



# L'OSSATURE METALLIQUE

16<sup>e</sup> ANNÉE

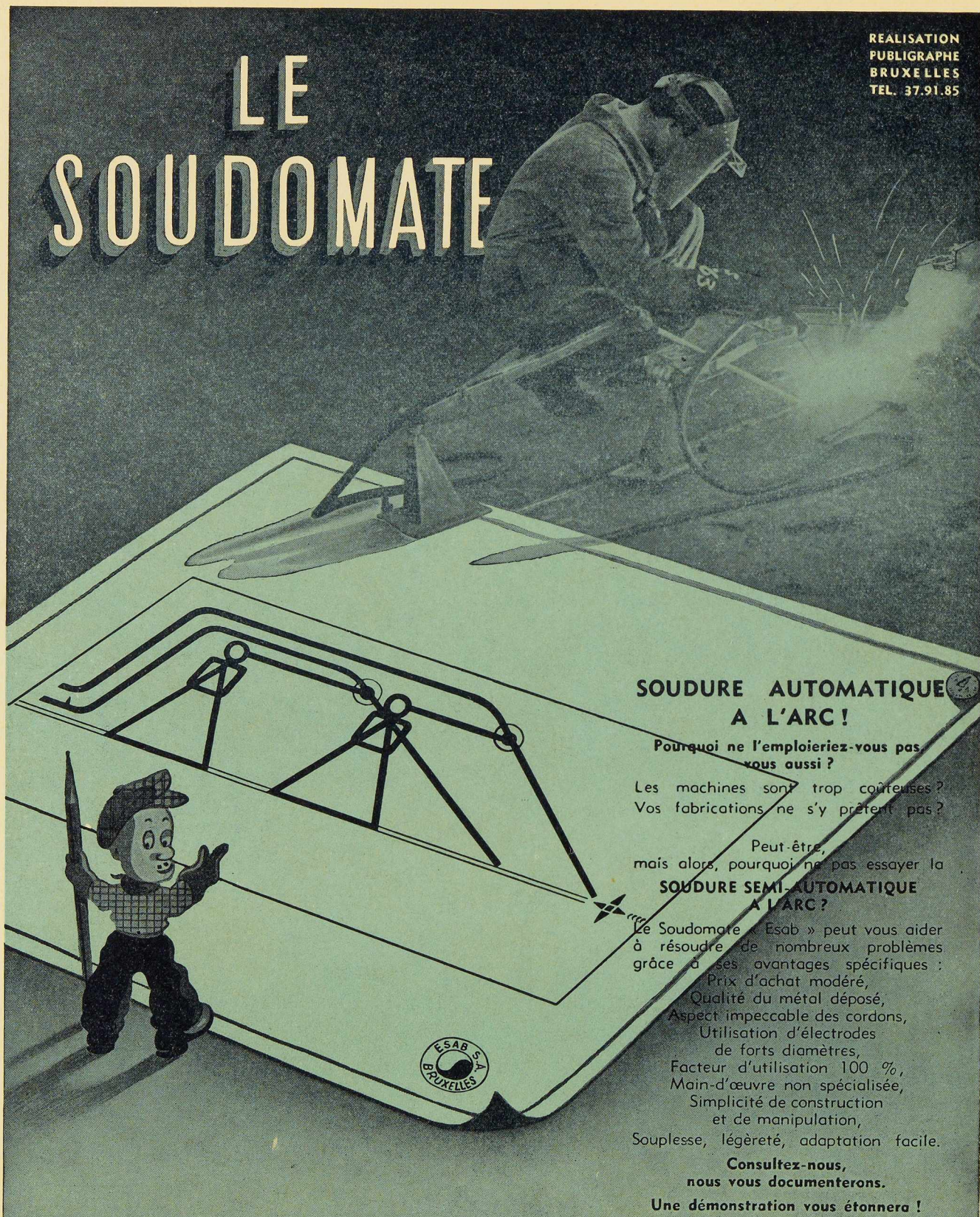
# 11

NOVEMBRE 1951



# LE SOUDOMATE

REALISATION  
PUBLIGRAPHIE  
BRUXELLES  
TEL. 37.91.85



## SOUDURE AUTOMATIQUE A L'ARC!

Pourquoi ne l'emploieriez-vous pas  
vous aussi ?

Les machines sont trop coûteuses ?  
Vos fabrications ne s'y prêtent pas ?

Peut-être,  
mais alors, pourquoi ne pas essayer la  
**SOUDURE SEMI-AUTOMATIQUE  
A L'ARC ?**

Le Soudomate « Esab » peut vous aider  
à résoudre de nombreux problèmes  
grâce à ses avantages spécifiques :

- Prix d'achat modéré,
- Qualité du métal déposé,
- Aspect impeccable des cordons,
- Utilisation d'électrodes  
de forts diamètres,
- Facteur d'utilisation 100 %,
- Main-d'œuvre non spécialisée,
- Simplicité de construction  
et de manipulation,
- Souplesse, légèreté, adaptation facile.

**Consultez-nous,  
nous vous documenterons.**

**Une démonstration vous étonnera !**

# ESAB

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

# SAMBRE-ESCAUT

## HEMIKSEM-BELGIUM

SCREWS

RIVETS

NAILS

BARBED  
WIRE

TACKS &  
HOBBS

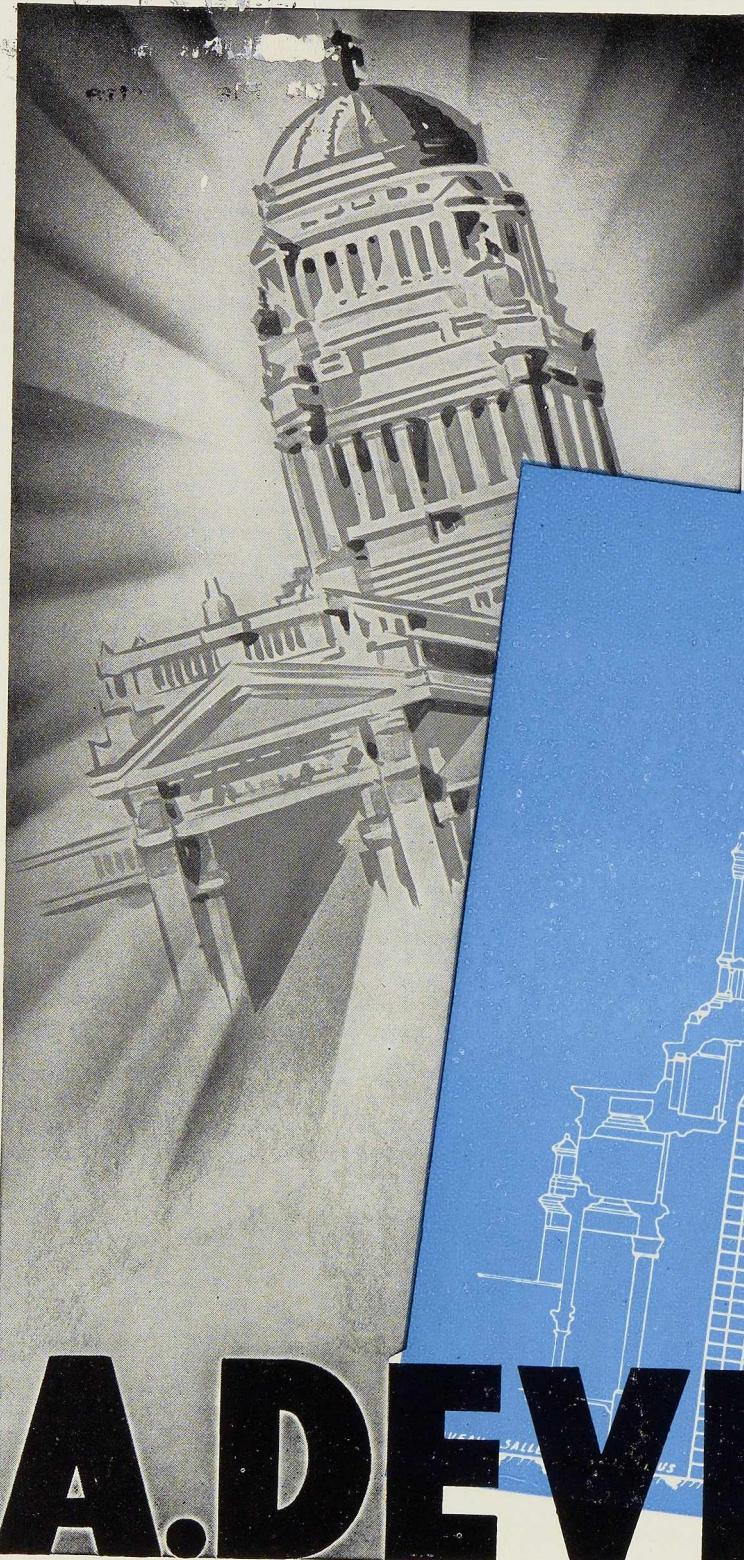


WIRES

WIRE FENCING

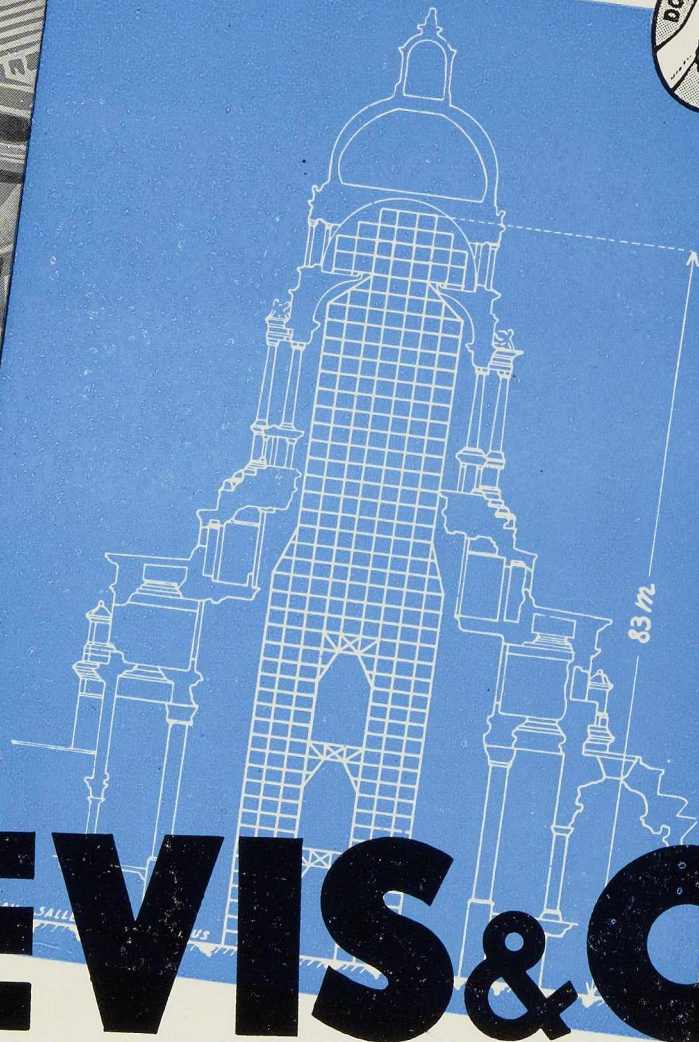
NETTING





## 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

# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

UNIVERSITEIT GENT  
AFDELING voor BOUWKUNST  
72, Pilsenerstraat GENT

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER  
éditée par

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

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

16<sup>e</sup> ANNÉE

N<sup>o</sup> 11

NOVEMBRE 1951

## S O M M A I R E

Les nouveaux pylônes-antennes de l'I.N.R. à Wavre-Overijse, par A. Beckers et A. S. Joukoff . . . . .	507
Les grands concasseurs primaires de construction « Arbed » . . . . .	516
Ducs d'Albe en palplanches métalliques, par L. Descans	523
Extension du Palais des Nations à Genève, par Ch. Dubas	531
Estacade des blondins à Salanfe (Suisse), par Ch. Dubas	536
Construction d'une charpente industrielle aux Pays-Bas	539
Pratique des poutres continues quelconques, 2 <sup>e</sup> partie, par V. Roisin, A. Sariban et S. Zaczek . . . . .	541
Centre Belge d'Etude de la Corrosion . . . . .	555
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois de septembre 1951. - La sidérurgie dans le monde. - Concours international pour la création d'une nouvelle voie de communication à Stockholm. - XIV <sup>e</sup> Congrès des Centres d'Information de l'Acier. - Travaux de l'I.B.N. - Peinture sur l'acier. - Exposition d'art « Fer et Acier » à Dusseldorf. - Nouvel acier Thomas aux Aciéries de Oberhausen. - Un pipe-line de 370 kilomètres. - Nécrologie. - Echos et Nouvelles . . . . .	558
BIBLIOTHÈQUE . . . . .	564
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	568

ABONNEMENTS 1952 (11 numéros) :

**Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge** : francs belges 260,- ;  
**France et Union française** : 2.400 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & C<sup>o</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.

PRIX DU NUMÉRO :

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

DROIT DE REPRODUCTION :

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

1952

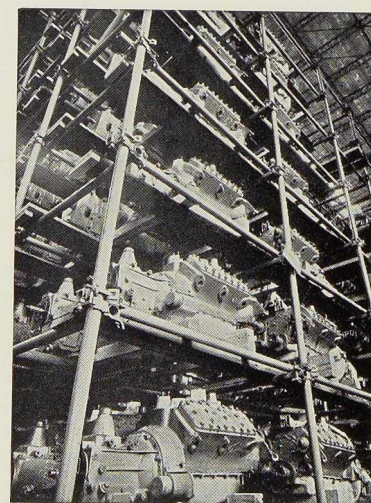
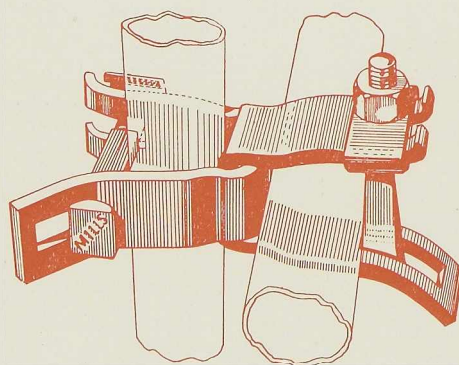
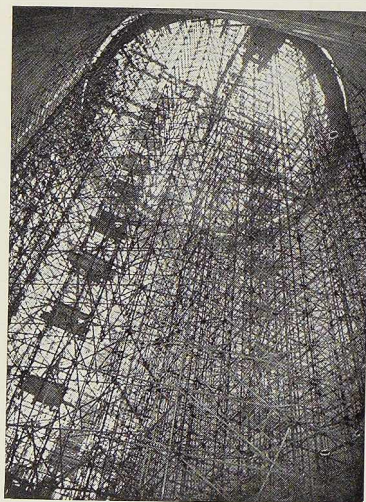
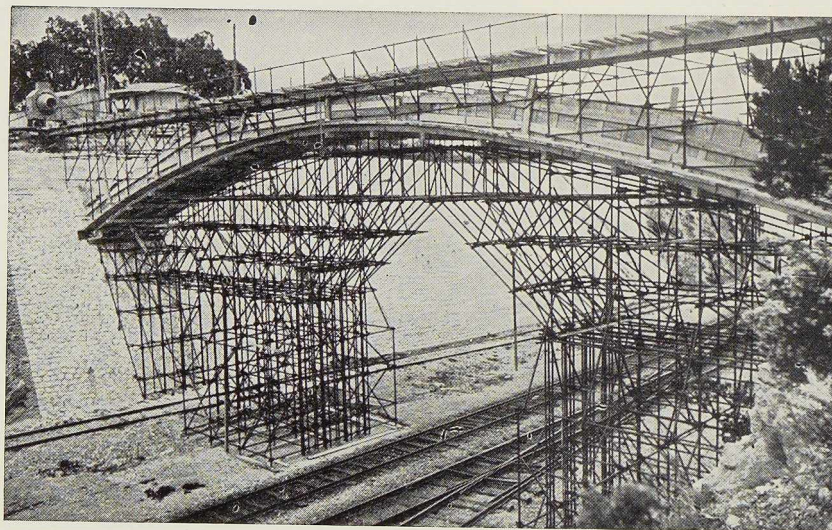
Dès à présent,  
veuillez renouveler  
votre abonnement.

# ECHAFAUDAGES TUBULAIRES

# MILLS

V E N T E

L O C A T I O N



PRODUITS MÉTALLURGIQUES

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

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

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

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

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

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

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### Président :

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

### Vice-Président :

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

### Administrateur-Conseil :

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

### Membres :

M. Justin BAUGNEE, Directeur Général Adjoint de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence,  
M. Oscar BIHET, Administrateur-Directeur Général des Usines à Tubes de la Meuse, 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. Charles MOUTON, Secrétaire Général du Bureau d'Etudes Industrielles F. Courtoy, S. A.,

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

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

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

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

### Directeur :

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

### ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

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

### TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.  
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.  
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).  
Emailleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.  
Usines Gilson, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.  
Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.  
La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.  
Usines de Moncheret, à Acoz, Division de la S. A. des Aciéries et Minières de la Sambre.  
Laminoirs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chênée.  
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borguet, Flémalle-Haute.  
Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.  
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 147, boulevard de la II<sup>e</sup> Armée Britannique, à Forest-Bruxelles.  
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.  
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

### ATELIERS DE CONSTRUCTION

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

ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

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

MENUISERIE MÉTALLIQUE

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

SOUDURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

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

COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

**Columeta** (Comptoir Métal. Luxemb.), S. A., Luxembourg.  
**Davum**, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.  
**Gilsoco**, S. A., La Louvière.  
**Société Commerciale de Sidérurgie**, SIDERUR, 1A, rue du Bastion, Bruxelles.  
**Sybelac**, S. C., 16, place Rogier, Bruxelles.

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

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

**ACMA**, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts, & Van Aalst réunis, à Mortsels-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 :

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

MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

**S. A. des Aciers Alexis**, 19, rue de Fragnée, Liège.  
**Aciers Bungert**, S. A., 141-143, chaussée de Mons, Bruxelles.  
**Jos. Bol**, 86, rue Emile Féron, Bruxelles.  
**Maison Courard & Co**, 9-11, place des Déportés, Liège.  
**Davum**, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.  
**Ets Moréa et Nahon**, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.  
**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., 105, boulevard Emile de Laveleye, Liège.  
**MM. C. et P. Molitor**, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstaël, Bruxelles.  
**Multifer Grisard** (Systèmes brevetés de const. mét.) - S. A. Magifer Grisard, 199, avenue Louise, Bruxelles.  
**Robert et Musette**, S. A., 59, rue de Namur, Bruxelles.  
**Bureau d'Etudes Ir. J. Ronse**, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.  
**M. J. F. F. Van der Haeghen**, ingénieur-conseil (U. I. Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.  
**MM. J. Verdeyen et P. Moenaert**, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 15, rue Guimard, Bruxelles.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

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

DIVERS

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

MEMBRES INDIVIDUELS

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

SOCIÉTÉS COLONIALES

**Chantier Naval et Industriel du Congo « Chanic »**, 2, place du Luxembourg, Bruxelles.  
**Cobega**, 14, avenue Valcke, Léopoldville.  
**Congerfer**, 6c, avenue du Kasai, Léopoldville.  
**Métalco, Menuiseries Métalliques**, B. P., 448, Léopoldville.  
**Société Coloniale de la Tôle**, S. C. R. L., 22, rue de la Loi, Bruxelles.



SOCIÉTÉ ANONYME

# BAUME & MARPENT

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

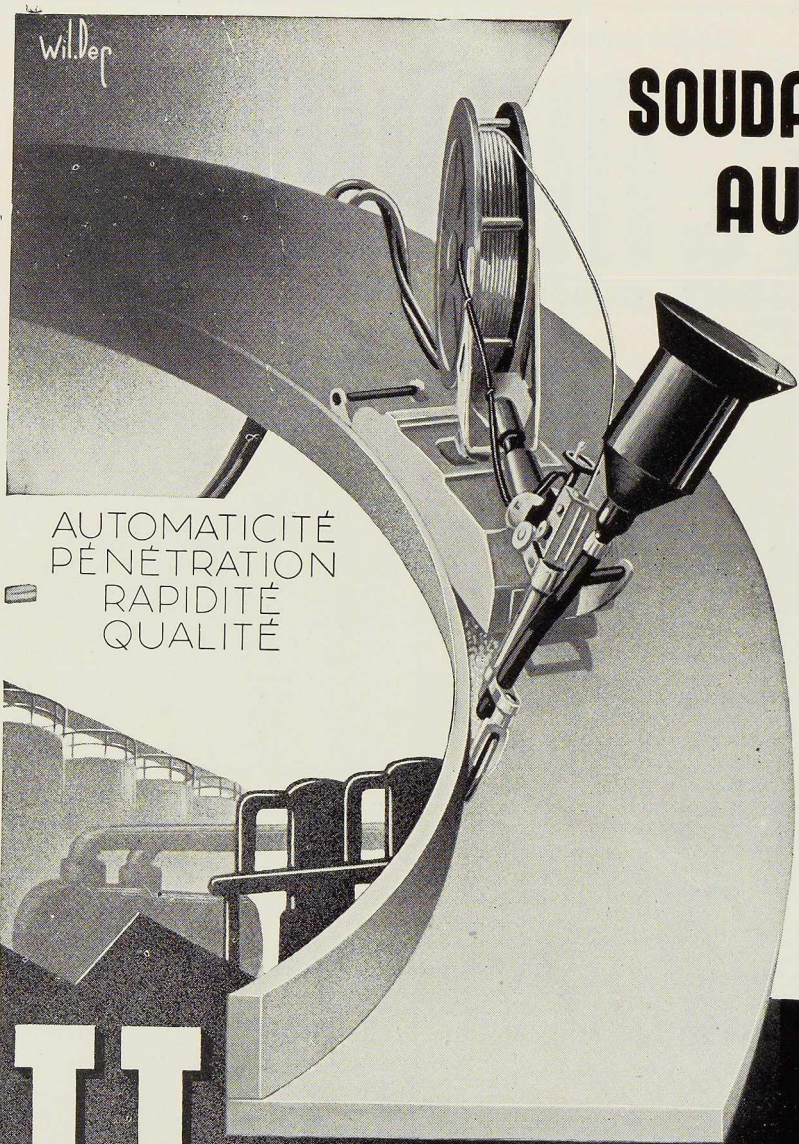


Charpente de 6 000 m<sup>2</sup> construite et montée par nos soins, aux Laminoirs et Boulonneries du Ruau à Monceau-sur-Sambre.

