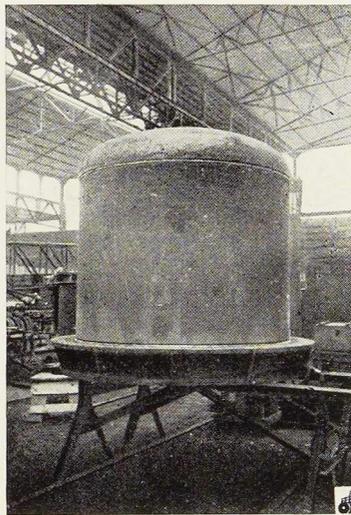
**Fig. 601.** Assemblage du fond bombé sur la virole. Section du cordon de soudure et du cordon de reprise.





**Fig. 602.** Montage et pointage des brides avant soudage, la cuve étant placée sur son fond.

**Fig. 603.** Cuve montée verticalement pour l'exécution des soudures d'assemblage des brides sur la cuve.



rée une importance particulière qui a permis d'éviter ensuite bien des difficultés de soudage grâce au parfait ajustage des bords.

#### d) Montage de l'ensemble

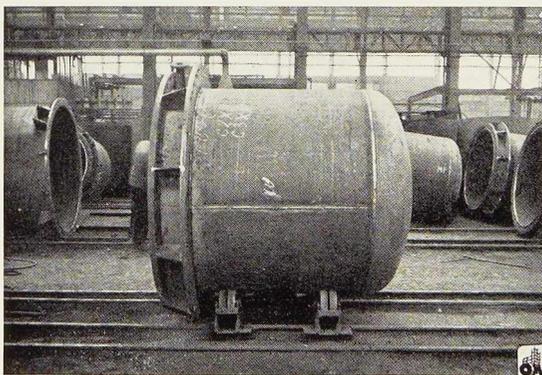
Le processus de fabrication débute par le montage et le pointage des brides sur la virole, d'une part, et sur le couvercle, d'autre part (fig. 602).

Il faut, à ce moment, vérifier soigneusement la perpendicularité des faces des brides avec l'axe de la cuve. En effet, la mise à niveau correcte des bords présente une importance capitale et on prend toutes les précautions pour conserver les dimensions exactes de ces pièces.

Dans ce but, on procède au rabotage des raidisseurs aux dimensions exactes, afin d'assurer

leur placement sans jeu entre les deux brides. Il en résulte que l'ensemble est fortement raidi et cette technique opératoire évite des déformations auxquelles il serait impossible de remédier. On applique donc ici de façon judicieuse aux seuls endroits appropriés le principe du bridage partiel.

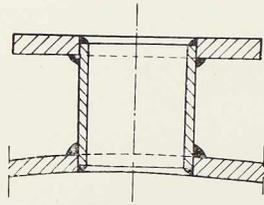
De même que l'on a sérié les fonds en fonction de leur ajustage aux viroles, on procède de façon analogue avec les alésages des brides qui sont également sériés avec le développement des viroles elles-mêmes cette fois. Grâce à l'observation de ces tolérances on ne rencontre aucune difficulté dans l'assemblage des brides sur les viroles et sur les couvercles (fig. 603).



**Fig. 604.** Cuve montée sur des galets pour l'exécution des soudures à l'intérieur.



**Fig. 605.** Rainurage de la racine des soudures sur la face extérieure de la cuve.



**Fig 606.** Type de raccordement des nombreuses tubulures du couvercle.

### Le soudage

Etant donné ces travaux soignés de préparation et d'ajustage des bords, l'assemblage en lui-même s'exécute de façon tout à fait classique par un opérateur installé à l'intérieur des cuves, qui sont montées sur des galets de manière à ce que leur axe soit horizontal (fig. 604).

Après exécution du soudage du chanfrein, on procède, avant la reprise, à un burinage soigné de la racine du cordon. Il nous faut encore insister sur l'absolue nécessité d'un travail très consciencieux; celui-ci est assez pénible, mais de sa qualité dépend essentiellement celle du cordon terminé. On a intérêt à réduire la hauteur du méplat qu'on laisse à la base du chanfrein dans toute la mesure compatible avec un ajustage correct des bords. Une hauteur de méplat excessive donne lieu à un travail de rainurage très profond, donc difficile et il faut éviter de devoir y procéder en deux passes. En effet, même si on travaille à l'aise du côté extérieur, comme dans le cas considéré, il y a un intérêt évident à pouvoir éliminer en un seul rainurage le manque de traversé du premier cordon de soudage (fig. 605). La reprise à l'envers fait aussi l'objet

d'un contrôle préventif sévère pour être assuré de la parfaite liaison du métal déposé au fond de la rainure avec le cordon principal.

Il est d'ailleurs intéressant de rappeler que dans certains ateliers on met en œuvre, dans un but de simplification, la soudure montante à double cordon « B », qui, sur bords droits simplement écartés, donne en une passe un résultat parfait sans exiger de préparation ni pour le chanfrein ni pour la reprise, grâce au travail simultané de deux soudeurs au chalumeau sur chaque face de la tôle.

Quant à l'exécution des cordons d'angle entre la bride, les raidisseurs et les viroles, elle ne présente aucune particularité, le soudeur observant les principes des modes opératoires bien connus pour les joints d'angle face sur face. On peut simplement remarquer que le cordon de soudure qui contourne les raidisseurs ne doit pas présenter de cratères au moment où il passe d'une face à l'autre.

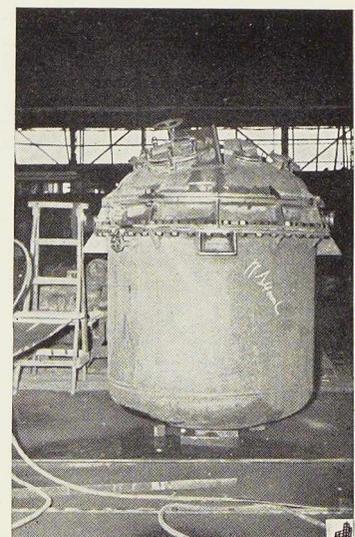
Le cordon débute donc sur une face et se termine sur l'autre sans avoir été interrompu au moment de son passage sur la tranche du raidisseur. On sait que ce détail opératoire, qui paraît peut-être sans importance à certains, est cependant capital pour assurer la parfaite compacité du joint à un endroit fortement sollicité, et s'il exige du soudeur une certaine habileté manuelle elle est cependant indispensable pour garantir le fini du travail.

Certains détails relatifs aux couvercles sont à retenir car la construction en est assez complexe.

On procède d'abord au découpage des ouver-

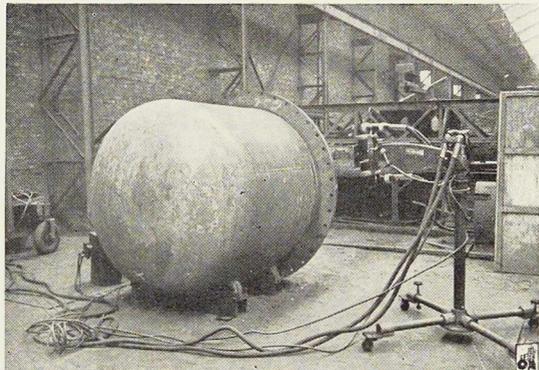


**Fig. 607.** Cuve intérieure en cours de montage sans enveloppe.



**Fig. 608.** Cuve complète montée avec son enveloppe.





**Fig. 609.** Cuve en cours de contrôle par radiographie.

lures destinées au placement des diverses tubulures. Ce travail se fait au chalumeau à main, mais l'opérateur est guidé dans son travail par un gabarit, en vue de reproduire, toujours avec la même précision, le tracé imposé.

Tous les accessoires sont préparés à l'avance suivant des cotes rigoureuses pour être interchangeables et ils comportent essentiellement le soudage des brides tournées et forées sur les tubulures (fig. 606). Ces éléments, en quelque sorte préfabriqués, sont mis en place sur le couvercle en s'aidant d'un gabarit de montage. On se rend compte de la nécessité absolue d'un outillage approprié dont la fabrication, évidemment coûteuse, se justifie largement vu le nombre des appareils à équiper. Néanmoins, le principe de l'utilisation de montages pour maintenir les tubulures en place est à retenir, car, dans bien des circonstances, il est facile de combiner un dispositif assez souple pour convenir à divers cas, mais qui rend chaque fois le service signalé d'un placement adéquat des tubulures sur les fonds des réservoirs.

Après leur pointage, on procède au soudage des tubulures et des autres accessoires sur la face extérieure du couvercle. En suivant un ordre de rotation logique, en spirale autour du centre, ces cordons d'angle ne donnent pas lieu à des déformations sensibles du fond. Vu la pression de service, on renforce évidemment cet assemblage initial par un cordon soudant déposé à l'intérieur du couvercle (fig. 606).

Ce n'est qu'après avoir monté ainsi tous les accessoires que l'on procède au soudage de la bride sur le couvercle, d'abord du côté intérieur du récipient, puis à l'extérieur. Disposant ainsi des couvercles d'une part, des cuves et des enveloppes d'autre part, il ne reste plus qu'à monter



**Fig. 610.** Série de cuves de 5 000, 4 000 et 3 000 litres terminées.

les appareils avec leurs joints en vue d'effectuer leur épreuve hydraulique.

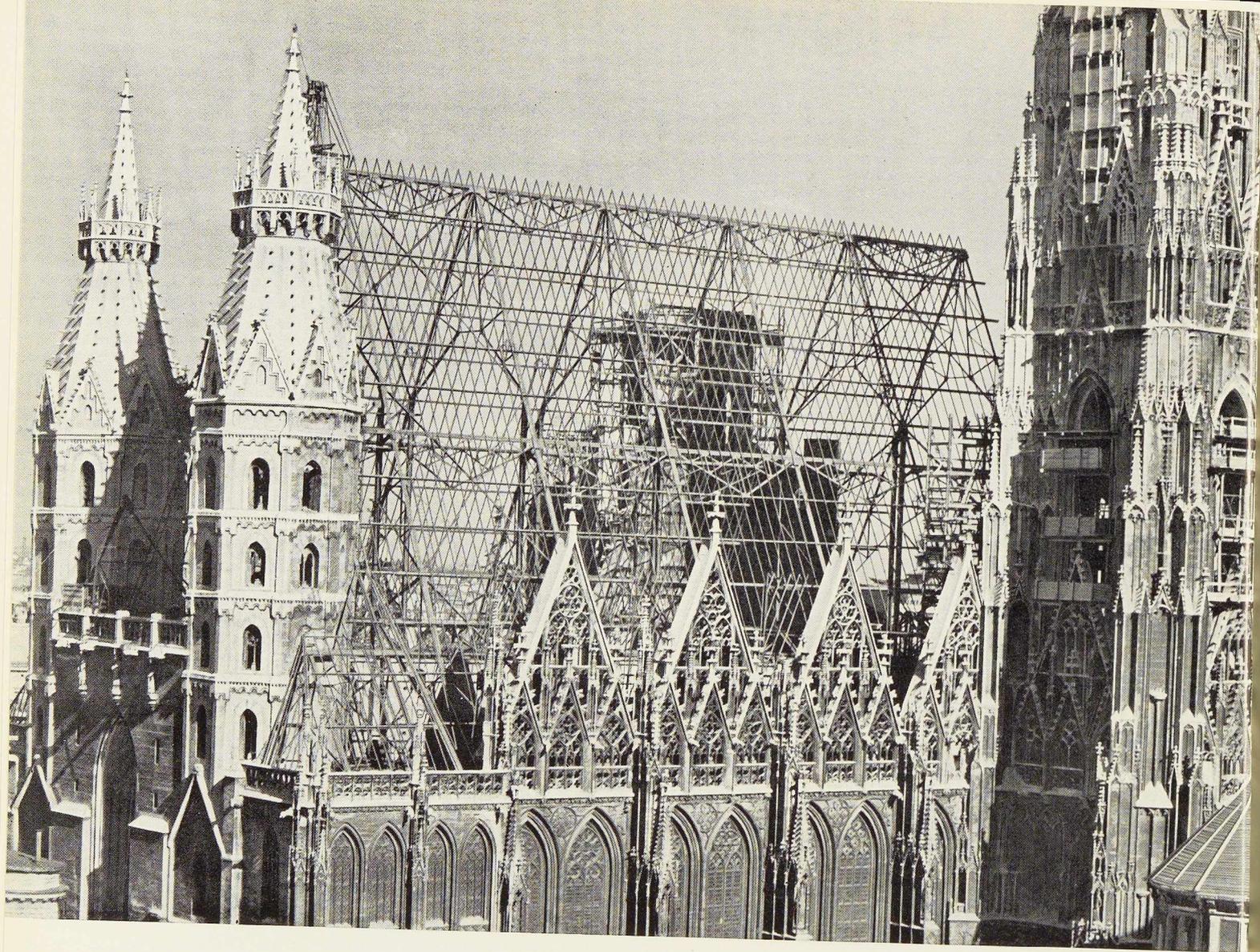
On trouve (fig. 607) une vue d'ensemble de la cuve principale terminée et (fig. 608) ce même appareil équipé de son enveloppe. La vue d'ensemble de cette chaudronnerie en fait bien ressortir l'importance et le fini d'une pareille construction soudée.

#### Les résultats

Lors de la mise sous pression au cours de l'épreuve hydraulique on n'a relevé que des résultats satisfaisants; étant donné les contrôles effectués aux divers stades de la fabrication et les précautions prises, on aurait très certainement pu s'en contenter. Toutefois à titre de contrôle final, on a procédé, par acquies de conscience, à de judicieuses épreuves radiographiques consistant en quelques sondages dans l'important lot fabriqué. Comme les premiers relevés ont amplement confirmé la bonne qualité des joints soudés, on a limité ensuite le nombre des prises de clichés afin de ne pas grever, inutilement, le coût des appareils. La figure 609 montre une cuve en cours de contrôle radiographique ainsi que la façon de procéder.

Si nous rappelons enfin que cette construction a comporté la production en série de 101 appareils, on appréciera l'effort réalisé par nos constructeurs pour introduire dans les travaux de chaudronnerie soudée les principes qui assurent le succès à ceux qui ont procédé à une préparation indispensable à l'exécution d'un travail de qualité. Une dernière vue de trois appareils (fig. 610), partie minime mais caractéristique de cet important travail, marque une étape importante dans le développement de la chaudronnerie oxy-coupée et soudée.

Ed. H.



**Fig. 611.** Vue de la charpente de la toiture de la cathédrale Saint-Etienne avant recouvrement.

L. Faber,  
Ingénieur (Vienne)

## La reconstruction de la toiture de la Cathédrale Saint-Etienne à Vienne (Autriche)

L'ancienne charpente en bois (fig. 613) de la cathédrale Saint-Etienne, à Vienne, ayant été entièrement détruite par le feu, au cours des hostilités, la Fabrique d'Eglise chargea, en 1945, la firme Waagner-Biro de l'établissement du projet d'une nouvelle charpente de toiture métallique.

Une étude préliminaire nécessita le relevé des dégâts et de l'état des lieux. La charpente de la

nef centrale avait été complètement incendiée, laissant apparaître les débris épars des ardoises colorées représentant saint Etienne. Au-dessus du chœur, les dégâts étaient encore plus élevés car, en plus de la charpente détruite, un des deux murs au-dessus des piliers intermédiaires avait été renversé par le vent, entraînant dans sa chute deux rangées de voûtes.

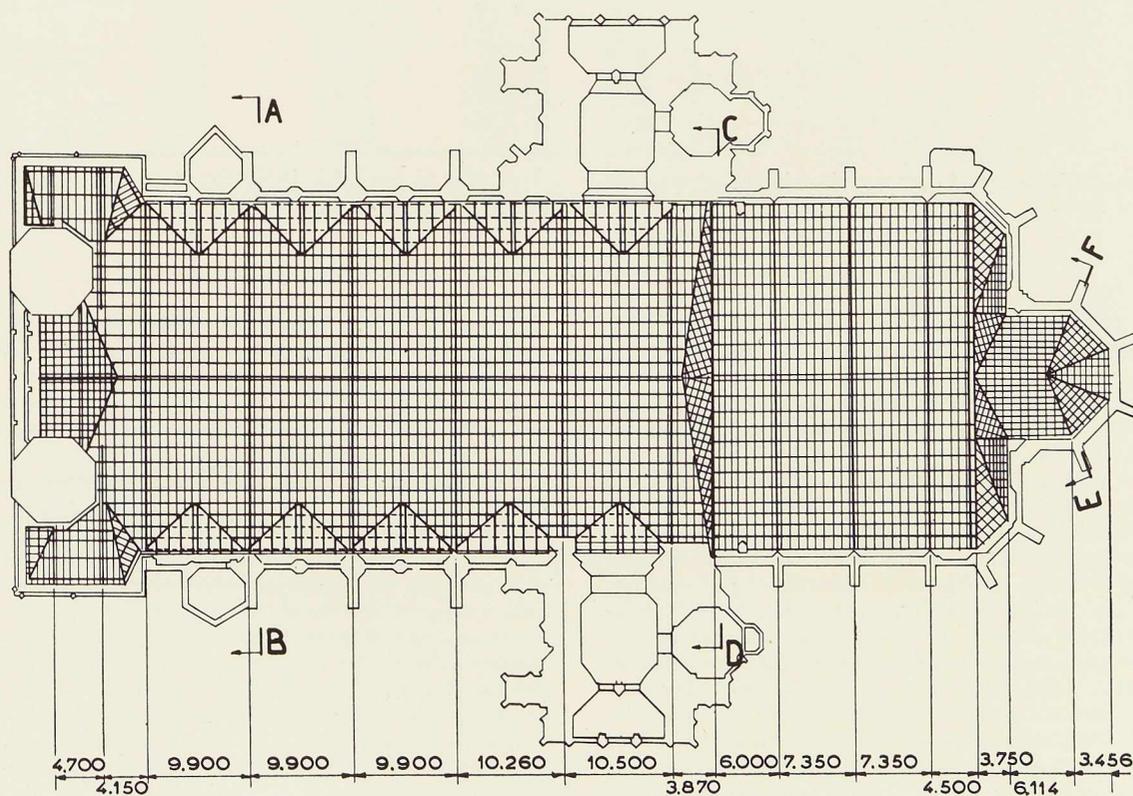


Fig. 612. Plan d'ensemble de la charpente,  
les coupes AB, CD et EF sont données aux figures 614 à 616.

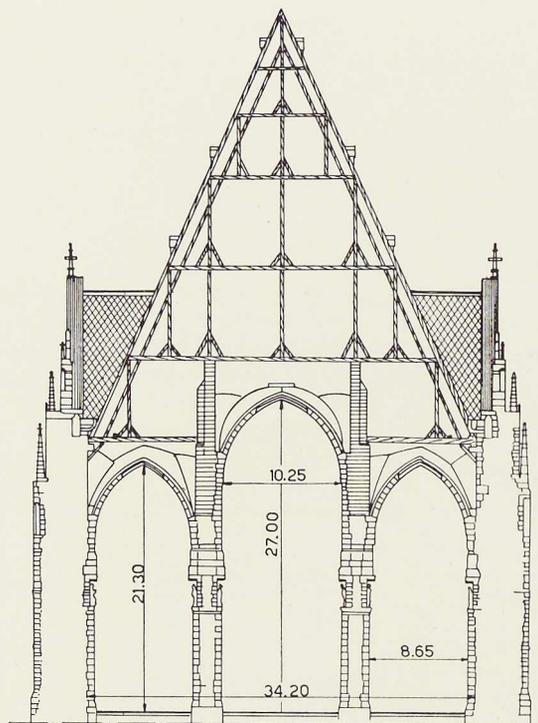


Fig. 613. Coupe à travers l'ancienne charpente en bois.

D'autre part, plusieurs piliers du chœur nécessitèrent des travaux importants de remise en état par suite des dégâts dus au feu. La pose d'une nouvelle charpente métallique sur le mur existant aurait présenté de nombreux dangers et difficultés.

On a simplifié le problème en réalisant d'abord un plancher en béton armé au niveau + 4,60, destiné à protéger la construction contre les intempéries et à rendre le montage de la toiture plus facile. La figure 617 montre l'état des travaux après achèvement de la dalle. En mesurant les deux rangées de piliers de la nef centrale, on constata qu'elles n'étaient pas parallèles, l'écart étant d'environ 1 mètre près de la porte d'entrée monumentale; comme les deux nefs latérales avaient une largeur constante, les murs extérieurs présentaient le même manque de parallélisme. L'avant-projet prévoyait une ferme au-dessus de chaque série de piliers, c'est-à-dire à des distances d'environ 10 mètres et toutes ces fermes auraient

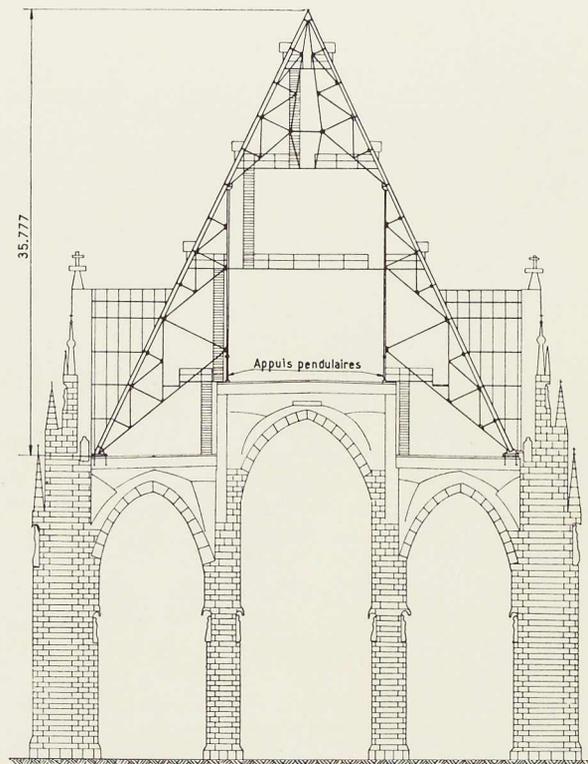


Fig. 614. Coupe AB (voir fig. 612) de la nouvelle charpente métallique.

dû avoir une portée différente. Grâce à cette dalle, cette complication put être évitée et les six fermes purent avoir une portée moyenne (fig. 614).

D'autres difficultés constructives ne purent malheureusement être traitées d'une manière aussi simple. Un premier projet avait été soumis à la Fabrique d'Eglise pour ériger une toiture de même hauteur au-dessus de la nef longitudinale et au-dessus du chœur, mais cette suggestion ne fut pas approuvée par le Cardinal Innitzer qui la rejeta après examen critique et qui donna la préférence à l'ancienne conception de la toiture comportant une hauteur de 35 mètres au-dessus de la nef longitudinale et 25 mètres au-dessus du chœur.

Cette solution, malgré les complications techniques, rendra à la cathédrale son ancien aspect.

La grande hauteur des fermes et le dénivellement de la hauteur des nefs latérales par rapport à la nef centrale exigèrent une ferme d'une conception tout à fait spéciale (fig. 614). Chaque



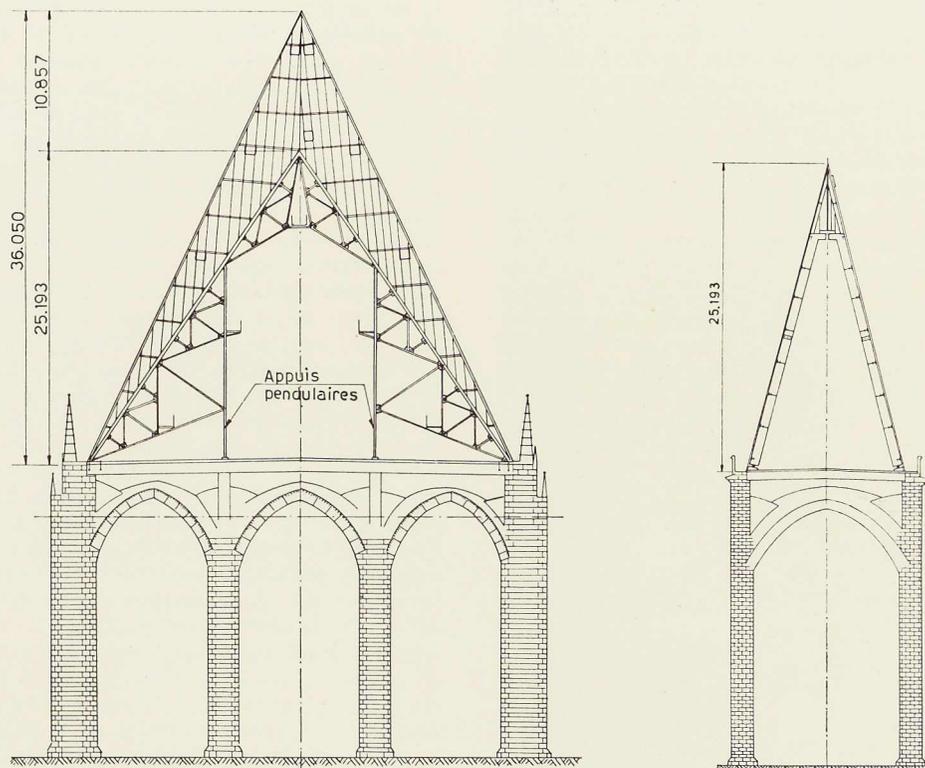


Fig. 615 et 616. Coupes CD et EF (voir fig. 612) de la nouvelle charpente métallique de la cathédrale Saint-Etienne.

ferme comporte trois systèmes triangulaires dont les deux inférieurs, au-dessus des nefs latérales, sont conçus comme triangles isocèles posés de manière à avoir un sommet de la base sur l'appui fixe du mur extérieur, et le sommet du triangle sur un appui pendulaire fixé au bord de la dalle en béton armé de la nef centrale.

Le troisième sommet est à l'aplomb du second sommet du triangle et sert d'appui au troisième treillis. Ce dernier est également un triangle isocèle dont les deux sommets de la base reposent sur les treillis précédents, le troisième sommet constituant le faite. Ces trois treillis sont des fermes Polonceau (fig. 614) car le choix de ce type dépendait en grande partie de la facilité de montage. La figure 618 montre l'ordre de montage adopté.

Après montage des deux treillis inférieurs, on monta le treillis supérieur assemblé au sol au moyen d'un derrick de montage.

Le versant du système inférieur est subdivisé

en huit parties égales de 2,975 m chacune. Quant aux deux versants du système supérieur, chacun est subdivisé en cinq parties égales de 2,940 m. C'est en ces points que sont posées les pannes.

Les chevrons sont également réalisés en acier (fers U PN 6,5) écartés de 0,875 m, c'est-à-dire qu'il y en a douze entre deux fermes; seules les lattes, distantes de 0,20 m, sont en bois ignifugé.

La pente de la toiture de la nef longitudinale, qui est de  $64^{\circ} 20'$ , permet de ne pas tenir compte de la charge due à la neige. Pour la toiture du chœur, cette pente est de  $55^{\circ} 36'$ , ce qui oblige à tenir compte, en plus du poids mort, de l'effet du vent et d'une légère charge additionnelle due à la neige.

Par suite de la forte pente de la toiture, le poids donne sa plus forte composante parallèlement au versant. Les efforts sont ainsi transmis par les chevrons sollicités en traction et de là, aux pannes, en deux points de fixation: l'un en dessous de la panne faitière, l'autre entre la

septième et la huitième panne (fig. 611, p. 460).

Cette disposition est plus rationnelle et plus économique; chacun des deux treillis inférieurs constituant un système statiquement déterminé. L'adjonction du treillis supérieur donne une construction hyperstatique à une indétermination.

Les efforts transmis par les chevrons dans les pannes atteignent respectivement 49 tonnes et 22,5 tonnes pour les points de fixation supérieur et inférieur. D'autre part, il faut y ajouter les efforts provenant des composantes normales à la toiture. La tension maximum atteinte est de 78,1 tonnes. En outre, il faut tenir compte des différences de température existant entre la construction métallique et la maçonnerie. La construction métallique est protégée des rayons solaires et l'on a admis que sa température peut varier entre  $-15^{\circ}$  et  $+35^{\circ}$ , tandis que la température de la maçonnerie varie entre  $+20^{\circ}$  et  $0^{\circ}$ .

Compte tenu de ces données, on a pu déterminer les tensions secondaires dans les barres et

le calcul a montré que les tensions admissibles ne sont dépassées que très faiblement à l'encastrement du treillis inférieur dans la dalle en béton armé. Le déplacement des nœuds est très faible. Sous une pression de vent de  $120 \text{ kg/m}^2$ , affecté d'un coefficient de forme de 1,2, le déplacement du sommet n'est que de 0,82 cm, alors que le pied du treillis supérieur se déplace de 2,15 cm.

Au-dessus du chœur, la disposition des fermes est semblable (fig. 615).