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



VOITURES ET WAGONS  
AUTORAILS ET AUTOMO-  
TRICES — LOCOMOTIVES  
ÉLECTRIQUES



Wil. Dep

# SOUDAGE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE SOUS FLUX

AUTOMATICITÉ  
PÉNÉTRATION  
RAPIDITÉ  
QUALITÉ

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

# UNIONMELT

S. A. FRANÇAISE "UNIONMELT"

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

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



BOUCHOUT  
&  
THIRION

ATELIERS DE

# BOUCHOUT & THIRION

RÉUNIS

USINE DE VILVORDE:

CH. DE LOUVAIN 129

TÉL. BRUX. 15.20.96

USINE DE BOECHOUT:

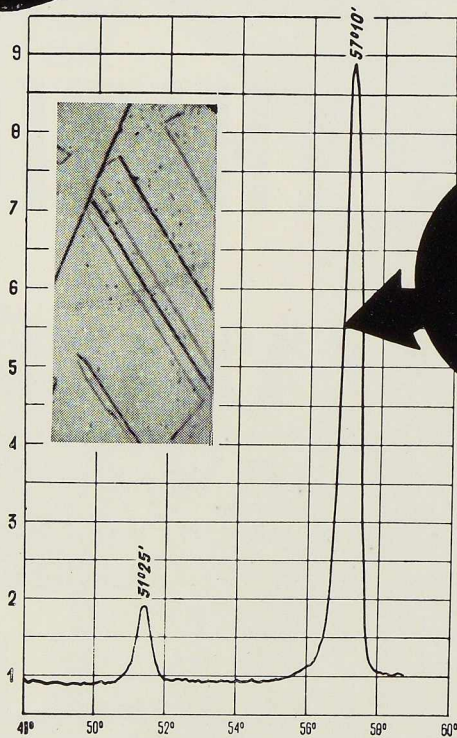
HEUVELSTRAAT 27

T. ANVERS 81.27.96

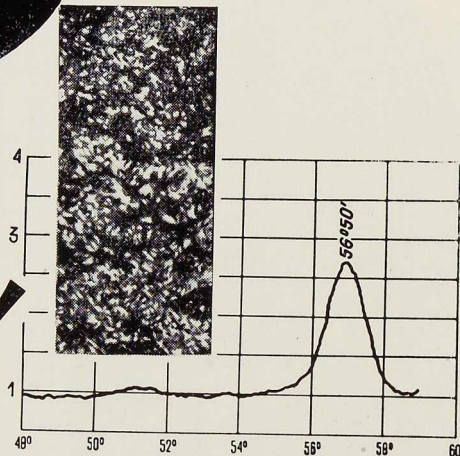
DELENNE + MALEVEZ

la réponse  
instantanée

à mille questions  
de métallurgie !

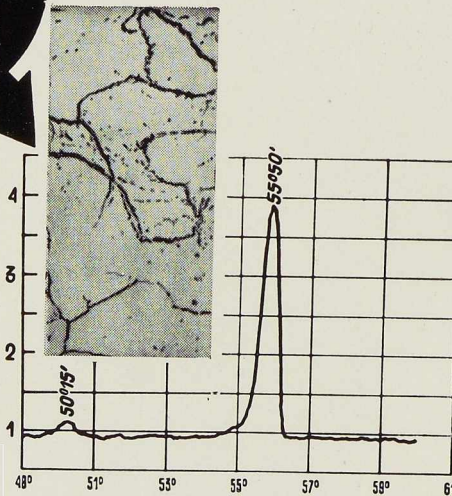


Fer Armco recuit 4 heures à 700° C.  
Refroidi au four.  
Structure Ferritique.



Acier Austénisé à 815° C.  
Trempe à l'eau.  
Structure Martensitique.

5  
minutes  
pour  
chaque  
diagramme.



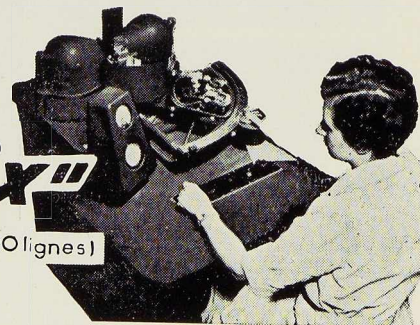
Acier Inoxydable traité à 980° C.  
Trempe à l'eau  
Structure Austénitique.

grâce au  
Spectromètre  
à tube-compteur de Geiger



**PHILIPS** "Metalix"

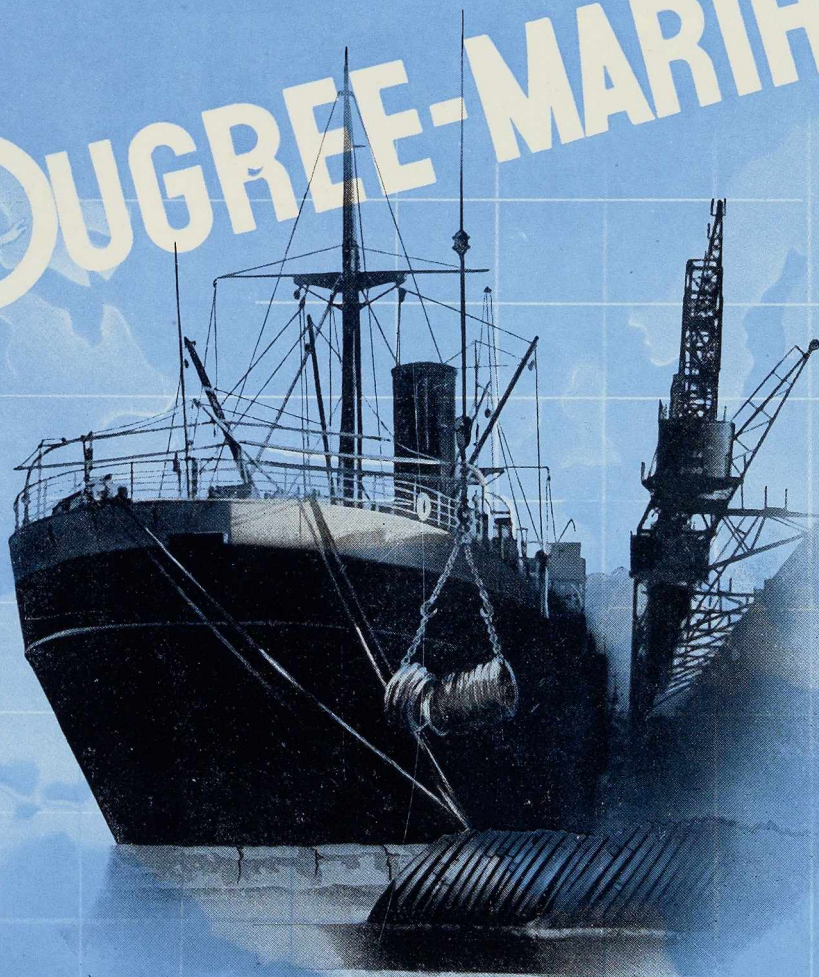
S.A.B. 37-39, rue d'Onderlecht, BRUXELLES Tél. 12.31.40 (20 lignes)



MATHY  
graphic



# DOUGREE-MARIHAYE



*exporte* **DANS LE MONDE ENTIER**

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

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



CONSTRUCTIONS  
MÉTALLIQUES DE  
JEMEPPE-SUR-MEUSE

Société Anonyme

Anciennement « Ateliers Georges Dubois »

Registre du Commerce : Liège 4544

Téléphone : 33.78.80-33.78.89.

Adresse télégr.: Comeppe-Jemeppe-sur-Meuse

PONTS  
CHARPENTES  
CHAUDRONNERIE

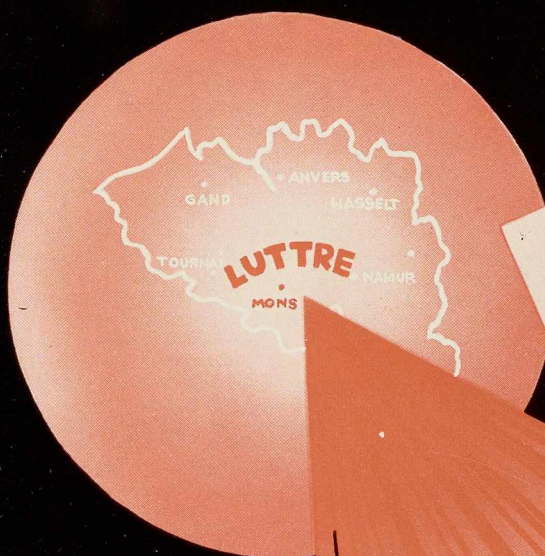
BUREAU D'ETUDES  
LISTE UNIQUE DE RÉFÉRENCES



C·M·J



# Grey de Differdange et tous les produits métallurgiques



*Grands stocks  
permanents  
de tous aciers*

# JOURET

TEL. LUTTRE 444.44 (3 Lignes)  
444.43

création  
*Jouret*

SOCIÉTÉ ANONYME

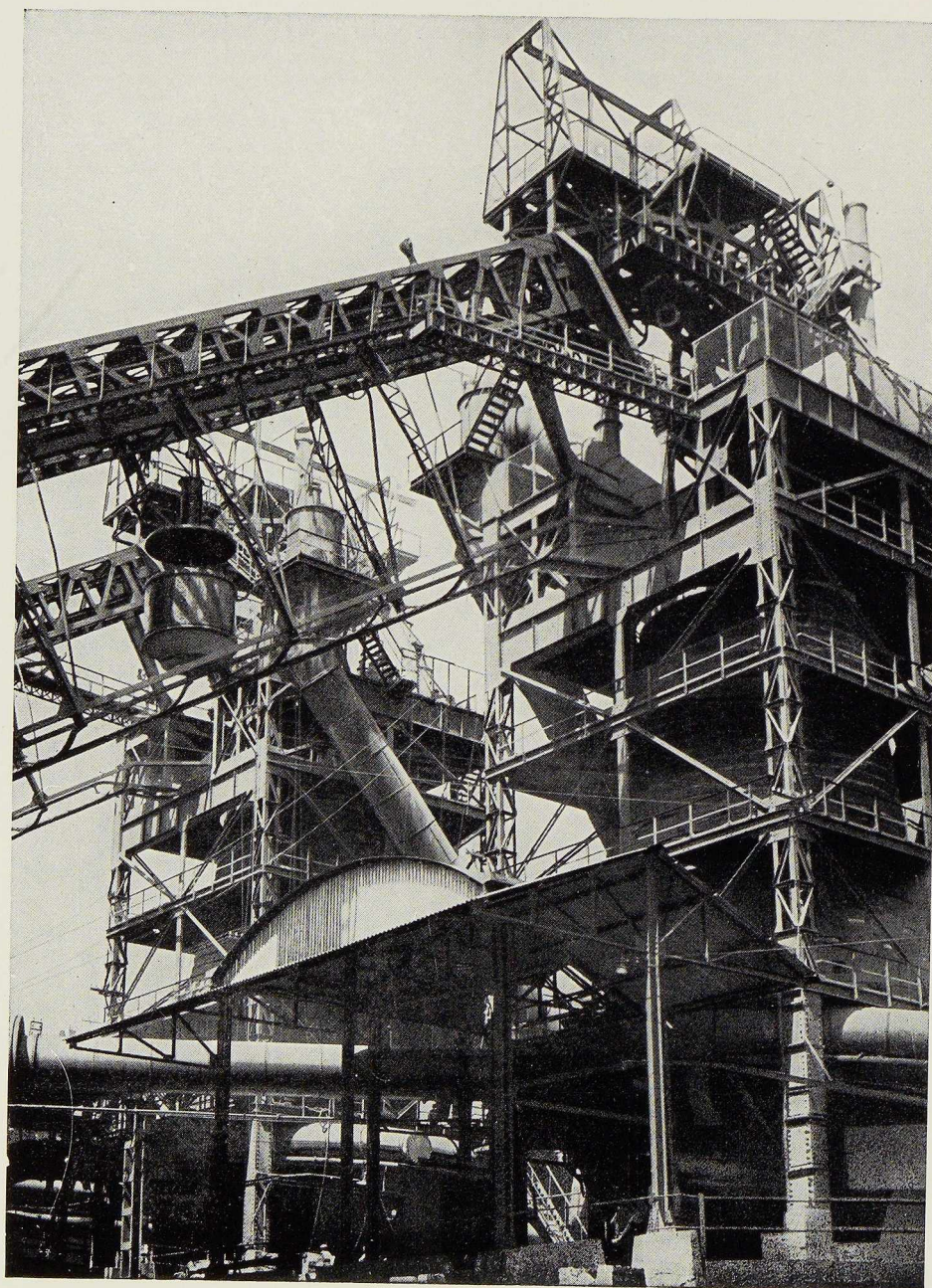
# USINES GUSTAVE BOËL

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 D I V E R S

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



ÉLECTRODE  
ARCOS

Navalend

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

**ARCHITECTES,  
ENTREPRENEURS**



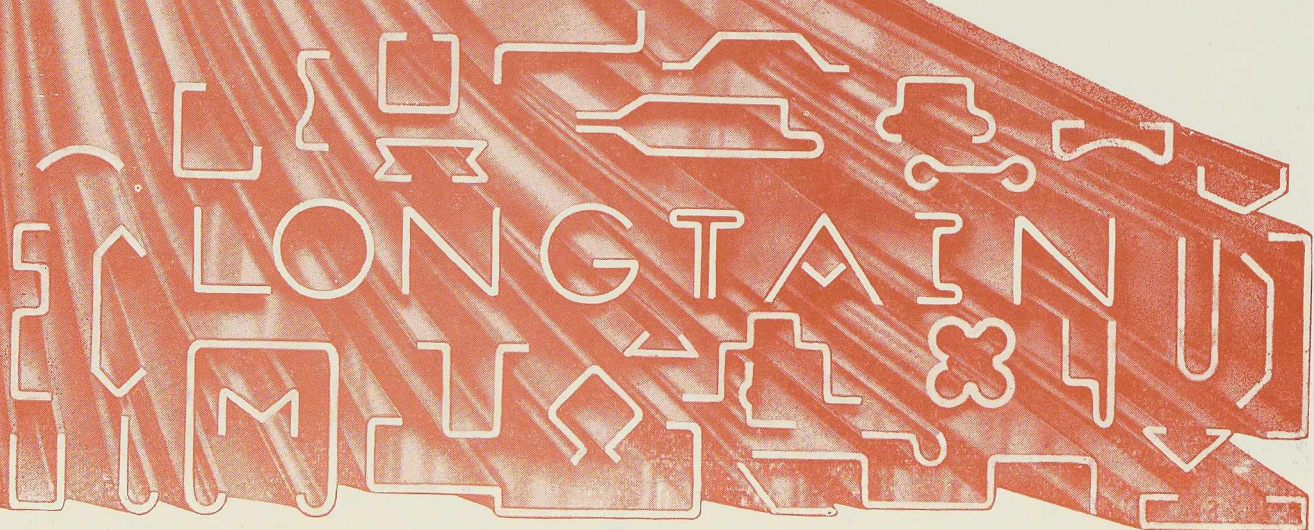
*Pour vos besoins*

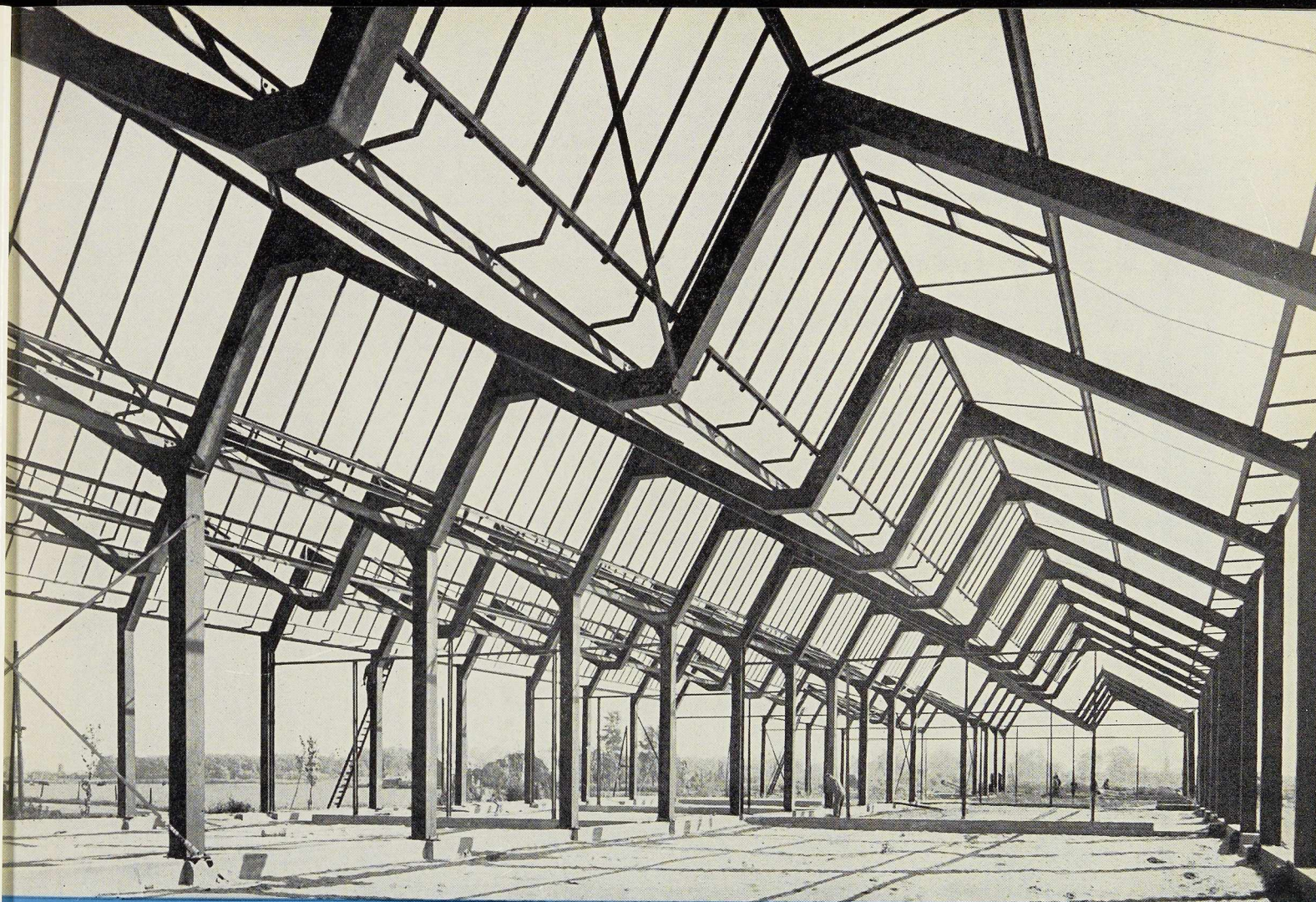
EN PROFILS POUR FENÊTRES,  
PORTES, CHAMBRANLES, ETC.