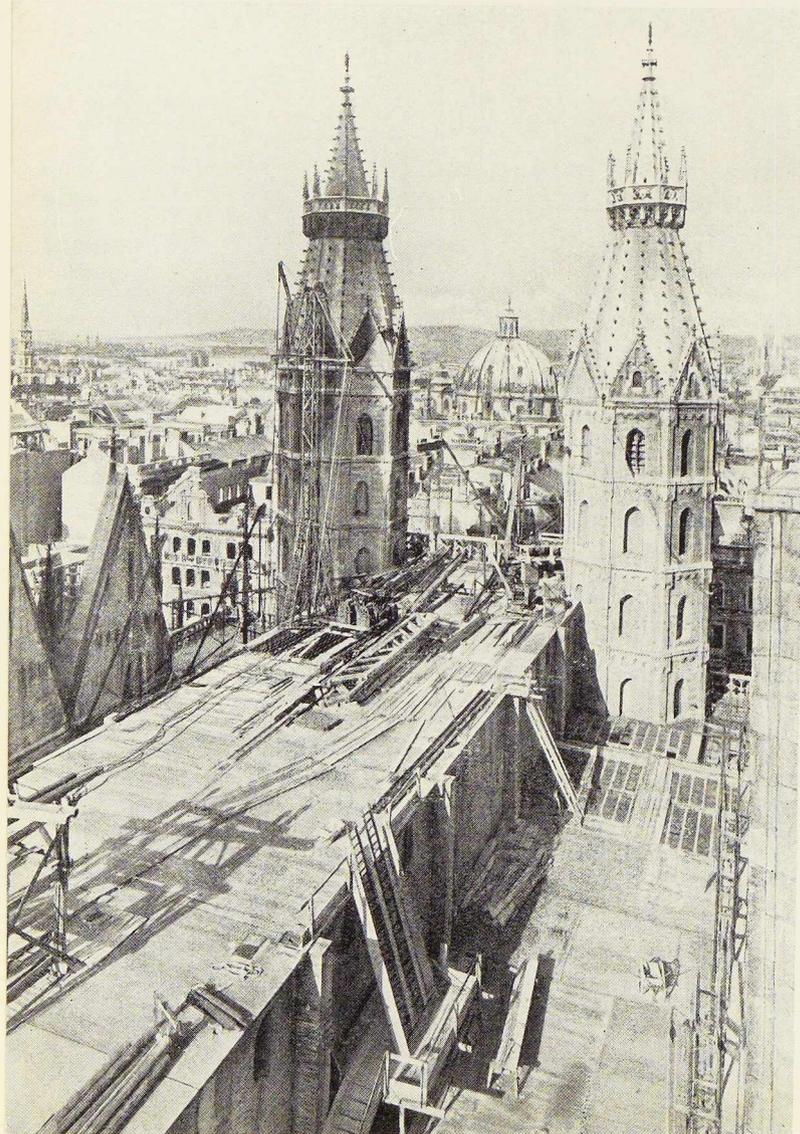
Des difficultés constructives importantes surgissent lors de la construction de la toiture des pignons latéraux, en raison du non parallélisme des murs extérieurs. D'autre part, l'ensemble constitué par deux pignons opposés n'est pas perpendiculaire à l'axe de la nef centrale et est différent pour chaque ensemble.

De même, la toiture à forte pente entre les deux tours présentait des difficultés bien plus grandes que dans l'ancienne réalisation en bois. Une poutre, placée dans le plan de la toiture, supporte celle-ci en reposant sur trois appuis constitués par deux poutres horizontales et la faitière de la nef longitudinale.

Comme nous l'avons déjà signalé, d'autres complications se sont déjà présentées lors du relevé exact des mensurations qui ont montré de nombreuses irrégularités, notamment le désaxage de la toiture de la nef longitudinale avec celle du chœur, ainsi qu'un décalage de 73 mm d'un bâtiment à l'autre (fig. 612, p. 461).

Des surprises désagréables surgirent également au sujet de la toiture couvrant l'abside, l'axe de ce bâtiment étant oblique. Cette partie de la cathédrale comporte une toiture à deux pentes de 24,6 m pour une largeur totale de 13 mètres déterminée par une pyramide octogonale. Toutes les fermes de l'abside sont à trois articulations et gauches dans l'espace. La même difficulté se présente pour la ferme qui sépare l'abside du chœur et qui porte la panne de l'abside. Le contreventement de l'abside absorbe la plus grande partie de l'effet du vent agissant sur le mur de séparation entre le chœur et l'abside, le restant étant pris par la toiture du chœur.

La toiture de la nef centrale comporte des ouvertures identiques à celles existant dans l'ancienne construction. Pour permettre la visite



**Fig. 617.** Vue de la toiture après exécution des travaux préliminaires (les dalles en béton armé sont achevées).

Photo W. Wagner.

**Fig. 618.** Montage de la première ferme de la charpente métallique de la toiture de la nef centrale.

régulière de la toiture, la nef centrale comporte six passerelles dont cinq sont prolongées à travers la toiture du chœur (fig. 614 et 615). Ces passerelles sont accessibles par des escaliers et des échelles. Des passerelles transversales, fixées sur les six passerelles longitudinales, mènent aux ouvertures.

C'est le 8 juin 1945 que la Fabrique d'Eglise transmit la commande à la firme Waagner-Biro. Pour Noël 1946, la première ferme était déjà montée (fig. 618) mais des difficultés se présentèrent, occasionnant l'arrêt des travaux pendant plus d'une année. A la reprise, les travaux furent menés très activement et la cathédrale fut réouverte au culte dans le courant de l'année 1948.

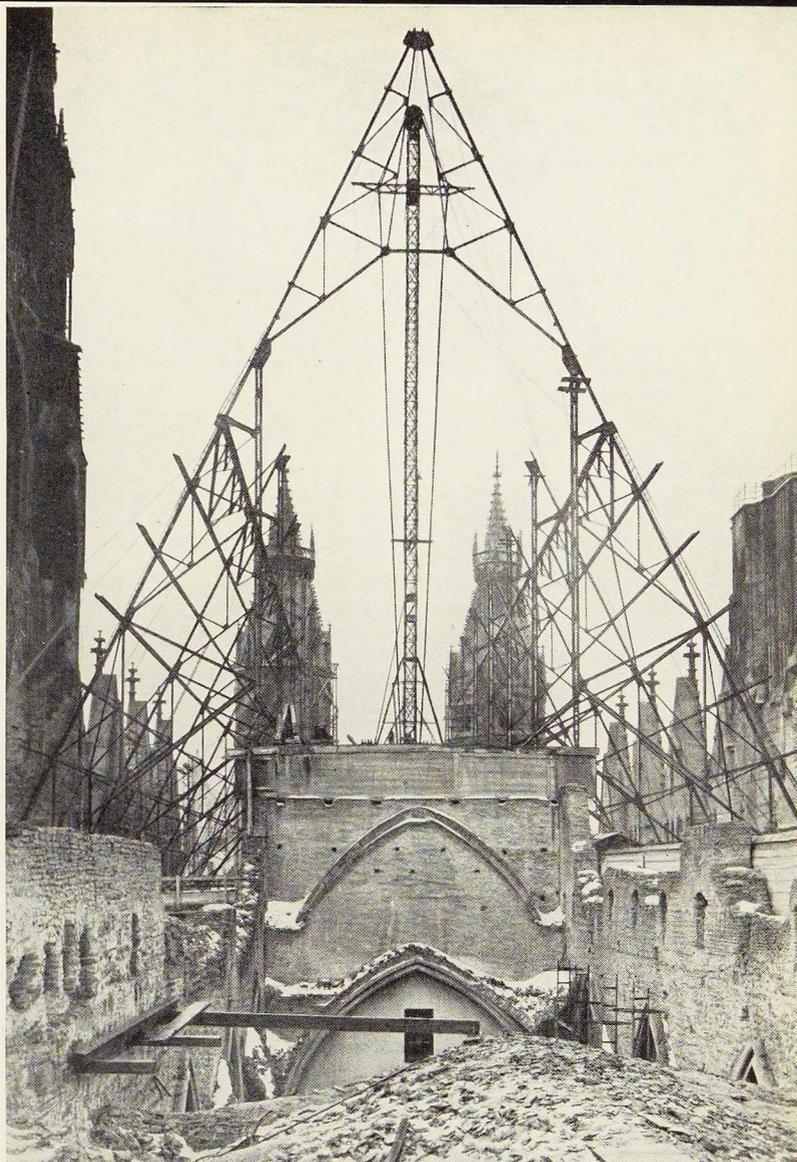
Le placement des ardoises de couleur, qui sera terminé en 1950, redonnera à la cathédrale son aspect d'antan.

Signalons, pour terminer, que les travaux ont été effectués en collaboration avec l'Architecte-Professeur K. Holey.

L. F.

BIBLIOGRAPHIE

*Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines*, n° 19/20-1949.



**Articles à paraître prochainement :**

**Charpente métallique de l'Hôpital académique de Gand.**

**Hangars métalliques de l'Aéroport de Kustrup (Danemark).**

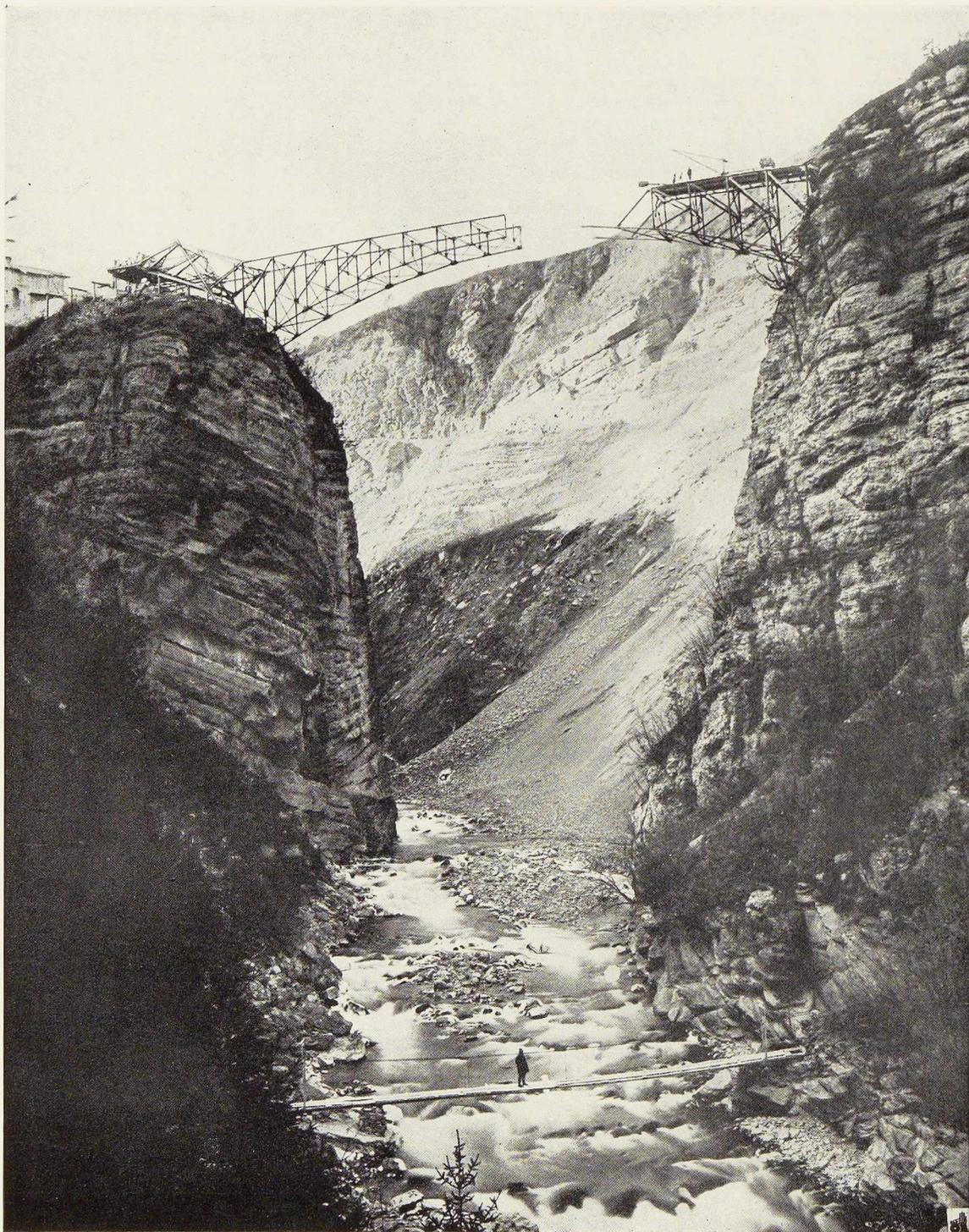
**Reconstruction du pont-rails de Piacenza (Italie).**

**Action du vent sur les pylônes de section triangulaire**, par A. S. JOUKOFF.

**Calcul des poutres continues sous l'effet des charges roulantes**, par I. TOTH.

**Etat actuel des recherches sur la corrosion et les méthodes de protection en Hollande**, par A. LOBRY DE BRUYN.

**Le nouveau bâtiment du Parlement fédéral de Bonn (Allemagne).**



Giuseppe Bono

## Construction d'un pont au-dessus d'un ravin de grande profondeur en Italie

Récemment, on a construit en Italie, un pont au-dessus d'un ravin de 60 mètres de profondeur. La réalisation de cet ouvrage, confiée à la firme Fratelli-Lancini, de Milan, a présenté certaines particularités, car en raison de la profondeur du ravin, les constructeurs ont dû étudier une méthode de montage spécial, permettant d'éviter l'emploi d'un pont de service.

L'ouvrage est un pont en arc à deux articulations sans tirants, la poussée étant reprise par le rocher sur lequel sont établies les culées.

Le pont est à tablier supérieur, son intrados est inscrit dans un arc de cercle de 45 mètres de rayon. Sa hauteur, mesurée du centre des rotules au centre de la membrure supérieure, est de 9,30 m. La hauteur de l'arc à la clé est de 2,40 m. L'ouvrage, de 59,20 m de portée, est divisé en seize panneaux de 3,70 m chacun. On a adopté le système des diagonales en K, en vue de réduire de moitié la longueur libre des montants sollicités à la flexion et à la compression.

La chaussée de 4,60 m de largeur est constituée d'un revêtement macadamisé posé sur les fers Zorès, portée par une longrine et des membrures

supérieures des maîtresses-poutres. Comme base de calcul, on a tenu compte d'une charge permanente de  $810 \text{ kg/m}^2$  et d'une charge mobile choisie parmi la plus défavorable des hypothèses suivantes :

Foule représentant une surcharge de  $400 \text{ kg/m}^2$ ;  
Rouleau compresseur d'un poids total de 24 tonnes;

Une file de chariots à deux essieux d'un poids de 8 tonnes par essieu.

Pour la pression du vent, on a admis une valeur de  $150 \text{ kg/m}^2$  pour l'ouvrage chargé, de  $250 \text{ kg/m}^2$  pour l'ouvrage déchargé. Dans les deux cas, les tensions admissibles de l'acier ont été augmentées de 5 % tant en traction qu'en compression.

La superficie limitée par le contour de la poutre principale, y compris le garde-corps, est d'environ  $350 \text{ m}^2$ , la superficie effective est d'environ  $89 \text{ m}^2$ , ce qui donne un rapport de  $\frac{89}{350} = 0,25$ .

L'effort du vent frappant horizontalement le pont surchargé est égal à  $89 \times 1,25 \times 0,150 = 16,60$  tonnes. Dans le cas du pont déchargé, cet effort atteint la valeur de 28 tonnes.

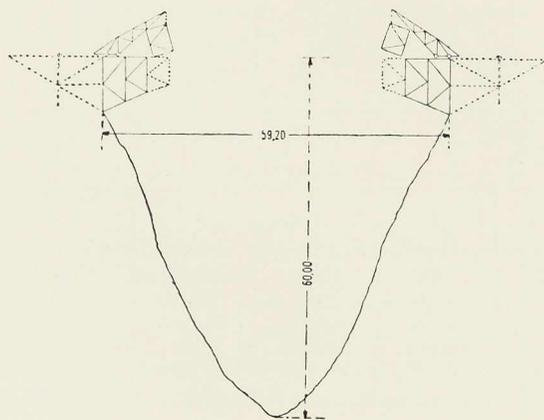


Fig. 620. Schéma du procédé de montage du nouveau pont de 59,20 m de portée, au-dessus d'un ravin de 60 mètres de profondeur.

Fig. 621. Section transversale du nouveau pont en treillis.

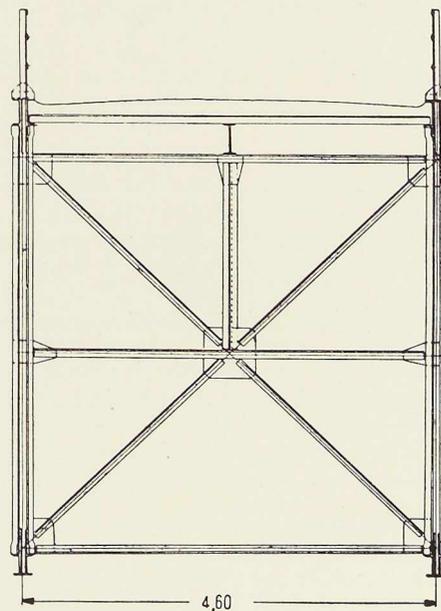


TABLEAU I. — Poids élastiques du second degré

Barres et nœuds		s	y	S	a <sup>2</sup>	W	Wy	sy	Sa <sup>2</sup>	
0-2	1	5,00	4,65	184,6	18,1	0,005 6	0,026	18,62	3 340	56
1-3	2	5,90	1,58	76,8	23	0,005 3	0,008 4	9,34	1 765	
3-5	2	5,68	1,58	136	60,7	0,006 6	0,001 0	5,82	8 196	
2-4	3	4,00	9,36	184,6	50,5	0,004	0,037 4	37,42	9 350	169
0-1	2	4,65	1,58	76,8	13,6	0,007	0,011 4	7,35	1 045	
2-7	4	3,68	3,16	156	39,4	0,001 9	0,006 0	11,65	6 150	
4-6	5	3,85	9,43	153,4	36,65	0,006 5	0,061 3	36,40	5 630	84
7-9	6	3,68	4,28	156	27	0,003 7	0,015 0	15,80	4 220	
6-8	7	3,85	9,48	134,2	25	0,011	0,104 2	34,5	3 360	
8-10	9	3,75	9,52	115,4	16,8	0,018 4	0,175 0	35,7	1 940	184
9-11	10	3,68	6,07	172	12,15	0,010 7	0,065 2	22,40	2 090	
10-12	11	3,75	9,55	115,4	11,95	0,026	0,241	35,80	1 380	
11-13	12	3,68	6,75	206	8,02	0,015	0,101 2	24,85	1 655	367
12-14	13	3,70	9,58	100,2	7,9	0,045	0,431 0	35,50	790	
13-15	14	3,68	6,98	231	6,85	0,016	0,112 0	25,70	1 585	
14-16	15	3,70	9,59	100,2	6,81	0,055	0,498	35,30	682	600
15-17	16	3,68	7,20	231	5,78	0,020	0,144	26,30	1 340	
						0,248 7	2,045 6			

TABLEAU II.

	Mom. d'inertie J	Ordon. Mt. fléch.	$\frac{Jm}{J}$	Ordon. des courbes	$\Delta s$	ml $\Delta s$
1	51 706 000	1,85	1	1,85	3,70	6,845
2	32 705 000	3,72	0,68	6,00	3,70	22,20
3	18 718 000	5,55	0,362	15,00	3,70	56,98
4	11 515 000	7,40	0,222	33,30	3,70	123,21
5	7 390 000	9,25	0,143	44,70	3,70	239,38
6	3 260 000	11,20	0,101	116	3,70	407,00
7	3 860 000	11,95	0,074	175	3,70	647,50
8	3 620 000	14,80	0,070	211	3,70	780,70/2
						1 893

TABLEAU III.

	1	2	3	4	5	6	7	8
R	1 893	1 893	1 893	1 893	1 893	1 893	1 893	1 893
x	3,70	7,40	11,10	14,8	18,5	21,2	25,9	29,6
Rx	7 004	14 008	21 012	28 016	35 020	42 024	49 029	56 033
$\Sigma P_x$	0	25,3	132,8	451,1	1 291,8	2 835,2	6 061	11 029
m <sub>2</sub>	7 004	13 983	20 880	27 565	33 729	39 139	42 968	44 404

TABLEAU IV.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	0,000 35	0,000 69	0,001 00	0,001 3	0,001 6	0,001 9	0,002 1	0,002 2



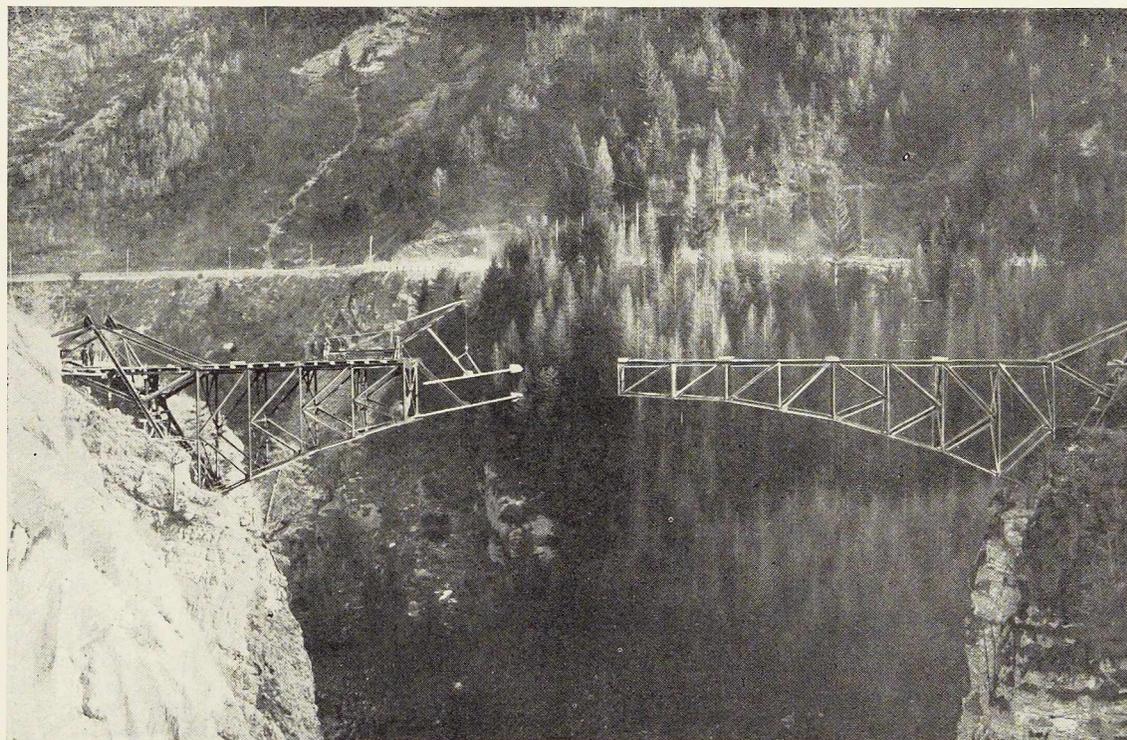


Fig. 622. Vue du nouveau pont en cours de montage.

On a admis une variation de température de  $50^\circ$ ; la poussée horizontale, passant par le centre de l'articulation, est donnée par la formule :

$$T = \frac{\alpha t l}{W m}$$

où  $W$  est la somme des poids élastiques  $\frac{\Delta s}{I}$  (voir tableau I) divisé par le module d'élasticité  $E = 2\,000 \text{ t/cm}^2$ .

$\alpha$  est le coefficient de dilatation thermique du fer =  $0,000012$  par degré de température et par mètre de poutre;

$t$  est la variation de la température;

$l$  ouverture du pont en mètres.

On a, dans ces conditions,

$$W = \frac{0,2407 \times 2}{2\,000} = 0,0002407$$

$m$  étant la position du centre de gravité des poids élastiques par rapport à l'axe passant par le centre de l'articulation :

$$m = \frac{W y}{W} = \frac{2,0456}{0,2407} = 8,22 \text{ m}$$

et la force horizontale due à la variation de la température vaut :

$$T = \frac{0,000012 \times 50^\circ \times 59,20}{0,0002407 \times 2 \times 8,22} = 9,06 \text{ t}$$

Les efforts dans les barres sous ces sollicitations sont obtenues au moyen de diagrammes réciproques, donnés à la figure 623 et au tableau I.

$s$  est la longueur de la barre en mètres;

$S$  est la section de la barre en  $\text{cm}^2$ ;

$Y$  est la distance du nœud à l'axe horizontal passant par les centres des rotules;

$a$  est le bras de levier de la barre, c'est-à-dire la distance du nœud à la barre.

Dans la détermination des profils des barres on a tenu compte du programme de montage. Les membrures supérieures et inférieures des maitresses-poutres furent d'abord constituées par des cornières  $120 \times 120 \times 13$ , qui ont été renforcées au cours des travaux par des fers U.

Le procédé de montage est donné à la figure 620, page 467.

Après avoir mis en position les quatre rotules d'appui, on a assemblé les montants correspondants. Les quatre consoles constituées de fers U ont été boulonnées ensuite dans le but de ren-

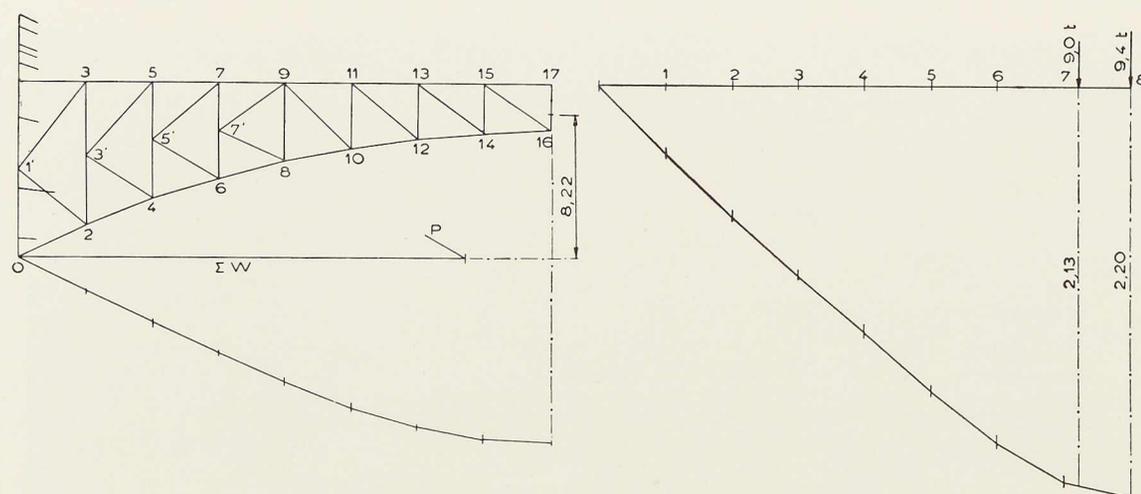


Fig. 623. Diagrammes pour le calcul des efforts dans les barres.

forcer les membrures des maîtresses-poutres.

Sur les consoles on a posé les fers Zorès s'appuyant sur un contrepois constitué de ballast. Sur les fers Zorès on a posé les voies de roulement pour deux grues à bras tournant d'une capacité de 500 kg chacune.

Les éléments en treillis restaient entreposés ordinairement à portée des bras de la grue. Après avoir mis en œuvre les deux premiers éléments, on prolongea les voies de roulement des deux grues, de façon à rendre possible le transport des éléments successifs. Le travail se faisait simultanément à droite et à gauche du ravin et pour la mise en œuvre des deux éléments de la clé, il a été nécessaire de faire subir, aux deux demi-poutres, un déplacement dans le sens vertical. Pour ce déplacement on a prévu des ancrages et des tendeurs pour des consoles d'extrémité, ancrages fixés au rocher. En manœuvrant les tendeurs, les consoles de contrepois, et par conséquent les deux demi-poutres, furent relevées de la quantité nécessaire. L'assemblage des barres légères était d'abord assuré par boulons. On montait ensuite les consoles, dont les fers U venaient renforcer les membrures des maîtresses-poutres. Les boulons ont été finalement remplacés par des rivets. Ces opérations se sont développées sans incidents.

Il n'est pas sans intérêt d'exposer les calculs de déformation élastique du pont, sous la charge d'essai par des procédés analytiques découlant de la théorie graphique du Professeur Mohr.

On décompose le pont en tronçons  $\Delta s$  de 3,70 m de longueur comprenant en moyenne un montant et on calcule pour chaque montant le moment d'inertie. On applique au milieu de la

poutre, une charge verticale unitaire et on détermine les ordonnées du moment fléchissant pour cette charge. La poutre étant à sections variables, on peut déduire du diagramme des moments fléchissants, le diagramme de la courbure. On calcule le rapport  $Jm/J$  entre le moment d'inertie maximum  $Jm$  et le moment d'inertie  $J$  de chaque tronçon  $\Delta s$ . En divisant les ordonnées du moment fléchissant par chacun de ces rapports, on obtient le diagramme de la courbure.

Considérant ce diagramme comme un diagramme de charges, on détermine, compte tenu du facteur  $E$ , les ordonnées du funiculaire qui représentent la ligne d'influence de l'abaissement vertical du nœud central. D'autre part, en divisant les moments fléchissants dus aux charges fictives par le module d'élasticité  $E = 20 \times 10^6 \text{ t/m}^2$ , on obtient (exprimée en mètres) la flèche du nœud central de la poutre sous l'effet de la charge  $l$  appliquée au droit des traverses. Par le principe de réciprocité, on obtient l'affaissement de chaque nœud sous l'effet de la charge  $l$  appliquée au nœud central.

Les essais de charge furent exécutés par le passage d'un rouleau compresseur de 24 tonnes placé le plus près possible d'une poutre-maîtresse. Les réactions résultantes de 9 400 tonnes par rouleau avant et de 9 000 tonnes par rouleau arrière, ont donné la flèche maximum résultante de  $f = 9\,400 \times 2,2 + 9\,000 \times 2,13 = 40 \text{ mm}$ , flèche conforme au résultat pratique.

L'enlèvement de la charge a permis de constater le relèvement immédiat de la poutre sans aucune déformation permanente. G. B.

BIBLIOGRAPHIE : *Costruzioni Metalliche*, n° 5-1949.



E. Roland,  
Ingénieur  
à la Société Electrorail

# Le calcul des portiques continus de forme quelconque (Première partie)<sup>(1)</sup>

Le principe de la méthode proposée par M. Roland consiste à pratiquer, à travers l'ensemble de la construction, une série de coupes passant à proximité des nœuds. Chaque coupe est conçue de manière à intéresser le minimum d'inconnues hyperstatiques.

On calcule successivement les propriétés élastiques des lèvres de chaque coupe en se basant sur celles de la coupe voisine. On se sert, à cet effet, de formules et d'équations simples qu'il faut établir pour chaque type de construction. L'auteur les a établies pour la poutre Vierendeel<sup>(2)</sup> et les portiques continus de formes quelconques. Ces deux types de construction englobent d'ailleurs la plupart des cas rencontrés dans la pratique; le bow-string et la poutre continue constituent d'ailleurs des cas particuliers de ces constructions.