EN POUTRELLES LÉGÈRES,  
PROFILS DIVERS POUR MAISONS  
PRÉFABRIQUÉES

PROFILÉS A FROID OU LAMINÉS  
A CHAUD

LAMINOIRS DE LONGTAIN

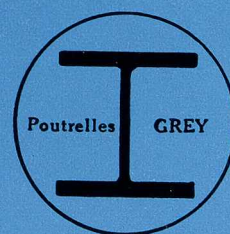




Staalconstructie.  
De Vries Robbé & C<sup>o</sup>, N. V.  
Kininefabriek, Maarsse

Photo Renes

# POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE



Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

**DAVUM S. A.**

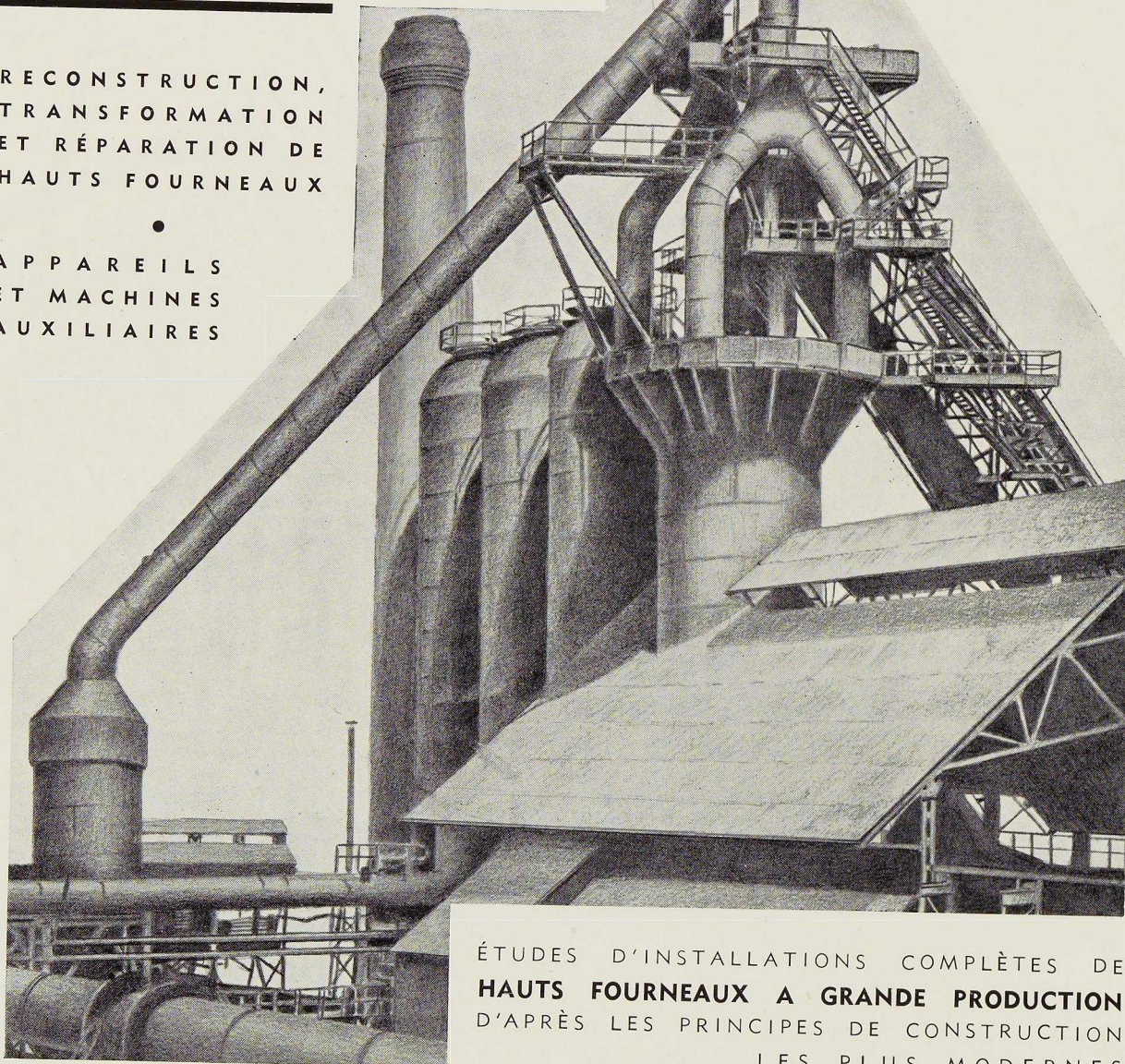
22, RUE DES TANNEURS, ANVERS

Téléphone : 32.99.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport

# HAUTS FOURNEAUX

RECONSTRUCTION,  
TRANSFORMATION  
ET RÉPARATION DE  
HAUTS FOURNEAUX

•  
APPAREILS  
ET MACHINES  
AUXILIAIRES



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

S.A. ANCIENS ÉTABLISSEMENTS  
DES

**PAUL WURTH**  
**LUXEMBOURG**

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

S.A. MÉTALLURGIQUE D'

# ESPÉRANCE LONGDOZ

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

*Tôles fines laminées à froid  
feuilles ou bobines*

*Feuillards à chaud  
Feuillards à froid*

*Tôles galvanisées  
planes et ondulées*



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

VOICI AU MARCHÉ BELGE

# La Cyanamide de Plomb DK 825

Le Pigment antirouille renommé  
et économique à base de plomb

AVANTAGES DE LA COULEUR PRÊTE À L'EMPLOI :

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

Eprouvé à fond depuis plus de 15 ans

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

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

Département : Produits Chimiques



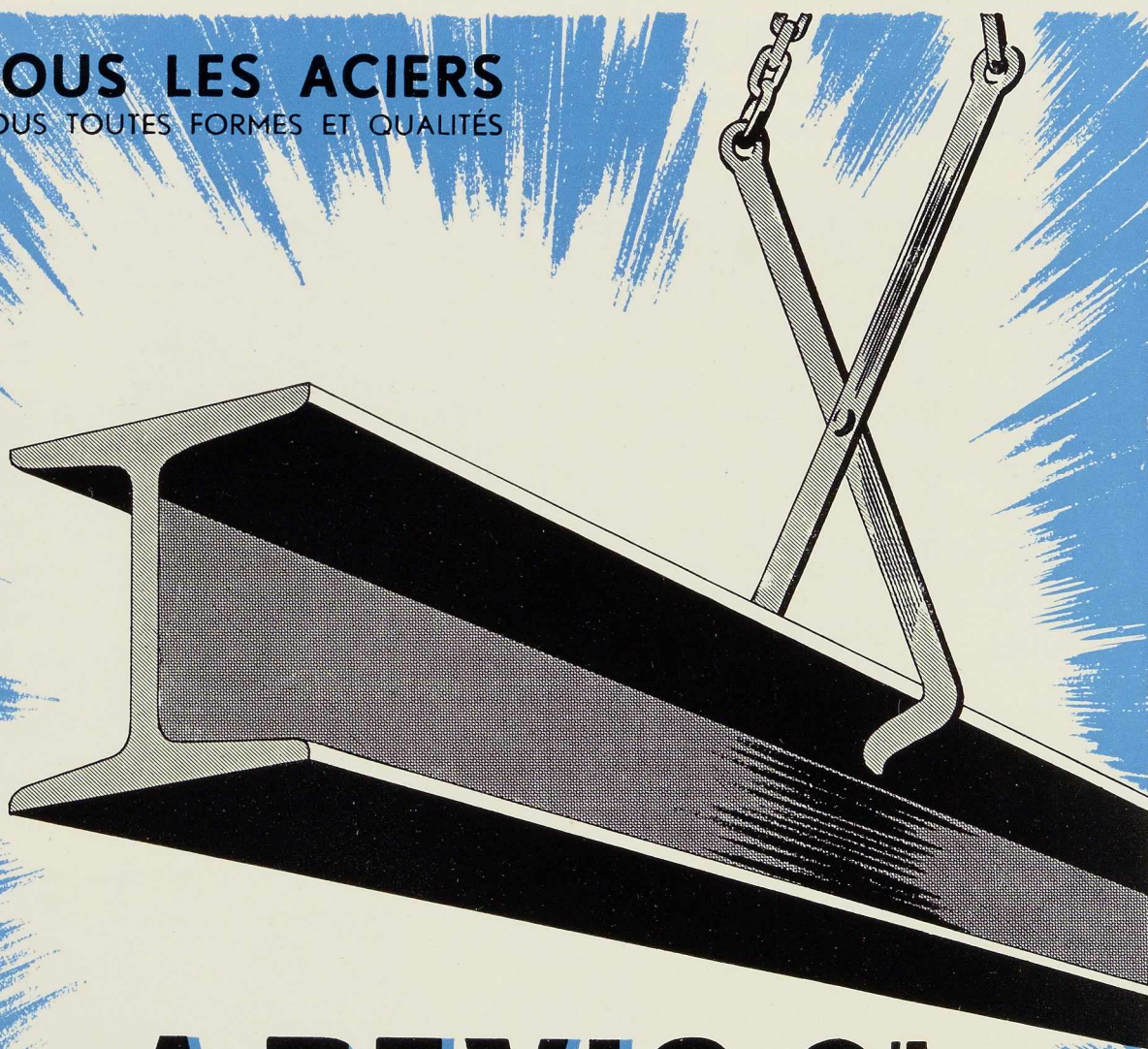
36, RUE D'ARGENT, BRUXELLES  
Tél. : 17.59.16 ou 17.59.36

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

FABRICANT :

DUISBURGER KUPFERHUETTE, DUISBURG (ALLEMAGNE)

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



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

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

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

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

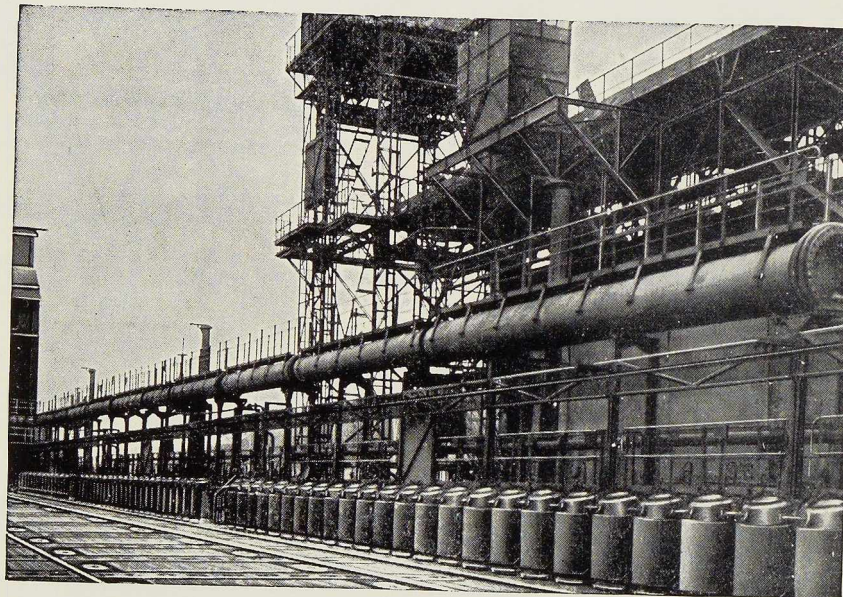
# LES FOURS LECOQ

SOCIÉTÉ ANONYME - 215, CHAUSSÉE D'ALSEMBERG - BRUXELLES

**Cokeries**

**Usines  
à gaz**

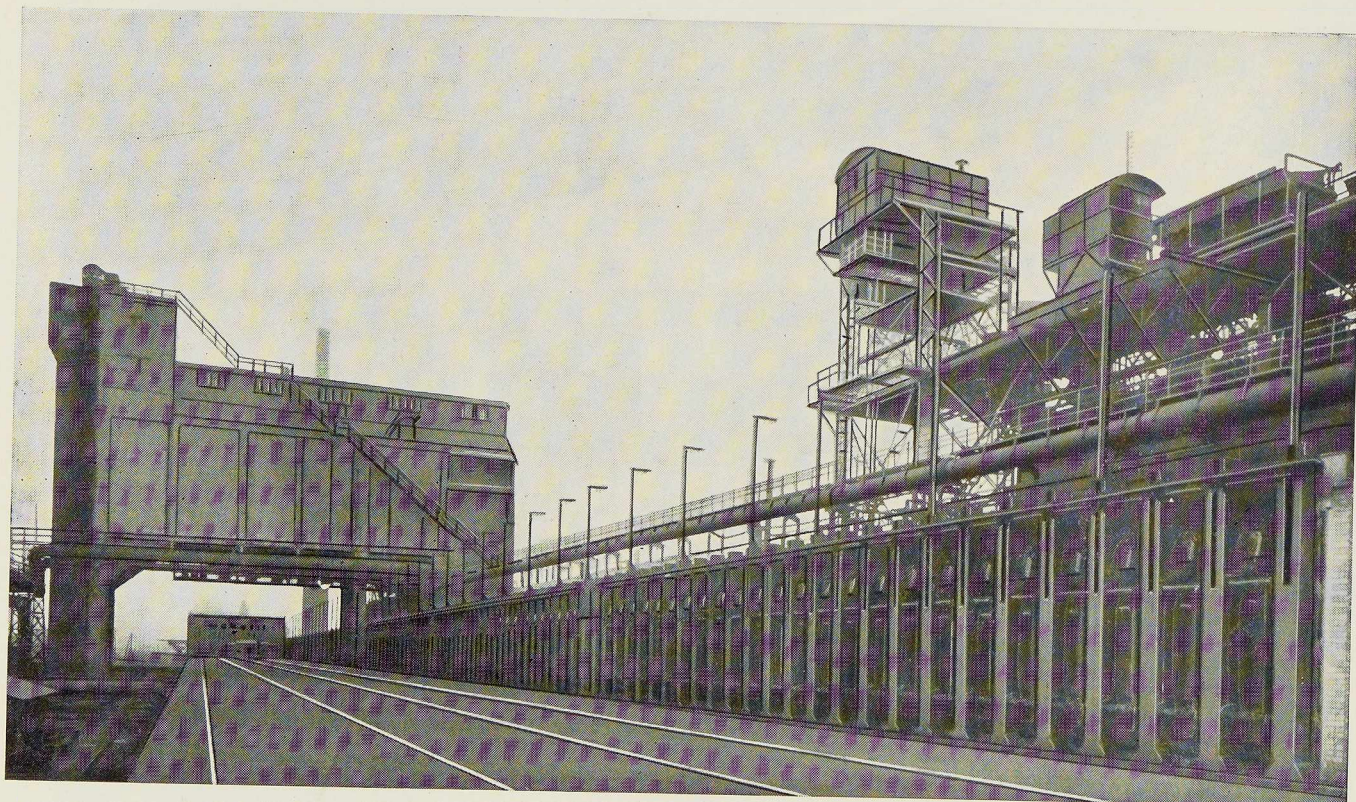
**Gazogènes**



**Désulfuration  
du gaz**

**Distillation  
du goudron**

**Rectification  
du benzol**



Groupe de batteries comportant 142 fours à coke, mis en service en 1949 et 1950 aux Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt (France)





**HERINCX-RONEO** SOCIÉTÉ ANONYME

8/10, rue Montagne-aux-Herbes-Potagères, 8/10

Tél. : 17.40.46 (3 lignes)

**BRUXELLES**

**EQUIPEMENT  
EN ACIER**



## INSTALLATION

Concevoir un plan prévoyant l'utilisation la plus effective d'un espace disponible est un des problèmes qui préoccupent toujours l'architecte. Ce problème exige la coopération de spécialistes et dans ce domaine, l'expérience de Roneo est sans égale.

C'est avec plaisir que Roneo répond à l'invitation d'assister à l'élaboration d'un tel plan.

Au moment d'organiser une entreprise disposant d'un espace désigné d'avance, Roneo peut faire son projet sur « mesure », qui exploitera au maximum les possibilités de l'emplacement fixé.

D'autre part, s'il s'agit d'améliorer la disposition de l'organisation existante, c'est toujours gracieusement que vous seront donnés les conseils de Roneo.

**Roneo fabrique :** bureaux, tables, comptoirs, armoires, classeurs, le tout en acier, et répondant toujours aux besoins de toutes installations, grandes ou petites.

### Succursales :

**ANVERS :** 3, rue Léopold - Téléphone : 33.34.41 — **GAND :** 3, avenue de la Place-d'Armes - Téléphone 504.19 — **LIEGE :** 10, rue Hazinelle - Téléphone 23.81.08  
**GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG :** G. FABER - Luxembourg-Gare, 15, rue d'Épernay - Téléphone 74.09



TYPE BELVAL Z  
PALPLANCHES ONDULÉES

**PALPLANC**

TYPE BELVAL P  
PALPLANCHES PLATES

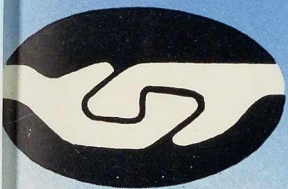
POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:

**LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE**

BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE

Z  
ES



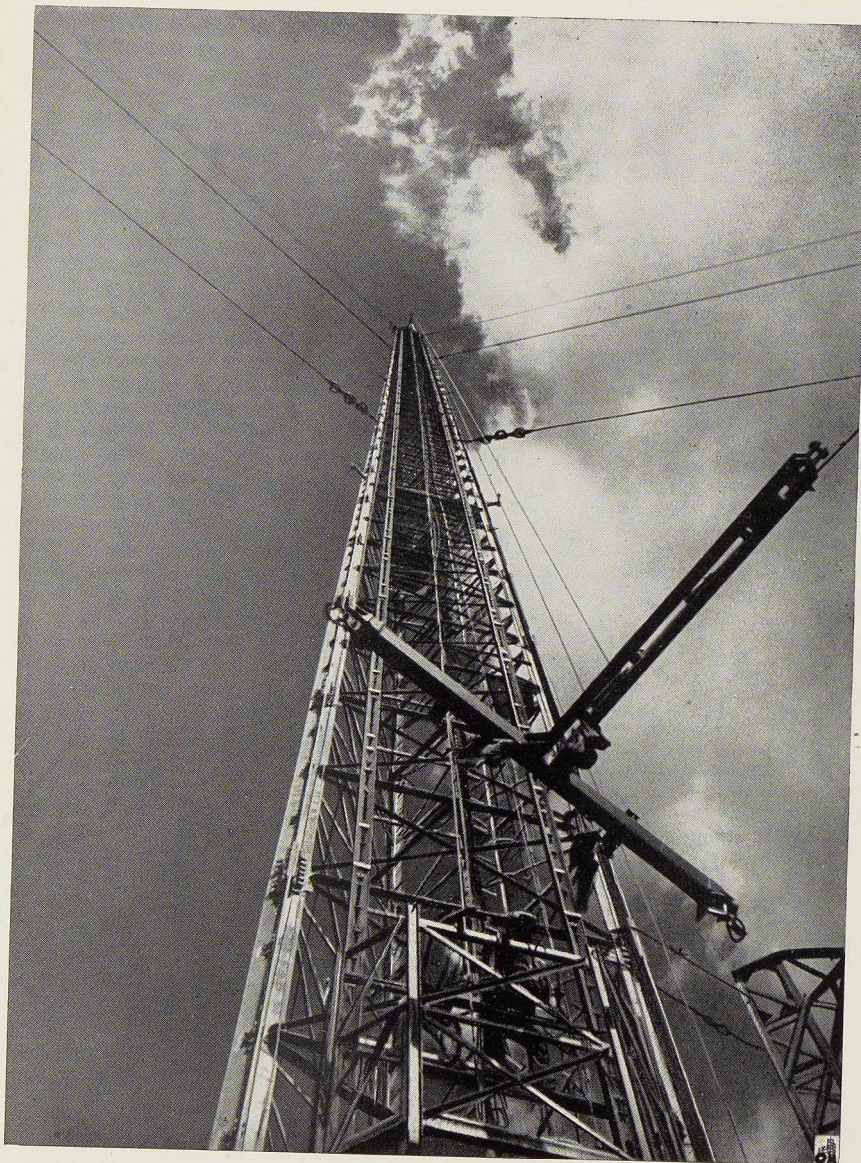
# NCHES ARBED-BELVAL



SS A

# COLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG



Le pylône-antenne de 245 m de hauteur pour le nouveau centre d'Emission de Wavre-Overijse de l'I. N. R.

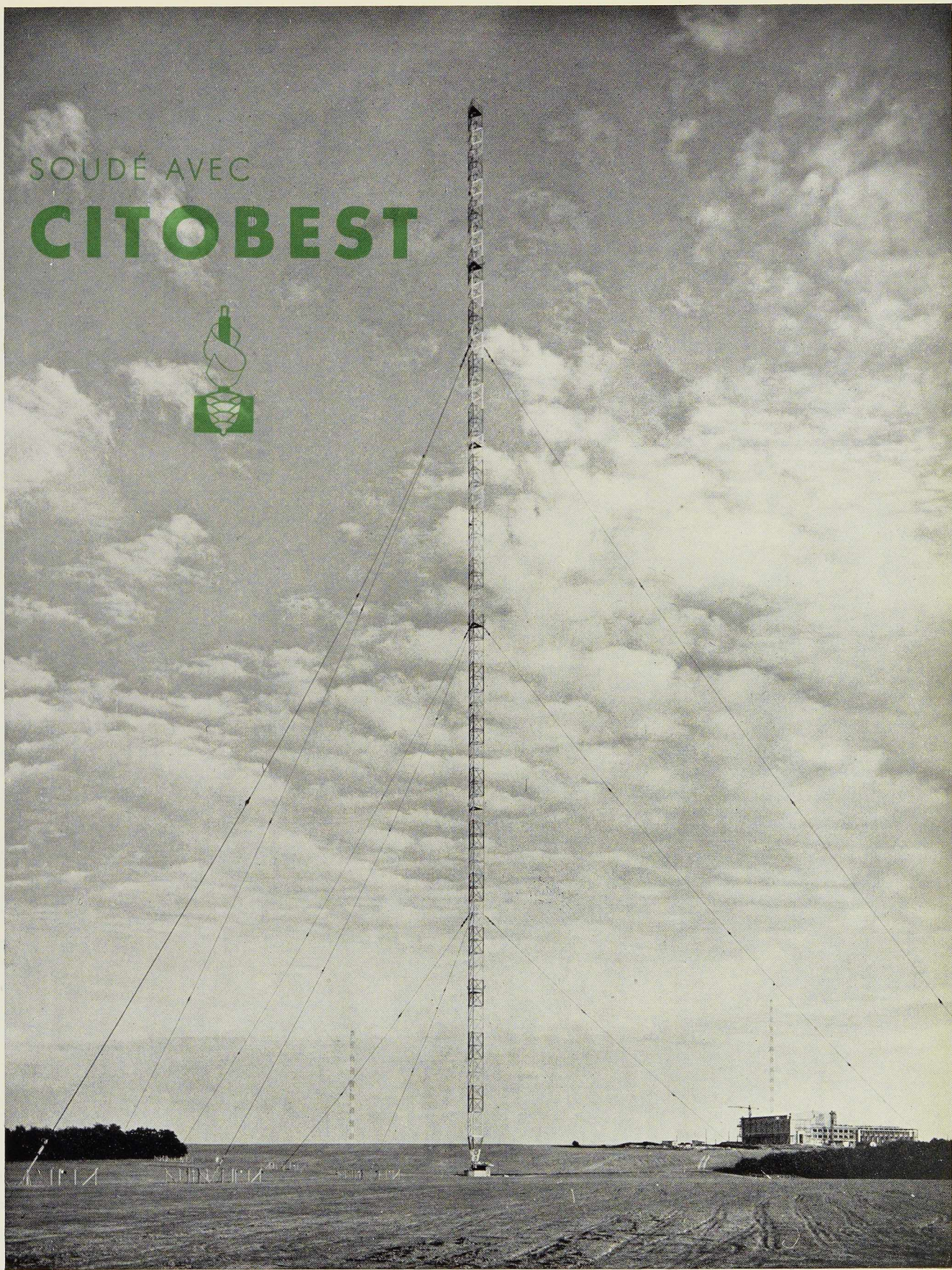
ÉTUDIÉ ET CONSTRUIT PAR

# LA CONSTRUCTION SOUDÉE

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ANDRÉ BECKERS  
64, AVENUE RITWEGER, HAREN-BRUXELLES  
TÉLÉPHONE 15.96.62 - 16.39.04

PYLONES  
CHARPENTES  
APPAREILS DE LEVAGE  
CHAUDRONNERIE

SOUDÉ AVEC  
**CITOBEST**

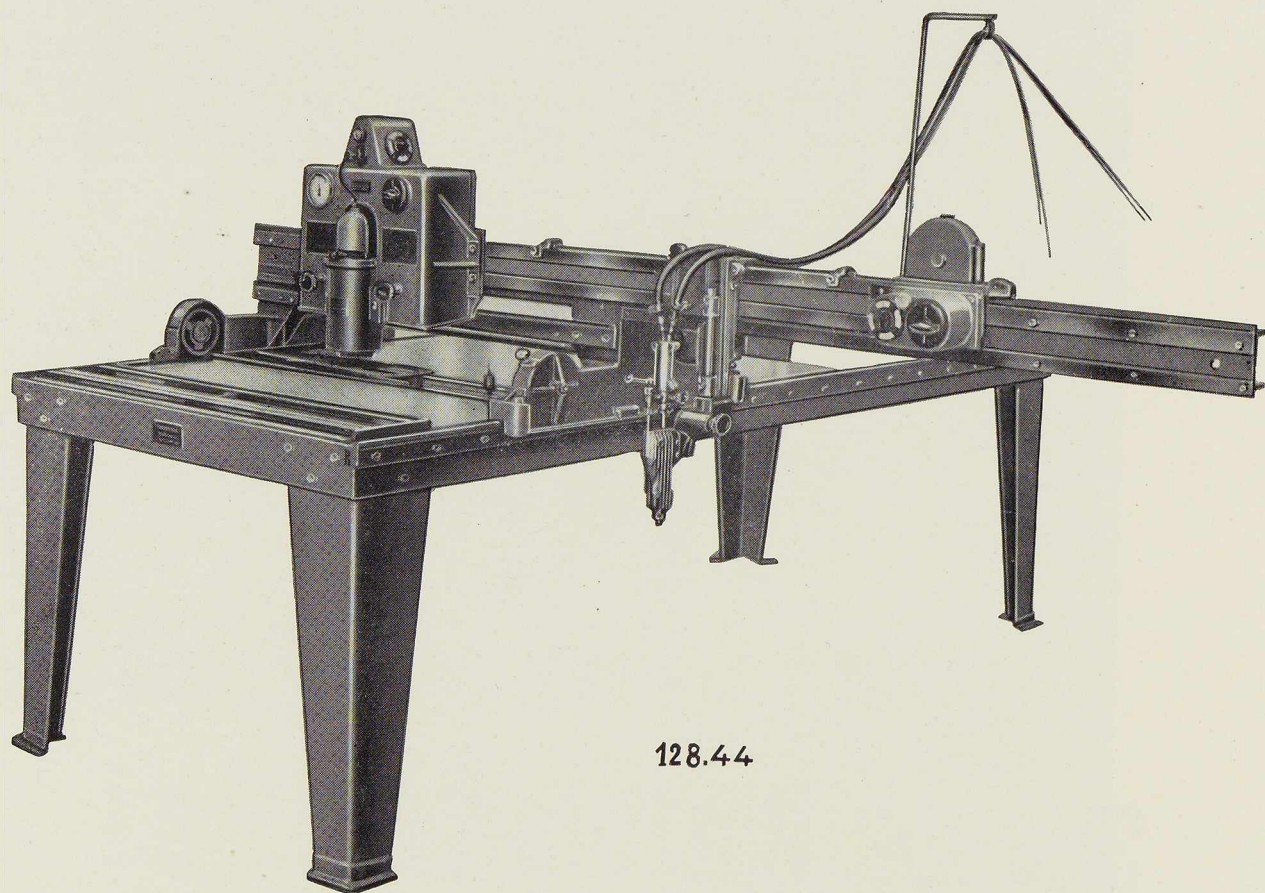


**SOUDOMETAL S. A.**

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

*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.)



A black and white photograph of an industrial facility, likely a refinery or chemical plant. The scene is dominated by a complex network of large, horizontal pipes supported by a dense structure of white metal trusses and ladders. In the background, there are dark, rectangular industrial buildings with several chimneys or vents on their roofs. The sky is a clear, light blue. The overall composition is industrial and technical.

**L. LEEMANS & FILS**

DELENNE + MALEVEZ

**SOCIETE ANONYME  
TEL. 51.03.25-51.16.50**

**VILVORDE**



LE PONT DE FRANCE, A NAMUR,  
réalisé par la

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

Anciens Établissements Th. FINET

**JAMBES**



*La meilleure cuirasse*

CONTRE L'OXYDATION  
ET LES CORROSIONS

# LA MÉTALLISATION

PAR PROJECTION (PROCÉDÉ SCHOOP)



LE PYLONE-ANTENNE DE L'I. N. R., A WAVRE-OVERIJSE

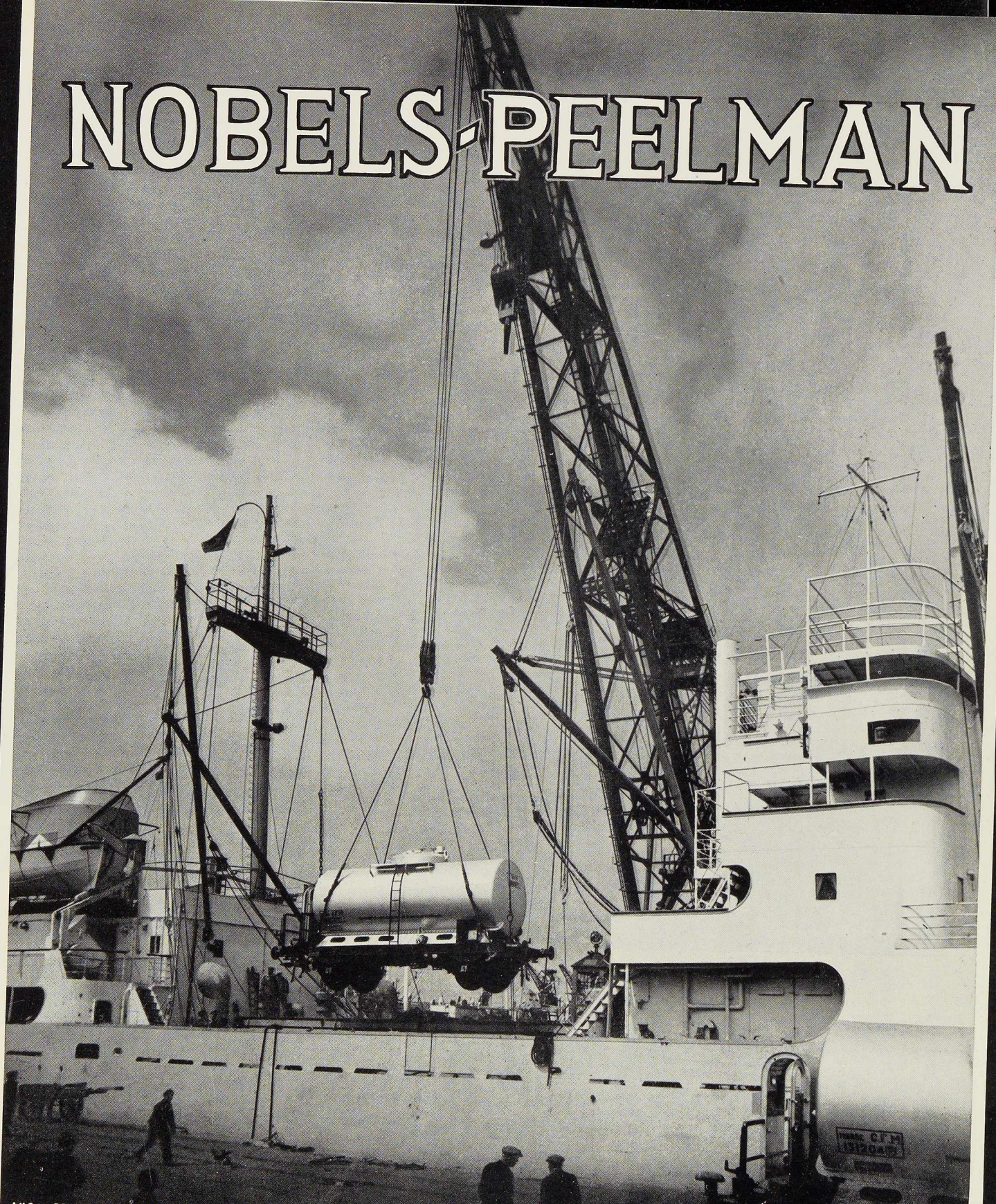
*Confiez tous vos travaux de métallisation à*

# ACEMETA



SOCIÉTÉ ANONYME  
68, AVENUE RITTWEGER  
HAREN (BELGIQUE)  
ADR. TÉLÉGRAPHIQUE : ACEMETA-BRUXELLES

# NOBELS-PEELMAN



ANC. ETABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES (S. A.)

Téléphones : 13 et 235

• **ST-NIKLAAS** •  
BELGIQUE

METAALWERKHUIZEN VOORHEEN (N. V.)

Adr. Télég. : Ateliers St-Nicolas-Waes (Belgique)



TANKS • WAGONS • PONTS • CHARPENTES • PYLONES  
BRIDGES • STEELWORKS • BRUGGEN • KAP • KETELWERKEN



# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

16<sup>e</sup> ANNÉE - N° 11

NOVEMBRE 1951

André Beckers,

Ingénieur A. I. Br.-A. I. Lg.,  
Administrateur-Gérant de la  
S. A. « La Construction Soudée »

et

Artémey S. Joukoff,

Ingénieur A. I. Br.,  
Directeur du Service technique  
de la  
S. A. « La Construction Soudée »

## Les nouveaux pylônes-antennes de l'I. N. R. à Wavre-Overijse

### Description générale

L'Institut National Belge de Radiodiffusion (I. N. R.) fait procéder actuellement à de très grands travaux nécessités par la création d'un nouveau Centre d'Emission de grande puissance à Wavre-Overijse.

Les émetteurs principaux, destinés à la diffusion des deux programmes nationaux, comportent des pylônes-antennes d'une hauteur égale approximativement à la demi-longueur d'onde. C'est ainsi qu'il fut décidé d'ériger un pylône de 245 mètres pour les émissions en français, un autre de 165 mètres pour celles en flamand et, enfin, un pylône supplémentaire de 90 mètres devant assurer le fonctionnement du poste en cas d'avarie à l'un des deux émetteurs principaux.

Les travaux de construction et de montage de ces trois pylônes furent confiés à la S. A. « La Construction Soudée » — Anciens Etablissements André Beckers à Haren-Bruxelles — d'après son projet présenté en adjudication-concours en novembre 1949.

Les trois pylônes répondent à une même con-

ception, ils sont constitués par un système en treillis à trois faces et ont une section transversale constante sur toute la hauteur, sauf à la partie inférieure, où la charpente se termine en pointe. La forme générale de la section est un triangle équilatéral, la largeur des côtés variant d'un pylône à l'autre.

Les pylônes sont maintenus par des haubans, disposés par couronnes de trois, orientés à 120° l'un par rapport à l'autre. Le pylône de 245 mètres de hauteur comporte trois couronnes, celui de 165 mètres en comporte deux et le pylône de 90 mètres n'en possède qu'une seule.

A sa partie inférieure, chaque pylône repose sur un isolateur de base, supporté lui-même par une fondation en béton armé. L'isolement de la construction est complété par une série d'isolateurs intercalés dans chaque hauban.

### Charpente

La charpente des pylônes comporte trois membrures constituées chacune par deux cornières formant entre elles un angle de 60° et solidarisées



par des étrépillons régulièrement espacés. Les trois membrures sont réunies par un treillis avec traverses horizontales soumises à des efforts de compression et avec diagonales doubles, en croix de Saint-André, travaillant en traction seulement.

La largeur de la section triangulaire de la charpente est de 3,25 m pour le pylône de 245 mètres de hauteur, de 3,00 m pour celui de 165 mètres et de 2,75 m pour le pylône de réserve de 90 mètres.

Les figures 1 et 2 donnent l'élévation schématique des 3 pylônes, avec l'indication de l'emplacement des couronnes des haubans ainsi qu'une coupe transversale de la charpente, montrant la disposition des membrures et des cadres de contreventement existant au niveau de chaque traverse.

Pour permettre la surveillance et l'entretien de l'installation, les pylônes ont été pourvus d'une échelle intérieure, munie de garde-corps et comportant des paliers de repos disposés tous les 30 mètres environ (fig. 1 et 6). En plus de ces paliers de repos, chaque pylône comporte un

certain nombre de plates-formes complètes aux niveaux où se trouvent installés les feux de balisage, ainsi qu'au sommet.

Les assemblages d'atelier ont été exécutés par soudure à l'arc électrique avec des cordons continus entourant complètement les extrémités des barres assemblées afin de constituer des joints parfaitement étanches, évitant la formation de rouille entre les pièces.

Les joints de montage ne comportaient que des assemblages des membrures et ont été réalisés à l'aide de boulons et de couvre-joints (fig. 4). En tout, les divers assemblages boulonnés ont nécessité quelque 20 000 boulons avec des diamètres variant de 6 à 50 mm.

Le poids de la charpente est de 102 tonnes pour le pylône de 245 mètres de hauteur, de 56 tonnes pour celui de 165 mètres et de 23,9 t pour le pylône de 90 mètres.

L'acier utilisé est de l'acier à haute soudabilité, donnant une résistance à la rupture par traction d'au moins 40 kg/mm<sup>2</sup>.

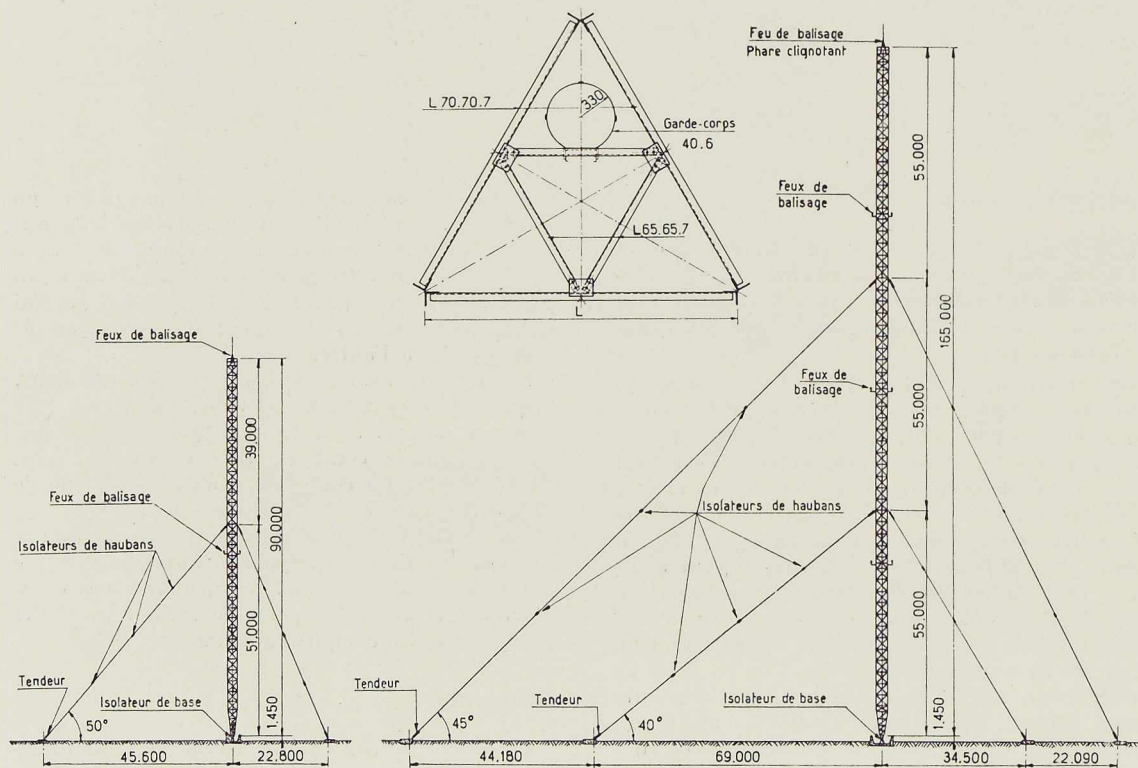


Fig. 1. Schéma des pylônes de 90 et 165 mètres de hauteur.