Les propriétés élastiques des lèvres des coupes étant connues, on en déduit l'influence des couples et forces appliquées aux nœuds.

L'essentiel du problème est alors résolu. Il suffit d'établir au préalable l'état de sollicitation que nous appelons de premier stade, pour lequel les nœuds sont immobilisés au moyen de couples ou de forces. Dans le second stade on recherche l'effet de la libération des nœuds.

Pour les constructions étudiées, l'utilisation de la règle à calcul s'avère suffisante pour l'obtention des résultats avec toute l'exactitude désirable dans la pratique.

Chaque opération a une signification physique bien définie, ce qui facilite l'assimilation de la méthode et guide le calculateur dans les applications. En outre, la longueur des calculs reste toujours modérée, eu égard au nombre d'inconnues hyperstatiques que le problème comporte.

O. M.

## 1) Constructions étudiées

Considérons une série de portiques continus, de hauteur et de forme quelconques présentant les nœuds  $a, b, c, \dots, h$  (fig. 627).

Les éléments  $ab, cd, \dots$  sont des arcs de forme quelconque, éventuellement polygonale. L'élément tel que  $gh$  peut être une poutre droite. L'ensemble  $b c d e$  pourrait être considéré comme un seul arc sans mise en évidence des nœuds  $c$  et  $d$ . De même pour l'ensemble  $e f g$ .

On adoptera l'une ou l'autre façon de faire selon les cas d'espèce en tenant compte de la facilité des calculs.

Les pieds des colonnes peuvent être encastres ou articulés.

(1) La deuxième partie de cette étude paraîtra dans le prochain numéro de *L'Ossature Métallique*.

(2) Le calcul de la poutre Vierendeel par M. Roland paraîtra prochainement sous forme d'ouvrage, dans les éditions du C. B. L. I. A.

La poutre continue sur appuis simples est un cas particulier, très simplifié, du problème étudié.

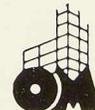
## 2) Désignation des sections voisines d'un nœud

### Poussée. Flexibilité des éléments droits

Les figures 628 à 630 montrent qu'en parcourant de gauche à droite la superstructure de la figure 627, la section précédant le nœud est désignée par la lettre de ce nœud affectée d'un  $'$ ; celle suivant le nœud est affectée d'un  $''$ . Si une colonne se trouve sous le nœud, sa section voisine du nœud est désignée par la même lettre affectée d'un  $'''$ .

Nous appellerons *poussée* en un point  $r', r''$  ou  $r'''$ , la composante *horizontale* de la somme géométrique de l'effort tranchant  $T$  et de l'effort normal  $N$  en ce point; nous la désignerons respectivement par

$$Q_{r'}, Q_{r''} \text{ et } Q_{r'''}.$$



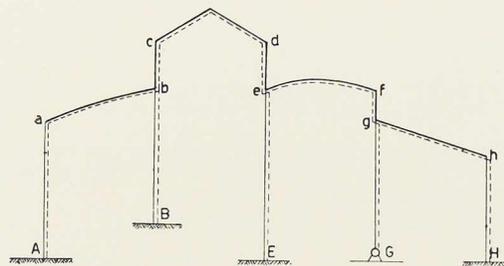


Fig. 627. Type de portique comportant des arcs de forme quelconque.

Remarquons que dans une colonne, la poussée est nécessairement égale à l'effort tranchant.

D'une manière générale, les moments fléchissants en des points tels que  $r'$ ,  $r''$  et  $r'''$  seront désignés par

$$M_{r'}, M_{r''}, M_{r'''}$$

Pour un élément droit ayant un moment d'inertie uniforme, nous poserons

$$j = \frac{l}{EI}$$

où  $l$  est la longueur de l'élément;  
 $j$  est la flexibilité de cet élément.

### 3) Principe de la méthode (les deux stades du calcul)

Chaque nœud est susceptible de prendre deux déplacements élastiques dans le plan de la construction; le déplacement vertical étant nul.

1. Une rotation autour de son axe;
2. Un déplacement horizontal.

a) Au cours du premier stade, nous nous imposons de maintenir chaque nœud immuable dans l'espace. A cet effet, il faudra, à la suite de l'application des charges, appliquer à chaque nœud un couple s'opposant à sa rotation et un effort horizontal s'opposant au déplacement horizontal. Ces deux valeurs seront désignées, pour un nœud  $r$ , par exemple, respectivement par les symboles :

$$C_r \quad \text{et} \quad U_r$$

b) Le second stade du calcul a pour objet la recherche de l'état de contrainte des éléments de la construction, consécutif à la libération des nœuds. Il équivaut à l'application de couples et

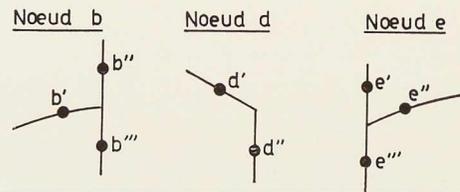


Fig. 628 à 630. Désignation des sections des nœuds du portique de la figure 627.

efforts, égaux et de signe contraire, à ceux trouvés ci-dessus, tels que

$$-C_r \quad \text{et} \quad -U_r$$

L'addition algébrique des états de contrainte des deux stades donnera la contrainte finale (1).

Le premier stade se ramène au calcul, soit d'arcs encastrés, soit de poutres droites encastrées. Ces calculs peuvent se faire par des formules ou des méthodes classiques bien connues. Seul le calcul du second stade implique l'utilisation d'une méthode nouvelle qui fait l'objet essentiel de la présente étude.

c) Les moments et poussées trouvés en premier stade seront affectés de l'indice 1; aux points  $r'$ ,  $r''$  et  $r'''$  on aura respectivement :

$$M_{1r'}, M_{1r''}, M_{1r'''}, \quad Q_{1r'}, Q_{1r''}, Q_{1r'''}$$

Ceux trouvés au second stade seront affectés de l'indice 2 et on aura :

$$M_{2r'}, M_{2r''}, M_{2r'''}, \quad Q_{2r'}, Q_{2r''}, Q_{2r'''}$$

Et en stade final, on aura :

$$M_{r'} = M_{1r'} + M_{2r'} \quad Q_{r'} = Q_{1r'} + Q_{2r'}$$

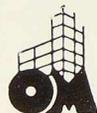
### 4) Conventions de signes

#### Moments fléchissants

Dans la superstructure  $a b c \dots h$  (fig. 627), nous adopterons comme positif le moment fléchissant qui déterminera une déformation convexe du côté du trait interrompu.

Dans les colonnes  $aA$ ,  $bB$ ,  $eE$ ,  $gG$  et  $hH$ , le moment sera positif lorsque la convexité de l'élastique sera tournée vers la droite.

(1) Dans les calculs on néglige l'influence des efforts normaux et des efforts tranchants. Toutefois il peut être tenu compte des raccourcissements ou allongements dus aux efforts normaux en procédant de la même manière que pour les effets de température dont il est question plus loin.



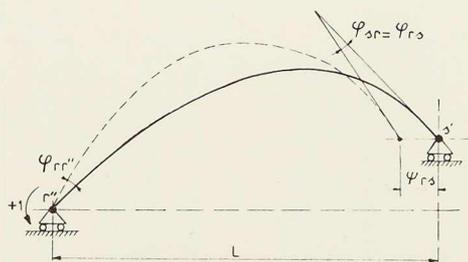


Fig. 631. Cas d'un couple extérieur +1 appliqué en  $r''$ .

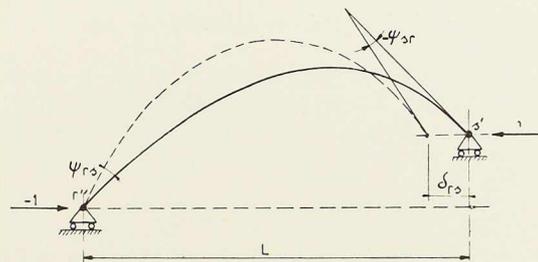


Fig. 632. Cas de forces extérieures -1 et +1 appliquées en  $r''$  et  $s'$ .

Par suite de ces conventions de signe, si aucun couple n'est appliqué à un nœud quelconque  $r$ , on aura toujours

$$M_{r'} + M_{r'''} = M_{r''}. \quad (1)$$

#### Couples d'immobilisation des nœuds

Le sens positif de ces couples est inverse du mouvement des aiguilles d'une montre. Pour le nœud  $r$  on a donc :

$$C_r = M_{1r'} - M_{1r''} + M_{1r'''} \quad (1')$$

#### Poussée

Dans un arc de la superstructure  $a b c \dots h$ , la poussée sera positive lorsqu'elle tend à créer une compression dans l'ensemble de l'arc ou de la poutre, c'est-à-dire lorsqu'elle tend à en rapprocher les extrémités.

Dans un élément vertical tel que  $bc$ , la poussée sera positive si le point  $b$  tend à se déplacer à droite par rapport à  $c$ ; dans le cas d'un élément  $de$ , la poussée sera positive si le point  $d$  tend à se déplacer à droite de  $e$ ; il en est de même pour  $fg$ .

Dans une colonne, la poussée sera positive lorsque la partie supérieure tend à se déplacer vers la gauche par rapport à la partie inférieure.

Par suite des conventions de signe, si aucune force extérieure n'est appliquée au nœud  $r$ , on aura toujours, au droit d'un nœud quelconque  $r$  :

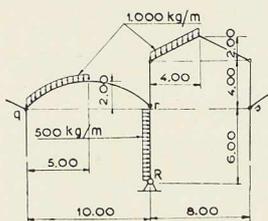
$$Q_{r'} + Q_{r'''} = Q_{r''}. \quad (2)$$

#### Forces horizontales d'immobilisation des nœuds (1)

Ces forces sont positives lorsqu'elles agissent de droite à gauche. Au nœud  $r$  on a donc :

$$U_r = Q_{1r'} - Q_{1r''} + Q_{1r'''} \quad (2')$$

(1) Exemple de calcul des réactions  $C$  et  $U$



$$M_{1r'} = 1\,562,5 \text{ kgm} \quad Q_{1r'} = 3\,125 \text{ kg}$$

Pour le portique  $rs$ , supposé encastré en  $r$  et en  $s$ , on trouve, par des formules connues :

$$M_{1r''} = 669 \text{ kgm} \quad Q_{1r''} = 757 \text{ kg}$$

En premier stade, la colonne  $rR$  est assimilée à une poutre droite encastrée en  $r$  et simplement posée en  $R$ . On trouve, en tenant compte des conventions de signe :

$$M_{1r'''} = -2\,250 \text{ kgm} \quad Q_{1r'''} = 1\,875 \text{ kg}$$

L'application des formules (1') et (2') donne :

$$C_r = 1\,562,5 - 669 - 2\,250 = -1\,356,5 \text{ kgm}$$

$$U_r = 3\,125 - 757 + 1\,875 = 4\,243 \text{ kg}$$

### 5) Caractéristiques d'un élément en arc

Soit un arc  $r''s'$  posé en  $r''$  et  $s'$  sur des surfaces d'appui horizontales et coulissantes. Rappelons que nous désignons par « arc » tout élément de forme quelconque, éventuellement polygonale.

a) Si nous appliquons en  $r''$  un couple extérieur  $+1$  (fig. 631), le point  $r''$  tournera d'un angle que nous désignerons par  $\varphi_{r''}$  tandis que  $s'$  tournera d'un angle que nous désignerons par  $\varphi_{sr}$  qui sera généralement négatif. D'autre part la distance horizontale  $L$  entre  $r''$  et  $s'$  se raccourcira d'une quantité désignée par  $\psi_{rs}$ .

b) Si nous appliquons un couple extérieur  $+1$  en  $s'$  ce point tournera d'un angle que nous appellerons  $\varphi_{ss'}$  tandis que  $r''$  tournera d'un angle  $\varphi_{rs}$  qui sera généralement négatif. D'autre part, la distance  $L$  s'allongera d'une quantité désignée par  $\psi_{sr}$ .

En vertu du théorème de Maxwell, on a toujours

$$\varphi_{sr} = \varphi_{rs}.$$

c) Si nous appliquons (fig. 632) une force horizontale  $+1$  en  $s'$  et  $-1$  en  $r''$ , la poussée dans l'arc vaudra  $+1$  en vertu des conventions de signe. La distance  $L$  aura diminué d'une valeur que nous désignerons par  $\delta_{rs}$ . D'autre part, en vertu du théorème de Maxwell, les points  $r''$  et  $s'$  auront tourné respectivement des valeurs  $\psi_{rs}$  et  $-\psi_{sr}$  définies ci-dessus.

Les diverses opérations et notations ci-avant sont résumées dans le tableau ci-après.

	Rotation en		Raccourcissement de la distance $L$ .	
	$r''$	$s'$		
Couple $+1$ appliqué	en $r''$	$\varphi_{r''}$	$\varphi_{rs}$	$\psi_{rs}$
	en $s'$	$\varphi_{rs}$	$\varphi_{ss'}$	$-\psi_{sr}$
Poussée $+1$	$\psi_{rs}$	$-\psi_{sr}$	$\delta_{rs}$	

d) Si l'arc possède un arc vertical de symétrie on a nécessairement :

$$\varphi_{r''} = \varphi_{ss'} \quad \psi_{rs} = \psi_{sr}.$$

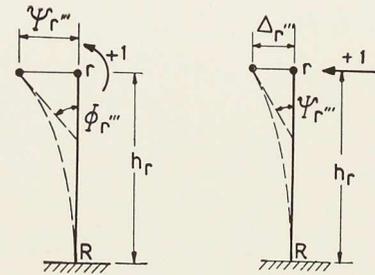


Fig. 633 et 634. Cas d'un couple  $+1$  et d'une force horizontale  $+1$  appliqués en  $r$  d'une colonne encastrée à la base.

e) Dans le cas d'un élément droit, horizontal ou oblique les valeurs  $\varphi$  sont seules à retenir.

On a, en effet,  $\psi_{rs} = 0$   $\psi_{sr} = 0$   $\delta_{rs} = 0$ .

Si le moment d'inertie est uniforme sur toute la longueur de l'élément, on a

$$\varphi_{r''} = \varphi_{ss'} = \frac{J_{rs}}{3} \quad (3)$$

$$\varphi_{rs} = -\frac{J_{rs}}{6}. \quad (4)$$

f) Le cas de l'arc avec tirant inextensible se ramène au cas d'un élément droit.

Remarque. — Les coefficients  $\varphi$ ,  $\psi$  et  $\delta$  peuvent se calculer par les méthodes connues de l'arc élastique. Néanmoins, nous donnons, au paragraphe 11, des formules permettant de résoudre la plupart des cas de la pratique.

### 6) Caractéristiques des colonnes

Colonnes encastrées à la base

Soit une colonne  $rR$  dont la tête  $r''$  est entièrement libre. Si nous y appliquons un couple  $+1$  (fig. 633), il en résultera une rotation et un déplacement horizontal que nous désignerons par

$$\Phi_{r''} \quad \text{et} \quad \Psi_{r''}.$$

Si nous appliquons en  $r''$  un effort horizontal égal à  $+1$  (fig. 634), il en résultera, en ce point, une rotation égale à  $\Psi_{r''}$ , en vertu du théorème de Maxwell, ainsi qu'un déplacement horizontal désigné par  $\Delta_{r''}$ .

Si la colonne de hauteur  $h_r$  possède un moment d'inertie constant, on aura :



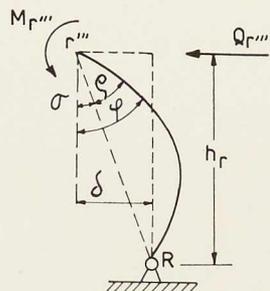


Fig. 635. Colonne articulée à la base sollicitée par un couple et un effort longitudinal.

$$\Phi_{r'''} = j_{rR} \quad (5)$$

$$\Psi_{r'''} = \frac{h_r j_{rR}}{2} \quad (5')$$

$$\Delta_{r'''} = \frac{h_r^2 j_{rR}}{3} \quad (5'')$$

#### Colonnes articulées à la base

Considérons une colonne dont la tête, après déformation, présente un déplacement horizontal  $\delta$  et une rotation  $\varphi$ . Nous nous proposons de rechercher le moment  $M_{r''}$  en  $r''$  et l'effort tranchant ou poussée  $Q_{r''}$  dans la colonne. L'équilibre statique donne immédiatement, en tenant compte de la convention de signe

$$M_{r''} = -h_r Q_{r''}.$$

L'examen de la figure 635 montre que

$$\sigma = \frac{\delta}{h_r}.$$

D'autre part, l'angle  $\rho$  étant proportionnel au moment  $M_{r''}$ , on a

$$\rho = \gamma_r M_{r''}$$

$\gamma_r$  étant un coefficient qui dépend des caractéristiques élastiques de la colonne.

En outre  $\varphi = \sigma + \rho$   
on trouve

$$M_{r''} = -h_r Q_{r''} = \frac{h_r \varphi - \delta}{h_r \gamma_r}. \quad (6)$$

Si la colonne présente un moment d'inertie constant, on a

$$\gamma_r = \frac{j_{rR}}{3} \quad (7)$$

#### 7) Définition des coefficients de sollicitation $\mu$ , $\nu$ , $m$ et $n$ et de déformation $\Phi$ , $\Psi$ et $\Delta$ (1)

a) Considérons un nœud quelconque  $r$  et pratiquons une coupe totale en  $r''$ .

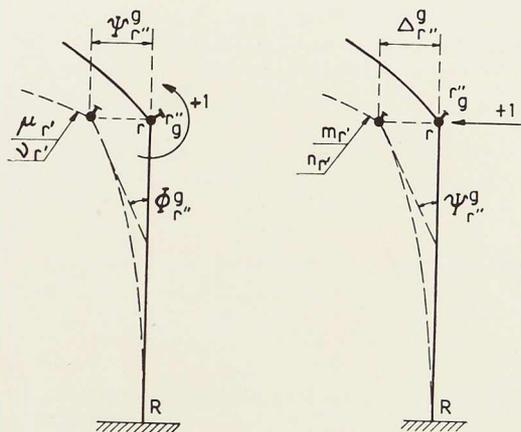


Fig. 636 et 637. Cas d'un couple +1 et d'une force +1 appliqués en  $r''_g$ .

Si l'on applique un couple +1 sur la lèvre gauche  $r''_g$  de la coupe (fig. 636), il en résultera pour le nœud  $r$ , une rotation ainsi qu'un déplacement horizontal que nous désignerons respectivement par

$$\Phi_{r''}^g \text{ et } \Psi_{r''}^g.$$

L'exposant  $g$  rappelle qu'il s'agit d'une application sur la lèvre gauche de la coupe en  $r''$ .

En outre, ce couple détermine en  $r'$  un moment fléchissant et une poussée que l'on désigne respectivement par

$$\mu_{r'} \text{ et } \nu_{r'}.$$

Si nous appliquons un effort horizontal +1 en  $r''_g$  (fig. 637), le nœud  $r$  prendra une rotation

(1) Utilité pratique des coefficients de sollicitation.

Pour faire ressortir le parti que l'on peut tirer de la connaissance des coefficients de sollicitation, supposons que les charges appliquées à la construction soient situées exclusivement à gauche du nœud  $r$ , aucune charge n'étant appliquée en ce nœud, ni à droite de celui-ci.

Désignons par  $M_{r'}^g$  et  $Q_{r'}^g$  le moment et la poussée en  $r'$ , consécutifs à cet état de charges. En vertu des définitions données ci-dessus, le moment et la poussée en  $r''$  auront pour expression :

$$M_{r''}^g = \mu_{r'} M_{r'}^g + m_{r''} Q_{r'}^g \quad Q_{r''}^g = \nu_{r'} M_{r'}^g + n_{r''} Q_{r'}^g.$$

A leur tour, ce moment et cette poussée déterminent en  $s'$  un moment et une poussée :

$$M_{s'}^g = \mu_{s'r} M_{r''}^g + m_{r's} Q_{r''}^g \quad Q_{s'}^g = \nu_{s'r} Q_{r''}^g.$$

On pourrait raisonner d'une manière similaire pour des charges situées à droite du nœud  $r$ .

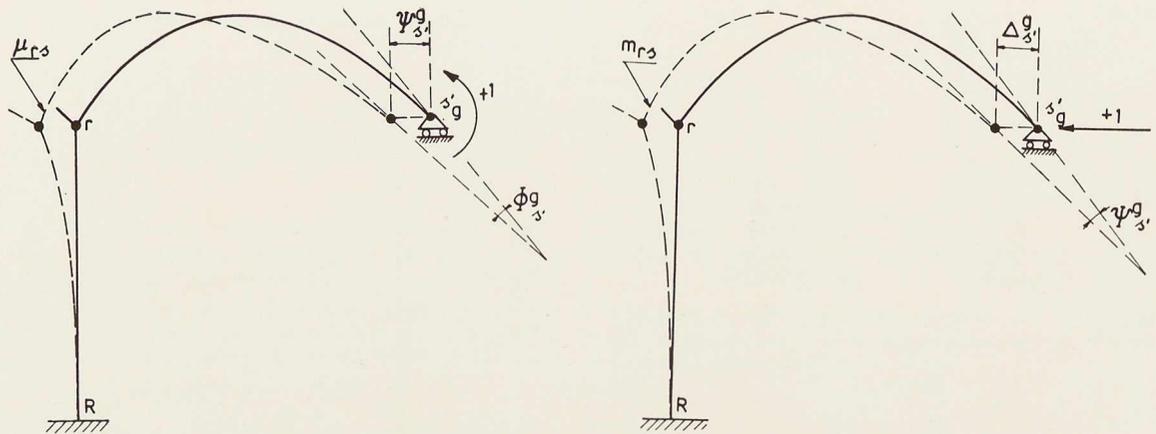


Fig. 638 et 639. Cas d'un couple +1 et d'une force +1 appliqués en  $s'_g$  d'un arc  $rs$ .

et un déplacement horizontal que l'on désigne respectivement par

$$\Psi_{r''}^g \text{ et } \Delta_{r''}^g.$$

On retrouve la même valeur  $\Psi_{r''}^g$  que dans le cas précédent du couple appliqué, en raison du théorème de Maxwell.

En outre le point  $r'$  sera soumis à un moment fléchissant et à une poussée que l'on désigne par

$$m_{r'} \text{ et } n_{r'}$$

b) Considérons maintenant (fig. 638) l'arc  $rs$  que l'on coupe totalement en  $s'$ . Après coupe, on adapte sur la lèvre gauche  $s'_g$  un dispositif qui s'oppose au déplacement vertical de celle-ci.

Si l'on applique un couple +1 en  $s'_g$ , il en résultera en ce point une rotation et un déplacement horizontal désignés respectivement par <sup>(1)</sup>

$$\Phi_{s'}^g \text{ et } \Psi_{s'}^g.$$

En outre le point  $r''$  sera soumis à un moment fléchissant désigné par  $\mu_{rs}$ .

La poussée  $y$  sera nulle.

Si l'on applique un effort horizontal +1 en  $s'_g$  (fig. 639), ce point prendra une rotation et un déplacement horizontal désignés par

$$\Psi_{s'}^g \text{ et } \Delta_{s'}^g.$$

Et le point  $r''$  sera soumis à un moment fléchissant désigné par

$$m_{rs}.$$

La poussée  $y$  sera égale à +1.

c) Nous avons exercé couples et efforts sur les

<sup>(1)</sup> Pour la clarté, les figures 638 et 639 représentent des déformations  $\Psi_{s'}^g$  positives, toutefois dans les cas normaux de la pratique cette valeur est toujours négative.

lèvres gauches seulement. On peut procéder de la même manière sur les lèvres droites des coupes.

Après avoir pratiqué une coupe en  $r'$  (fig. 640), appliquons un couple +1 sur la lèvre droite  $r'_d$ . Il en résultera une rotation et un déplacement horizontal désignés respectivement par

$$\Phi_{r'}^d \text{ et } \Psi_{r'}^d.$$

En vertu de la convention de signe, si nous appliquons un couple -1 en  $r'_d$ , le moment fléchissant en ce point sera égal à +1 et ce moment <sup>(2)</sup> déterminera en  $r''$  un moment fléchissant et une poussée désignés par

$$\mu_{r''} \text{ et } \nu_{r''}.$$

Après application d'un effort horizontal +1, la rotation et le déplacement de  $r'_d$  sont désignés par (fig. 641)

$$\Psi_{r'}^d \text{ et } \Delta_{r'}^d.$$

et sous un effort -1, le moment fléchissant et la poussée au point  $r''$  seront désignés par

$$m_{r''} \text{ et } n_{r''}.$$

d) Sur la lèvre droite d'une coupe pratiquée en  $r'_d$  (fig. 642), nous appliquons un couple +1. Il en résulte une rotation et un déplacement horizontal désignés respectivement par

$$\Phi_{r''}^d \text{ et } \Psi_{r''}^d.$$

<sup>(2)</sup> C'est-à-dire que, par définition, un moment fléchissant positif unité appliqué en  $r'$  détermine en  $r''$  un moment +  $\mu_{r''}$  et une poussée +  $\nu_{r''}$ . Par suite des conventions de signe, l'état de sollicitation de la figure 640 implique les valeurs -  $\mu_{r''}$  et -  $\nu_{r''}$ . Une remarque similaire s'indique pour les figures 641 à 643.



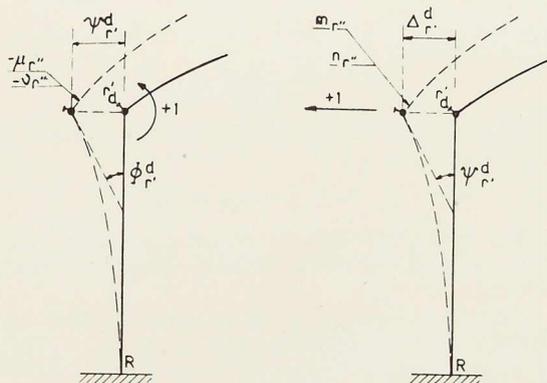


Fig. 640 et 641. Cas d'un couple +1 et d'une force +1 appliqués en  $r'd$ .

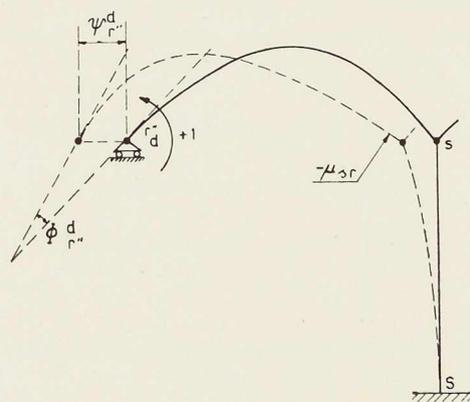


Fig. 642. Cas d'un couple +1 appliqué en  $r'd$  d'un arc sr.

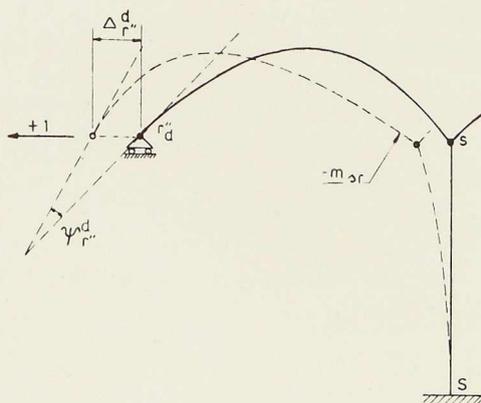


Fig. 643. Cas d'une force +1 appliquée en  $r'd$  d'un arc sr.

Sous l'effet d'un couple  $-1$  qui détermine un moment fléchissant  $+1$  en  $r'd''$ , le moment fléchissant en  $s'$  sera désigné par

$$\mu_{sr}.$$

Un effort horizontal  $+1$  (fig. 643) détermine en  $r'd''$  une rotation et un déplacement

$$\psi_{r''}^d \text{ et } \Delta_{r''}^d.$$

Un effort  $-1$  détermine en  $s'$  un moment fléchissant et une poussée

$$m_{sr}.$$

### 8) Calcul des coefficients de sollicitation et de déformation

Ces coefficients se calculent de proche en proche au moyen des formules (8) à (29) et (8') à (29') groupées aux tableaux I et II, pages 479 et 480 (1).

Connaissant  $\Phi_{r''}^g$ ,  $\Psi_{r''}^g$  et  $\Delta_{r''}^g$ , on en déduit  $\mu_{rs}$  et  $m_{rs}$  au moyen des formules (8) et (11), puis  $\phi_{s'}^g$  par (9),  $\Delta_{s'}^g$  par (12) et  $\Psi_{s'}^g$  par (10) ou (13). L'utilisation de ces deux dernières formules permet d'ailleurs un contrôle des calculs.

Connaissant  $\Phi_{r'}^g$ ,  $\Psi_{r'}^g$  et  $\Delta_{r'}^g$ , on peut en déduire les coefficients relatifs au point  $r''$ .

Deux cas sont à considérer :

*Premier cas :* La colonne  $rR$  est encastrée au pied R.

Les groupes d'équation (14) et (19) permettent de déterminer  $\mu_{r'}$  et  $\nu_{r'}$ ,  $m_{r'}$  et  $n_{r'}$ .

Rappelons que  $\Phi_{r''}$ ,  $\Psi_{r''}$  et  $\Delta_{r''}$  sont définis au paragraphe 6.

Ces coefficients étant déterminés, on calcule :

$\Phi_{r''}^g$  par une des formules (15) ou (17)

$\Psi_{r''}^g$  par une des formules (16), (18), (20) ou (22)

$\Delta_{r''}^g$  par une des formules (21) ou (23).

(1) Ces formules peuvent se justifier comme suit :

Lorsqu'on applique un couple  $+1$  en  $s'_g$  (voir fig. 638), il en résulte, au nœud  $r$ , une rotation  $\rho$ .