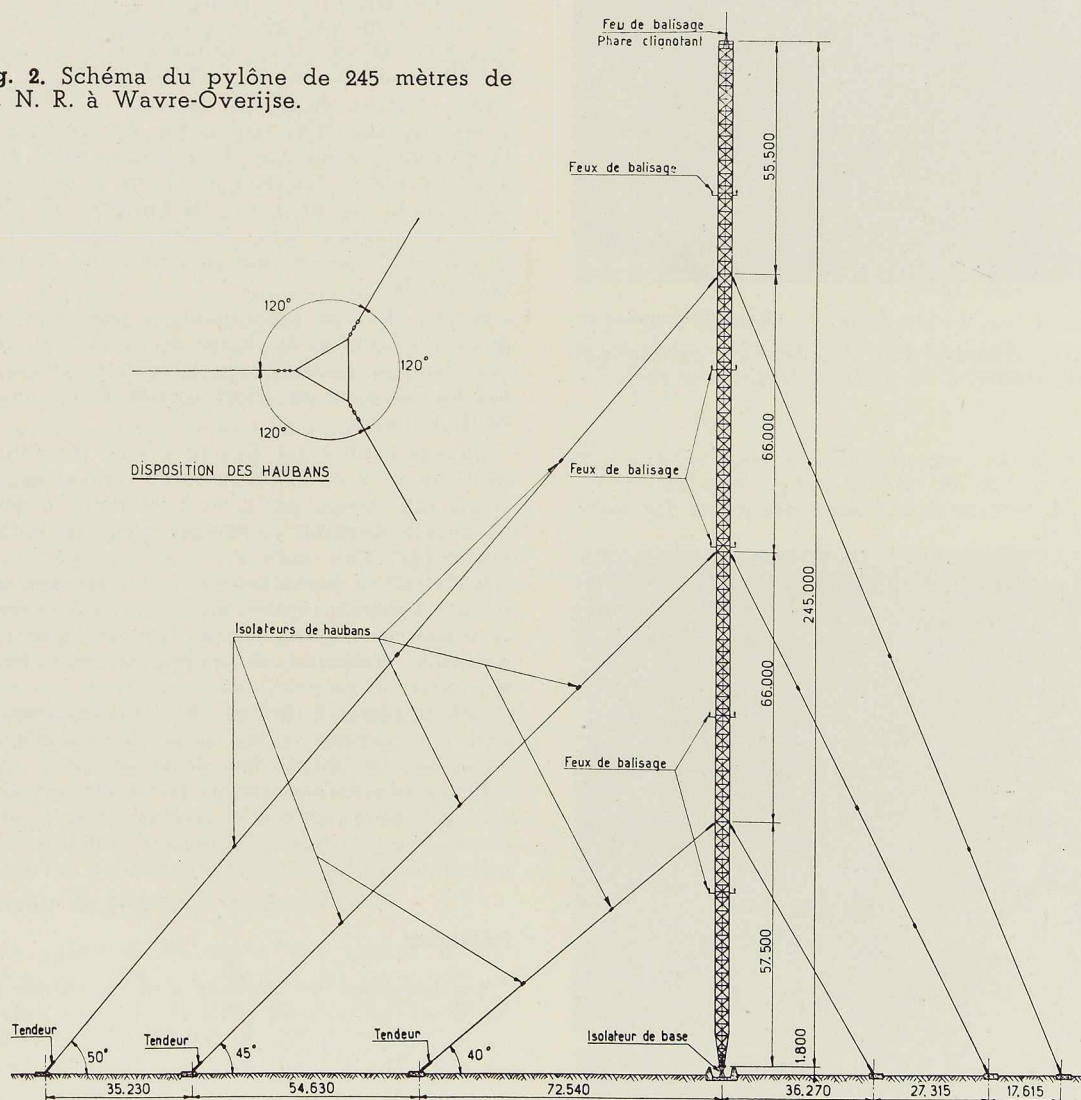


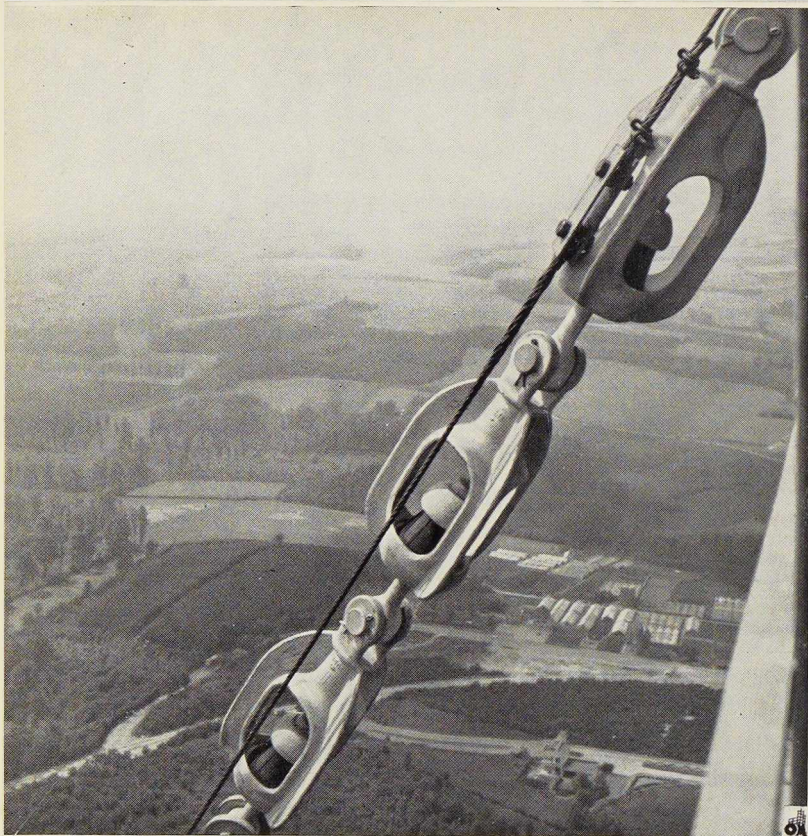
### Protection extérieure

Des précautions particulières ont été prises pour assurer la protection de la charpente contre la rouille. Tous les éléments ont été entièrement métallisés au zinc par le procédé Schoop après

exécution des assemblages soudés. Ensuite, après montage, les pylônes ont subi un traitement de dégraissage et de phosphatation et ont reçu deux couches d'une peinture spécialement adaptée à des surfaces métallisées. La bonne conservation de cette peinture a pu être garantie pour une période

Fig. 2. Schéma du pylône de 245 mètres de l'I. N. R. à Wavre-Overijse.





Photos Pichonnier.

**Fig. 3.** Attache d'un hauban au pylône par l'intermédiaire de trois isolateurs en série.

**Fig. 4.** Serrage des boulons des joints des membrures.



de 10 ans. Préalablement à leur application, des échantillons en avaient été soumis par l'I. N. R. à une étude approfondie dans les Laboratoires de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges.

On a veillé également à assurer une bonne conductibilité électrique des joints, nécessitée par le fait que la charpente doit être mise en tension électrique sur toute sa hauteur, le pylône constituant par lui-même une antenne d'émission.

### Haubans

Les haubans ont été réalisés à l'aide de câbles en acier, d'un seul toron, comportant 61 fils. Le plus petit de ces câbles, utilisé pour la couronne inférieure du pylône de 165 mètres, a un diamètre extérieur de 18 mm et comporte 61 fils de 2 mm de diamètre, tandis que les haubans de la couronne supérieure du pylône le plus élevé ont un diamètre extérieur de 45 mm et sont constitués de 61 fils de 5 mm de diamètre. Le poids total des haubans pour les trois pylônes est de 15 tonnes environ et tous les câbles sont de fabrication belge.

L'acier des fils constituant a une résistance de 140 kg/mm<sup>2</sup> et la charge de rupture du plus gros hauban, contrôlée en laboratoire, a été de 154 tonnes pour un effort maximum en service de 37,4 tonnes.

Chaque hauban est fixé au pylône par l'intermédiaire de 2 ou 3 isolateurs en série et est, en outre, interrompu par 2 ou 3 isolateurs disposés en chaque tiers ou en chaque quart de sa longueur (fig. 3).

Les attaches des câbles aux isolateurs sont réalisées à l'aide de souliers en acier coulé, comportant une cavité conique dans laquelle l'amarrage du câble s'effectue au moyen de zinc fondu (fig. 8).

A leur partie inférieure, les haubans comportent des tendeurs à vis, permettant le réglage de la tension initiale lors de la pose.

Bien que constitués de fils galvanisés, les câbles des haubans ont encore été revêtus extérieurement d'un enduit à base de goudron, afin d'assurer une protection supplémentaire contre la corrosion.

### Isolateurs

Les isolateurs de haubans sont constitués par des montures en acier coulé et des corps isolants en porcelaine, conçus de telle façon que celle-ci ne soit sollicitée que par des efforts de compression. Ces isolateurs sont des pièces d'assez

grandes dimensions et d'un poids relativement élevé, atteignant 180 kg pour le plus grand modèle utilisé à Wavre-Overijse. Les types d'isolateurs ont été choisis de façon à assurer un coefficient de sécurité de 4,5 contre la rupture.

Les isolateurs de base sont composés de deux corps creux en porcelaine, de forme parabolique de révolution, prenant appui l'un sur l'autre par l'intermédiaire de deux calottes sphériques en acier coulé, constituant une articulation à rotule. La calotte de la pièce inférieure comporte un téton pénétrant dans la calotte supérieure afin d'assurer une résistance à la réaction horizontale à la base du pylône.

Ces isolateurs sont munis d'éclateurs, permettant à l'électricité atmosphérique de passer à la terre dans le cas où le pylône serait frappé par la foudre.

L'isolateur de base du pylône de 245 mètres (fig. 9) doit résister à une pression maximum en service de 200 tonnes. La charge de rupture d'un isolateur de ce type, contrôlée par le fabricant, étant de 3 000 000 livres, soit 1 360 tonnes environ, le coefficient de sécurité est supérieur à 6.

Les isolateurs de base sont posés sur la fondation en béton armé par l'intermédiaire d'un matelas antivibratoire constitué par des couches alternées de plomb et d'une matière à base de bois et de résines synthétiques. Ce matelas antivibratoire est destiné à amortir la chute verticale du pylône en cas de bris de l'isolateur de base.

### Balisage

L'éclairage de nuit des pylônes a été réalisé conformément aux prescriptions de l'Organisation Internationale de l'Aéronautique Civile. Chaque pylône porte trois feux rouges, disposés sur les trois membrures et espacés en hauteur de 40 mètres environ. Ces feux comportent deux balises, dont une de réserve, avec dispositif de commande automatique allumant la lampe de secours en cas de déficience de la lampe en service.

En outre, les pylônes de 245 et de 165 mètres sont équipés à leur sommet d'un phare rouge, à lumière clignotante, exigé pour des hauteurs dépassant 100 mètres (fig. 10).

### Calculs de résistance et de stabilité

Le problème du calcul des grands pylônes antennes, du type haubanné, est caractérisé par le fait que ces constructions ne portent aucune charge de service et ne doivent résister qu'à leur propre poids, à la réaction des haubans et à l'action du vent sur l'ensemble.



Photos Pichonnier.

Fig. 5. Opérations préparatoires au hissage d'un tronçon : mise en place du palonnier sur un tronçon placé debout à côté du pylône.

Fig. 6. Vue prise à l'intérieur du pylône, montrant l'échelle et les cadres de contreventement.

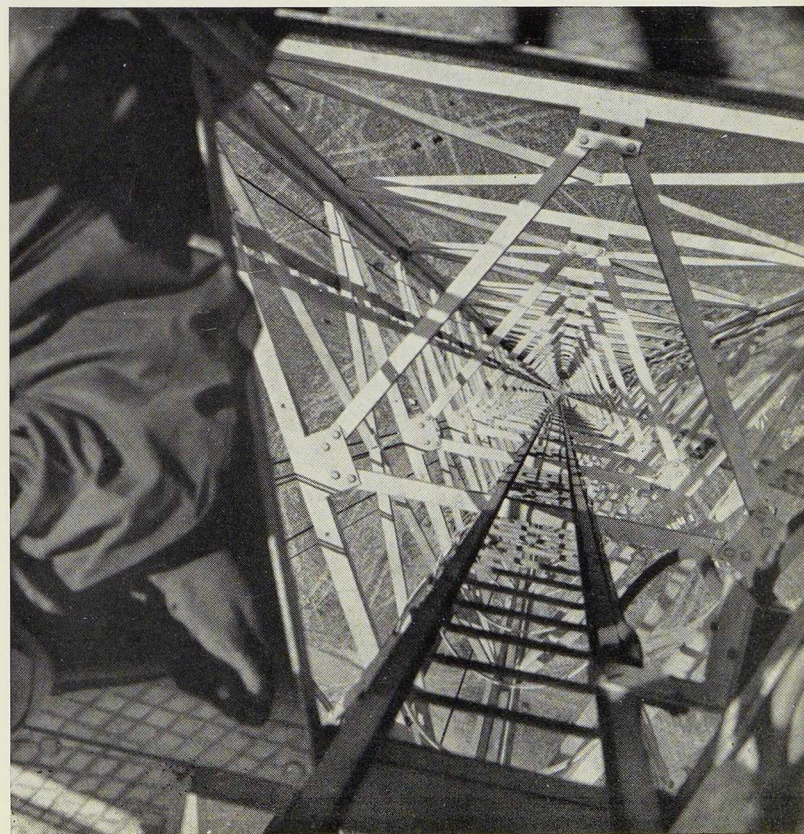




Photo Pichonnier.

Fig. 7. Palonnier de montage au cours de sa descente à vide.

Il apparaît donc immédiatement que c'est l'action du vent qui constitue l'élément prépondérant de la sollicitation de l'ouvrage. Or, il n'avait pas été possible de trouver dans la documentation technique existante, pas plus que dans les prescriptions officielles belges ou étrangères, des données suffisamment précises concernant la pression du vent sur des pylônes de section triangulaire.

Pour cette raison, on a procédé à des essais en tunnel aérodynamique sur modèles réduits conformes à la charpente adoptée pour les pylônes.

Ces essais ont été effectués au Laboratoire du Service Technique de l'Aéronautique à Rhode-Saint-Genèse et ont permis de déterminer les coefficients aérodynamiques à utiliser dans les calculs. Les résultats ont fait l'objet d'un compte rendu dans *L'Ossature Métallique* (n° 11-1950) et il peut être intéressant de signaler ici que leur application conduit, par exemple, pour le pylône de 245 mètres, à une action totale du vent égale à 35 tonnes dans le cas le plus défavorable.

En ce qui concerne les vitesses du vent à adopter dans les calculs, elles ont été prises conformément au Cahier des Charges de l'I. N. R., c'est-à-dire variant entre 32 m/sec. à 30 mètres au-dessus du sol, jusqu'à 41,3 m/sec. pour une altitude comprise entre 240 et 270 mètres.

Le second point qui doit retenir l'attention dans le calcul des pylônes haubannés est la question du déplacement des points d'attache des haubans au pylône. En effet, celui-ci étant calculé comme une poutre continue sur plusieurs appuis constitués par les haubans, il importe de vérifier que le pylône reste rectiligne lorsque les points d'attache des haubans se déplacent sous l'action du vent.

L'étude des déformabilités des haubans conduit ainsi à déterminer les tensions initiales à donner lors de la pose, de telle sorte que les déplacements horizontaux des points d'attache soient proportionnels à leur hauteur au-dessus du sol.

En ce qui concerne les éléments constitutifs de la charpente, ceux-ci ont été proportionnés en admettant un coefficient de sécurité de 3 pour les pièces tendues et de 4 pour les pièces comprimées, d'après les formules de Tetmajer et d'Euler. Cette façon de calculer diffère donc sensiblement des prescriptions de l'Association Belge de Standardisation (actuellement Institut Belge de Normalisation I. B. N.) qui admettent un coefficient de sécurité variable suivant l'éclatement de la pièce.

Tous les assemblages, aussi bien boulonnés que soudés, ont été calculés de façon à obtenir une égale résistance avec les barres assemblées et les extrémités de toutes les barres trouées ont été renforcées par soudure de telle sorte que leur section nette au droit des trous soit égale à la section brute en pleine barre.

Ces dispositions, imposées par le Cahier des Charges de l'I. N. R., sont motivées par la nécessité d'assurer au maximum la sécurité des assem-





blages à l'endurance, aux effets dynamiques et aux variations brusques des efforts et chocs.

### Essais et contrôles

Etant donné l'importance de la construction, des essais très nombreux ont été effectués sur les matériaux et éléments constitutifs intervenant dans l'ouvrage.

Tout d'abord, des essais furent entrepris pour déterminer la capacité portante du sol et leurs résultats ont servi de base aux calculs des fondations des pylônes et des massifs d'ancrage des haubans. On a procédé à deux séries d'essais, exécutés d'une part par l'Institut Géotechnique de l'Etat et, d'autre part, par le Laboratoire d'Essai des Matériaux de l'Université de Bruxelles, sous la direction et suivant les méthodes du Professeur L. Vandepierre. La figure 11 montre un essai de foncement effectué suivant ces méthodes.

En ce qui concerne les aciers, la gamme complète des essais prévus pour la qualité « haute soudabilité », y compris les essais de vieillissement, a été pratiquée sur des éprouvettes prélevées aux laminoirs et à l'atelier. Pour les boulons, on a procédé à des essais de cisaillement sur boulons terminés en plus des essais ordinaires de réception des barres destinées à leur fabrication.

Des modèles en vraie grandeur des joints de membrures ont également été essayés jusqu'à rupture, en vue de déterminer leur coefficient de sécurité effectif et il a été tenu compte des résultats obtenus pour le dimensionnement final des assemblages.

Des échantillons de câbles de chaque diamètre utilisé, munis de leurs souliers d'attache, ont été essayés jusqu'à rupture qui s'est toujours produite dans les câbles mêmes, sans dégradation des attaches.

Un certain nombre d'isolateurs de haubans de chaque type ont été soumis à des essais de contrôle sous la charge maximum de service, leur charge de rupture étant garantie par ailleurs par le fabricant.

**Fig. 8.** Vue prise pendant le hissage d'un hauban, montrant un isolateur de haubans et deux souliers de câbles. On remarquera la façon dont le pylône est posé sur des chevalets afin de ne pas solliciter l'isolateur de base pendant le montage.

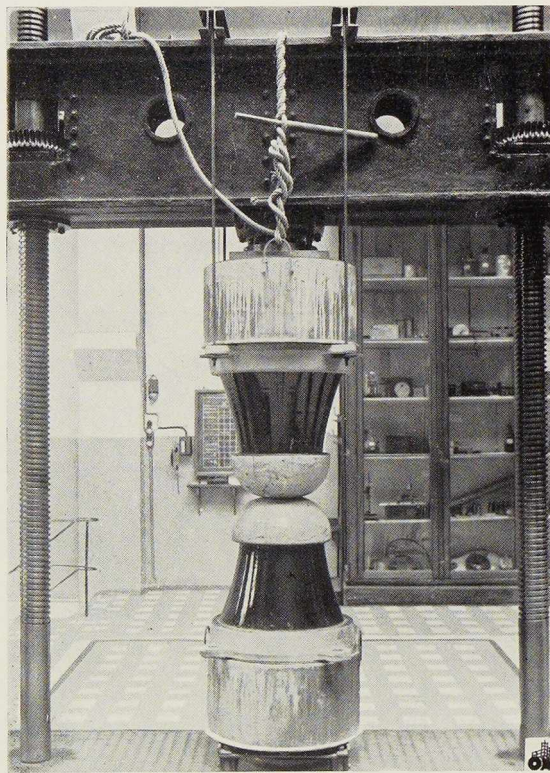
Photo Pichonnier.

Tous les isolateurs de base ont été essayés à leur charge de service, qui fut maintenue en laboratoire durant huit jours.

Les caractéristiques électriques des isolateurs, aussi bien des haubans que de base, ont également été contrôlées en laboratoire.

Tous ces essais furent effectués par le Laboratoire d'Essai des Matériaux et de Laboratoire d'Electricité de l'Université de Bruxelles, sauf les essais des câbles qui furent exécutés par l'Association des Industriels de Belgique.





**Fig. 9.** Isolateur de base du pylône de 245 mètres au cours de l'essai de compression de huit jours au Laboratoire d'Essai des Matériaux de l'Université Libre de Bruxelles. A remarquer les pièces spéciales nécessitées par le montage de l'isolateur dans la machine d'essai.

Enfin, en ce qui concerne les calculs et les plans d'exécution, ils ont été soumis au contrôle du Professeur L. Vandepierre, Directeur du Laboratoire d'Essais des Matériaux de l'Université Libre de Bruxelles, et du Bureau Séco, qui a également suivi l'exécution des travaux.

#### Montage

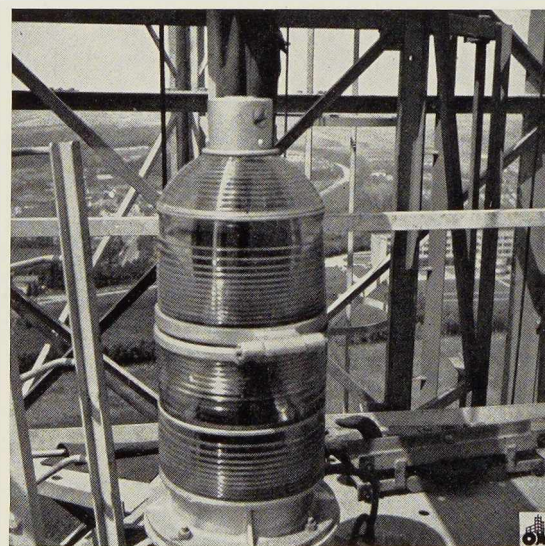
Il est inutile de souligner de quelle importance primordiale est le problème du montage de constructions aussi élevées et il est compréhensible que la solution pratique de ce problème rencontre de nombreuses difficultés. En effet, il s'agit de concilier les nécessités d'une exécution rapide et d'un matériel aussi léger que possible avec toutes les exigences de la sécurité. C'est pourquoi, la

plus grande attention a été accordée à l'étude des diverses opérations et de l'outillage permettant de les réaliser.

La charpente des pylônes fut transportée au chantier par camions, les tronçons étant complètement assemblés à l'atelier. De cette façon, le travail sur place ne comportait plus que le boulonnage des joints des membrures.

Les tronçons, dont la hauteur variait de 6,00 à 8,25 m suivant les pylônes, étaient mis en place au moyen d'un mât de montage qui était fixé sur une des faces du pylône et qui était relevé au fur et à mesure du placement des tronçons. Pour l'opération du hissage, ceux-ci étaient assemblés provisoirement à un palonnier et étaient guidés par deux chemins de roulement placés sur la face du pylône (fig. 5 et 8). Ce guidage était nécessaire pour éviter des chocs qui auraient pu résulter du balancement des tronçons sous l'effet du vent, dont l'action se manifestait très sensiblement aux grandes hauteurs. La tête du mât était munie d'une potence pivotante qui permettait de faire tourner le tronçon et de l'amener à son emplacement une fois qu'il était arrivé à la hauteur voulue.