Le moment en  $r''$  étant  $\mu_{rs}$  on a, en vertu de la définition de  $\Phi_{r''}^g$

$$\rho = \Phi_{r''}^g \mu_{rs}.$$

D'autre part, exprimons l'équilibre élastique de l'arc  $r''s'$ . Celui-ci est soumis à un couple  $+1$  en  $s'$  et son moment fléchissant en  $r''$  vaut  $\mu_{rs}$  ce qui équivaut à un couple  $-\mu_{rs}$  appliqué en  $r''$ . Partant de la définition des caractéristiques de l'arc, données au paragraphe 5, on trouve :

$$\rho = \varphi_{rs} - \varphi_{r''} \mu_{rs}.$$

De la comparaison des deux expressions de  $\rho$  ci-dessus, on tire l'équation (8).

$\mu_{rs}$  étant connu, on en déduit, par les caractéristiques de l'arc, l'équation (9).

Le déplacement horizontal de  $s'$  sera celui de  $r''$  qui vaut

Le nombre surabondant de formules permet un contrôle très utile des calculs.

*Deuxième cas :* La colonne  $rR$  est articulée au pied R.

$\nu_{r'}$  et  $\mu_{r'}$  se calculent par les formules (24) et (25)  
 $m_{r'}$  et  $n_{r'}$  se calculent par les formules (26) et (27).

Ces coefficients étant déterminés, on calcule :

$\Phi_{r''}$  par la formule (15)  
 $\Psi_{r''}$  par une des formules (16) ou (20)  
 $\Delta_{r''}$  par la formule (21).

En outre, les formules (28) et (29) peuvent servir de contrôle.

On peut opérer d'une manière similaire avec les formules (8') à (29') du tableau II relatives aux coefficients  $\Phi^d$ ,  $\Psi^d$ ,  $\Delta^d$  et  $\mu_{sr}$ ,  $m_{sr}$ , ...

#### Marche à suivre dans les calculs

On part de l'extrémité gauche de la construction (tableau I).

Si la colonne  $aA$  est encastrée au pied, on pose :

$$\Phi_{a''} = \Phi_{a'''} \quad \Psi_{a''} = \Psi_{a'''} \quad \Delta_{a''} = \Delta_{a'''}$$

en tenant compte de ce qui est exposé au paragraphe 6, puis on détermine

$$\mu_{ab} \quad m_{ab} \quad \Phi_{b'}^g \quad \Psi_{b'}^g \quad \text{et} \quad \Delta_{b'}^g$$

par les formules (8) à (13).

Si la colonne  $aA$  est articulée au pied, la détermination de  $\Phi_{b'}^g$ ,  $\Psi_{b'}^g$  et  $\Delta_{b'}^g$  résulte de sollicitations isostatiques qui permettent de poser :

$$\Phi_{b'}^g = \varphi_{bb'} \quad \Psi_{b'}^g = h_a \varphi_{ab} - \psi_{ba}$$

$$\Delta_{b'}^g = \delta_{ab} + h_a^2 (\varphi_{aa'} + \gamma_a) + 2 h_a \psi_{ab}$$

$\Psi_{r''}^g \mu_{rs}$ , plus le raccourcissement de l'arc  $r''s'$ , sous l'effet des couples  $-\mu_{rs}$  et  $+1$  (la poussée est nulle entre  $r''$  et  $s'$ ). On en tire l'équation (10).

Sous l'effet d'une poussée  $+1$  en  $s'g$  (fig. 639), le nœud  $r$  tourne d'un angle que nous appelons  $\sigma$ .

En raisonnant d'une manière similaire à celle ci-dessus on trouve, en tenant compte que la poussée  $+1$  s'étend à tout l'arc  $r''s'$  :

$$\sigma = \Phi_r^g m_{rs} + \Psi_{r''}^g$$

$$\sigma = \psi_{rs} - \varphi_{r''} m_{rs}$$

d'où l'on tire les formules (11), (12) et (13).

Si l'on applique un couple  $+1$  en  $r''g$  (fig. 637), il en résulte une rotation  $\Phi_{r''}^g$  du nœud, par conséquent les points  $r'$  et  $r''$  ont tourné du même angle. De même ces points se sont déplacés horizontalement sur une distance  $\Psi_{r''}^g$ . Le mo-

où

$$\gamma_a = \frac{j_{aA}}{3}$$

si la colonne a un moment d'inertie constant.

En outre, on a :

$$\mu_{ab} = 0 \quad m_{ab} = h_a.$$

Les coefficients relatifs au point  $b'$  étant connus, on en déduit les coefficients relatifs au point  $b''$ .

Les coefficients du point  $b''$  étant connus, on en déduit les coefficients du point  $c'$ , et l'on poursuit ainsi jusqu'à l'extrémité droite de la construction.

Si la construction n'est pas symétrique, on procédera de la même manière en partant de l'extrémité droite de la poutre et en appliquant les formules (8') à (29') (tableau II).

Si la construction est symétrique, ces calculs sont inutiles.

#### Cas particulier de la poutre droite verticale

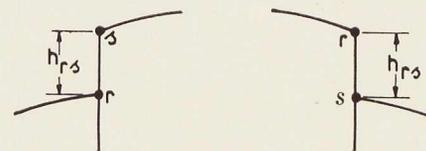


Fig. 644 et 645. Schémas des deux cas possibles de la poutre droite verticale.

Deux cas peuvent se présenter suivant que le nœud  $s$  est au-dessus (fig. 644) ou en dessous (fig. 645) de  $r$ .

Dans les deux cas on a, d'après les définitions du paragraphe 7 :

le moment fléchissant et la poussée en  $r'$  valent respectivement  $\mu_{r'}$  et  $\nu_{r'}$ .

En vertu de la définition  $\Phi_{r''}^g$  et  $\Psi_{r''}^g$  on tire les formules (15) et (16).

En vertu des conditions d'équilibre du nœud, le moment fléchissant en  $r''$  vaut  $(1 - \mu_{r'})$  et la poussée vaut  $-\nu_{r'}$ .

Dans le cas de la colonne encastrée au pied, si l'on tient compte des notations définies sous 6 on trouve les formules (17) et (18).

La comparaison des équations (15) et (17), (16) et (18) donne les équations (14).

Dans le cas de la colonne articulée au pied, le moment  $(1 - \mu_{r'})$  et la poussée  $-\nu_{r'}$  exercés à la tête de la colonne doivent satisfaire à la relation générale (6), d'où l'on tire les équations (28).

La comparaison des équations (28) avec (15) et (16) donne les formules (24) et (25).

Un raisonnement semblable nous donne les formules (19) à (23) et (26), (27) et (29).



Entre $r'$ et $s'$	$\mu_{rs} = \frac{\varphi_{rs}}{\varphi_{r,r'} + \Phi_{r'}^g} \quad (8)$	$m_{rs} = \frac{\psi_{rs} - \Psi_{r'}^g}{\varphi_{r,r'} + \Phi_{r'}^g} \quad (11)$
	$\Phi_{s'}^g = \varphi_{ss'} - \varphi_{rs} \mu_{rs} \quad (9)$	$\Delta_{s'}^g = \Delta_{r'}^g + \delta_{rs} + (\Psi_{r'}^g - \psi_{rs}) m_{rs} \quad (12)$
	$\Psi_{s'}^g = (\Psi_{r'}^g - \psi_{rs}) \mu_{rs} - \psi_{sr} \quad (10)$	$\Psi_{s'}^g = -\psi_{sr} - \varphi_{rs} m_{rs} \quad (13)$
1 <sup>er</sup> cas : colonne encastrée au pied	$\left. \begin{aligned} \Phi_r^g \mu_{r'} + \Psi_r^g \nu_{r'} &= \Phi_{r''} \\ \Psi_r^g \mu_{r'} + \Delta_r^g \nu_{r'} &= \Psi_{r''} \end{aligned} \right\} \quad (14)$	$\left. \begin{aligned} \Phi_r^g m_{r'} + \Psi_r^g n_{r'} &= \Psi_{r''} \\ \Psi_r^g m_{r'} + \Delta_r^g n_{r'} &= \Delta_{r''} \end{aligned} \right\} \quad (19)$
	<p>où : <math>\Phi_r^g = \Phi_{r'}^g + \Phi_{r''}</math>      <math>\Psi_r^g = \Psi_{r'}^g + \Psi_{r''}</math>      <math>\Delta_r^g = \Delta_{r'}^g + \Delta_{r''}</math></p>	
	$\Phi_{r'}^g = \Phi_{r'}^g \mu_{r'} + \Psi_{r'}^g \nu_{r'} \quad (15)$	$\Psi_{r'}^g = \Phi_{r'}^g m_{r'} + \Psi_{r'}^g n_{r'} \quad (20)$
	$\Psi_{r'}^g = \Psi_{r'}^g \mu_{r'} + \Delta_{r'}^g \nu_{r'} \quad (16)$	$\Delta_{r'}^g = \Psi_{r'}^g m_{r'} + \Delta_{r'}^g n_{r'} \quad (21)$
	$\Phi_{r'}^g = \Phi_{r''} (1 - \mu_{r'}) - \Psi_{r''} \nu_{r'} \quad (17)$	$\Psi_{r'}^g = -\Phi_{r''} m_{r'} + \Psi_{r''} (1 - n_{r'}) \quad (22)$
	$\Psi_{r'}^g = \Psi_{r''} (1 - \mu_{r'}) - \Delta_{r''} \nu_{r'} \quad (18)$	$\Delta_{r'}^g = -\Psi_{r''} m_{r'} + \Delta_{r''} (1 - n_{r'}) \quad (23)$
Entre $r$ et $r'$	$\nu_{r'} = \frac{h_r \Phi_{r'}^g - \Psi_{r'}^g}{D_{r'}} \quad (24)$	$m_{r'} = \frac{h_r (\Delta_{r'}^g - h_r \Psi_{r'}^g)}{D_{r'}} \quad (26)$
	<p>où <math>D_{r'} = h_r^2 \gamma_r + h_r^2 \Phi_{r'}^g - 2 h_r \Psi_{r'}^g + \Delta_{r'}^g</math></p>	
	<p>et où <math>\gamma_r = j_{rR} / 3</math> quand la colonne <math>rR</math> a un moment d'inertie constant (voir § 6)</p>	
	$\mu_{r'} = 1 - h_r \nu_{r'} \quad (25)$	$n_{r'} = 1 - \frac{m_{r'}}{h_r} \quad (27)$
	<p><math>\Phi_{r'}^g</math>, <math>\Psi_{r'}^g</math> et <math>\Delta_{r'}^g</math> sont donnés par les formules (15), (16), (20) et (21) du 1<sup>er</sup> cas. Le contrôle des résultats peut être effectué par les équations :</p>	
	$1 - \mu_{r'} = h_r \nu_{r'} = \frac{h_r \Phi_{r'}^g - \Psi_{r'}^g}{h_r \gamma_r} \quad (28)$	$m_{r'} = h_r (1 - n_{r'}) = \frac{\Delta_{r'}^g - h_r \Psi_{r'}^g}{h_r \gamma_r} \quad (29)$

TABLEAU I  
Coefficients de sollicitation et de déformation  
obtenus en parcourant la construction de gauche à droite

Entre $s'$ et $r''$	$\mu_{sr} = \frac{\varphi_{sr}}{\varphi_{ss'} + \Phi_{s'}^d} \quad (8')$ $\Phi_{r''}^d = \varphi_{rr'} - \varphi_{sr} \mu_{sr} \quad (9')$ $\Psi_{r''}^d = (\Psi_{s'}^d - \psi_{sr}) \mu_{sr} - \psi_{rs} \quad (10')$	$m_{sr} = \frac{\psi_{sr} - \Psi_{s'}^d}{\varphi_{ss'} + \Phi_{s'}^d} \quad (11')$ $\Delta_{r'}^d = \Delta_{s'}^d + \delta_{rs} + (\Psi_{s'}^d - \psi_{sr}) m_{sr} \quad (12')$ $\Psi_{r''}^d = -\psi_{rs} - \varphi_{sr} m_{sr} \quad (13')$
1 <sup>er</sup> cas : colonne encastrée au pied	$\left. \begin{aligned} \Phi_r^D \mu_{r''} + \Psi_r^D \nu_{r''} &= \Phi_{r''}^D \\ \Psi_r^D \mu_{r''} + \Delta_r^D \nu_{r''} &= \Psi_{r''}^D \end{aligned} \right\} \quad (14')$ <p>où :</p> $\Phi_r^D = \Phi_{r''}^d + \Phi_{r''}^D \quad \Psi_r^D = \Psi_{r''}^d + \Psi_{r''}^D \quad \Delta_r^D = \Delta_{r''}^d + \Delta_{r''}^D$ $\Phi_{r'}^d = \Phi_{r''}^d \mu_{r''} + \Psi_{r''}^d \nu_{r''} \quad (15')$ $\Psi_{r'}^d = \Psi_{r''}^d \mu_{r''} + \Delta_{r''}^d \nu_{r''} \quad (16')$ $\Phi_{r'}^D = (1 - \mu_{r''}) \Phi_{r''}^D - \nu_{r''} \Psi_{r''}^D \quad (17')$ $\Psi_{r'}^D = (1 - \mu_{r''}) \Psi_{r''}^D - \nu_{r''} \Delta_{r''}^D \quad (18')$	$\left. \begin{aligned} \Phi_r^D m_{r''} + \Psi_r^D n_{r''} &= \Psi_{r''}^D \\ \Psi_r^D m_{r''} + \Delta_r^D n_{r''} &= \Delta_{r''}^D \end{aligned} \right\} \quad (19')$ $\Phi_{r'}^d = \Phi_{r''}^d m_{r''} + \Psi_{r''}^d n_{r''} \quad (20')$ $\Delta_{r'}^d = \Psi_{r''}^d m_{r''} + \Delta_{r''}^d n_{r''} \quad (21')$ $\Psi_{r'}^d = -\Phi_{r''}^D m_{r''} + \Psi_{r''}^D (1 - n_{r''}) \quad (22')$ $\Delta_{r'}^D = -\Psi_{r''}^D m_{r''} + \Delta_{r''}^D (1 - n_{r''}) \quad (23')$
2 <sup>e</sup> cas : colonne articulée au pied	$\nu_{r''} = \frac{h_r \Phi_{r''}^d - \Psi_{r''}^d}{D_{r''}} \quad (24')$ <p>où</p> $D_{r''} = h_r^2 \gamma_r + h_r^2 \Phi_{r''}^d - 2 h_r \Psi_{r''}^d + \Delta_{r''}^d$ <p>où <math>\gamma_r = j_{rR} / 3</math> quand la colonne <math>rR</math> a un moment d'inertie constant (voir § 6)</p> $\mu_{r''} = 1 - h_r \nu_{r''} \quad (25')$ <p><math>\Phi_{r'}^d</math>, <math>\Psi_{r'}^d</math> et <math>\Delta_{r'}^d</math> sont donnés par les formules (15'), (16'), (20'), et (21') du 1<sup>er</sup> cas. Le contrôle des résultats peut être effectué par les équations</p> $h_r \nu_{r''} = \frac{h_r \Phi_{r''}^d - \Psi_{r''}^d}{h_r \gamma_r} \quad (28')$	$m_{r''} = \frac{h_r (\Delta_{r''}^d - h_r \Psi_{r''}^d)}{D_{r''}} \quad (26')$ $n_{r''} = 1 - \frac{m_{r''}}{h_r} \quad (27')$ $m_{r''} = \frac{-h_r \Psi_{r''}^d + \Delta_{r''}^d}{h_r \gamma_r} \quad (29')$

TABLEAU II  
Coefficients de sollicitation et de déformation  
obtenus en parcourant la construction de droite à gauche



$$\left. \begin{aligned} \Phi_{R'} \bar{M}_{r'}^m + \Psi_{R'} \bar{Q}_{r'}^m &= \Phi_{r'}^d \\ \Psi_{R'} \bar{M}_{r'}^m + \Delta_{R'} \bar{Q}_{r'}^m &= \Psi_{r'}^d \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{R'} \bar{M}_{r'}^q + \Psi_{R'} \bar{Q}_{r'}^q &= \Psi_{r'}^d \\ \Psi_{R'} \bar{M}_{r'}^q + \Delta_{R'} \bar{Q}_{r'}^q &= \Delta_{r'}^d \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{R''} \bar{M}_{r''}^m + \Psi_{R''} \bar{Q}_{r''}^m &= -\Phi_{r''}^g \\ \Psi_{R''} \bar{M}_{r''}^m + \Delta_{R''} \bar{Q}_{r''}^m &= -\Psi_{r''}^g \end{aligned} \right\} \quad (30')$$

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{R''} \bar{M}_{r''}^q + \Psi_{R''} \bar{Q}_{r''}^q &= -\Psi_{r''}^g \\ \Psi_{R''} \bar{M}_{r''}^q + \Delta_{R''} \bar{Q}_{r''}^q &= -\Delta_{r''}^g \end{aligned} \right\} \quad (31')$$

où :

$$\Phi_{R'} = \Phi_{r'}^g + \Phi_{r'}^d \quad \Psi_{R'} = \Psi_{r'}^g + \Psi_{r'}^d \quad \Delta_{R'} = \Delta_{r'}^g + \Delta_{r'}^d$$

$$\Phi_{R''} = \Phi_{r''}^g + \Phi_{r''}^d \quad \Psi_{R''} = \Psi_{r''}^g + \Psi_{r''}^d \quad \Delta_{R''} = \Delta_{r''}^g + \Delta_{r''}^d$$

TABLEAU III

Coefficients de répartition

Colonne de gauche  $\alpha A$  :

$$\bar{Q}_{a''}^m = \frac{\Psi_{a''}^d - h_a \Phi_{a''}^d}{D_{a''}} \quad (32)$$

$$\bar{M}_{a''}^m = -1 - h_a \bar{Q}_{a''}^m \quad (32')$$

$$\bar{M}_{a''}^q = \frac{h_a (h_a \Psi_{a''}^d - \Delta_{a''}^d)}{D_{a''}} \quad (33)$$

$$\bar{Q}_{a''}^q = -1 - \frac{\bar{M}_{a''}^q}{h_a} \quad (33')$$

Colonne de droite  $zZ$  :

$$\bar{Q}_{z'}^m = \frac{h_z \Phi_{z'}^g - \Psi_{z'}^g}{D_{z'}}$$

$$\bar{M}_{z'}^m = 1 - h_z \bar{Q}_{z'}^m$$

$$\bar{M}_{z'}^q = \frac{h_z (\Delta_{z'}^g - h_z \Psi_{z'}^g)}{D_{z'}}$$

$$\bar{Q}_{z'}^q = 1 - \frac{\bar{M}_{z'}^q}{h_z}$$

Dans ces formules  $D_{a''}$  et  $D_{z'}$  sont donnés par les expressions similaires  $D_{r''}$  et  $D_{r'}$  données aux tableaux II et I

TABLEAU IV

Coefficients de répartition dans le cas où le pied d'extrémité est articulé

Justification des équations (30) à (31').

L'application d'un couple +1 au nœud  $r$  déterminera une rotation  $\varphi_r$  de celui-ci, ainsi qu'un déplacement horizontal  $\psi_r$ .

Pour la clarté du raisonnement supposons que ce couple ne soit pas appliqué au centre du nœud, mais en  $r'$ .

Le moment fléchissant immédiatement à gauche de  $r'$  sera par définition  $\bar{M}_{r'}^m$  et immédiatement à droite de  $r'$ , il vaudra  $\bar{M}_{r'}^m - 1$ . Aucun effort horizontal extérieur n'étant appliqué en  $r'$ , la poussée à gauche et à droite de ce point aura pour valeur  $\bar{Q}_{r'}^m$ .

Partant de la définition de  $\Phi_{r'}^g$ ,  $\Phi_{r'}^d$ ,  $\Psi_{r'}^g$  ... on peut poser les égalités ci-après :

$$\varphi_r = \Phi_{r'}^g \bar{M}_{r'}^m + \Psi_{r'}^g \bar{Q}_{r'}^m = (1 - \bar{M}_{r'}^m) \Phi_{r'}^d - \bar{Q}_{r'}^m \Psi_{r'}^d$$

$$\psi_r = \Psi_{r'}^g \bar{M}_{r'}^m + \Delta_{r'}^g \bar{Q}_{r'}^m = (1 - \bar{M}_{r'}^m) \Psi_{r'}^d - \bar{Q}_{r'}^m \Delta_{r'}^d$$

D'où l'on tire les deux équations (30).

Les équations (30'), (31) et (31') se justifient par un procédé similaire.



$$\mu_{rs} = 1 \quad \mu_{sr} = 1$$

Pour la figure 644, on a :

$$m_{rs} = h_{rs} \quad m_{sr} = -h_{rs}$$

Pour la figure 645

$$m_{rs} = -h_{rs} \quad m_{sr} = h_{rs}$$

Dans les deux cas on a

$$\Phi_{s'}^g = \Phi_{r''}^g + j_{rs}$$

$$\Psi_{s'}^g = \Psi_{r''}^g + m_{rs} \Phi_{r''}^g + 0,5 m_{rs} j_{rs}$$

$$\Delta_{s'}^g = \Delta_{r''}^g + 2 m_{rs} \Psi_{r''}^g + m_{rs}^2 \Phi_{r''}^g + \frac{1}{3} m_{rs}^2 j_{rs}$$

$$\Phi_{r''}^d = \Phi_{s'}^d + j_{rs}$$

$$\Psi_{r''}^d = \Psi_{s'}^d + m_{sr} \Phi_{s'}^d + 0,5 m_{sr} j_{rs}$$

$$\Delta_{r''}^d = \Delta_{s'}^d + 2 m_{sr} \Psi_{s'}^d + m_{sr}^2 \Phi_{s'}^d + \frac{1}{3} m_{sr}^2 j_{rs}$$

Remarque : Pour le nœud  $s$  de la figure 644, on a nécessairement

$$\Phi_{s''}^g = \Phi_{s'}^g \quad \Phi_{s''}^d = \Phi_{s'}^d \quad \Psi_{s''}^g = \Psi_{s'}^g \quad \dots \text{etc.}$$

Pour le nœud  $r$  de la figure 645, on a des solutions similaires.

### 9) Coefficients de répartition $\bar{M}$ et $\bar{Q}$

Si l'on applique un couple  $+1$  à l'ensemble d'un nœud quelconque  $r$  (fig. 646), il en résultera en  $r'$  un moment fléchissant ainsi qu'une poussée, désignés respectivement par

$$\bar{M}_{r'}^m \quad \text{et} \quad \bar{Q}_{r'}^m$$

et en  $r''$ , nous aurons respectivement un moment fléchissant et une poussée

$$\bar{M}_{r''}^m \quad \text{et} \quad \bar{Q}_{r''}^m$$

que l'on calcule par les groupes d'équations (30) et (30') du tableau III.

L'exposant  $m$  rappelle que ces sollicitations sont causées par un couple.

Si l'on applique un effort horizontal  $+1$  au nœud  $r$  (fig. 647), il en résulte en  $r'$  et  $r''$  des moments fléchissants et des poussées désignées par

$$\bar{M}_{r'}^q \quad \bar{M}_{r''}^q \quad \bar{Q}_{r'}^q \quad \bar{Q}_{r''}^q$$

que l'on calcule par les groupes d'équations (31) et (31').

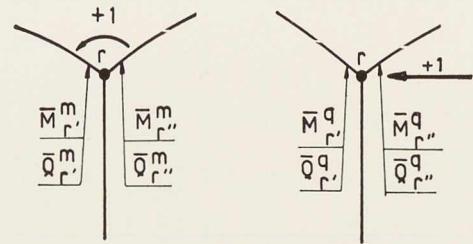


Fig. 646 et 647. Couple  $+1$  et effort horizontal  $+1$  appliqués à l'ensemble d'un nœud quelconque.

### Cas particulier

Lorsque la colonne d'extrémité  $aA$  est articulée au pied  $A$ , les formules (30') et (31') ne sont pas applicables.

En raisonnant comme pour l'établissement des formules (24') à (27'), on trouve dans ce cas, pour le point  $a''$ , les formules (32) à (33') du tableau IV.

Lorsque la colonne d'extrémité droite, désignée par  $zZ$ , est articulée au pied, on utilise des formules similaires, seuls les signes sont modifiés.

### Constructions symétriques

Dans ce cas, on a, si par exemple les nœuds  $i$  et  $r$  sont symétriques :

$$\begin{aligned} \bar{M}_{i'}^m &= -\bar{M}_{r''}^m & \bar{M}_{r''}^m &= -\bar{M}_{i'}^m \\ \bar{M}_{i'}^q &= -\bar{M}_{r''}^q & \bar{M}_{r''}^q &= -\bar{M}_{i'}^q \\ \bar{Q}_{i'}^m &= -\bar{Q}_{r''}^m & \bar{Q}_{r''}^m &= -\bar{Q}_{i'}^m \\ \bar{Q}_{i'}^q &= -\bar{Q}_{r''}^q & \bar{Q}_{r''}^q &= -\bar{Q}_{i'}^q \end{aligned}$$

### 10) Calculs des sollicitations de second stade et de stade final (1)

Nous avons vu qu'en second stade on applique des couples

(1) Les coefficients de répartition  $\bar{M}$  et  $\bar{Q}$  étant connus ainsi que les coefficients de sollicitation  $\mu$  et  $\gamma$ ,  $m$  et  $n$ , on possède en principe tous les éléments nécessaires à la résolution du second stade.

Par exemple, le couple  $-C_r$  et l'effort  $-U_r$ , appliqués au nœud  $r$ , déterminent en  $r'$  :

$$M_{r'} = -\bar{M}_{r'}^m C_r - \bar{M}_{r'}^q U_r$$

et une poussée

$$Q_{r'} = -\bar{Q}_{r'}^m C_r - \bar{Q}_{r'}^q U_r$$



—  $C_a$  —  $C_b$  ... —  $C_r$  ... etc., ainsi que des efforts horizontaux.

—  $U_a$  —  $U_b$  ... —  $U_r$  ... etc.

Partons de l'extrémité gauche de la construction.

Sous l'effet du couple —  $C_a$  et de l'effort —  $U_a$  appliqués au nœud  $a$ , le point  $a''$  est soumis à un moment fléchissant :

$$M_{2a''}^g = -C_a \bar{M}_{a''}^m - U_a \bar{M}_{a''}^q$$

et à une poussée

$$Q_{2a''}^g = -C_a \bar{Q}_{a''}^m - U_a \bar{Q}_{a''}^q$$

Il en résultera en  $b'$  un moment fléchissant :

$$M_{2b'}^g = \mu_{ba} M_{2a''}^g + m_{ba} Q_{2a''}^g$$

et une poussée :

$$Q_{2b'}^g = Q_{2a''}^g$$

Sous l'effet de ces sollicitations en  $b'$  et de l'action de —  $C_b$  et —  $U_b$  au nœud  $b$ , on a en  $b''$  un moment fléchissant et une poussée respectivement égaux à :

$$M_{2b''}^g = \mu_{b''} M_{2b'}^g + m_{b''} Q_{2b'}^g - C_b \bar{M}_{b''}^m - U_b \bar{M}_{b''}^q ;$$

$$Q_{2b''}^g = \nu_{b''} M_{2b'}^g + n_{b''} Q_{2b'}^g - C_b \bar{Q}_{b''}^m - U_b \bar{Q}_{b''}^q .$$

Puis l'on poursuit de proche en proche en tenant compte des formules générales :

$$M_{2r''}^g = \mu_{r''} M_{2r'}^g + m_{r''} Q_{2r'}^g - C_r \bar{M}_{r''}^m - U_r \bar{M}_{r''}^q ; \quad (34)$$

$$Q_{2r''}^g = \nu_{r''} M_{2r'}^g + n_{r''} Q_{2r'}^g - C_r \bar{Q}_{r''}^m - U_r \bar{Q}_{r''}^q ; \quad (35)$$

$$M_{2s'}^g = \mu_{s'} M_{2r''}^g + m_{s'} Q_{2r''}^g ; \quad (36)$$

$$Q_{2s'}^g = Q_{2r''}^g . \quad (37)$$

qui à leur tour déterminent en  $q''$  :  
un moment

$$M_{q''} = \mu_{q''} M_{r''}^g + m_{q''} Q_{r''}^g$$

et une poussée

$$Q_{q''} = Q_{r''}^g .$$

En  $q'$  on aura :

$$M_{q'} = \mu_{q'} M_{q''} + m_{q'} Q_{q''}$$

$$Q_{q'} = \nu_{q'} M_{q''} + n_{q'} Q_{q''}$$

et ainsi de suite.

On trouverait des expressions similaires  $r''$ ,  $s'$ ,  $s''$ , ... et l'on pourrait déterminer ainsi l'effet de —  $C_r$  et —  $U_r$  sur l'ensemble de la construction.

Ce procédé serait assez long notamment dans le cas de nombreuses travées.

Il est plus commode de grouper les calculs comme indiqué ci-dessus.

On procède de la même manière en partant de l'extrémité droite de la construction et en appliquant les formules générales

$$M_{2r'}^d = \nu_{r'} M_{2r''}^d + m_{r'} Q_{2r''}^d - C_r \bar{M}_{r'}^m - U_r \bar{M}_{r'}^q ; \quad (34')$$

$$Q_{2r'}^d = \nu_{r'} M_{2r''}^d + n_{r'} Q_{2r''}^d - C_r \bar{Q}_{r'}^m - U_r \bar{Q}_{r'}^q . \quad (35')$$

$$M_{2r''}^d = \mu_{rs} M_{2s'}^d + m_{rs} Q_{2s'}^d ; \quad (36')$$

$$Q_{2r''}^d = Q_{2s'}^d ; \quad (37')$$

L'exposant  $d$  a une signification similaire à l'exposant  $g$  des formules (34) à (37).

D'après ce qui est exposé ci-dessus, le moment fléchissant  $M_{2r'}^g$  est dû à l'application des couples

$$-C_a, -C_b, \dots -C_q$$

et des efforts

$$-U_a, -U_b, \dots -U_q$$

c'est-à-dire aux couples et aux efforts de second stade appliqués aux nœuds situés à gauche du point  $r'$ .

D'autre part le moment fléchissant  $M_{2r'}^d$  est dû à l'application des couples :

$$-C_r, -C_s, -C_t, \dots$$

et des efforts

$$-U_r, -U_s, -U_t, \dots$$

c'est-à-dire aux couples et efforts situés à droite du point  $r'$ .

Il s'ensuit que le moment fléchissant de deuxième stade en  $r'$  vaudra la somme de ces deux moments, soit :

$$M_{2r'} = M_{2r'}^g + M_{2r'}^d \quad (38)$$

De même le moment  $M_{2r''}^g$  est dû aux couples et efforts appliqués à gauche du point  $r''$ , donc y compris —  $C_r$  et —  $U_r$ ; tandis que  $M_{2r''}^d$  est dû aux couples et efforts appliqués à droite de  $r''$ , donc non compris —  $C_r$  et —  $U_r$ .

On aura donc :

$$M_{2r''} = M_{2r''}^g + M_{2r''}^d \quad (38')$$

De même on aura :

$$Q_{2r'} = Q_{2r'}^g + Q_{2r'}^d \quad (39)$$

$$Q_{2r''} = Q_{2r''}^g + Q_{2r''}^d . \quad (39')$$

Puis en stade final :

$$M_{r'} = M_{1r'} + M_{2r'}$$

$$M_{r''} = M_{1r''} + M_{2r''}$$

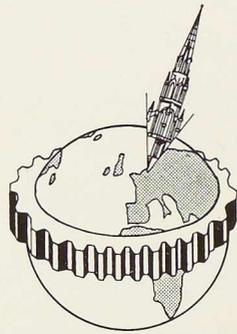
$$Q_{r'} = Q_{1r'} + Q_{2r'}$$

$$Q_{r''} = Q_{1r''} + Q_{2r''} .$$

E. R.

(A suivre)





## 3<sup>e</sup> Congrès International des Fabrications Mécaniques Bruxelles

La Fédération des Entreprises de l'Industrie des Fabrications Métalliques (Fabrimétal) a organisé, du 18 au 23 septembre, le 3<sup>e</sup> Congrès international des Fabrications mécaniques. Comme les deux précédents, qui ont eu lieu en 1948 et en 1949 à Paris, ce Congrès a été mis sur pied par les Organisations professionnelles les plus représentatives de l'industrie de la Belgique, du Danemark, de la France, de la Finlande, de la Grande-Bretagne, de la Hollande, de l'Italie, de la Suède et de la Suisse.

Près de 250 personnes ont participé aux travaux du Congrès et le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier était représenté par son Directeur, M. E. GREINER.

Le thème du Congrès a été développé à travers une dizaine d'exposés faits par des spécialistes de grand renom, appartenant à divers pays et entrecoupés de plusieurs visites, ayant pour objet de confronter la théorie et la pratique. Ci-après nous donnons les résumés de ces conférences.

Les congressistes ont visité les entreprises industrielles suivantes, appartenant à l'industrie des fabrications mécaniques et situées aux environs de Bruxelles et d'Anvers :

*Le Progrès Industriel*, S. A., à Loth, fabriquant les tours parallèles de toutes dimensions et puissances, tours revolvers et calibres.

*Travaux Métalliques de Boom*, S. A., à Boom,

fabriquant les pelles mécaniques, grues terrestres et flottantes, excavateurs à godets.

*Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi*, à Ruysbroeck (A. C. E. C.), fabriquant les moteurs électriques de faibles puissances.

*S. A. John Cockerill, Division Chantier Naval*, à Hoboken, dont l'activité est consacrée à la construction de navires de haute mer.

*Mercantile Marine Engineering & Graving Docks Co*, S. A., à Anvers, chantier naval de réparation.

*Bell Telephone MGF. Co*, S. A., à Anvers et à Hoboken, fabrication et installation de matériel, équipements et accessoires en rapport avec la téléphonie, la télégraphie et la radio.

*Etablissements Wanson*, à Haren, construction de matériel thermique.

*Contimeter*, S. A., à Bruxelles, compteurs d'eau, de gaz et d'électricité.

*Travail Mécanique de la Tôle*, S. A., à Forest-Bruxelles, dont l'activité concerne les articles de ménage galvanisés à chaud et la métallisation.

Magistralement organisé par Fabrimétal, ce Congrès a obtenu un vif succès et contribuera certainement à améliorer encore la qualité des fabrications mécaniques.



R. Mossoux,  
Directeur du Laboratoire  
d'Essais de la Fabrique  
Nationale d'Armes de Guerre,  
Herstal (Belgique)

## Influence de la qualité et de la régularité des matières premières dans la qualité des produits finis

Les facteurs intervenant dans la *qualité* totale d'un produit s'identifient aux divers termes contribuant à la *définition* de ce produit.

Ces éléments particuliers se répartissent en deux aspects principaux qui les renferment nécessairement tous : *forme*, *matière*.

D'une autre manière, mais de façon tout aussi exclusive, les mêmes facteurs peuvent être classés sous : *conception* ou *réalisation*. On définit par là une sorte de tableau carré qui se présente ainsi :

	Conception	Réalisation
Forme	Dessin	Exécution
Matière	Choix	Concrétisation

La seconde ligne constitue l'objet de ce rapport, et le situe dans le problème général.

En ce qui concerne le choix, la qualité dépend d'abord d'une meilleure connaissance des propriétés des matériaux et des méthodes de traitement (thermiques ou autres).

Elle dépend d'une meilleure définition des matériaux; celle-ci devrait s'étendre à des caractéristiques aussi importantes que la trempabilité, l'usinabilité, la soudabilité, etc. au lieu de se limiter aux seules caractéristiques de résistance à certains essais de rupture traditionnels.

En ce qui concerne la réalisation, la régularité peut être considérée comme l'objectif principal.

La normalisation (standardisation) apporte, sans aucun doute, une importante contribution au problème de la matière en favorisant :

La qualité intrinsèque (les efforts des producteurs ne se dispersent pas autant);

La régularité;

Le prix de revient bas à qualité égale;

L'acquisition d'une connaissance approfondie des propriétés des matériaux;

Les délais courts.

La normalisation ne doit cependant pas fermer la porte aux innovations.

H. K. Volbeda,  
Conseiller technique  
à la S. A. Philips,  
Eindhoven (Pays-Bas)

## Rôle de la conception et de l'exécution des produits pour l'obtention de la qualité

On définit deux sens différents du mot qualité, à savoir :

- a) La qualité du projet ou qualité standard;
- b) La qualité inhérente à la fabrication ou qualité de reproduction.

L'étude ou le projet d'un article nouveau pose à l'ingénieur trois problèmes :

a) L'invention de l'article accompagnée dans la plupart des cas d'une réalisation d'un prototype;

b) La détermination d'une qualité standard pour le produit fini. Il faut peser rigoureusement les possibilités commerciales et techniques au regard des frais estimés.



Le degré de la qualité finale étant fixé, le bureau d'études devra déterminer la qualité standard des divers organes ou éléments constitutifs;

c) L'expression des solutions des problèmes mentionnés sous a) et b) en langue d'atelier, c'est-à-dire par des plans, des spécifications, etc. Ce problème important comporte deux parties essentielles auxquelles on n'accorde pas toujours l'attention qu'elles méritent. La première de ces parties est le choix de la valeur la mieux appropriée de chaque caractéristique individuelle, qui, avec les autres caractéristiques, détermine la qualité ainsi que le choix de la tolérance admissible. La seconde partie est l'indication des valeurs désirées et des tolérances correspondantes sur les documents qui forment le code de la qualité.

Les services de fabrication ont pour tâche de reproduire, un nombre déterminé de fois, le modèle conçu et construit par l'inventeur. Pour assurer aux reproductions une qualité déterminée, il y a lieu de satisfaire à deux conditions :

1. Les services de fabrication doivent disposer du personnel et des moyens techniques nécessaires;

2. Les services doivent être organisés de façon que les responsabilités, en ce qui concerne la qualité, incombent à des membres judicieusement

choisis et que tous les éléments influençant la qualité soient parfaitement coordonnés.

La première condition implique des machines convenables, des outils appropriés, des appareils de mesure judicieux et du personnel compétent.

La deuxième condition concerne l'organisation de la fabrication et, dans ce domaine, le facteur humain joue un rôle de premier plan. La solution de ce problème, c'est-à-dire la mise au point d'une organisation qui porte au niveau le plus élevé, ce que nous appellerons l'esprit de qualité, est bien souvent épineuse.

En conclusion on peut dire que la qualité est un facteur dont il faut tenir compte déjà dans le projet du produit à fabriquer. Cette qualité de projet doit s'exprimer dans la langue d'atelier, c'est-à-dire sur les plans et sur les spécifications et former ainsi une codification qualitative.

Le service de fabrication aura comme tâche d'introduire la qualité dans chaque objet reproduit conformément à la codification imposée par le bureau d'études.

Le service de contrôle n'est pas à même de produire lui-même de la qualité, mais il lui appartient, comme tâche indispensable et indépendante, de vérifier que la qualité de la reproduction réponde au code de la qualité.

## O. Zollikofer,

Directeur  
à la S. A. Sulzer Frères,  
Winterthur (Suisse)

## Qualité et prix de revient

Malgré la grande importance économique que revêt la question du degré d'exactitude auquel il convient d'usiner les organes d'une machine, on ne possède pas, jusqu'ici, de documentation numérique à ce sujet.

On a pu constater qu'à mesure que le degré d'exactitude augmente, les frais s'élèvent suivant une courbe présentant un coude bien prononcé. Alors que dans la zone d'exactitude assez grossière les frais n'augmentent que lentement, ils présentent une brusque augmentation dans un certain domaine. C'est cette zone de transition, où la caractéristique plate passe dans une partie fortement inclinée, qui constitue le domaine d'exactitude de 0,015-0,025 mm pour les arbres et de 0,02-0,04 mm pour les alésages.

De même, les autres composants des frais augmentant à mesure que le degré d'exactitude s'affine, comme le taux de salaire de l'ouvrier et l'amortissement des machines, des appareils divers et des bâtiments. On a constaté ici une progression encore plus forte des frais, sans décalage sensible de la zone de transition, de sorte qu'on peut se contenter, pour fixer le domaine d'exactitude le plus économique, de déterminer le temps nécessaire à l'usinage.

Ces investigations permettent de conclure que, dans le domaine de la construction mécanique générale, l'exactitude d'usinage la plus économique est celle des tolérances qui correspondent à la qualité ISA 7, complétée éventuellement par les qualités ISA 6 et 8.



H. Törnebohm,  
Directeur technique  
aux Etablissements  
S. K. F., Gothenbourg  
(Suède)

## L'importance et l'efficacité du contrôle. La tendance vers une rationalisation du contrôle

Les désignations de tolérances sont de différentes sortes. Une analyse des stipulations de tolérance usuelles est faite en considérant la signification que ces tolérances comprennent. La distinction se fait de la façon suivante :

1. *Tolérances indispensables au fonctionnement* : Dans ce groupe sont comprises les tolérances qui sont d'importance vitale pour le fonctionnement.

2. *Tolérances arbitraires* : Elles comprennent les désignations de tolérances les plus usuelles, qui sont choisies d'après un jugement subjectif basé sur des expériences antérieures d'applications semblables.

3. *Tolérances garanties* : Ici on entend les tolérances qui sont prescrites dans le contrat de fourniture ou promises dans les catalogues. Des déviations de ces prescriptions conduisent à des réclamations justifiées, que celles-ci soient motivées techniquement ou non.

4. *Tolérances utiles à orienter les ateliers* : Ici sont groupées les tolérances sans aucune influence sur le fonctionnement et qui ne doi-

vent pas être contrôlées. Leur objet est que le bureau d'étude puisse donner à l'atelier une indication de ce que le constructeur désire, afin que l'atelier n'applique pas des tolérances inutilement serrées. Les tolérances ont pour but de diriger le réglage de la machine ou la fabrication de l'outil.

Les mesures techniques pour obtenir un résultat de contrôle amélioré doivent tendre, dans la mesure du possible, à employer des méthodes et des outils de contrôle qui soient indépendants de toute interprétation subjective.

En ce qui concerne les mesures techniques pour augmenter la sûreté du travail de contrôle, une analyse comparative est faite des avantages et inconvénients de l'emploi d'instruments de contrôle fixe et d'appareils de mesure avec instruments optiques.

Pour terminer, il faut mentionner qu'un plus grand intérêt que celui témoigné d'habitude dans les ateliers de la part de la direction de l'entreprise pour les problèmes et l'organisation du contrôle est quelque chose qui paie et qui vaut d'être recommandé.

W. Ruggaber,  
Ingénieur en chef  
à la Société Genevoise  
des Instruments  
de Physique à Genève  
(Suisse)

## La réalisation technique du contrôle

La qualité des produits de l'industrie, qui peut être jugée par certains facteurs tels que la précision, le rendement, la durabilité, etc. est influencée en grande partie et de plusieurs façons par la technique de mesure.

L'ingénieur se doit de fixer, d'une manière optimum, la forme des parties mécaniques d'une construction, de façon à en permettre la fabrication rationnelle. Il doit donner aux pièces constitutives des tolérances telles que la qualité de

fonctionnement du produit terminé puisse être la meilleure. Cette partie importante de l'activité de l'ingénieur s'ajoute à son activité créatrice, qu'elle améliore et complète.

Les tolérances choisies ne tiendront pas seulement compte du jeu, du serrage ou de toute autre propriété se rapportant à la fonction des pièces correspondantes, mais elles dépendront, dans une grande mesure, des moyens de fabrication et de contrôle dont on disposera.



Le maintien d'une qualité déterminée et éprouvée, et l'interchangeabilité des parties constitutives sont des facteurs commerciaux d'importance. Ils dépendent essentiellement des moyens de mesure dont on dispose et nécessitent une surveillance sévère et continue.

Pour pouvoir exercer une surveillance de façon convenable et économique, il est indispensable de posséder une base de mesure (interféromètre, machine à mesurer, cales-étalons, etc.) parfait-

tement sûr et dont la précision ne sera pas affectée par l'usure. Cette base de mesure doit être choisie en fonction du degré de précision désiré. Elle dépendra aussi des appareils de contrôle utilisés.

Une maîtrise totale de la technique de mesure peut seule assurer une qualité constante, permettre des progrès et des économies et, enfin, éviter des prescriptions exagérées, assurant ainsi une fabrication rationnelle.

### A. R. Metral,

Président du Syndicat général  
des Industries mécaniques  
(France)

## Erreurs de conception dans le contrôle

Pour les ingénieurs, le mot « contrôle » signifie à la fois l'opération de vérification des dimensions des pièces mécaniques en cours ou en fin de fabrication, et également le service qui, dans les ateliers de fabrication, est chargé de la vérification des pièces.

Cette simple définition montre que le « contrôle », qui est un des éléments de la production, doit servir :

1° A éliminer les pièces ou objets finis inaptes à l'emploi, ou à sauver des pièces ou ensembles précédemment considérés comme inaptes à l'emploi;

2° A améliorer la qualité dans la mesure compatible avec le matériel existant dans l'atelier;

3° A aider la fabrication, tant par l'indication des conditions minima à requérir du matériel (investissements) qu'en diminuant si possible la qualification requise des ouvriers devant exécuter des travaux déterminés;

4° A aider la production dans la diminution du prix de revient et dans l'amélioration des

délais, aussi bien en faisant naître à l'échelon « études » des conceptions mieux adaptées, qu'en conduisant l'usinage à des modes de réalisation plus efficaces.

Il en résulte aussitôt que le « contrôle » doit commencer au bureau d'études, se poursuivre au bureau de lancement et des méthodes pour finir à l'usinage et se vérifier à la comptabilité industrielle.

Dès lors, les erreurs de conception peuvent provenir :

a) De la mauvaise organisation d'un contrôle mal réparti aux différents stades de l'exécution;

b) D'un contrôle dont les résultats se traduiraient par une augmentation du prix de revient provenant notamment d'une exagération des opérations de contrôle;

c) Soit d'un contrôle qui augmenterait les délais, et par conséquent les encours de fabrication chargeant ainsi inutilement la trésorerie;

d) D'un contrôle qui laisserait passer des pièces mauvaises ou, ce qui est aussi grave, qui rebutterait des pièces bonnes ou utilisables après retouches;

e) D'un contrôle qui n'apporterait aucun enseignement à la fabrication, qu'il s'agisse de la conception, du lancement ou de l'usinage.

Il ne faut jamais oublier que le contrôle est un des éléments qui intervient dans les feuilles de phases de fabrication et qui, de ce fait, constitue un élément du prix de revient, tant par lui-même que par les conséquences de son action.



Fig. 649. Visite des congressistes à la Société T. M. T. (Travail Mécanique de la Tôle).

Photo Arphoto.

H. Ward,  
M. Sc. F. R. I. C.,  
Secrétaire du  
« Industrial Management  
Research Association of  
Great Britain

## Influence du facteur humain sur la qualité des produits

La responsabilité pour la qualité doit se trouver aux échelons supérieurs de l'entreprise. Les dirigeants doivent tenir compte de toutes les conditions physiques et de tous les éléments sociaux. Le but à atteindre est une situation où tous les intéressés ont tant de confiance dans la direction, les méthodes de contrôle et le jugement, qu'ils feront tout leur possible afin d'éviter le gaspillage et les défauts qui mettent en cause la qualité.

Il y a aussi un facteur économique humain dans tout ceci. Augmentation de la qualité veut dire augmentation du prix. Nous devons convaincre les acheteurs que cette augmentation se justifie.

\*  
\*\*

Nous avons besoin de gens consciencieux et ayant une certaine formation. Dans une entreprise, on sent l'utilité d'apprendre aux apprentis du travail de haute précision.

Les tâches doivent être distribuées d'une façon telle que l'ouvrier qualifié ressente une certaine fierté une fois le produit achevé.

Dans les ateliers, on doit disposer de mesures standards, qui méritent la confiance des ouvriers.

G. Velter,  
Directeur général  
de Fabrimétal (Belgique)

## Rôle éducateur des organisations professionnelles et de l'État dans le domaine de la qualité

L'Etat à travers les Services publics : Défense nationale, Chemins de fer, transports routiers et fluviaux, ports, ponts et chaussées, etc. est un important client et un client de notoriété. Si, d'une part, il gère rationnellement ses entreprises, c'est-à-dire s'il pratique une saine politique d'amortissement et de renouvellement, et si, d'autre part, il a le souci du progrès technique, il peut avoir une action de tout premier ordre sur la qualité de la production industrielle. C'est d'ailleurs à la fois son devoir et son intérêt.

De leur côté, les organisations professionnelles

Des progrès notables ont été faits dans le domaine du contrôle du finissage des surfaces. Il est d'une importance capitale que l'élément humain soit éliminé le plus possible du contrôle. De nouvelles méthodes de contrôle qui avertissent d'avance quand un produit risque de ne pas satisfaire aux standards ont permis de réaliser de grands progrès en temps de guerre et après.

Le mouvement en faveur de la formation du personnel de contrôle de tous genres a gagné un grand nombre d'adhérents au cours des trente années qui viennent de s'écouler. C'est ainsi que fut créé le « Training within Industry », système de formation qui prit pied en Angleterre en 1944. A peu près un quart de million de contre-maîtres britanniques reçoivent cette formation.

D'autre part, la formation académique a fait également de grands progrès.

Les dirigeants se rendent compte de la dignité humaine, et ils prennent les dispositions en conséquence. Beaucoup d'entreprises de l'industrie mécanique attachent l'importance voulue à la propreté des ateliers.

Pour combler l'abîme entre l'université et l'industrie, le personnel enseignant des universités britanniques est invité à visiter les usines.

ont un très grand rôle à jouer dans ce domaine. On peut le résumer comme suit :

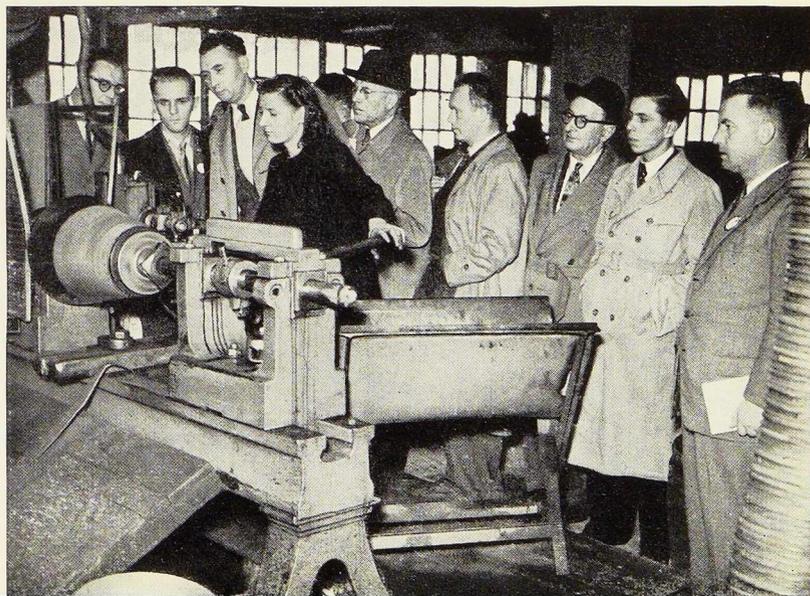


Fig. 650. Congressistes s'intéressant à la fabrication des seaux métalliques.

Photo Arphoto.

Grouper les industriels d'un même secteur et leur apprendre à travailler ensemble;

Faire en sorte que tous ne produisent pas tout, mais que la gamme des fabrications possibles soit judicieusement répartie entre les intéressés et qu'existe une spécialisation raisonnée entre eux;

Propulser les travaux de normalisation et faire en sorte que les normes soient effectivement appliquées;

Etudier les marchés et faire en sorte que la

production corresponde efficacement à leurs besoins, étant entendu que cette notion implique une certaine éducation de l'acheteur;

Etablir des contacts permanents et même organiques avec les milieux scientifiques. Créer des commissions d'études de manière que les industriels fassent en commun ce qu'ils ne peuvent pas faire toujours individuellement;

Enfin, créer un climat humain qui favorise la productivité sous toutes ses formes, mais principalement par le consentement des hommes.

### H. Törnebohm,

Directeur technique  
aux Etablissements S. K. F.  
Göteborg (Suède)

## Le développement de la qualité dans la fabrication de roulements à billes et à rouleaux

La production d'un roulement rigide à une rangée de billes de valeur, de la construction habituelle, n'exige pas moins de 115 stipulations de contrôle différentes ou 115 instructions pour le contrôle.

De ces 115 stipulations de contrôle, 34 concernent la matière brute.

Dans la fabrication même du roulement, les stipulations de contrôle se divisent en 16 stipulations avant la trempe, 38 stipulations en relation avec les opérations de rectification pour la production des bagues, 14 stipulations pour la production des billes, 6 stipulations en relation avec la fabrication des cages et finalement 17 stipulations pour le contrôle final du produit fini.

Chaque stipulation de contrôle est significative pour la qualité du produit fini.

Si celle-ci doit se développer vers une plus grande perfection, cela entraîne que les 115 stipulations de contrôle doivent se développer. Ce développement a pour but, dans la mesure du possible, de renforcer les stipulations, d'abaisser le prix des opérations de contrôle et d'éliminer les sources d'erreur.

Le contrôle de la qualité, que l'on peut exercer sur un produit fini, concerne seulement une petite partie des 115 stipulations de contrôle. Quelle que soit l'étendue du contrôle de réception, il ne peut donc jamais donner la certitude d'un bon résultat.

Du fait qu'une qualité accrue, c'est-à-dire des tolérances serrées, comporte le plus souvent une augmentation des frais, il est important que les stipulations de contrôle ne soient pas resserrées à l'excès. Il doit y avoir un certain dosage.

### M. Ledocq,

Ingénieur en chef  
aux Ateliers de Constructions  
Electriques de Charleroi  
(A. C. E. C.)  
(Belgique)

## Exemple de l'influence du contrôle sur la qualité dans un alliage de cuivre coulé

Jusqu'en septembre 1948, les fonderies d'alliages de cuivre des A.C.E.C. se contentaient d'un contrôle sporadique, à l'occasion, par exemple, d'aléas de fabrication. A cette date, la Direction générale décida de contrôler systématiquement les coulées d'alliage de cuivre des deux fonderies, en procédant à la mesure de la résistance à la traction, de l'allongement total à la rupture, et de la dureté Brinell, sur éprouvette coulée séparément au début de chaque coulée.

Outre la garantie de qualité qui résulte du contrôle systématique des caractéristiques de chacune des coulées, l'utilisation des résultats ainsi obtenus a permis, pour chacun des alliages coulés, le choix de la composition la plus judicieuse et celui de la métallurgie d'affinage la plus adéquate, ainsi que l'amélioration de la régularité des coulées.



**E. Ilmonen,**  
Docteur-Ingénieur à la Lokomo  
o. y. Tampere (Finlande)

## Comment assurer la bonne qualité dans la production en petites séries

La production en petites séries n'a pas les mêmes possibilités que la production en grandes séries de se servir d'outils coûteux et il faut les remplacer par la création d'une base. Celle-ci doit

être créée par des machines excellentes, par des ouvriers qualifiés et un personnel technique disposant de connaissances approfondies, d'expérience et de discernement.

**P. Debos,**  
Directeur des Méthodes  
de la Régie Nationale  
des Usines Renault (France)

## Qualité, quantité, prix de revient : trois notions inséparables dans la production moderne

On peut donner un schéma simpliste de l'interchangeabilité de ces trois notions : qualité, quantité, prix de revient.

La qualité est certainement améliorée par les moyens permis par la quantité et dans ce cas le plus bas prix de revient est obtenu en même temps. Si la qualité est insuffisante, on peut quelquefois obtenir la qualité, mais le prix de revient est alors plus élevé.

L'obtention du plus bas prix de revient exige le travail en quantité et alors la qualité est obtenue *ipso facto*, sinon le produit ne pourrait être écoulé.

En somme, puisque la mode est aux slogans, on peut dire que « la qualité est un corollaire de la quantité ».

Citons quelques cas typiques pris dans l'industrie automobile :

*Premier exemple* : Il y a 25 ans, l'ajustement des lignes de vilebrequins dans les carters et des

bielles sur les manetons était obtenu par portage et grattage manuel.

A l'heure actuelle, il n'est plus d'usine d'automobiles digne de ce nom qui n'obtienne, par des moyens mécaniques, une interchangeabilité et une qualité beaucoup plus grande que celle qu'on connaissait autrefois, ce qui a permis l'augmentation de vitesse des moteurs sans accélération de l'usure.

*Deuxième exemple* : Le procédé de finition des profils de dentures d'engrenages par « rasage » (shaving) a permis de diminuer fortement le prix de revient et d'augmenter la qualité en remplaçant la passe de finition à la machine à tailler par cette opération de « rasage » très rapide qui diminue les contraintes superficielles du métal (et par conséquent les chances de déformation à la trempe), améliore l'état de surface et augmente considérablement la précision géométrique, c'est-à-dire la division, le profil et la concentricité.

**R. Jacot-Guillarmod,**  
Ingénieur  
à la Petermann S. A. Moutier  
(Suisse)

## Exemple de procédures d'usinage dans la fabrication des tours à décolleter

La poupée mobile ainsi que le travail de la barre en lunette sont des particularités bien connues du tour à décolleter suisse; elles autorisent le décolletage de très longues pièces par rapport à leurs diamètres.

La très grande précision des pièces devant être décolletées sur ces tours automatiques exige une qualité d'usinage très poussée à la machine même et en particulier la réalisation des conditions essentielles suivantes :

1. Parallélisme parfait de la broche de la poupée avec sa glissière.

2. Centrage parfait de la broche de la poupée avec la lunette.

Ces problèmes ont été résolus de la manière suivante :

— Par le procédé de grattage de la glissière « bâti-poupée »;

— Par le procédé d'alésage du siège de la lunette.

L. A. Berland,  
Ingénieur adjoint  
à la Direction  
de la Construction  
de la S. A. John Cockerill,  
Liège

## La construction et le montage dans la grosse mécanique

Par quelques exemples, choisis parmi les fabrications que présente la construction d'un navire de haute mer à propulsion par moteurs Diesel ou par turbines à vapeur, il est montré comment la qualité dans les fabrications non de série dépend essentiellement des qualités humaines du travailleur.

Le facteur humain, avec son instruction, son expérience personnelle, sa conscience professionnelle, son caractère, constitue l'élément qui a une prépondérance capitale lors d'une fabrication

variée, alors que dans le cas de travaux de série, l'organisation réduit l'influence de ce facteur humain au maximum.

D'où la nécessité, pour les pays qui désirent arriver au succès dans des fabrications non de série, d'accepter les sacrifices indispensables pour avoir ce capital humain. Deux choses sont indispensables : des gens de métier soigneux, propres, méthodiques, consciencieux; des usines propres, bien organisées, vivant dans une bonne ambiance.

M. H. Carstensen,  
Directeur  
à la  
Société Burmeister & Wain,  
Copenhague (Danemark)

## Exemples d'influence du tracé et du mode de fabrication sur la qualité d'un élément du moteur Diesel

Considérations relatives à la conception et à la réalisation d'un arbre coudé d'un moteur Diesel pesant jusqu'à 70 tonnes.

Une technique de calcul, ayant une base purement scientifique, permet de calculer d'avance, en toute sécurité, l'importance des tensions additionnelles dues aux vibrations.

Le choix des conceptions résulte d'un compromis optimum entre un grand nombre de phéno-

mènes: équilibre du moteur, décharge des paliers, fréquence propre de l'arbre, amortissement du film d'huile des paliers moteurs, poids total du moteur, etc.

Une forme judicieuse du passage du maneton de tête de bielle au flasque de l'arbre permet d'augmenter sensiblement la résistance mécanique de l'arbre coudé.

Le conférencier donne une description des modes de fabrication type semi-built-up et type fully-built-up des arbres coudés, des soins à apporter au cours de fabrication et cite les tolérances à observer. Ces modes de fabrications se justifient pleinement du point de vue économique et permettent une fabrication de qualité parfaite.