Le treuil de levage, dont le tambour était garni de 1 000 mètres de câble, était actionné par un moteur électrique, l'énergie étant fournie par un groupe Diesel. Afin d'augmenter la sécurité des opérations et éviter de fausses manœuvres, la



**Fig. 10.** Phare clignotant placé au sommet du pylône de 245 mètres. Vue prise pendant le hissage du dernier tronçon.



commande du travail de levage se faisait aussi bien par l'opérateur au sol que par les monteurs se trouvant sur le pylône, la transmission étant assurée par des relais électromagnétiques. Les monteurs étaient du reste en liaison téléphonique constante avec le poste de commandement à terre.

Chaque fois qu'un tronçon était mis en place, il était haubanné au moyen de trois haubans de montage qui étaient remontés au fur et à mesure de l'avancement du travail. De cette façon, les tensions sollicitant les différents éléments du pylône ne dépassaient jamais, en cours de montage, celles qui étaient prévues en service.

En plus des haubans de montage, il avait été nécessaire d'utiliser des haubans provisoires, qui étaient placés, pour certaines couronnes, aux niveaux d'attache des haubans définitifs qui auraient été sollicités au delà des charges prévues par suite des circonstances du montage. En effet, dans la situation définitive, ces haubans sont en partie déchargés par l'influence des grands porte-à-faux des pylônes au-dessus des couronnes supérieures.

C'est ainsi, par exemple, qu'au pylône de 245 mètres les haubans de la couronne intermédiaire avaient dû être remplacés par des haubans provisoires constitués chacun par quatre câbles de 22 mm de diamètre et les haubans définitifs ne purent être mis en place qu'après l'achèvement complet du pylône.

Les massifs d'ancrage avaient dû être calculés pour subir sans danger les efforts résultant du montage.

Au total, les différents haubans provisoires et de montage ont nécessité près de 4 000 mètres de câbles, des ancrages provisoires métalliques et

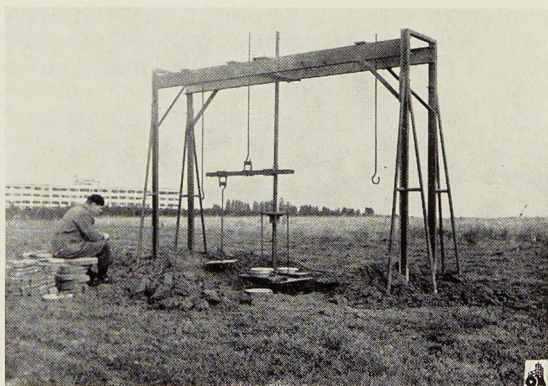


Fig. 11. Essais de compression du sol effectués par la Laboratoire d'Essais des Matériaux de l'Université de Bruxelles.

une série de poulies, mouflages et pièces d'attache.

Afin d'éviter qu'au cours des opérations de montage l'isolateur de base ne subisse des chocs ou des efforts imprévus et incontrôlables, le pylône était porté par trois chevalets (visibles sur la fig. 8) et ne fut déposé sur l'isolateur qu'après son achèvement. Cette dernière opération fut réalisée à l'aide de trois vérins hydrauliques de 50 tonnes.

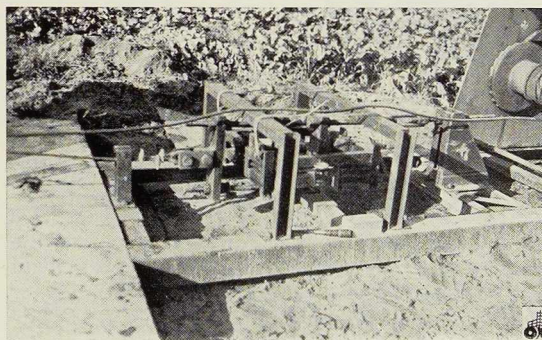


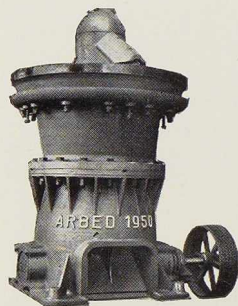
Fig. 12. Dynamomètre pour la mesure des tensions de pose dans les haubans.

Le réglage de la tension de pose des haubans fut effectué au moyen de treuils, la mesure de l'effort étant faite au moyen de dynamomètres à cadres élastiques du système du Professeur L. Vandepierre (fig. 12). Ce travail délicat exigeait un temps calme avec un vent aussi faible que possible.

Le travail de montage débuta le 14 mars 1951 au pylône de 90 mètres et le dernier tronçon du pylône de 245 mètres fut mis en place le 3 juillet 1951. En décomptant les journées d'interruption des travaux par suite des intempéries, le montage des 500 mètres représentant la hauteur des trois pylônes fut effectué en 72 jours. Le travail de montage des pylônes de 90 et de 165 mètres avait été quelque peu ralenti par le temps souvent peu favorable; par contre, celui de 245 mètres bénéficia de circonstances atmosphériques meilleures et put être effectué en 27 jours ouvrables, ce qui constitue une vitesse d'exécution remarquable.

Enfin, il n'est pas inutile de signaler pour terminer que, grâce à l'étude approfondie des opérations, de l'outillage et des mesures de sécurité, le montage de ces pylônes de grande hauteur a pu être mené à bien sans incident et surtout sans accident de personnes.

A. B. et A. J.



## Les grands concasseurs primaires de construction « Arbed »

### Causes du développement dans l'emploi des grands concasseurs de débitage primaires

Dans les carrières permanentes, la mécanisation des moyens de ramassage est actuellement généralisée et la puissance des engins utilisés dans ce but va sans cesse en augmentant.

Primitivement, c'est à coups de masse que des hommes exposés aux intempéries débitaient péniblement et laborieusement sur place les gros blocs de pierres abattus pour obtenir des morceaux transportables à la main. Les morceaux obtenus étaient chargés également à la main, avec non moins de peine, dans des wagonnets. Ces wagonnets, réunis par trains, circulaient vers la station de concassage sur des voies fréquemment ripées, dont le placement et l'entretien étaient un des gros soucis des carrières.

L'introduction du chargement par pelles mécaniques a bouleversé ces méthodes de travail pour le plus grand profit des exploitants et des travailleurs des carrières.

La pelle mécanique est un engin extrêmement robuste et sûr qui effectue très rapidement le ramassage et le chargement. Son conducteur, abrité dans la cabine de la machine, mène seul à bien tout le chargement, si le godet de sa pelle absorbe tous les blocs abattus quelle que soit leur taille. D'ailleurs, pour travailler à haut rendement, la pelle ne doit pas devoir faire de triage car non seulement elle perd alors un temps précieux à séparer du tas les blocs dont la taille dépasse la capacité de son godet, mais l'encombrement qu'elle crée bien vite autour d'elle avec ces blocs lui enlève l'avantage de sa mobilité.

Dans ces conditions, le volume des godets de pelles n'a fait que croître pour améliorer le prix de revient, la sécurité et les commodités du ramassage. Il est actuellement tout à fait courant de voir utiliser dans des exploitations à ciel ouvert de

nos pays des pelles à godets de 2 1/2 — 3 — 4 cu yard (1,9 — 2,3 — 3,1 m<sup>3</sup>) de capacité. L'emploi de ces pelles puissantes a naturellement proscrit l'usage des petits wagonnets, et les installations modernes utilisent le transport par camion qui a résolu en même temps d'une manière économique le problème des voies.

La qualité des pneumatiques fabriqués actuellement permet de faire circuler, dans de très bonnes conditions, des camions de 20 tonnes sur les pistes sommaires tracées dans les carrières.

Les pierres à concasser arrivent donc au débiteur primaire par charges de 5 à 20 tonnes à la fois, de composition très variable, qui peuvent contenir des blocs ayant souvent bien plus d'un mètre de côté, et doivent être fragmentées, à l'allure de plusieurs centaines de tonnes à l'heure, en morceaux tels qu'ils puissent être transportés facilement dans la suite, généralement sur des transporteurs à courroies caoutchouc.

C'est à cette tâche que répondent les concasseurs primaires géants, dont la construction s'est développée, en format comme en robustesse, parallèlement à celle des pelles pour chargement mécanique.

Un développement similaire des procédés d'exploitation s'est produit dans les mines souterraines.

Cette mécanisation des mines place le problème de débitage primaire des minerais dans des conditions semblables à celles réunies dans les carrières à ciel ouvert.

Il faudra donc, pour permettre d'élever à la surface dans de bonnes conditions le minerai abattu, fragmenter les gros blocs le plus près possible de l'endroit où se fait l'abattage. C'est ce qui explique la raison pour laquelle les gros concasseurs primaires sont généralement installés dans le fond de la mine.



Type	CMR 90	CMR 105	CMR 120	CMR 135	CMR 150	CMR 180
Dimensions de l'entrée mètres	0,90 × 0,63	1,05 × 0,80	1,20 × 0,95	1,35 × 1,08	1,53 × 1,20	1,80 × 1,40
Hauteur des mâchoires mm	1 335	1 765	2 120	2 420	2 680	3 050
Poids total de la machine kg	30 000	43 000	60 000	80 000	108 000	185 000
Poids de la plus lourde pièce kg	5 000	6 300	8 300	11 200	15 500	28 000
Force motrice nécessaire CV	65 à 90	80 à 120	100 à 150	110 à 160	125 à 175	220 à 250
Dimension du plus grand réglage mm	125	135	150	200	250	300
Production horaire cor- respondante t	75 à 100	100 à 130	150 à 200	200 à 250	350 à 400	450 à 500
Dimensions du réglage moyen mm	100	110	125	150	200	250
Production horaire cor- respondante t	65 à 75	80 à 100	120 à 150	180 à 220	250 à 300	400 à 450
Dimensions du réglage fin mm	75	85	100	125	150	200
Production horaire cor- respondante t	40 à 60	50 à 75	100 à 120	150 à 180	200 à 250	350 à 400
Poids total d'un jeu de mâchoires (fixe et mobile) kg	1 200	2 000	3 000	3 800	5 000	8 640

TABLEAU I. — Caractéristiques des différents types des concasseurs à mâchoires ARBED (série normale).

### Description des grands concasseurs primaires

a) *Type de machines* : En dehors de quelques cas spéciaux, seuls deux types de machines sont employées pour le concassage primaire des gros blocs : le type à mâchoires à double effet et le type giratoire.

b) *Concasseurs à mâchoires à double effet* : Ces machines sont du type Blake classique dans lequel les matériaux sont fragmentés par compression entre une mâchoire fixe et une mâchoire mobile animées d'un mouvement alternatif.

La figure 2 donne la vue en coupe d'un grand concasseur Arbed.

Les mâchoires (28) sont fixées les unes à l'intérieur de la face avant du bâti (2), les autres sur le balancier (5) articulé à sa partie supérieure autour d'un axe fixe (32). L'arbre excentrique (31) reçoit un mouvement de rotation au moyen de

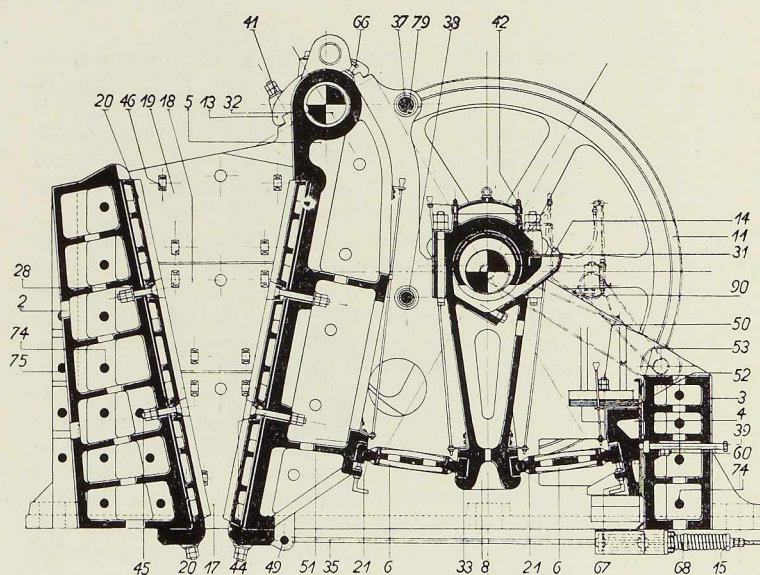
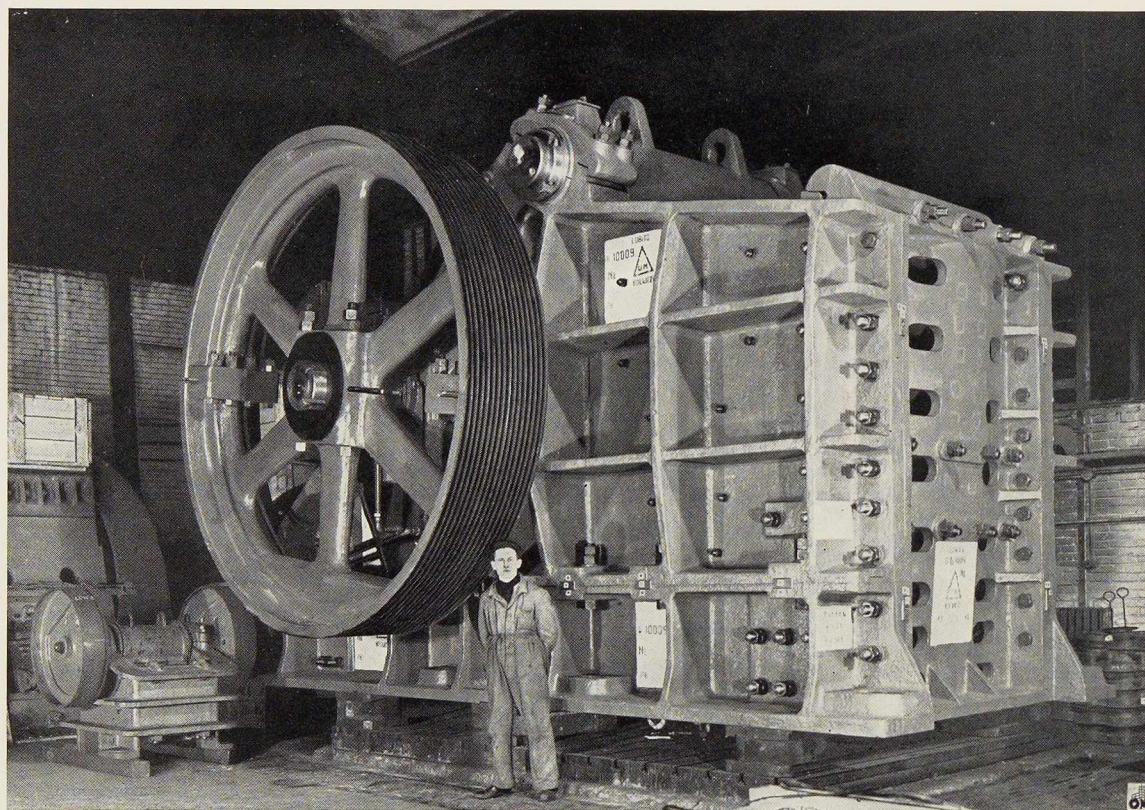


Fig. 2. Coupe d'un grand concasseur à mâchoires ARBED.



**Fig. 3.** Concasseur à mâchoires du type CMR 180.  
(Pour les caractéristiques de ce concasseur, voir tableau I.)

deux poulies volants (11) et communique un mouvement vertical alternatif à la bielle (8). Ce mouvement est transmis au balancier avec la démultiplication appropriée par l'intermédiaire de deux plaques d'articulation, dont l'une (6) prend appui sur un coin fixe réglable, tandis que l'autre s'appuie sur le balancier.

La plaque arrière (6) constituée par deux pièces rivées forme dispositif de sécurité. Le coin de réglage (4) peut être avancé ou reculé de façon à faire varier l'écartement initial des mâchoires. Une tige de rappel (35) et des ressorts (68) maintiennent tous les organes en place.

Le bâti est constitué par quatre robustes pièces en acier moulé électrique assemblées par boulons et clavettes en forme de cadre parfaitement rigide.

La pièce avant supportant la mâchoire fixe est particulièrement robuste, et son assemblage aux flasques latéraux a fait l'objet de dispositions spéciales évitant toute chance de rupture ou de dislocation.

La pièce porte-mâchoire mobile est également en acier moulé.

Les mâchoires sont constituées chacune par plusieurs plaques dentées en acier au manganèse, réversibles et interchangeables, fixées par des coins sur des portées rabotées.

Les plaques d'usure latérales sont aussi en acier à 12-14 % de manganèse.

Les paliers principaux sont solidaires du bâti. Ils sont très largement dimensionnés, et munis de coussinets interchangeables, à garniture de métal blanc. Des chambres pour circulation d'eau sont prévues dans le corps des paliers.

La bielle est en deux pièces assemblées de façon indestructible par de puissants boulons. Elle est aussi munie de coussinets interchangeables en bronze et en métal blanc. Une circulation d'eau peut être envisagée dans le chapeau de bielle.

Les volets d'articulation sont en acier moulé, et munis de rotules interchangeables en fonte dure.



**Fig. 4.** Concasseur à mâchoires ARBED, type spécial surbaissé pour mines.

La partie sujette à usure est donc facile à remplacer et à peu de frais.

Le graissage du concasseur est assuré par circulation d'huile sous pression, en circuit fermé, avec pompe, réservoir et dispositif de filtration.

Le réglage se fait au moyen d'un jeu de cales rapportées sous le siège du volet arrière.

L'angle des volets, et par conséquent le déplacement de la mâchoire mobile, peuvent ainsi être réglés dans certaines proportions.

Enfin deux lourdes poulies-volants assurent l'entraînement de l'ensemble. Un démarreur avec leviers à main facilite le lancement des plus gros modèles.

Les six modèles les plus courants de la série normale des grands concasseurs ARBED répondent aux caractéristiques indiquées au tableau I dont la lecture donne une idée assez complète de la taille de ces machines et des performances que l'on peut en attendre.

La figure 3 montre un concasseur à mâchoires du type CMR 180.

Ce monstre, qui pèse 185 tonnes, a une ouverture d'entrée de 1,800 m  $\times$  1,400 m qui lui permet d'avaler des blocs de 8 à 10 tonnes.

La figure 4 est celle d'un concasseur plus large encore, mais d'une construction spéciale surbaissée qui facilite son installation dans le fond des mines souterraines.

Il peut débiter 600 t/h de minerai de fer concassé en 0/250 mm. Il pèse 115 tonnes et son ouverture d'entrée est de 2 000  $\times$  950 mm.

#### c) Concasseurs-giratoires

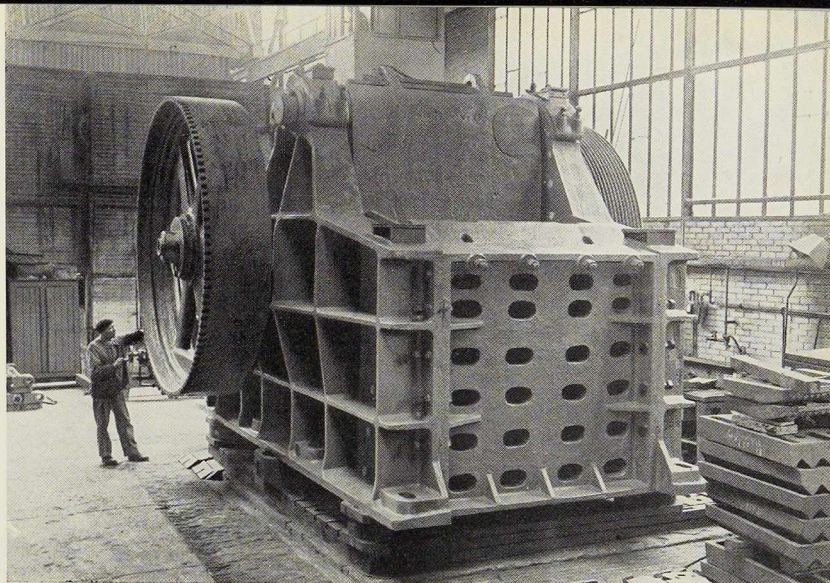
Dans ce type de machine, les matériaux à concasser sont fragmentés par compression comme dans le concasseur à mâchoires, mais cette fois entre une cuve circulaire fixe et un rouleau conique animé d'un mouvement excentrique à l'intérieur de l'espace limité par la cuve.

La figure 5 donne la vue en coupe d'un concasseur-giratoire primaire ARBED.

Le rouleau conique (9) est fixé sur un axe très robuste (41) formant levier. Cet axe a pour point fixe une rotule de suspension supportée par une traverse ou étrier (21) placée au-dessus de l'ouverture du concasseur.

La partie inférieure de l'axe plonge librement dans un manchon excentré (23), dont le mouvement de rotation est commandé par les engrenages coniques (24-25), l'arbre (42) et la poulie (16).