**Fig. 651.** Vue de la table d'honneur au banquet de clôture du Congrès.

Au centre, M. L. Bekaert, Président de Fabrimétal, prononçant son discours.

A gauche, M. A. Coppé, Ministre des Affaires Economiques.

A droite, M. A. R. Metral, Président du Syndicat général des Industries mécaniques de France.

Photo Arphoto.

# CHRONIQUE

## Le marché de l'acier pendant le mois d'août 1950

		Production acier lingot en tonnes		
		Belgique	Luxembourg	Total
<b>Août</b>	<b>1950</b>	<b>269 707</b>	<b>215 199</b>	<b>484 906</b>
Juillet	1950	212 179	204 615	416 794
<b>Janv.-août</b>	<b>1950</b>	<b>2 237 746</b>	<b>1 517 275</b>	<b>3 755 021</b>
Jan.-août	1949	2 663 896	1 671 017	4 334 913

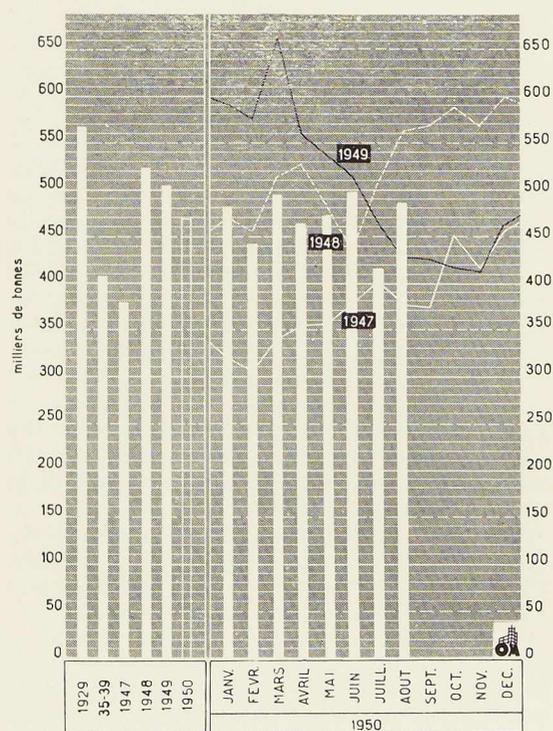


Fig. 652. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

La production belge s'est redressée, de 212 179 à 269 707. Rappelons que la production de juillet avait été anormalement basse. Les premiers jours d'août ont d'ailleurs encore été marqués par la grève politique. Pendant la deuxième quinzaine du mois, la cadence de production était de l'ordre de 325 000 tonnes par mois.

Au Grand-Duché, le tonnage produit a atteint 215 199 tonnes, contre 204 615 en juillet. Les deux pays ensemble ont produit 484 916 tonnes, la moyenne des huit premiers mois de l'année ressortant à 469 377 tonnes. Selon toutes probabilités, la production des derniers mois de l'année dépassera largement cette moyenne. On a d'ailleurs rallumé quatre hauts fourneaux en Belgique et un au Luxembourg et d'autres rallumages sont prévus.

L'approvisionnement des usines s'est ressenti de la grève du port d'Anvers : au manque de minerai suédois on a suppléé par une consommation plus forte de minerai lorrain et de mitrailles. Le marché de ces dernières est très ferme.

Comme dans les autres pays producteurs, notre marché de l'acier a connu, au mois d'août, une effervescence inaccoutumée. Les événements d'Extrême-Orient et la publication des programmes d'armement aux Etats-Unis et dans tous les pays du Pacte Nord-Atlantique ont donné naissance à la crainte de pénurie parmi la clientèle intérieure et extérieure. Le mouvement de hausse s'est poursuivi, pour atteindre 4 000 et même 4 500 francs la tonne, pour les aciers marchands.

A Paris se poursuivent les pourparlers des experts du plan Schuman. On prétend qu'une convention pourrait être établie pour le 15 octobre.

### Marché intérieur

La hausse des prix et la prolongation des délais jusqu'à trois et six mois selon les produits ont marqué le marché du mois d'août. Un certain énerverement s'est emparé des consommateurs qui se sont tout naturellement portés à l'achat pour des spécifications plus nombreuses et plus importantes.

Les usines sidérurgiques belges et luxembourgeoises ont décidé de maintenir, au profit du marché intérieur, la cadence normale des expéditions de même que l'inscription de nouvelles commandes, au rythme habituel.

En ce qui concerne les prix, ceux-ci seront plafonnés aux niveaux atteints au cours du mois d'août, soit 3 900 à 4 000 francs pour les aciers marchands et les profilés, et 4 250 à 4 500 francs pour les tôles fortes et moyennes.

La clause « prix au jour de l'expédition » est abandonnée pour le marché intérieur.

En construction métallique, de nombreux départements s'attendent à un regain d'activité à la suite des programmes d'armement qui auront forcément une répercussion chez nous. Les expéditions du mois de juillet ont atteint 113 878 tonnes dont :

	Juillet	Juin
Produits de la tôle . . . . .	22 624	26 390
Accessoires mét. du bâtiment . . . . .	6 850	8 210
Ponts et charpentes . . . . .	9 460	18 250
Matériel de chemins de fer et tramways . . . . .	1 078	2 450

Fabrimétal a pris une part prépondérante à la Foire d'Elisabethville et a pu traiter des affaires intéressantes en machines-outils notamment. L'année prochaine, une exposition semblable est prévue à Léopoldville et on peut espérer que d'autres secteurs des fabrications métalliques en profiteront pour tirer parti du marché congolais qui est en pleine évolution.

#### Marché extérieur

Les exportations ont souffert de la grève au port d'Anvers qui a heureusement pris fin au début de septembre. En juin, nos exportations ont atteint 299 500 tonnes portant le total du semestre à 1 705 000 tonnes contre 2 109 000 pendant le premier semestre de 1949. Les pays ayant reçu les plus forts tonnages sont : la Hollande, les Etats-Unis, la Suède, l'Angleterre, le Pakistan, la Suisse. Nos envois au Danemark sont en forte régression alors que la France et l'Allemagne s'y introduisent largement.

Un nouvel accord franco-belge fixe les contingents alloués pour l'importation dans la France d'outre-mer. On y relève pour 30 000 000 de francs belges de produits sidérurgiques et 40 000 000 de fabrications métalliques.

Au courant du mois d'août, la demande de produits a été excessivement forte, en tout premier lieu de la part des Etats-Unis, mais aussi de l'Angleterre, du Proche-Orient et pratiquement

de tous les pays d'outre-mer. Les carnets des usines sont abondamment pourvus. Les producteurs de tôles fines sont parmi les plus sollicités.

On prévoit également que la demande de produits sidérurgiques se maintiendra quelque temps à son allure actuelle, ce qui permettra de nouveaux progrès dans l'utilisation de la capacité des différents pays producteurs.

#### La sidérurgie dans le monde

*Etats-Unis.* — La production se maintient à l'extrême limite de la capacité, soit environ 7,5 millions de tonnes métriques par mois. Néanmoins il règne une telle pénurie d'acier qu'un nouveau « marché noir » se développe et qu'il paraît indispensable, pour le Gouvernement, de rétablir une réglementation des fournitures. Dès à présent, on s'attend à l'embargo sur les exportations, à l'exception peut-être de celles destinées au Canada qui, en 1949, a reçu environ 1 000 000 de tonnes d'acier américain.

On vient de créer un nouvel organisme dénommé « General Services Administration » qui est responsable des achats de matières stratégiques. Les commandes de matériel militaire sont encore limitées, mais sont appelées à progresser rapidement. On se souvient qu'en 1943, année de la plus grande production de guerre, les commandes militaires atteignaient environ 35 % de la production. Pour la réalisation du programme actuel de réarmement, les quantités requises n'atteindront pas une telle importance : il n'est pas question, en effet, de construire de nombreuses nouvelles usines comme pendant la dernière guerre ni de réaliser un important programme de constructions navales. Selon certaines estimations, les commandes militaires Nord-américaines ne nécessiteront que 10 % des produits finis. Cependant, de fortes commandes sont dès à présent passées à l'étranger et on prévoit que les producteurs européens fourniront pendant les quatre derniers mois de l'année environ 800 000 tonnes, dont près de la moitié à provenir de la seule Allemagne de l'Ouest.

Une revue américaine souligne que les Etats-Unis seuls produisent trois fois plus d'acier que l'U. R. S. S. et les pays soumis à son influence. L'ensemble des pays non-communistes atteint cinq fois la production des pays communistes.

La Russie a pratiquement arrêté les envois de minerai de manganèse aux Etats-Unis. Ceux-ci se sont retournés vers l'Union Sud-Africaine, le Brésil, les Indes et la Côte d'Or pour assurer leur approvisionnement.

*Angleterre.* — La production de juillet atteint



1 207 000 tonnes (1 066 150 en 1949). Les prix sont en augmentation. L'Angleterre a importé, de janvier à juillet, 492 000 tonnes d'acier, tandis qu'elle a exporté 1 729 000 tonnes (contre 845 000 et 1 376 000 tonnes respectivement, en 1949). On rapporte que 50 % des exportations britanniques du premier semestre 1950 sont constituées par des produits sidérurgiques et produits manufacturés d'acier. Il y a trente ans, 20 % seulement des mêmes produits étaient destinés à l'exportation.

L'annonce du Premier Ministre de soumettre au Parlement le vote définitif de la nationalisation de l'industrie sidérurgique a causé une vive émotion. On sait que le vote, qui a eu lieu au Parlement le 19 septembre, ouvre la voie à la nationalisation effective. Les règlements concernant la distribution ayant été abolis récemment, les autorités anglaises risquaient de perdre l'avantage des données statistiques qu'elles pouvaient dans cette réglementation. Aussi, d'autres arrangements ont été pris, obligeant tout acheteur d'acier à faire figurer sur sa commande un « symbole » correspondant au groupe industriel dans lequel il exerce sa principale activité. On a créé à cet effet 26 références auxquelles s'ajoutent celle de l'exportation et celle des marchands de fer. On disposera ainsi, à fin 1950, pour la première fois, de données statistiques permettant de suivre la consommation de l'acier par branche d'activité.

*France.* — Le pays a produit, Sarre comprise, en juillet : 805 000 tonnes. Les exportations ont atteint 336 000 tonnes. Pour les sept premiers mois de l'année, les exportations se chiffrent par 1 692 000 tonnes (contre 894 000 en 1949).

La France vient de remettre certains produits sous le régime de la licence d'exportation. Les délais de fourniture des usines sont de cinq à sept mois.

*Allemagne.* — La production de juillet est de 1 049 016 tonnes (juin : 1 006 172 tonnes), ce qui constitue un nouveau record d'après guerre. Les commandes inscrites à l'exportation seraient de 500 000 tonnes. Les constructeurs se plaignent du manque d'acier sur le marché intérieur. Les Autorités occupantes viennent d'autoriser la sidérurgie allemande de dépasser la limite de 11 100 000 tonnes fixée antérieurement. Aucune nouvelle limite n'a été établie. On peut prévoir qu'étant donné les installations existantes, la production atteindra bientôt 13 millions de tonnes.

Les Alliés ont levé l'embargo pour les livraisons d'acier vers l'Allemagne de l'Est. Celle-ci aurait réalisé en dix-huit mois le « plan » établi pour deux ans. Le 20 juillet, soit six mois avant la

date prévue, les nouvelles aciéries de Magdebourg ont commencé l'exploitation. Un nouveau plan de cinq ans entend voir doubler la production sidérurgique actuelle de l'Allemagne de l'Est.

*En Italie,* la Société Giuseppe e Fratelli, à Rogoredo, a décidé la construction d'un nouveau laminoir à fils et d'un laminoir à produits légers. L'investissement prévu est de \$ 3 125 000 dont un tiers sera fourni par l'E. C. A.

*En Hollande,* on a commencé la construction du laminoir à tôles fines des Aciéries d'IJmuiden.

*L'Autriche* entreprend une réorganisation de son industrie sidérurgique visant moins une augmentation de sa capacité qu'une meilleure exploitation des installations existantes. On prévoit une production d'acier brut de 1 070 000 tonnes. L'Alpine Montan, Donawitz, doit recevoir un nouveau laminoir à billettes et la Voest, Linz, un train semi-continu à larges bandes par l'adjonction à un train existant d'un train finisseur à cinq cages.

Le pays a exporté, en 1949 : 336 000 tonnes de fonte et 130 700 tonnes d'acier.

*En Pologne,* un plan de six ans prévoit, pour 1955, une production d'acier brut de 4 600 000 tonnes.

*En Espagne,* à Gijon (Asturies), est projetée une nouvelle usine électrique comprenant trois hauts fourneaux et une aciérie. La production initiale sera de 300 000 tonnes d'acier brut. Elle serait portée plus tard à 600 000 tonnes. Le financement, estimé à 1 milliard de pesetas, sera assuré à raison de 40 % par l'Etat, le solde étant fourni par des instituts bancaires et des particuliers. Une société d'exploitation a été créée, sous le titre d'« Entreprise Nationale de Sidérurgie ». Elle utilisera du minerai basque et du charbon asturien.

*U. R. S. S.* — D'après M. Dimitri Shimkin, du Centre russe de Recherches de la Harvard University, l'U. R. S. S. avait réussi à tripler la production de fonte de 1927 à 1938 pour arriver, en 1949, au chiffre record de 21 millions de tonnes, qui n'est dépassé que par la production américaine.

Ce record est obtenu en faisant marcher les hauts fourneaux à un régime très sévère qui a atteint, en 1949, 104 % de la capacité de ses installations. Un tel régime réduit la vie d'un haut fourneau, qui ne dure jamais plus de trois à quatre ans, et n'est d'ailleurs possible que moyennant une forte dépense de réfractaires que, seuls, les Russes peuvent se permettre grâce aux nombreux et riches gisements d'andalousite, de chromite, de graphite, de dolomie et d'argile réfractaire dont ils disposent.



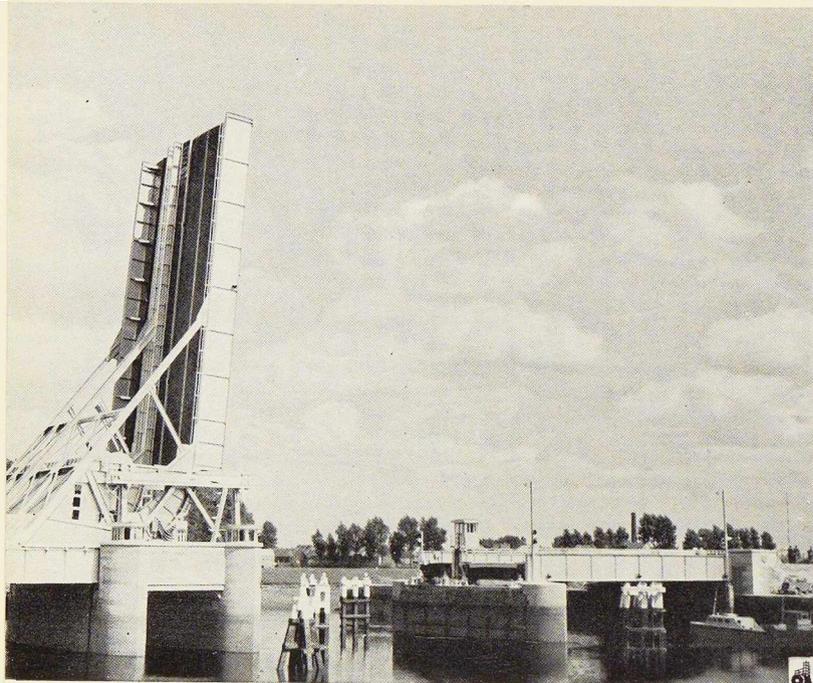


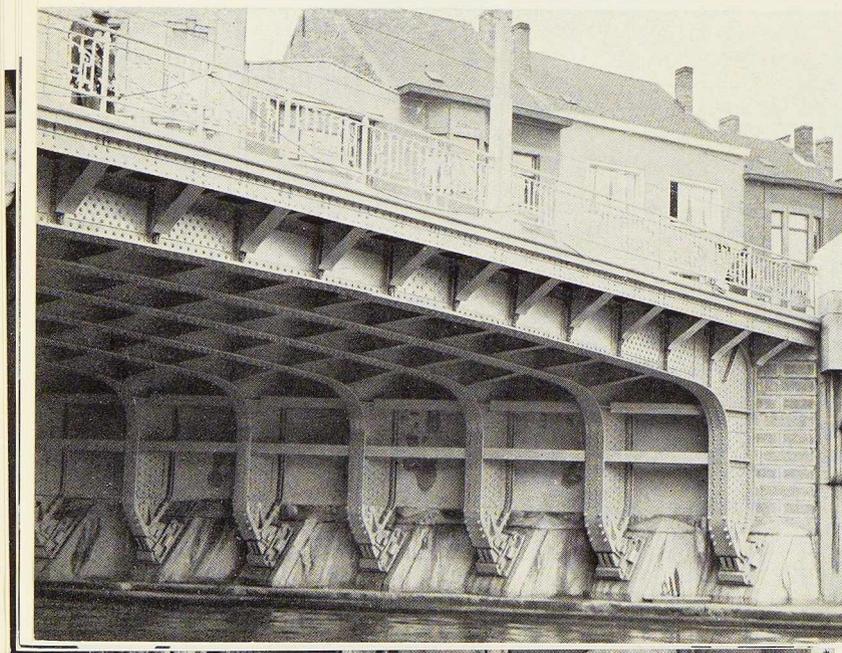
Photo Kaiser.

Les minerais russes, par contre, sont de valeurs très diverses. Il y en a qui contiennent 50 à 63 % de fer (Krivoi-Rog) et d'autres qui sont pauvres, phosphoreux (Kertch) ou contaminés de Zn. Ils sont très inégalement répartis sur le territoire et les gisements intéressants sont presque tous situés à l'Ouest de l'Oural. C'est ce qui explique que la Mandchourie et la Corée du Nord offrent tant d'importance pour les Soviétiques.

### Reconstruction des ponts-routes en Belgique

Au lendemain de la guerre, l'Administration des Ponts et Chaussées de Belgique s'est trouvée devant l'immense tâche de la reconstruction des

Photo Kaiser.



**Fig. 653.** Ponts sur l'Escaut à Termonde, inaugurés le 15 juillet 1950 par M. le Ministre des Travaux Publics de Belgique.

ouvrages d'art détruits ou endommagés au cours des hostilités. Depuis lors de grands progrès ont été réalisés dans ce domaine.

Il y a quelques mois le Ministre des Travaux Publics inaugurerait à Gand le nouveau pont de la Barge. Cet ouvrage (fig. 654), reconstruit par la S. A. Ateliers Métallurgiques de Nivelles, sous la haute direction de M. Emile Colle, Ingénieur en Chef-Directeur des Ponts et Chaussées, Service des Routes, à Gand, est un pont biais métallique, dont la distance entre appuis est de 28,50 m.

Récemment deux autres ponts détruits pendant la guerre ont été remis en service. Il s'agit des ponts sur l'Escaut à Termonde (pont-rails et pont-route) inauguré le 15 juillet 1950 par M. Coppé, Ministre des Travaux Publics (fig. 653).

Les nouveaux ouvrages comportent une travée basculante système Scherzer, de 27,50 m de portée et trois travées fixes en poutres à âme pleine de 23,50 m de portée chacune. Deux des travées fixes sont situées sur la rive gauche, la troisième se trouve sur la rive droite.

Le pont-rails est à simple voie, tandis que le tablier du pont-route comporte une chaussée de 6 mètres de large et a deux trottoirs de 1,25 m de largeur chacun. Ces ouvrages ont été reconstruits par les Ateliers du Thiriau, sous la haute direction de MM. A. Van Damme et A. Braeckman, Ingénieurs en Chef-Directeurs des Ponts et Chaussées, Service spécial de l'Escaut Maritime.

### Comité Central pour l'Etude de la Corrosion

A l'initiative de Fabrimétal, il vient de se créer à Bruxelles, un Comité Central pour l'Etude de la Corrosion. Ce Comité créera une commission d'études fondamentales et sera chargé de l'étude de telle ou telle question ayant rapport à la corrosion, comme par exemple : la corrosion des conduites d'eau, moyens de protection tels que peinture, galvanisation, cadmiage, chromage, etc.

Le C. B. L. I. A. tiendra le contact avec la nouvelle organisation par l'intermédiaire de son Directeur, qui est nommé Membre du bureau du Comité central.

**Fig. 654.** Vue du pont de la Barge à Gand.

**Fig. 655.** Vue du pont Alexandre III à Paris. Cet ouvrage en acier moulé, construit il y a un demi-siècle, reste un des plus remarquables ponts de la capitale française, malgré son ornementation aujourd'hui démodée.

Photo Marco.



## Réunion du Comité Permanent de l'Association Internationale des Ponts et Charpentiers (A. I. P. C.)

Le Bureau et le Comité permanent de l'A.I.P.C. se sont réunis à Paris, pendant les journées du 5 au 7 juin 1950.

La délégation belge était conduite par son Président, M. G. Willems, Directeur général des Ponts et Chaussées. Elle comprenait M. le Professeur Campus, Vice-Président du Bureau, MM. Destexhe, Dutron, Louis et De Cuyper, M. E. Greiner, en mission à l'étranger, n'a pas pu participer à la réunion. La plus grande partie des travaux du Comité a été consacrée aux thèmes du 4<sup>e</sup> Congrès de Cambridge, 1952.

Les réunions du Comité permanent furent entrecoupées de visites du Laboratoire National des Ponts et Chaussées, du Musée des Travaux publics, ainsi qu'une excursion en bateau sur la Seine; au cours de cette excursion, les participants ont eu l'occasion de passer sous les quelque 34 ponts qui relient les deux rives de la capitale française.

Nous donnons ci-après les thèmes du 4<sup>e</sup> Congrès qui aura lieu à Cambridge, en août 1952.

### A. Thèmes d'ordre général

#### I. Bases de dimensionnement et de sécurité.

1. Les surcharges des ponts et charpentiers (y compris effet des tremblements de terre, effets des vents et courbes de fréquence des intensités des vents).

2. Problèmes dynamiques.

3. Prise en compte des lois réelles de déformation (plasticité, fluage, etc.).

4. Conclusions générales relatives à la sécurité des ouvrages.

#### II. Progrès des méthodes de calcul.

1. Méthodes analytiques de la théorie de l'élasticité et de la plasticité.

2. Méthodes numériques dans la statique appliquée.

3. Autres méthodes (méthodes de calculs

approchés, méthodes de relaxation, méthodes de calcul à la rupture, statistiques expérimentales).

### B. Constructions métalliques

#### I. Questions fondamentales.

1. Aciers de qualité, métaux légers.

2. La soudure et les assemblages soudés.

#### II. Applications pratiques

1. Problèmes actuels de la construction des charpentiers métalliques.

2. Réalisations d'ouvrages en métaux légers.

3. Procédés spéciaux employés pour le montage.

4. Détails d'exécution.

### C. Constructions en béton et en béton armé

#### I. Caractéristiques fondamentales et propriétés du béton

1. Constitution du béton; influence de la fabrication, du transport et de la mise en place sur la conception des ouvrages.

2. Caractéristiques du béton, résistances moyennes et dispersions.

3. Effet des sollicitations répétées ou prolongées, fluage.

4. Corrosion du béton et des armatures.

#### II. Problèmes actuels du béton et du béton armé; béton précontraint.

1. Problèmes actuels du béton et du béton armé.

2. Progrès réalisés dans la conception générale et dans la technique du béton précontraint.

3. Résistance aux sollicitations dynamiques.

Des rapporteurs généraux ont été désignés pour chacun des thèmes inscrits au Congrès.

## Bibliothèque

Nouvelles entrées <sup>(1)</sup>

### **Structural design in metals** (La construction métallique)

par C. D. WILLIAMS et E. C. HARRIS.

Un volume relié de 596 pages, format 16 × 24 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par The Ronald Press Company, New-York, 1949. Prix : \$ 6,50.

Les auteurs, après de nombreuses années d'enseignement, ont estimé qu'il est préférable de montrer des détails d'exécution, qui se retrouvent dans toutes les constructions, plutôt que des constructions entières qui déroutent l'étudiant placé devant le problème.

Dans ce but, ils consacrent un premier chapitre à montrer diverses réalisations telles que réservoirs, pylônes, hangars, gratte-ciel, etc. Ils étudient ensuite différentes méthodes d'assemblage (rivets, boulons, goupilles, soudures), le calcul des sections avec le choix du type de profilé, les appuis et les articulations, ainsi que les éléments allégés. Un dernier chapitre est consacré aux cadres rigides.

En fin de volume on trouve des annexes donnant diverses spécifications américaines concernant les constructions métalliques.

### **Wie wohnen - Homes and Housing - Mon habitation**

par E. ZIETZSCHMANN et G. DAVID.

Un volume relié toile, de 292 pages, format 18 × 25 cm, illustré de 650 figures. Edité par les Editions d'Architecture Erlenbach, Zurich, 1949. Prix : 32,50 fr. suisses.

Cet ouvrage trilingue, d'une belle présentation, donne un grand choix d'exemples recueillis par les auteurs dans les pays les plus divers (notamment la Scandinavie, les Etats-Unis et la Suisse). Il permet de passer en revue les différentes possibilités de réalisation qui s'offrent pour les divers types d'habitation : immeubles locatifs, maisons particulières, appartements, homes et cités-jardins.

Un répertoire donne la liste des architectes cités ainsi qu'un classement par pays.

<sup>(1)</sup> 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).

### **Structural analysis by moment distribution** (Calcul des constructions par la méthode de la répartition des moments)

par S. BUTTERWORTH.

Un ouvrage relié de 119 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 88 figures. Edité par Longmans, Green et Co, Londres, 1949. Prix : 10 s. 6 d. (envoyé par le British Council).

L'auteur expose la méthode de la répartition des méthodes due au Professeur H. Cron. Il montre l'application de cette méthode aux poutres continues, aux portiques simples et à étages, etc. L'ouvrage se termine par une liste de références bibliographiques.

### **Aufzugskräfte von Wehrverschlüssen** (Efforts de manœuvre de vannes de barrage)

par C. F. KOLLBRUNNER et W. WYSS.

Fascicule de 76 pages, format 15 × 22,5 cm, illustré de 61 figures. Edité par la Société Conrad Zschokke, Döttingen, 1949.

Cet ouvrage forme le fascicule n° 10 de la série des « Mitteilungen über Forschung und Konstruktion im Stahlbau ».

Après l'étude générale des diverses sollicitations, les auteurs passent en revue divers types de vannes utilisées dans les barrages.

### **Der Stahlhochbau** (La construction des charpentes) Volume I (5<sup>e</sup> édition)

par B. C. KERSTEN <sup>(1)</sup>.

Un ouvrage de 234 pages, format 15 × 21 cm, illustré de 616 figures. Edité par Wilhelm Ernst & Sohn, 1949. Prix : 14 D. M.

Cette édition, parue à titre posthume, constitue un guide précieux pour la théorie et la pratique. Après une étude consacrée au matériau de base, l'auteur passe en revue les divers moyens d'assemblage (rivure, boulonnage, soudure). Les deux derniers chapitres sont consacrés aux types de poutres et de poteaux. Notons les nombreux exemples d'application d'une grande utilité pour tous ceux qui consulteront cet ouvrage.

<sup>(1)</sup> Dans le n° 5-1937 de *L'Ossature Métallique*, nous avons publié un compte rendu d'un ouvrage du même auteur : *Hallenbauten* (Construction de halles).



**Electric resistance welding** (La soudure électrique par résistance)

par H. E. J. BUTLER.

Un volume relié de 173 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 91 figures. Edité par George Newnes Ltd., Londres, 1950. Prix : 17 s. 6 d. (envoyé par le British Council).

Le livre de M. Butler étudie différents procédés de soudure électrique par résistance, ainsi que leurs applications aux fabrications métalliques. Il constitue une documentation utile sur l'appareillage employé dans cette branche de la soudure.

**Repertorio delle industrie siderurgiche italiane** (Répertoire des industries sidérurgiques italiennes)

Un volume relié de 627 pages, format 17 × 25 cm, illustré de plusieurs graphiques. Edité par « Assider », Milan, 1949. Prix : 3 000 lire.

Cet ouvrage donne des renseignements détaillés sur tous les établissements sidérurgiques italiens (adresse, nombre d'appareils, production, etc.).

Il contient en outre des tables de conversion de mesures métriques en mesures anglaises et américaines et vice versa, ainsi qu'un glossaire en cinq langues (allemand, anglais, espagnol, français, italien) relatif aux termes employés en sidérurgie.

**Die Wirtschaftlichkeit der Schweissverfahren im Anwendungsgebiet der Rohrschweissung** (Considérations économiques sur la fabrication des tubes soudés).

par F. W. GRIESE.

Une brochure de 88 pages, format 14,5 × 21 cm, illustrée de 47 figures et comportant 45 références bibliographiques. Editée par F. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1949. Prix : 6,80 D. M.

De nombreuses publications ont été éditées concernant les tubes soudés. Cet ouvrage reprend les divers procédés et les compare en considérant le prix de revient de chacun d'eux. L'intérêt de cette comparaison se fait surtout sentir en cette période d'après-guerre où toutes les réalisations doivent se faire de plus en plus rationnellement.

**Stählerne Brücken** (Ponts métalliques) (Vol. I, 1<sup>re</sup> partie, 7<sup>e</sup> édition)

par G. SCHAPER.

Ouvrage de 207 pages, format 17 × 24 cm, illustré de 248 figures. Edité par Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1949. Prix : 18 D. M.

Depuis sa première édition en 1906, le livre du Dr Schaper a subi de notables transformations en

suivant les progrès réalisés dans ce domaine. Par suite de l'augmentation de la matière, cette dernière édition posthume a dû être scindée en trois volumes dont le premier est subdivisé en deux parties.

Le présent ouvrage comporte trois chapitres illustrés de nombreux détails technologiques : Principes généraux et introduction historique — Le matériau acier et ses propriétés; production et essais — Les procédés d'assemblage.

Une liste bibliographique importante, comportant plus de 340 ouvrages, clôture ce volume.

**Die Clapeyronsche Gleichung als Grundlage der Rahmenberechnung** (Le calcul des cadres basé sur l'équation de Clapeyron) (3<sup>e</sup> édition)

par G. EHLERS.

Fascicule de 36 pages, format 15 × 21 cm, illustré de 43 figures. Edité par Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1950. Prix : 4,80 D. M.

Cette troisième édition revue et complétée a conservé la concision des deux éditions précédentes nécessaire pour son utilisation pratique, chaque cas envisagé étant illustré par plusieurs exemples typiques.

Ce volume constitue l'extension de l'équation de Clapeyron, utilisé antérieurement pour le calcul des poutres continues seulement, au calcul des cadres à étages.

**Die Geschichte der Bauingenieurkunst** (L'Évolution de l'Art de la Construction)

par N. STRAUB.

Un ouvrage de 285 pages, format 15 × 22 cm, illustré de 79 figures. Edité par Birkhäuser, Bâle, 1949. Prix : 22,50 francs suisses.

L'histoire de l'architecture a été traitée maintes fois en annexe à l'histoire de l'Art, mais tandis que les diverses sciences telles que mathématiques, physique, chimie, etc. ont chacune leur littérature complète, l'évolution de l'art de la construction n'avait pas encore été traitée avec les mêmes considérations. Cet ouvrage comble cette lacune.

L'auteur s'adresse à tous ceux qui s'intéressent au domaine de la construction.

Abondamment illustré de réalisations de toutes les époques, ce livre intéressera aussi bien les étudiants que les ingénieurs en leur ouvrant des horizons nouveaux.

**La construction métallique en Suisse**

Un ouvrage de 94 pages, format 21 × 29 cm, illustré de nombreuses figures, édité par l'Union des Constructeurs suisses des ponts et charpentes (V. S. B.), Zurich, 1950.

Cet excellent ouvrage, édité à l'occasion du

40<sup>e</sup> anniversaire de l'Union, n'est ni un traité statique, ni un cours de résistance des matériaux, mais a pour but de passer en revue les principales réalisations métalliques faites en Suisse. Il s'adresse surtout aux administrations, aux organismes civils et aux architectes. Les chapitres principaux en sont : technique de la construction métallique — Economie de la construction métallique — Ouvrages en construction métallique subdivisés en ponts-charpentes métalliques — La construction métallique et la houille blanche.

**Resistance welding in mass production (La soudure par résistance dans la production en série)**

par A. J. HIPPERSON.

Un volume relié de 278 pages, format 74 × 22 cm, illustré de 228 figures. Edité par Hiffe & Sons Ltd., Londres, 1950. Prix : £ 1.1.0 (envoyé par le British Council).

La soudure par résistance a fait de grands progrès pendant les années de guerre. En écrivant leur livre, les auteurs ont voulu mettre à la disposition des usagers un manuel pratique contenant une intéressante documentation sur les divers aspects de cette technique.

**Fonds National de la Recherche Scientifique**  
Vingt-deuxième Rapport Annuel 1948-1949

Un ouvrage de 185 pages, format 16 × 24 cm. Edité par le F. N. R. S., Bruxelles, 1949.

Ce volume contient le rapport de l'activité du Fonds National de la Recherche Scientifique de l'exercice 1948-1949, tant du Conseil d'Administration que des divers Comités. Il donne la liste des crédits alloués aux différentes recherches ainsi que la liste des auteurs.

Ce rapport donne une idée précise du travail exécuté par le F. N. R. S., organisme si important pour le développement de l'économie belge.

**La résistance et le calcul des assemblages soudés en acier A.52**

par Lucien VANDEPERRE et Alexandre SARIBAN.

Un ouvrage de 74 pages, format 21 × 29 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par l'Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 1949.

L'ouvrage, dans son introduction, expose l'importance de la question, les considérations générales sur les assemblages soudés. Il fait un long exposé sur les assemblages soudés en acier 37 et 52. Il donne les conclusions pratiques avec

calculs à l'appui pour les assemblages soudés en acier 52. En outre on trouve dans cet intéressant ouvrage les résultats acquis ainsi que les recherches en cours et à entreprendre.

**L'utilisation du radium en gammagraphie pour le contrôle non destructif des métaux**

Un ouvrage de 77 pages, format 13 × 21 cm, illustré de 32 figures. Edité par l'Union Minière du Haut Katanga, Bruxelles, 1950.

La radiographie par rayons X déjà ancienne est connue pour déceler les défauts des métaux (photos de soudures). La gammagraphie permet l'investigation de pièces dont la radiographie n'est pas capable d'assurer le contrôle. Les différents chapitres de l'ouvrage traitent des questions suivantes : Physique des corps radioactifs et des rayonnements — Photographies proprement dites — Technique de la prise des gammagraphies — Appareillage — Protection du personnel.

**Zehnteilige Einflusslinien für durchlaufende Träger** (Lignes d'influence pour poutres continues, définies par les ordonnées aux points de division de chaque travée en dix parties égales) Volume I (6<sup>e</sup> édition)

par G. ANGER.

Un volume de 221 pages, format 15 × 21 cm, illustré de 284 figures. Edité par Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1949. Prix : 15 D. M.

Dans le numéro d'octobre 1939, nous avons donné un compte rendu de la troisième édition de cet ouvrage. Par suite de l'extension donnée à ces tables numériques, l'auteur a scindé l'ouvrage en trois volumes; nous en avons parlé dans le numéro de septembre 1949.

Le volume I vient également de sortir de presse. Il est consacré tout spécialement aux notions fondamentales du calcul des poutres continues pour la détermination des moments d'encastrement et des moments aux appuis intermédiaires; il comporte plus de 1.500 formules servant de base aux deux autres volumes.

**Application de la résistance des matériaux au calcul des ponts**

par J. COURBON.

Dans son numéro 6-1950, page 321, *L'Ossature Métallique* a donné un compte rendu de l'excellent ouvrage de M. Courbon (édité par Dunod, Paris).

Le prix de cet ouvrage est de 3 200 francs français (et non 300 fr. comme indiqué par erreur).



**Pour ingénieurs et techniciens, cinq cents mots techniques les plus importants en quatre langues**

par A. Voyé.

Un ouvrage de 87 pages, format 15 × 11 cm. Edité par les Presses Universitaires de Liège, 1950.

Ce petit vocabulaire donne en quatre langues (français, anglais, allemand, flamand) 500 mots les plus couramment employés dans les diverses branches de la technique.

**Tachenwörterbuch Baugewerbe (Dictionnaire de poche de l'Industrie du Bâtiment) (1<sup>re</sup> partie : Allemand-Français)**

Un volume de 332 pages, format de poche 10,5 × 14,5 cm. Edité par L. Bielefelds, Fribourg (Breisgau), 1948. Prix :

Dictionnaire d'usage courant comportant environ 8 000 termes se rapportant aux constructions civiles et aux besoins normaux de la vie (Electricité, gaz, eau, transports, commerce, etc.).

Il s'adresse à des gens ayant les connaissances élémentaires du français et s'abstient de toute notion de grammaire afin de ne pas rendre le format peu pratique. Pour éviter toute confusion, un numéro indique le domaine d'application de chaque terme sujet à doute.

**Electric Arc Welding Manual Vol. II - Metallurgy (Manuel de la Soudure électrique à l'Arc Vol. II - Métallurgie)**

Un volume relié de 182 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 75 figures. Edité par la Murex Welding Processes Ltd, Waltham Cross (Angleterre), 1950. Prix : 8 s. 6 d.

Ce manuel traite spécialement de la métallurgie physique du fer et de l'acier en relation avec la soudure à l'arc électrique.

On trouve dans ce livre, édité avec soin et bien illustré, des chapitres sur les fontes, les aciers doux et alliés, les aciers résistant aux températures élevées et à la corrosion, les métaux non ferreux, les tensions de retrait, la fissuration, les essais mécaniques et non destructifs, etc.

**Rapport d'activité de la Commission n° IV de l'A. B. E. M. au cours de l'exercice 1949**

Un ouvrage polycopié de 33 pages, format 21 × 27 cm, illustré de plusieurs figures et graphiques. Edité par l'A. B. E. M., Bruxelles, 1950.

Ce rapport d'activité présenté par le Secrétaire technique de la Commission IV (Protection contre la corrosion), contient les chapitres suivants : Programme général des travaux de la Commission — Etude d'une méthode de vieillissement accéléré — Etude des possibilités offertes par le con-

trôle de certaines propriétés des films de peinture.

Organisation et premiers résultats de la campagne 1949 — Essais spéciaux.

**The Alloys of Iron & Silicon (Les alliages de fer et silicium)**

par Earl S. GREINER, J. S. MARSH et Bradley STOUGHTON.

Un volume relié de 457 pages, format 15 × 23 cm, illustré de 121 figures. Edité par Mc Graw-Hill Company Inc., New-York.

Dans cet ouvrage, qui est à sa quatrième réimpression, les auteurs font le point de nos connaissances en matière d'alliages fer-silicium. Pour ce faire, ils ont examiné plus de 1 200 articles en différentes langues, dont 500 ont été soigneusement étudiés et sont répertoriés en fin du volume.

Cet ouvrage constitue une utile contribution à l'étude des alliages fer-silicium.

**Techniques de l'Ingénieur**

Nous avons publié dans le numéro 10-1948 de *L'Ossature Métallique*, p. 543, un compte rendu de l'ouvrage *Techniques de l'Ingénieur*, publié en France sous la direction de M. C. Monteil, Directeur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures de Paris.

Nous venons de recevoir la mise au courant n° 5 qui comprend une série de fascicules se rapportant aux deux premiers tomes « Généralités ». On y trouve notamment des études sur la manutention mécanique, les brevets d'invention, l'emballage, les transports, etc.

**Catalogues**

**Echafaudages tubulaires**

Un ouvrage de 20 pages, format 21 × 27 cm, illustré de plusieurs figures. Edité par A. Devis & C° Bruxelles, 1950.

Dans ce catalogue, on trouve d'utiles données sur les échafaudages tubulaires, système Burton. La brochure se complète par des abaques facilitant le calcul des constructions tubulaires.

**Profilage à froid**

Un ouvrage de 50 pages, format 24 × 31 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par les Laminiers de Longtain, La Croixère, 1950.

Cette publication est consacrée au profilage à froid. Les profils qui y figurent sont destinés à la construction de carrosserie automobile, de matériel roulant de chemin de fer et tramways, de menuiserie métallique, de maisons préfabriquées de charpente légère, etc.



# Bibliographie

## Résumé d'articles

### 11.2 - Directives provisoires pour le calcul des poutrelles partiellement enrobées dans les ponts-routes (Projet juillet 1950)

*Der Bauingenieur*, sept. 1950, pp. 357-364, 6 fig.

Dans la construction des ponts-routes métalliques on a fait usage, depuis longtemps, de tabliers en béton armé. Ces tabliers furent d'abord séparés de la superstructure métallique par des joints afin d'éviter des sollicitations secondaires entre le tablier et la poutraison; des mesures ont toutefois montré que ce but n'était guère atteint, par suite notamment des frottements entre la dalle et ses appuis. Au cours des dix dernières années, la conception a été entièrement révisée : au lieu de réduire le plus possible la liaison, on a rendu les deux éléments solidaires. Des essais poussés ont été effectués en Allemagne, en Suisse et aux Etats-Unis pendant la deuxième guerre mondiale; ces essais ont montré la raideur d'un tel système de construction qui présente également l'avantage de l'économie.

En 1949, des essais sur poutres réelles furent faits à Hanovre, permettant à la *Commission des poutres enrobées* de rédiger un avant-projet concernant ce nouveau problème. Cet avant-projet donne des directives *provisoires* applicables aux ponts-routes. Ces directives seront étendues ultérieurement aux constructions civiles et aux ponts-raïls. Pour justifier le provisoire de ces directives, rappelons que la Commission compétente avait travaillé huit ans pour mettre au point une norme concernant le calcul des éléments en béton précontraint.

Les poutres-maîtresses à semelles enrobées peuvent être à âme pleine ou en treillis, la liaison doit être obtenue par des attaches spéciales; l'adhérence naturelle entre le béton et l'acier (y compris l'action des têtes de rivets) ne peut être prise en considération. La dalle peut être soumise

ou non à une précontrainte. La norme donne également les qualités des aciers et du béton à utiliser en renvoyant aux normes allemandes correspondantes.

Quant aux poutres, celles-ci peuvent être symétriques ou, ce qui est plus économique, avec une semelle enrobée plus mince. La liaison poutrelle-béton peut être réalisée par des goujons par exemple.

Enfin, pour terminer, ces prescriptions donnent les méthodes de calcul à utiliser.

### 30.5 - Pylônes des lignes de transport d'énergie électrique en Suède.

(*La Technique Moderne*, n° 17/18-1950, pp. 300-302, 4 figures.)

On construit actuellement en Suède une ligne de transport d'énergie électrique à 380 kV.

Cette ligne comporte des pylônes métalliques qui ont été réalisés, pour réduire leur poids, en acier de qualité supérieure. Le corps et les traverses de ces pylônes sont constitués par des cornières assemblées par des goussets soudés qui sont nervurés à la presse pour en augmenter la rigidité.

Chaque pylône repose sur une base constituée par 8 à 12 longerons parallèles assemblés à l'aide de lourdes traverses qui portent deux corps inférieurs s'élevant jusqu'au niveau du sol. Ceux-ci portent à leur tour les sections médianes et les superstructures. Toutes les pièces d'acier sont galvanisées à chaud, les parties inférieures étant de plus recouvertes de tôle de zinc comme protection complémentaire contre la corrosion.

La traverse, située à 25 mètres du sol, porte deux bras supportant les câbles en acier de mise à la terre.

Ces pylônes standard pèsent 7,2 tonnes ce qui, avec une portée moyenne de 330 mètres, fait une moyenne de 21 tonnes d'acier par kilomètre de lignes.

---

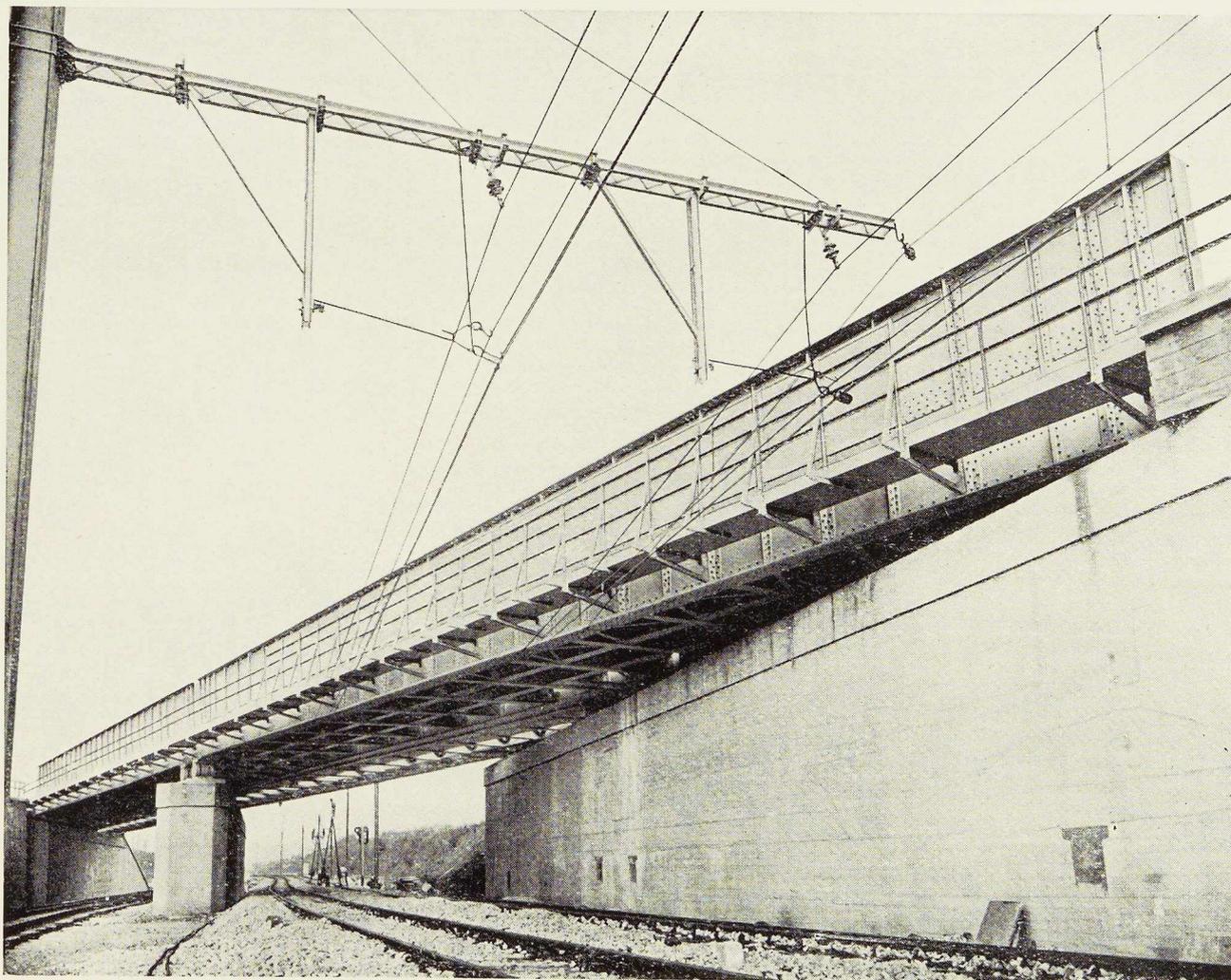
## Troisième Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes (A. I. P. C.) Liège 1948

L'Association Internationale des Ponts et Charpentes (A. I. P. C.) a tenu, en 1948, à Liège, un Congrès International qui avait obtenu un vif succès. Deux ouvrages, qui constituent une documentation du plus grand intérêt pour les ingénieurs, ont été publiés à l'occasion du Congrès.

Ce sont la *Publication préliminaire* et le *Rapport final*. Ces ouvrages, que nous avons analysés dans *L'Ossature Métallique*, n°s 9-1948 et 3-1949, sont en vente au C. B. L. I. A. au prix de 400 francs belges pour la *Publication préliminaire* et 550 francs belges pour le *Rapport final*.



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



Pont de Mombaerts, ligne électrique Bruxelles-Charleroi, ouvrage de 700 t. Deux ponts de biais à double voie, 35 m de portée.

VOITURES ET WAGONS  
AUTORAILS ET AUTOMOTRICES  
LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES

**BAUME & MARPENT**

SOC. AN. HAINE-SAINT-PIERRE, MORLANWELZ (BELGIQUE) MARPENT (NORD-FRANCE)

SOCIÉTÉ ANONYME

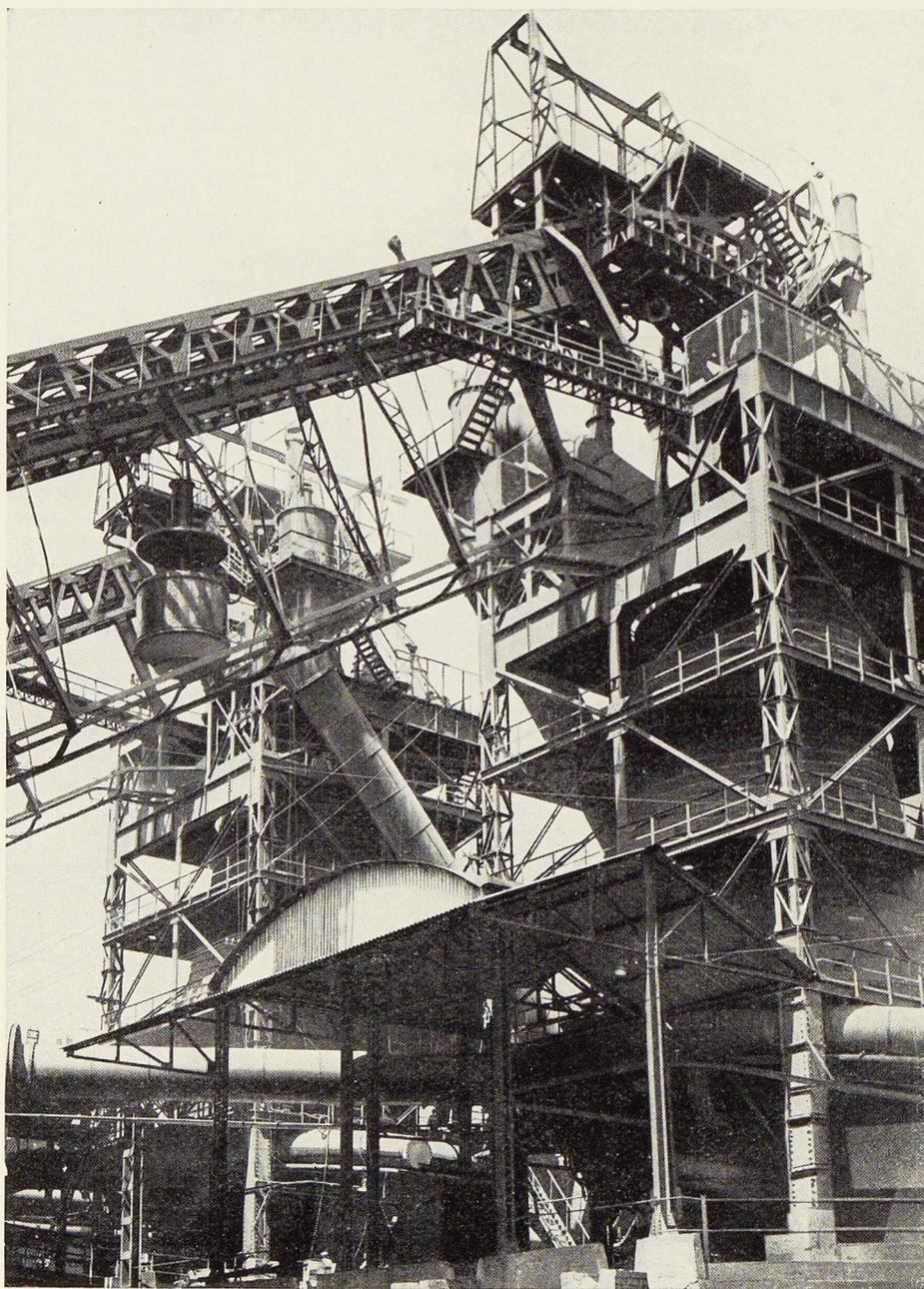
# USINES GUSTAVE BOËL

LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

TÉLÉPHONES : 231.21 - 231.22 - 231.23 - 231.24

TÉLÉGRAMMES : BOËL, LA LOUVIÈRE

# BOËL



## Division LAMINOIRS

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

## Division FONDERIE D'ACIER

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

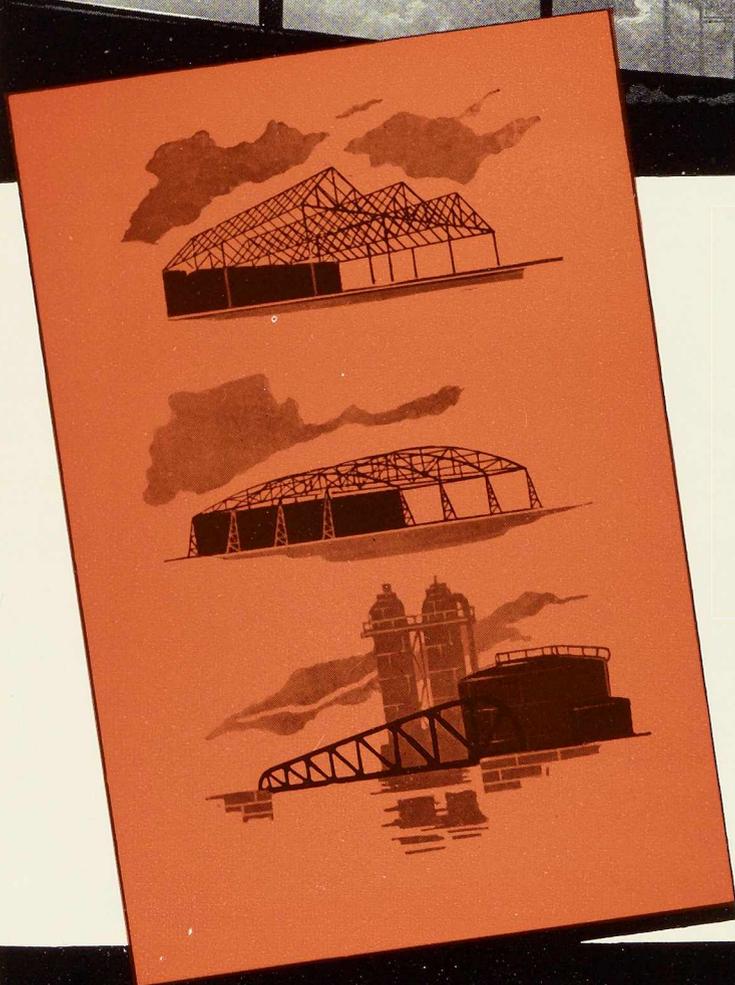
## Division BOULONNERIE

Boulons - Crampons - Tirefonds et rivets.

## Produits DIVERS

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

---



PONTS FIXES ET MOBILES, CHARPENTES  
DE TOUS GENRES ET PORTEES, OSSATURES  
METALLIQUES POUR USINES ET MAISONS,  
HANGARS, PYLONES, TANKS, RESER-  
VOIRS, MATERIEL FIXE POUR CHEMIN DE  
FER, PORTES, ESCALIERS, ETC., ETC.



**ETABLISSEMENTS D. STEYAERT-HEENE**

# 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

# LE TITAN ANVERSOIS

H O B O K E N . L E Z . A N V E R S

PONTS ROULANTS  
EN TOUS GENRES  
À CROCHET  
ET À GRAPPIN

PONTS SPÉCIAUX  
DE MÉTALLURGIE

STRIPPEURS

MÉLANGEURS

ENFOURNEURS  
DE FOURS MARTIN

PITTS

DÉFOURNEURS

GRUES DE PORT

GRUES POUR  
CHANTIER NAVAL

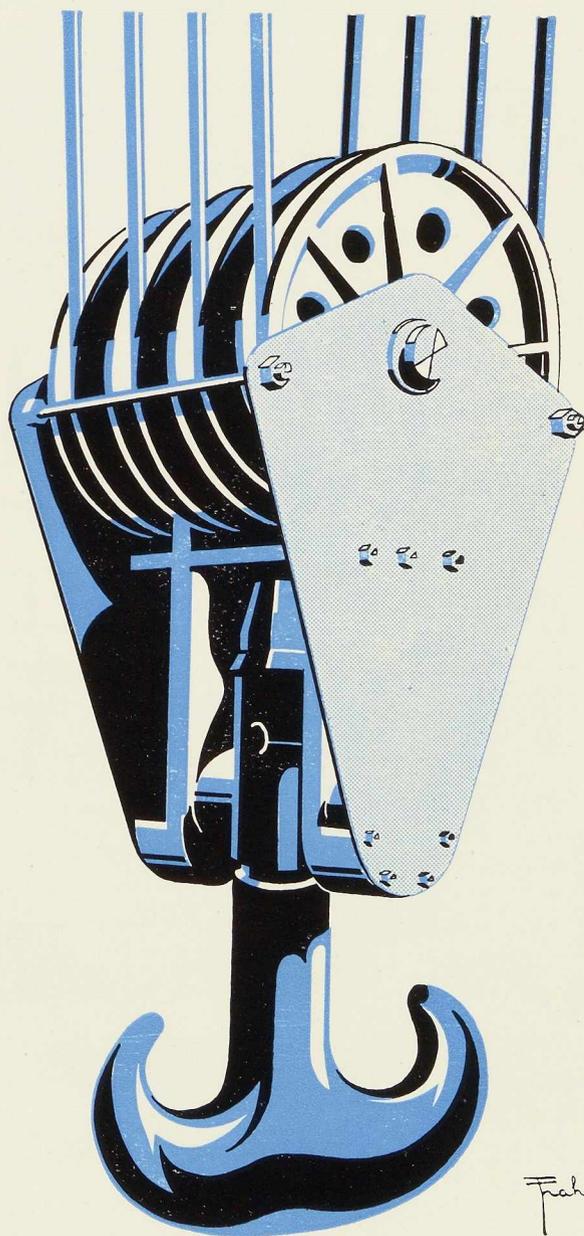
GRUES  
INDUSTRIELLES  
À CROCHET  
ET À GRAPPIN

GRUES  
DE FAÇADE  
POUR  
ENTREPRENEURS

CABESTANS

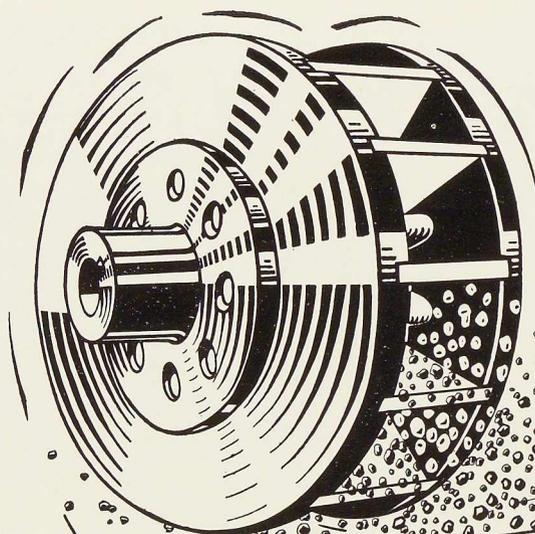
GRAPPINS  
AUTOMATIQUES

ETC.