L'axe, et par conséquent le cône fixé autour,

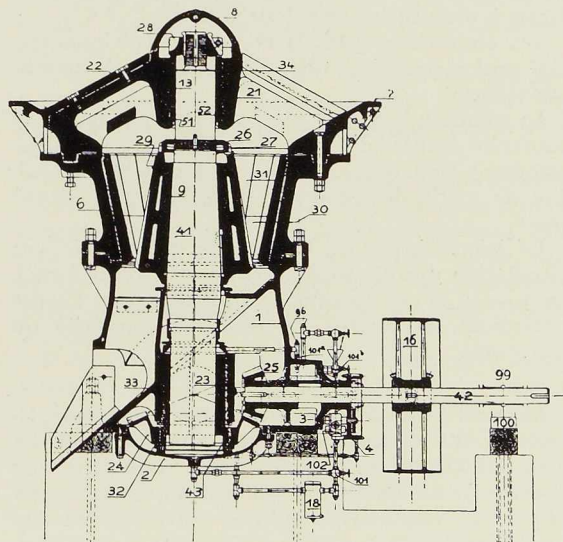


reçoivent de ce fait un mouvement excentrique qui rapproche le cône successivement de chacun des points de la cuve (6).

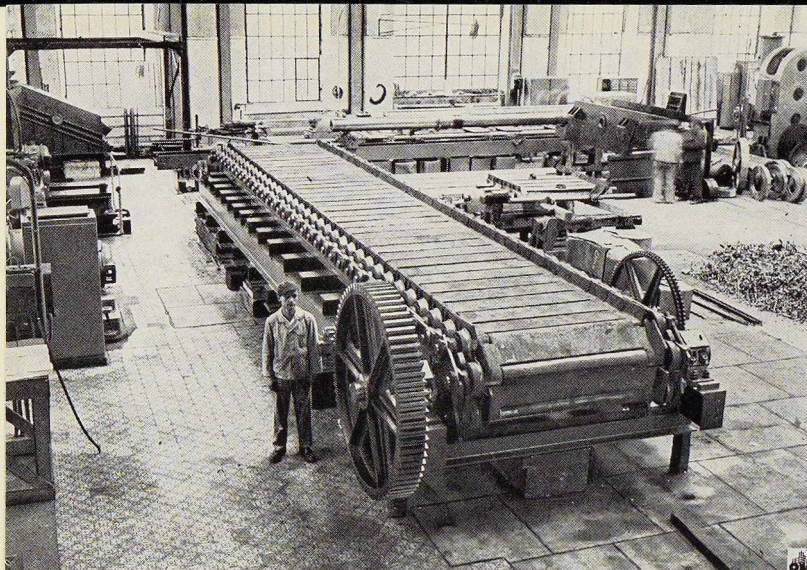
Au cours de ce mouvement les blocs à concasser se trouvent fragmentés par la pression développée et les morceaux réduits quittent la machine par le couloir incliné du bâti (1).

Dans tous les modèles de concasseurs-giratoires primaires ARBED, le bâti principal (1) est un robuste moulage d'acier électrique. La traverse supérieure monobloc à deux bras avec corps central pour la suspension de l'arbre principal est également en acier électrique moulé.

La suspension de l'axe se fait par pivotement sur bagues en acier spécial trempé (51-52) au point de



**Fig. 5.** Coupe d'un concasseur giratoire primaire ARBED.



**Fig. 6.** Alimentateurs à palettes. Largeur 1 500 mm. Longueur 10,50 m.

Cette machine qui pèse 72 tonnes, peut assurer, par exemple, le concassage de 250 à 300 tonnes par heure de minerai de fer tout venant en le réduisant en 0/100 mm.

### Choix du type de concasseur primaire

Sauf dans le cas, assez exceptionnel de matières tout à fait friables, le choix d'un concasseur primaire se limite entre le type à mâchoires et le type giratoire. A poids égal, le concasseur à mâchoires admet des morceaux beaucoup plus gros que le giratoire (fig. 8).

Le concasseur à mâchoires est à choisir en règle générale toutes les fois que le concasseur d'ouverture correspondant à la grosseur maximum à concasser, est d'un débit suffisant pour la production désirée.

C'est le cas le plus général dans les installations de nos pays d'Europe où la production horaire dépasse rarement la capacité du concasseur à mâchoires d'ouverture telle qu'il puisse absorber sans difficultés les plus gros blocs ramassés par la pelle.

Dans les autres cas, le concasseur-giratoire est à choisir. Mais avec les godets de pelle de très grosse capacité que l'on a tendance à utiliser actuellement pour réduire les minages secondaires, on est vite conduit à utiliser des concasseurs-

non giration, donc avec le minimum d'usure. La cuve (6) est en fonte mécanique de première qualité et est garnie de concaves (31) en acier à 14 % de manganèse scellés au zinc et facilement interchangeables.

L'arbre principal (41) en acier forgé spécial traité porte le cône (9) avec manteau extérieur (29) en acier spécial à 14 % de manganèse très résistant à l'usure et fixé au moyen d'un dispositif de blocage automatique (26). L'arbre de renvoi (42) est également exécuté en acier forgé spécial traité.

L'excentrique (23) est logé directement au-dessous du cône et guidé par une buselure faisant partie du bâti-principal (1), donc absolument rigide et mathématiquement centré. Il est garni de métal antifriction et largement dimensionné de façon à réduire les pressions unitaires.

Les engrenages (24-25) en acier électrique spécial sont à denture taillée de précision, à marche silencieuse.

La commande se fait généralement par poulie et courroies trapézoïdales et peut être placée indifféremment en arrière, à droite ou à gauche de l'orifice de sortie des produits, sans changer aucune pièce.

La lubrification de l'ensemble est assurée par circulation d'huile sous pression en circuit fermé, au moyen d'une pompe commandée par l'arbre horizontal. Le circuit de graissage comporte un filtre (18).

\*  
\*\*

La série normale des concasseurs-giratoires primaires ARBED comporte dix modèles dont les caractéristiques principales sont indiquées au tableau II. Les chiffres de ce tableau donnent une idée des dimensions et des capacités de ces machines.

La figure 7 montre un concasseur-giratoire ARBED du type CG 63.



**Fig. 7.** Concasseur giratoire ARBED du type CG 63.





N°	CG 20	CG 25	CG 30	CG 35	CG 45	CG 63	CG 75	CG 95	CG 105	CG 120
Diamètre à l'entrée mm	800	950	1 120	1 300	1 550	1 900	2 200	2 850	3 050	3 400
Dimension maximum des blocs admis mm	200	250	300	350	450	630	750	950	1 050	1 200
Poids total de la ma- chine kg	8 700	13 700	20 000	29 000	47 000	72 000	85 000	140 000	180 000	225 000
Force motrice néces- saire CV	15-25	20-35	30-50	45-65	60-90	90-130	120-160	250	300	350
Dimensions de la poulie mm	800 × 300	900 × 350	1 000 × 400	1 200 × 450	1 400 × 500	1 400 × 600	1 600 × 600	1 800 × 600	1 800 × 750	1 800 × 900
Nombre de tours par minute	400-500	340-450	340-425	320-400	320-380	300-360	280-350	240-300	230-270	220-250
Dimension du plus grand réglage mm	90	110	110	125	140	150	165	200	225	250
Production horaire correspondante t	48	75	120	180	250	330	450	1 000	1 500	2 000
Dimension du réglage normal mm	40	50	60	65	75	80	90	125	150	150
Production horaire correspondante t	20	40	65	80	110	160	210	600	800	1 000
Dimension du plus petit réglage mm	25	35	50	—	—	—	—	—	—	—
Production horaire correspondante t	12	25	50	—	—	—	—	—	—	—

TABLEAU II. — Caractéristiques des différents types des concasseurs giratoires.

giratoires gigantesques de très grand encombrement en hauteur, qui demandent des travaux de génie civil considérables et compliquent les installations.

C'est ainsi que dans certaines installations à très fortes capacités et, en particulier, dans les stations de concassage placées au fond de la mine, on aurait souvent intérêt à installer deux concasseurs à mâchoires plutôt qu'un concasseur giratoire géant.

En dehors de cette question d'absorption des plus gros blocs mise en regard du débit horaire, il n'y a pas d'éléments qui différencient d'une manière assez nette les deux types d'appareil pour influencer le choix.

De toutes les études faites pour tâcher de différencier la forme et la granulométrie des produits obtenus par les deux espèces de concasseurs, on peut conclure avec assurance que ces éléments dépendent du rapport de réduction et de la course, et non du type de concasseur.

Le rendement de la force motrice est légèrement en faveur du concasseur-giratoire, la consommation de pièces d'usure n'est pas sensiblement différente si le concasseur à mâchoires comporte des mâchoires réversibles et interchangeables, la consommation d'huile est à peu près identique, l'encombrement en place du giratoire est inférieur, mais il est notablement supérieur en hauteur, et l'encombrement des pièces à manœuvrer pour le remplacement courant de pièces d'usure est beaucoup plus important, enfin, le concasseur à mâchoires est d'un réglage plus facile et est

protégé par un dispositif de sécurité dont l'équivalent en efficacité n'existe pas pour le giratoire.

#### Alimentation des grands concasseurs primaires

Dans les installations modernes, les matériaux à concasser parviennent donc à la station de concassage primaire par des wagons, des remorques, ou des camions à bennes de 5, 10, 20 tonnes de capacité.

C'est-à-dire par grandes charges de compositions extrêmement variables qui doivent être déversées en une seule fois dans une trémie d'alimentation du concasseur.

Une charge peut être composée uniformément d'éléments de petite taille qui traverseraient le concasseur à la vitesse de la pierre tombant dans une goulotte verticale. Une autre charge, par contre, peut comporter des blocs de dimensions telles qu'ils peuvent à peine passer dans l'entrée du concasseur.

Il est donc précieux d'avoir en tête de l'installation un appareil qui peut répartir dans le temps la charge qu'il reçoit en une seule fois tout en empêchant les formations de voûtes et en dirigeant les gros blocs de la manière la plus favorable à leur passage dans la gueule du concasseur.

C'est le rôle de l'alimentateur placé de manière à former le fond de la trémie d'alimentation, qui assure la sécurité de marche et la régularité de débit de toute l'installation.



Les alimentateurs à palettes construits par ARBED (fig. 6) pour répondre à ces deux besoins, comportent essentiellement un tablier continu extrêmement robuste.

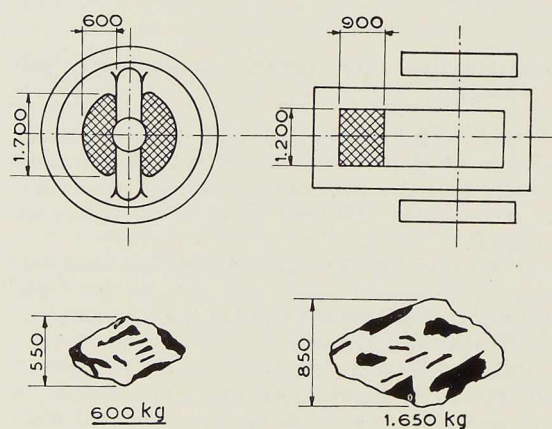
Ce tablier est composé de palettes en acier électrique moulé, fortement nervurées dont les extrémités qui s'emboîtent les unes dans les autres forment charnière autour de forts axes en acier forgé.

Aux deux extrémités de ces axes sont montés des galets en acier moulé à double jante. La jante de plus grand diamètre roule sur les rails supports, tandis que la plus petite s'engage dans la denture des tourteaux d'extrémités qui assurent par leur mouvement l'avancement du tablier.

Le tablier complet repose par ses galets de roulement sur un châssis rigide, exécuté en acier profilés de forte section.

L'entraînement se fait par un groupe moteur-réducteur, une transmission par chaîne et un engrenage en acier électrique à denture taillée.

Lorsque d'importantes variations de débit doivent être obtenues, un variateur de vitesse est intercalé entre le moteur et le réducteur.



**Fig. 8.** Ouvertures comparées et dimension des morceaux admis dans le cas de deux concasseurs primaires de même poids, l'un du type giratoire, l'autre du type à mâchoires.

#### Construction et fabrication des grands concasseurs

Les qualités essentielles que l'on doit exiger de ce genre de machines sont :

Une extrême robustesse de l'ensemble, car la rigidité et la résistance des éléments et de leur

assemblage doivent répondre à des efforts énormes.

Une disposition mécanique la plus simple possible, car toute complication du mécanisme ne peut se faire qu'au détriment de la robustesse et demande des soins qui sont incompatibles avec le travail brutal auquel est soumis l'engin.

Des matériaux de haute qualité, tels que la machine soit de longue durée, pour amortir les gros frais d'immobilisation qu'entraînent son achat et son installation.

Une grande facilité d'entretien, car les concasseurs fonctionnent généralement dans les conditions extérieures les plus défavorables qu'on puisse imaginer.

Une conception comportant des dispositifs tels que l'usure soit réduite au minimum, les ratrapages de jeu commodes, le remplacement des pièces d'usure aisé.

A ces qualités essentielles s'ajoutent évidemment tous les impératifs qui s'imposent aux constructeurs de machines expérimentés et consciencieux.

La division de Dommeldange des ARBED se trouve dans des conditions particulièrement favorables pour atteindre ces objectifs de qualité.

Son expérience dans le domaine de la construction des machines de concassage est ancienne — elle date de près de 30 ans — et fort étendue, puisqu'elle fabrique une très grande variété d'appareils de concassage, de broyage et de criblage, depuis le géant de la figure 3 jusqu'au nain qui se trouve en dessous de son volant.

L'outillage dont elle dispose lui permet d'assurer par ses propres moyens, l'intégralité de la fabrication de toutes les machines qu'elle fournit.

Elle dispose, en effet, d'une aciérie électrique spécialisée dans l'élaboration de toute la gamme des aciers spéciaux alliés, d'une fonderie d'aciers spéciaux spécialisée dans le moulage des très grosses pièces, d'une très grosse forge, d'une fonderie de fonte, d'une fonderie de métaux non ferreux, d'un atelier de construction métallique et de chaudronnerie, enfin de vastes ateliers de parachèvement équipés particulièrement bien pour l'usinage des pièces de grande dimension et la taille de précision des engrenages.

Puisque les barres, profilés et tôles qui interviennent dans la construction proviennent des vastes usines du groupe ARBED, on peut dire que tout ce qui entre dans la fabrication des concasseurs, broyeurs et cribles de Dommeldange a été choisi, fabriqué et contrôlé minutieusement par le constructeur lui-même.

C'est là un privilège assez rare pour qu'il soit mentionné, et qui a donné lieu à de belles réalisations dont l'épreuve du temps a démontré la réussite.



L. Descans,  
Ingénieur principal honoraire  
des Ponts et Chaussées

## Ducs d'Albe en palplanches métalliques

Le premier balisage des anciennes voies de navigation a comporté de simples pieux en bois battus au pied de la digue qui bordait la rivière ou le canal. Ces pieux signalaient la limite des eaux profondes. Des embarcations s'y amarraient au terme de leur course. D'autres les abordaient plus ou moins brutalement au cours de leurs manœuvres.

Dans ces conditions, l'ancien pieu de balisage a été remplacé par un ouvrage plus important, apte à résister à la traction des amarres et à amortir la force vive d'un choc, sans trop de dommages ni pour lui ni pour le navire.

Ces ouvrages, appelés *ducs d'Albe*, se trouvent aujourd'hui sur toutes les voies navigables et dans tous les ports, qu'il s'agisse d'installations de navigation intérieure ou d'installations maritimes. Les uns protègent des ouvrages d'art (des piles de ponts, par exemple). D'autres limitent un chenal d'accès à une écluse, fournissant aux navires les guides ou les points d'appui dont ils peuvent avoir besoin pour embouquer correctement le pertuis de l'écluse. D'autres encore, indépendants ou incorporés dans un mur de quai, portent des bollards pour l'amarrage des navires et sont capables d'encaisser le choc d'un abordage à vitesse plus ou moins réduite.

Les ducs d'Albe *en bois* sont formés de groupes de pieux verticaux ou obliques. Certains ouvrages maritimes comportent jusqu'à 16 pieux inclinés; d'autres sont formés de faisceaux de pieux tous verticaux. Les têtes des pieux sont reliées au-dessus du niveau de l'eau, par des traverses boulonnées ou par des câbles.

Les ducs d'Albe *en béton armé* sont parfois, comme en Loire maritime, des assemblages de pieux et de traverses. Plus souvent, comme à

Rotterdam et au Havre, ils constituent des tours verticales d'une dizaine de mètres de diamètre, pesant, avec leur remplissage en sable, de 1 500 à 2 000 tonnes.

Les ducs d'Albe en *palplanches métalliques* se présentent pour les ouvrages de faible importance sous forme de pieux métalliques isolés ou de groupes de pieux à têtes solidaires. Les palplanches métalliques permettent aussi de réaliser des poutres creuses, de section circulaire ou rectangulaire, convenant comme ducs d'Albe des voies maritimes. Nous décrirons ci-après l'application de ce type d'ouvrages faite assez récemment au port de Zeebrugge et, actuellement, en cours d'extension.

La *sollicitation statique* maxima d'un duc d'Albe correspond à la résistance à la rupture de la plus forte des amarres du navire, soit 30 tonnes environ pour un cargo de 5 000 tonnes et 300 tonnes pour un paquebot du type *Normandie*. Les conditions de résistance statique peuvent toujours être satisfaites par un choix judicieux des dimensions, quel que soit le matériau mis en œuvre.

La *sollicitation dynamique* ne peut pas être définie exactement. Le navire aborde le duc d'Albe sous une certaine obliquité; la composante normale du choc tend à fléchir l'ouvrage, la composante tangentielle à le tordre. Une partie de la force vive du navire est employée à le faire tourner. Une autre fraction (assez faible) est absorbée par les déformations élastiques de sa coque. Dans l'impossibilité de fixer les données du problème avec quelque certitude, on considère la résistance du duc d'Albe comme suffisante s'il peut absorber les effets d'un abordage normal à une vitesse de 0,30 m par seconde si possible,

de 0,20 m au moins. Un bateau d'intérieur de 1 000 tonnes, à la vitesse de 0,30 m, a une force vive de 5 tonnes-mètre environ. Un cargo de 10 000 tonnes présente 50 tonnes-mètre à amortir; un paquebot de 50 000 tonnes, 250 tonnes-mètre. En général, l'absorption de forces vives supérieures à 25 tonnes-mètre exige l'entrée en jeu d'amortisseurs spéciaux, montés sur le duc d'Albe, et dont nous dirons quelques mots à la fin de la présente note.

Pour un matériau donné, la capacité de résistance dynamique peut être caractérisée par le rapport  $\frac{\sigma}{E}$  de la tension admissible au module d'élasticité.

Ce rapport ne dépasse pas  $\frac{1}{4\ 000}$  pour le béton armé et s'élève à  $\frac{1\ 600}{2\ 100\ 000} = \frac{1}{1\ 310}$  pour l'acier. Il en résulte que, pour absorber la même force vive, l'ouvrage en béton armé, fléchissant trois fois moins que l'ouvrage en métal, développera une pression d'impact trois fois plus forte, ce qui peut être désastreux pour le navire abordeur.

Une tour en béton armé servant de duc d'Albe est un véritable écueil pour le navire, qui ne peut l'accoster sans danger que s'il trouve, entre sa coque et le duc d'Albe, des amortisseurs assez puissants. Ceux-ci, en s'écrasant ou en se dérochant sous pression, freinent graduellement la course du navire sur un parcours assez long, notablement plus grand que la flèche prise par le duc d'Albe.

Pour le bois, le rapport  $\frac{\sigma}{E}$  est égal à  $\frac{1}{1\ 000}$  pour une tension de 100 kg/cm<sup>2</sup> et à  $\frac{1}{2\ 000}$  pour une tension de 50 kg/cm<sup>2</sup>. Cette dernière doit s'appliquer aux bois indigènes à cause de la diminution de résistance que subit un bois constamment immergé. La contrainte de 100 kg/cm<sup>2</sup> ne peut être envisagée que pour des bois exotiques, en général très coûteux et pas toujours exempts de défauts.

Au point de vue de la résistance aux actions dynamiques, l'acier est très nettement supérieur au béton armé et, en général, meilleur que le bois.

Les frais d'entretien d'un duc d'Albe varient beaucoup avec la nature du matériau mis en œuvre.

Le béton armé peut être protégé convenablement contre l'action d'eaux salées ou agressives. Mais, trop rigide, le duc d'Albe en béton armé se fissure facilement sous l'effet des chocs. Ces fissures peuvent mettre les armatures à nu et les

exposer à la corrosion. Leur réparation est toujours difficile et souvent imparfaite.

Les pieux d'un duc d'Albe en bois sont battus, en général, avec la partie la plus mince dans le sol, ce qui met à la section d'encastrement, la plus sollicitée, le minimum de la matière la moins saine du bois. Par contre, les assemblages des têtes de pieux sont réalisés dans les tronçons les plus larges et les plus sains. Cela n'empêche pas ces assemblages de se disloquer plus ou moins vite sous l'effet des chocs. Les boulons prennent du jeu. Le bois pourrit ou est mangé par les tarets. Les frais d'entretien d'un duc d'Albe en bois sont relativement élevés. La durée de l'ouvrage dépasse rarement 15 ou 20 ans.