APPAREILS DE LEVAGE ET DE TRACTION ÉLECTRIQUE

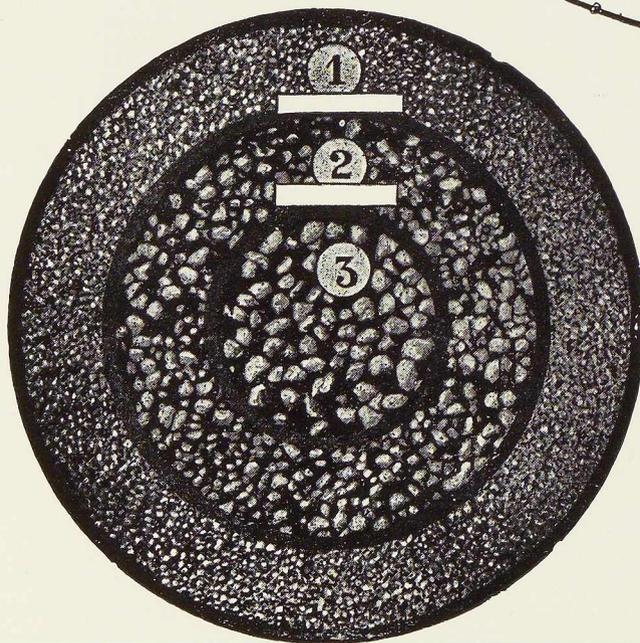
DÉCAPAGE  
DÉSABLAGE  
par ..



LES

GRENAILLES

BEECKMANS



*Les plus résistantes,  
les plus régulières*

GRENAILLES D'ACIER RONDES  
ET ANGULAIRES  
EN TOUS CALIBRES

GALETS DE MER CONCASSÉS,  
CALBRÉS, DÉPOUSSIÉRÉS

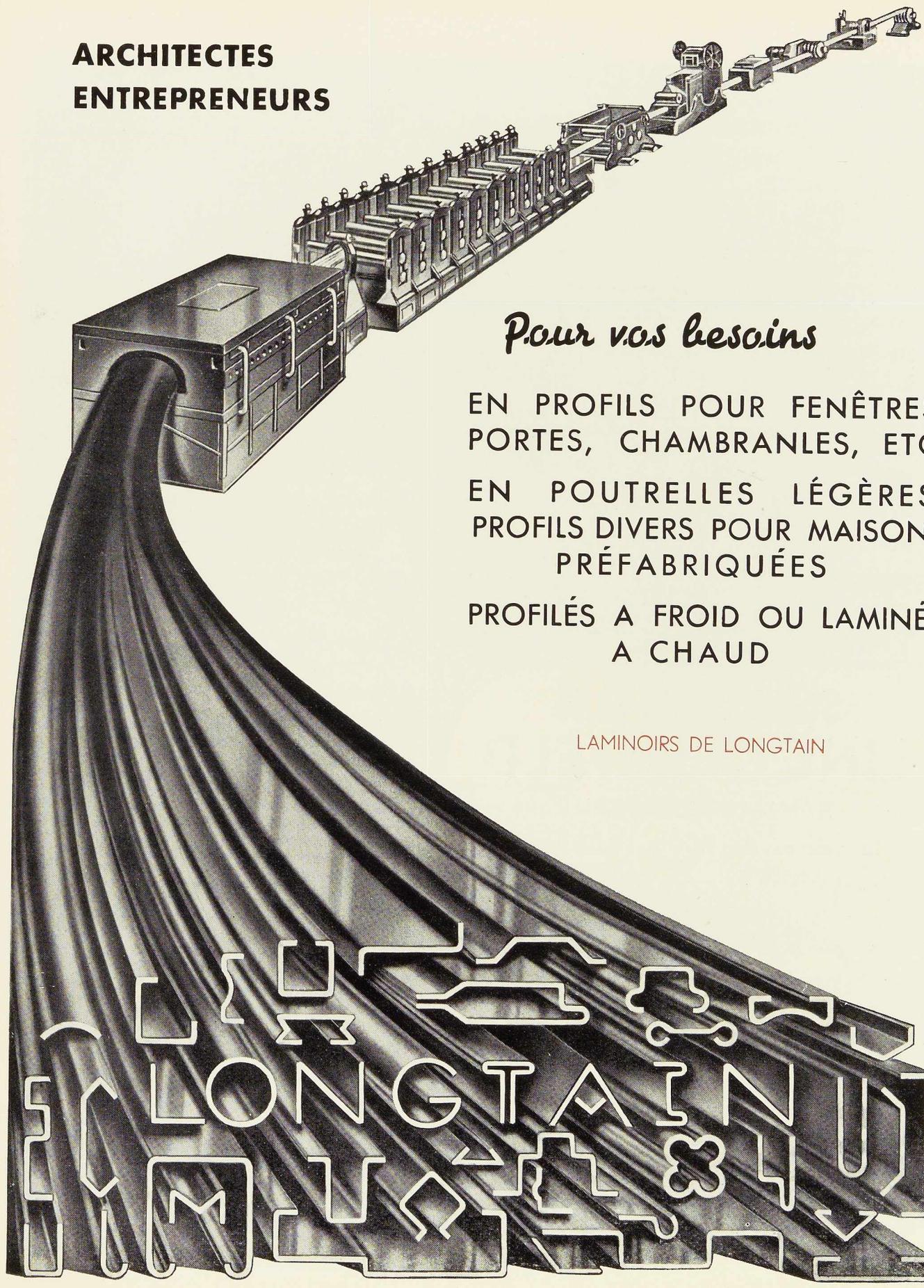
SILEX ET QUARTZ

SABLE DU RHIN

**S. A. J. BEECKMANS**

75-77, RUE DE MARCHIENNE, JUMET-LEZ-CHARLEROI - Tél. 134.30 Charleroi

**ARCHITECTES  
ENTREPRENEURS**



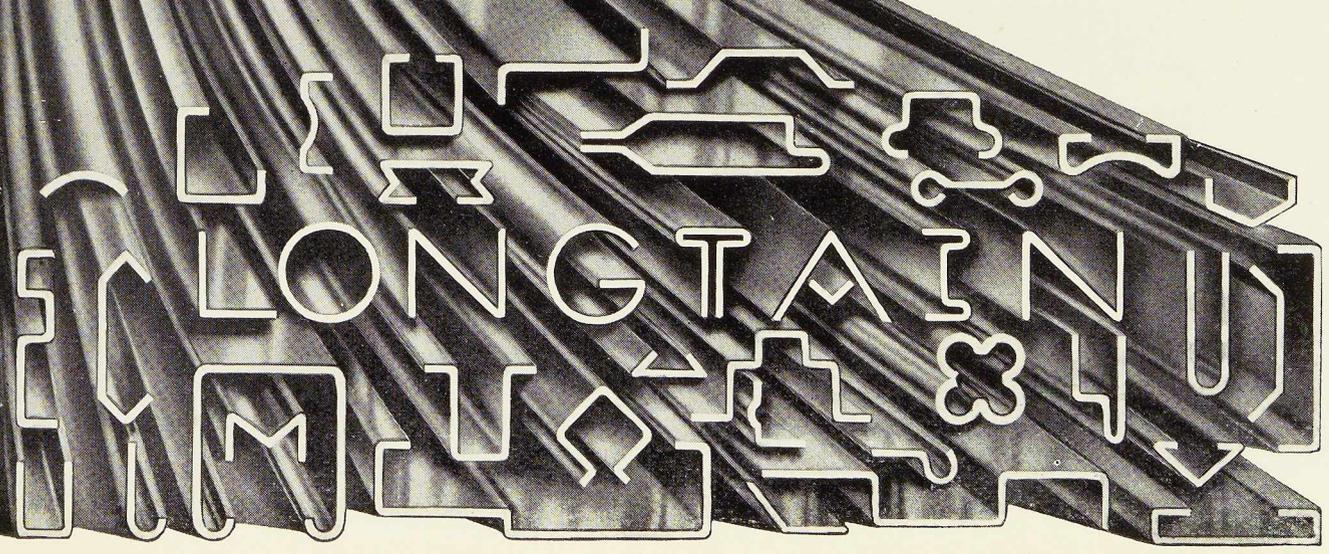
*Pour vos besoins*

EN PROFILS POUR FENÊTRES,  
PORTES, CHAMBRANLES, ETC.

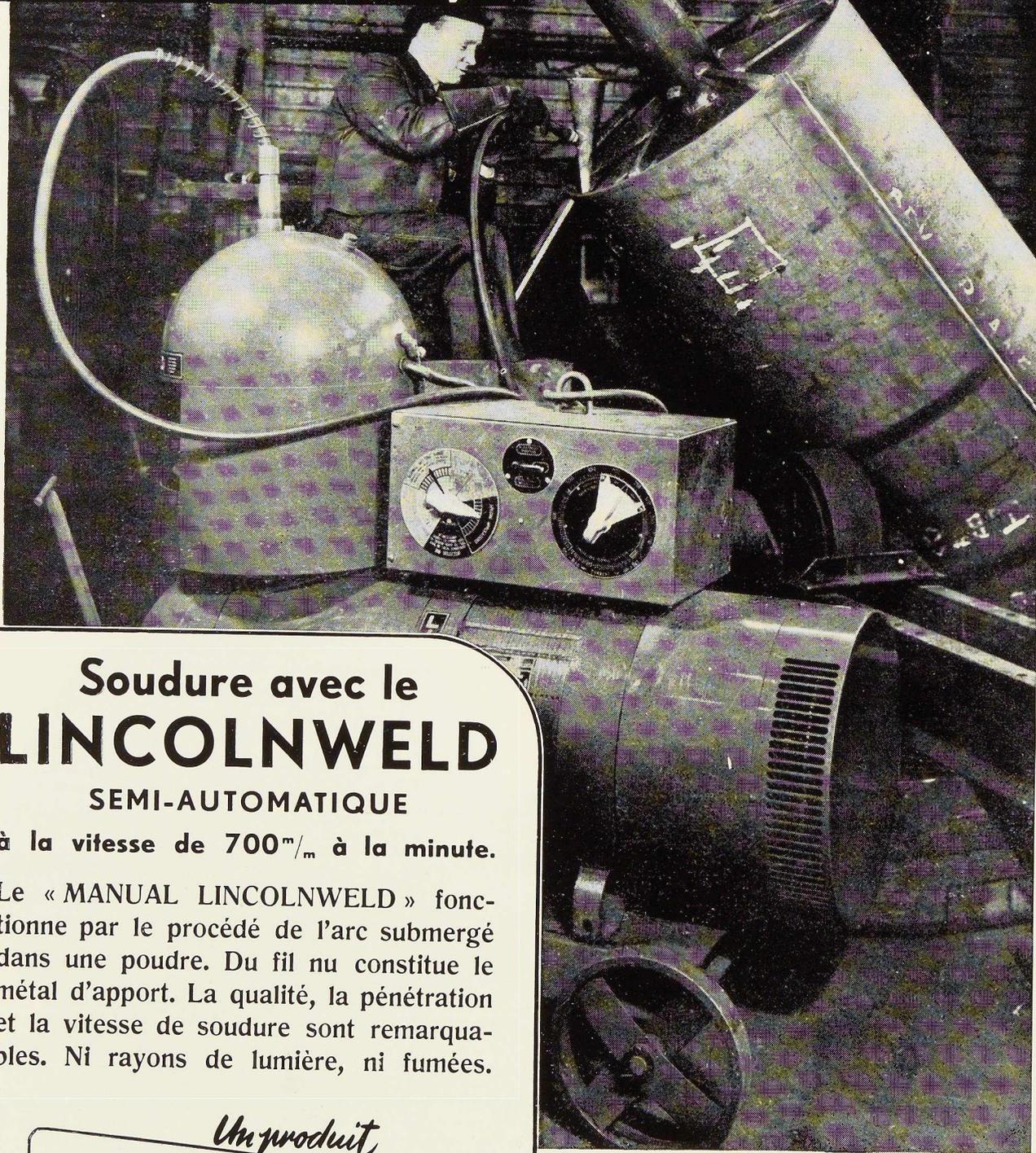
EN POUTRELLES LÉGÈRES,  
PROFILS DIVERS POUR MAISONS  
PRÉFABRIQUÉES

PROFILÉS A FROID OU LAMINÉS  
A CHAUD

LAMINOIRS DE LONGTAIN



*75% moins de Temps*



## Soudure avec le **LINCOLNWELD**

SEMI-AUTOMATIQUE

à la vitesse de 700<sup>m</sup>/<sub>m</sub> à la minute.

Le « MANUAL LINCOLNWELD » fonctionne par le procédé de l'arc submergé dans une poudre. Du fil nu constitue le métal d'apport. La qualité, la pénétration et la vitesse de soudure sont remarquables. Ni rayons de lumière, ni fumées.

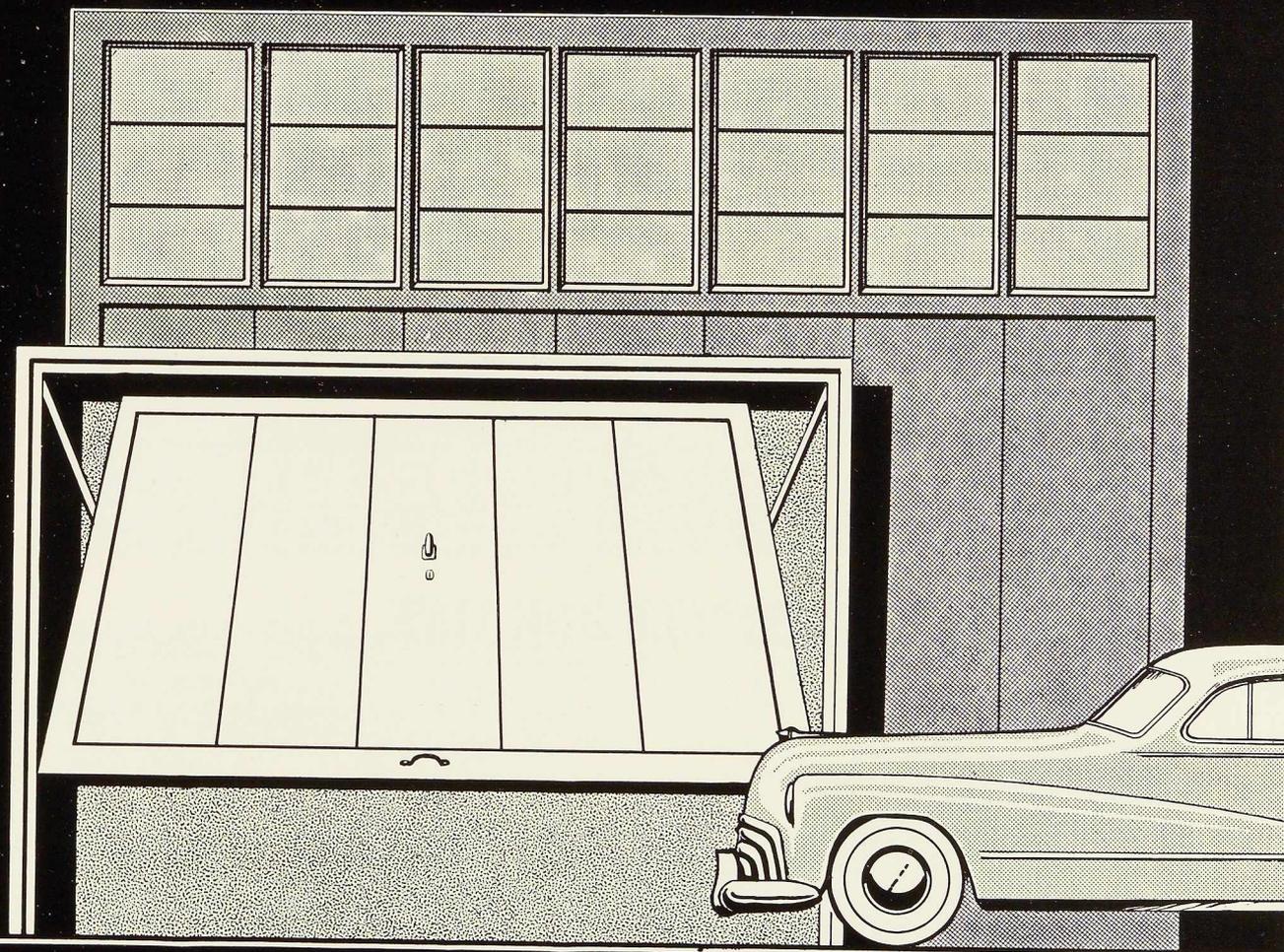
*Un produit*

# Lincoln

Distributeur :  
ARMCO - 22, rue de la Loi  
Bruxelles - Tél. 12.23.15



# Portes métalliques basculantes



# VANDERPLANCK

FAYT - LEZ - MANAGE (BELGIQUE)

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

COUVERTURES  
MÉTALLIQUES

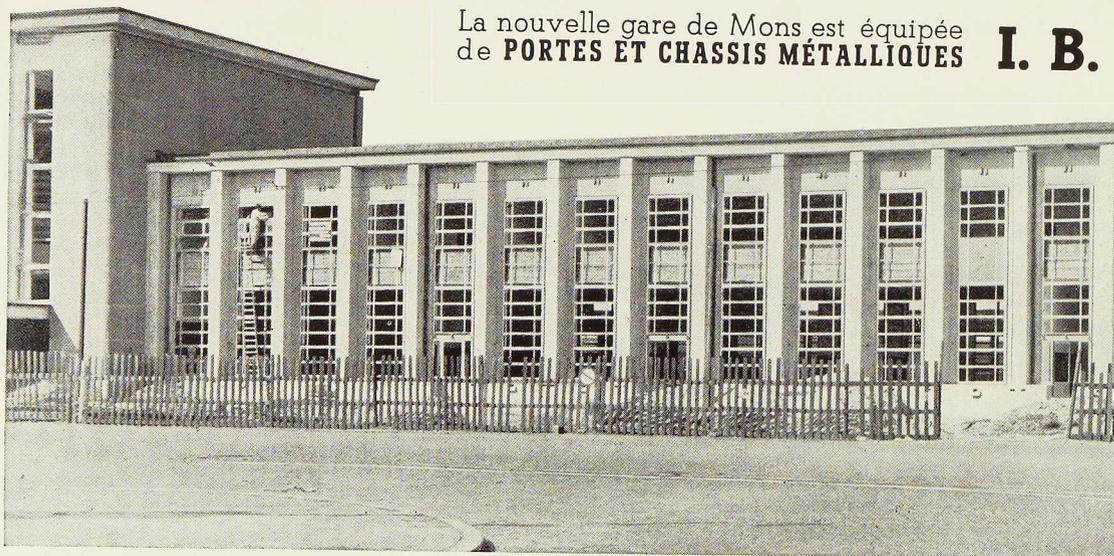
J. CROISÉ

6, SQUARE MARGUERITE  
TÉL. : 33.66.45  
BRUXELLES

INSTALLATIONS SANITAIRES  
PRIVÉES ET INDUSTRIELLES

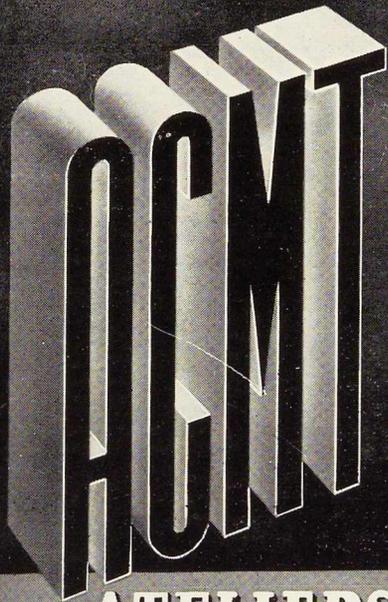
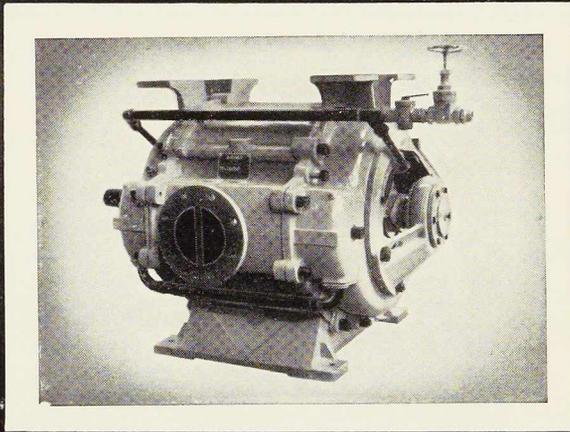
**S. A. L'INDUSTRIELLE BORAINÉ,** QUIÉVRAIN. Tél. 126  
DIVISION MENUISERIE MÉTALLIQUE MÉTALLISATION

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



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

AP

MATERIEL POUR SUCRERIES ET INDUSTRIES CHIMIQUES • APPAREILS DE LEVAGE  
 INSTALLATIONS DE MANUTENTION • GROSSE CHAUDRONNERIE  
 MOTEURS DIESEL A GRANDE VITESSE • RÉDUCTEURS DE VITESSE - DEBIAC  
 POMPES A VIDE ET SURPRESSEURS A ANNEAU LIQUIDE - HYDRO -  
 MATERIEL DE RECUPERATION - IWEL - • INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

## ATELIERS DE CONSTRUCTION MECANIQUE DE TIRLEMONT

*Anciennement Ateliers J. J. Silain*

**STÈME DES BOULONNERIES DE LIÈGE  
ET DE LA BLANCHISSERIE**



## INDUSTRIELS

La concurrence s'annonce âpre.  
Abaissez vos prix de revient!



Spécialisé en  
 ÉLECTRICITÉ  
 MÉCANIQUE  
 THERMO - DYNAMIQUE  
 GÉNIE CIVIL  
 se charge d'étudier  
 l'ORGANISATION  
 l'AMÉLIORATION  
 la TRANSFORMATION  
 l'AGRANDISSEMENT  
 de vos usines

**Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY**  
 S. A. — 43, rue des Colonies, BRUXELLES

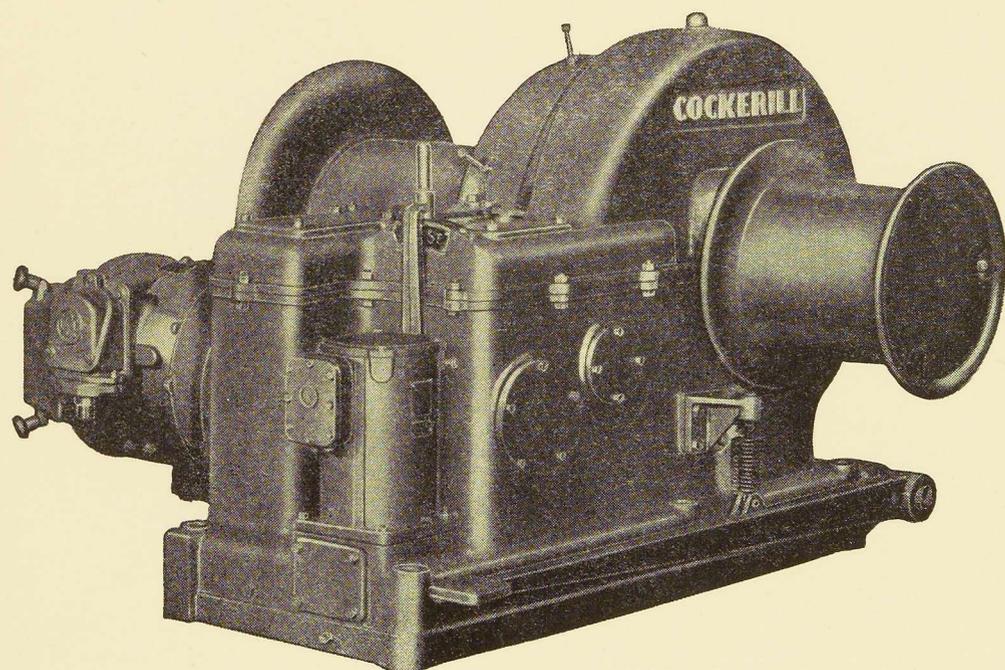
SOCIÉTÉ ANONYME DES  
**ANCIENS ÉTABLISSEMENTS**  
**GEORGES DEBAISE**

32. RUE RAOUL WAROCQUÉ  
**M O R L A N W E L Z**  
R. C. CHARLEROI 6654

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES HAUTE ET BASSE TENSION  
INSTALLATIONS FORCE MOTRICE ET ECLAIRAGE  
INDUSTRIEL  
EQUIPEMENT ÉLECTRIQUE VOITURES DE CHEMIN DE FER  
ET VICINAUX  
BOBINAGE POUR APPAREILS ÉLECTRIQUES HAUTE ET  
BASSE TENSION  
VENTE TOUT MATÉRIEL ÉLECTRIQUE  
**Devis et plans gratuits sur demande**

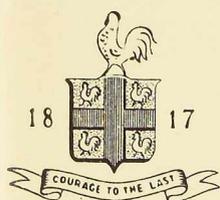
## INDEX DES ANNONCEURS

A	Pages	I-J	Pages
A. C. E. C. . . . .	26	<b>I. C. I.</b> . . . . .	20
A. C. M. T. . . . .	43	<b>Industrielle Boraine</b> . . . . .	42
A. E. M. B. . . . .	36	S. A. Ateliers de Construction Jambes Namur . . . . .	30
L'Air Liquide . . . . .	6	<b>Jouret</b> . . . . .	19
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène . . . . .	16	<b>L</b>	
Armco . . . . .	4)	S. A. L. Leemans & Fils . . . . .	23
Ateliers Métallurgiques de Nivelles . . . . .	12	Laminoirs de Longtain . . . . .	39
<b>B</b>		<b>N</b>	
Baume et Marpent . . . . .	33	Anc. Ets Nobels-Peelman, S. A. . . . .	IV
S. A. Beeckmans . . . . .	38	<b>O</b>	
B. E. I. . . . .	43	L'Oxydrique Internationale . . . . .	14
Usines Gustave Boël . . . . .	34	<b>S</b>	
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis . . . . .	10	<b>Siderur</b> . . . . .	32
Boulonnerie de Liège et de la Blanchis- serie . . . . .	43	<b>Soudométal</b> . . . . .	27
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve . . . . .	2	<b>Steyaert-Heene</b> . . . . .	35
<b>C</b>		<b>T</b>	
P. & M. Cassart . . . . .	5	S. A. Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle . . . . .	31
Cockerill . . . . .	couv. III	<b>Titan Anversois</b> . . . . .	37
Columeta . . . . .	24-25	Usines à Tubes de la Meuse . . . . .	22
Croisé . . . . .	42	<b>U</b>	
<b>D</b>		<b>Ucométal</b> . . . . .	8-9
Davum . . . . .	21	<b>V</b>	
G. Debaise, S. A. . . . .	44	Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L. . . . .	41
Defawes . . . . .	17	<b>Verdeyen</b> . . . . .	28
Alexandre Devis & C° . . . . .	15-29	<b>W</b>	
<b>E</b>		Anciens Ets Paul Würth . . . . .	18
Société Métallurgique d'Enghien Saint- Eloi . . . . .	II		
E. S. A. B. . . . .	11		
<b>F</b>			
Fours Lecocq . . . . .	13		
<b>H</b>			
Herincx-Roneo . . . . .	7		



TREUIL DE LEVAGE

METALLURGIE - CONSTRUCTIONS  
MECANIQUES & METALLIQUES  
CONSTRUCTIONS NAVALES

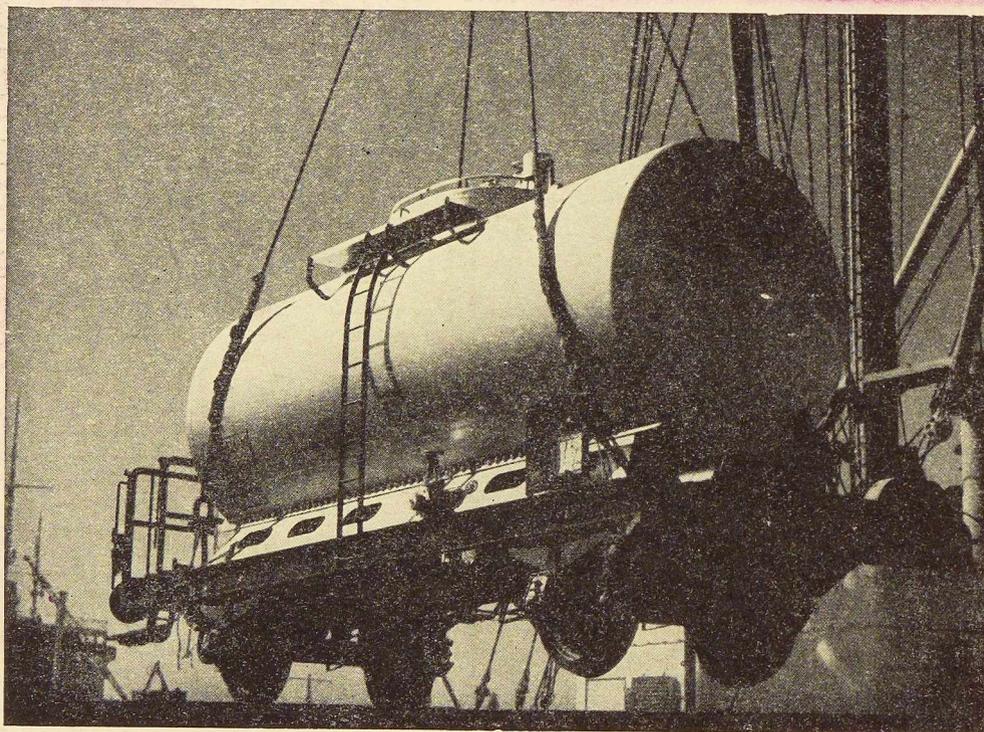


S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING - BELGIQUE

# NOBELS-PEELMAN

SB



METAALWERKHUIZEN VOORHEEN (N. V.)

Adr. Télég. : Ateliers St-Nicolas-Waes (Belgique)

**ST-NIKLAAS**

BELGIQUE

ANC. ETABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES (S. A.)

Téléphones : 13 et 235

PONTS • WAGONS • PYLONES

KETELWERKEN • BRUGGEN

KAP • BRIDGES • TANKS

STEELWORKS • CHARPENTES