L'acier au cuivre des palplanches métalliques présente une résistance à la corrosion qui leur assure une durée de conservation de 50 ans au moins, de 80 à 100 ans peut-être, même en eaux salées. De nouveaux procédés « anti-rouille » (méthode cathodique ou autre) amélioreront sans doute encore la situation en ce domaine. Suivant certains auteurs, les frais annuels d'entretien d'un duc d'Albe en palplanches métalliques correspondent à 1,5 % des frais de construction et ne représentent que la moitié ou le quart des frais d'entretien d'un duc d'Albe équivalent en bois. Les frais d'exécution peuvent être plus élevés; le capital correspondant à l'amortissement et à l'entretien est toujours plus faible pour le duc d'Albe en palplanches métalliques que pour l'ouvrage en bois.

Les considérations ci-dessus établissent les avantages évidents de l'emploi des palplanches métalliques dans la construction des ducs d'Albe et expliquent le développement rapide de cet emploi depuis une vingtaine d'années.

Les palplanches métalliques se prêtent à la construction de poutres creuses de dimensions variées qui, fichées convenablement dans le sol, peuvent constituer des ducs d'Albe répondant à des buts divers.

Le profil de la figure 1, réalisé en palplanches du type II, de 10 mm d'épaisseur de paroi, fichées sur 8 mètres de hauteur en terrain sablonneux normal, peut amortir le choc d'un bateau de 1 000 tonnes à la vitesse de 0,30 m par seconde; le choc s'appliquant à 5 mètres de hauteur au-dessus du sol. Il a été réalisé, comme ouvrage de navigation intérieure, sur le Neckar.

Les éléments du profil de la figure 1 doivent, pour leur assemblage, subir un pliage assez important. Un pliage au-delà de 30° est, pour des palplanches de grande longueur, une opération coûteuse et peu recommandable, surtout pour des qualités d'acier demi-dur. L'inconvénient de cette



opération disparaît par l'emploi de coins spéciaux d'angles, comme le montrent les deux profils de la figure 2.

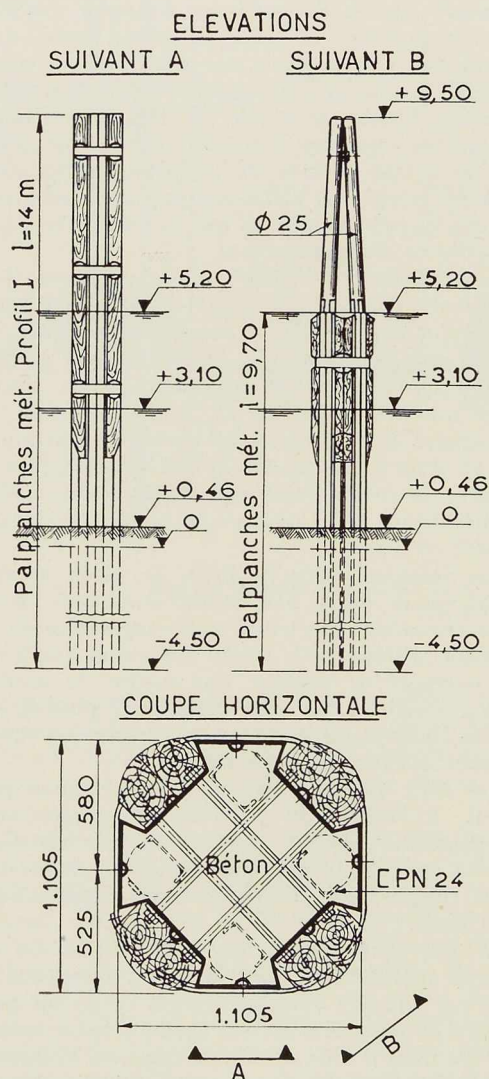


Fig. 1. Détails constructifs d'un duc d'Albe en palplanches métalliques.

Le profil de la figure 3, rectangle de 4,60 m  $\times$  2,60 m, comprenant 24 éléments de palplanches du type IV, de 14 millimètres d'épaisseur de paroi, fichés dans le sable sur 10 mètres de hauteur, peut amortir le choc d'un navire de 5 000 tonnes à 0,30 m par seconde, le choc s'appli-

quant à 11 mètres au-dessus du sol. Il convient à la réalisation d'ouvrages maritimes.

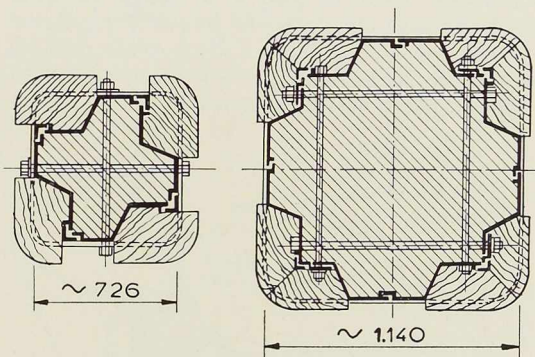


Fig. 2. Ducs d'Albe munis de coins spéciaux d'angles.

La figure 4 donne le schéma d'un duc d'Albe en poutre creuse de section circulaire en palplanches ondulées de profil normal. Le cylindre métallique peut être aussi réalisé en palplanches plates montées et battues autour d'un gabarit de charpente métallique ou de bois. Un duc d'Albe de ce genre a été construit au Havre en 1939. Destiné à l'accostage du *Normandie*, il mesurait 12 mètres de diamètre et 25 mètres de hauteur. Il était capable de résister à un effort de traction horizontal de 300 tonnes. Il fut malheureusement éventré et détruit par les bombardements de 1944.

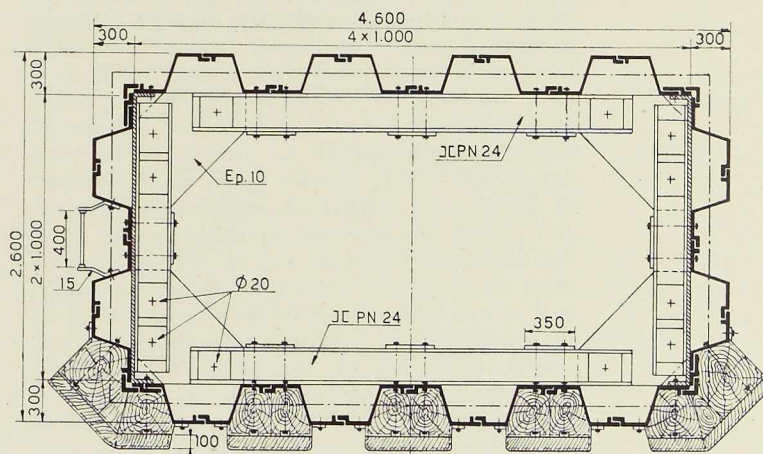


Fig. 3. Profil d'un duc d'Albe comprenant 24 éléments de palplanches métalliques du type IV.

Des profils spéciaux de palplanches permettent de réaliser des pieux métalliques en caissons rectangulaires creux, de 0,30 m à 0,60 m de côté. Quelques pieux de ce genre battus à proximité l'un de l'autre et réunis à leurs têtes par des traverses et des boulons, peuvent former des ducs d'Albe de résistances très variées.

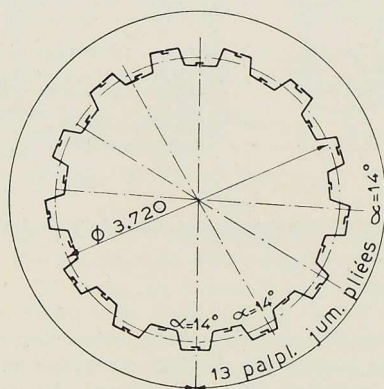


Fig. 4. Schéma d'un duc d'Albe en poutre creuse de section circulaire en palplanches ondulées de profil normal.

Quatre pieux de  $460 \times 267$  m et 10 mm d'épaisseur (fig. 5), fichés sur 6 mètres dans le sable, amortissent, à 5 mètres au-dessus du sol, le choc d'un navire de 1 000 tonnes à la vitesse de 0,26 m par seconde. Neuf pieux, à section rectangulaire de  $690 \times 345$  et 14 mm d'épaisseur, fichés sur 8 mètres amortissent à 11 mètres au-dessus du sol le choc d'un navire de 5 000 tonnes à la vitesse de 0,30 m.

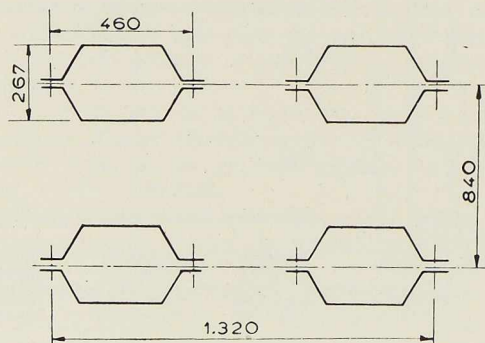


Fig. 5. Schéma des pieux utilisés pour amortir les chocs de navires.

Les boulons d'assemblage des têtes des pieux accolés doivent présenter un certain jeu de manière à éviter une liaison rigide des têtes. Un duc d'Albe qui serait formé de pieux réunis par des traverses rigides en portiques à angles indéformables, pourrait absorber la même force vive qu'un duc d'Albe formé des mêmes pieux, simplement accolés et seulement assujettis à prendre la même flèche horizontale. La déformation horizontale de l'ouvrage à liaisons rigides ne serait que la moitié de celle du groupe de pieux simplement accolés. La pression d'impact au moment du choc serait doublée, ce que le navire abordeur ressentirait dangereusement.

Les faisceaux de pieux accolés subissent une déformation horizontale notablement plus grande que celle des poutres creuses établies pour la même résistance au choc. Les neuf pieux accolés de  $690 \times 345$  mm, dont question ci-dessus, absorbent une force vive de 23 tonnes-mètre en se déformant de 87,5 cm sous un effort maximum de 51 tonnes. La poutre creuse de la figure 3 absorbe la même force vive de 23 tonnes-mètre en fléchissant de 21 cm sous un effort maximum de 213 tonnes.

Les faisceaux, très flexibles, de pieux accolés conviennent donc particulièrement bien pour l'amortissement des chocs sans exagération de la pression d'impact. Ils seront utilement employés en ouvrages de défense. Par contre, la poutre creuse résiste à des efforts statiques plus élevés et son choix se justifie pour des ouvrages destinés surtout à l'amarrage des navires.

Les deux chenaux d'accès, par l'amont et par l'aval, à l'écluse du port de Zeebrugge, sont actuellement jalonnés par des rangées de ducs d'Albe en palplanches métalliques se succédant, dans chaque ligne à 25 mètres de distance l'un de l'autre.

Le rôle principal de ces ducs d'Albe est de donner appui à un navire qui serait drossé contre eux par un fort vent de travers et de lui permettre de reprendre la voie normale en se halant sur les ducs d'Albe de la rive opposée. Des abordages violents sont peu probables de la part de navires qui progressent vers l'écluse, à vitesse réduite, dans une direction bien balisée.

Les ducs d'Albe ont donc été conçus et calculés de manière à présenter une résistance suffisante aux efforts statiques; après quoi, il a été vérifié que leur résistance aux actions dynamiques pouvait être considérée comme satisfaisante.

Chaque duc d'Albe (fig. 6) se présente sous la forme d'une poutre rectangulaire creuse, de  $3,60 \text{ m} \times 2,60 \text{ m}$  hors tout, constituée par 20 éléments de palplanches Belval, du type B. Z. IV N-50,



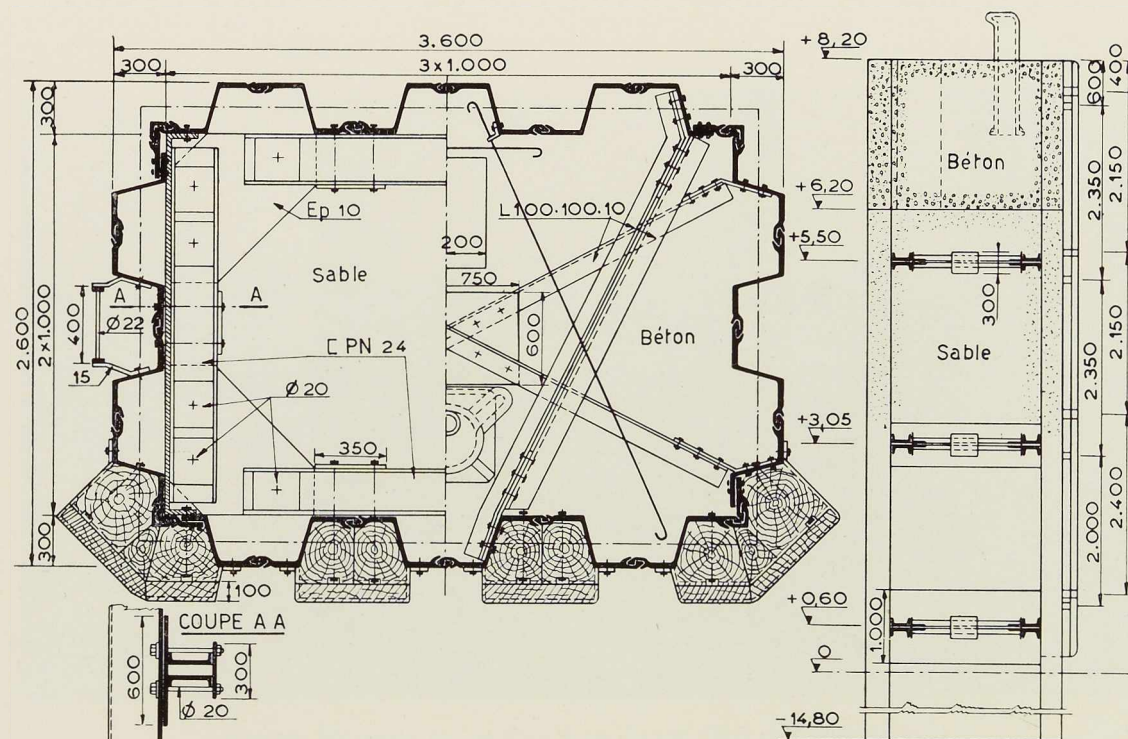


Fig. 6. Détails constructifs d'un duc d'Albe constitué par 20 éléments de palplanches Belval.

les angles étant réalisés par des « coins » (cornières) Belval. Le long côté du rectangle est parallèle au chenal, de manière à développer sur la plus grande surface possible la butée du sol qui s'oppose au renversement de l'ouvrage.

Dans le chenal d'accès du côté de la mer, la tête des ducs d'Albe se trouve à la cote (+8,20) et les palplanches sont fichées à 8 mètres sous le niveau (-6,50) du plafond du chenal, ce qui leur a donné une longueur de 23 mètres environ.

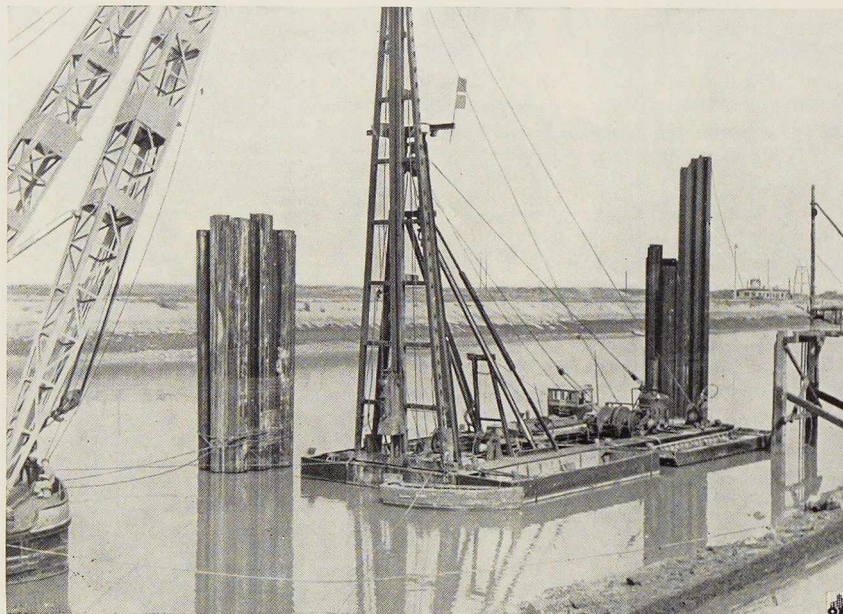
Trois cadres métalliques réunissent les palplanches au-dessus du niveau de marée basse, dans la partie du duc d'Albe qui a été remplie de sable. Ces cadres forment contreventements et, par leurs assemblages aux palplanches, s'opposent aux glissements relatifs de celles-ci lors de la flexion de la poutre.

Dans la partie supérieure du duc d'Albe, sur 2 mètres de hauteur, les palplanches sont réunies par des diagonales en cornières adossées, noyées dans un béton de remplissage. Le massif de béton est armé de quelques fers ronds. Il porte un bollard d'amarrage. Il est traversé par un puits, permettant, en cas de besoin, de remettre à niveau, par remblayage hydraulique, le remplissage inférieur de sable.

Des dosses d'accostage en greenheart forment un manteau protecteur sur la face du duc d'Albe tournée vers le chenal. Une échelle d'accès est logée dans un des creux de la paroi de palplanches.

Les calculs ont montré que chaque duc d'Albe pouvait recevoir, en toute sécurité, un effort horizontal de 30,5 tonnes au niveau du bollard et de 36,5 tonnes au niveau (+4,50) de la marée haute normale. La résistance de l'ouvrage n'est épuisée que sous l'action d'un effort de 102 tonnes à ce même niveau. La déformation horizontale correspondante a été évaluée à 13,5 cm, ce qui permet d'absorber la force vive d'un navire de 5 000 tonnes abordant l'ouvrage de front, à la vitesse de 0,165 m par seconde. Sous cette sollicitation extrême, l'équilibre des terres du sous-sol est rompu par refoulement tandis que le taux de travail maximum dans les palplanches ne dépasse pas 1 140 kg/cm<sup>2</sup>. On peut donc prévoir qu'un abordage violent pourra peut-être incliner le duc d'Albe, mais qu'il ne provoquera ni rupture, ni fatigue dangereuse dans les palplanches. Le redressement et la mise en service du duc d'Albe se feront sans difficulté.

Entreposées sur la rive, les palplanches ont été

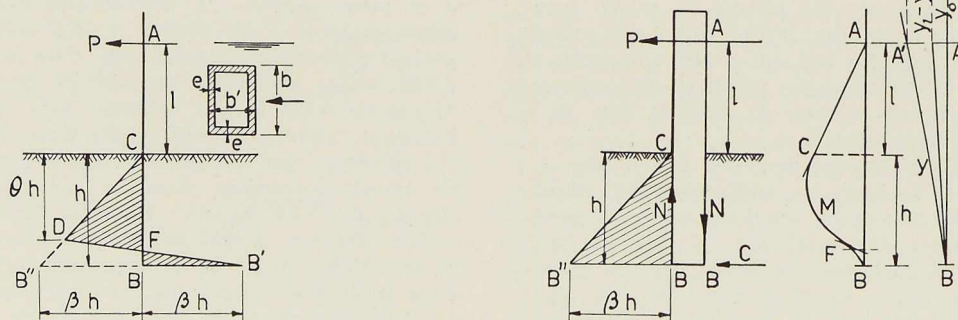


**Fig. 7.** Ducs d'Albe en cours de battage.

emboîtées l'une dans l'autre, par tirage au treuil, en position horizontale, pour réaliser le duc d'Albe en position couchée sur le sol. Quatre robustes cadres en bois ont été provisoirement fixés à la charpente par des bouts de cornières soudés aux palplanches. L'ensemble, consolidé encore par des tirants de 30 mm à proximité des cadres, a été descendu sur un ponton plat, transporté à son emplacement et redressé par une bigue flottante. Après battage des palplanches par des descentes successives de 4 mètres au plus, on a procédé au montage des contreventements métalliques définitifs, au remplissage en sable et au bétonnage de la tête.

La figure 10 montre, à l'arrière-plan, un duc d'Albe monté horizontalement sur la rive; à gauche, un cylindre métallique en voie de redressement; à l'avant-plan, deux ducs d'Albe terminés. La photo de la figure 12 permet de se rendre compte de l'exécution des cadres et tirants provisoires. Deux ducs d'Albe à des stades différents du battage occupent la figure 7.

Au point de vue des *calculs*, le duc d'Albe en palplanches métalliques peut être assimilé à un mât planté dans le sol. La force horizontale  $P$  (fig. 8), traction d'amarre ou force d'impact d'un navire, est équilibrée par les butées et contrebutées du sol. On peut admettre pour celles-ci



**Fig. 8 et 9.** Hypothèses adoptées pour le calcul des ducs d'Albe en palplanches métalliques, assimilés à un mât planté dans le sol.





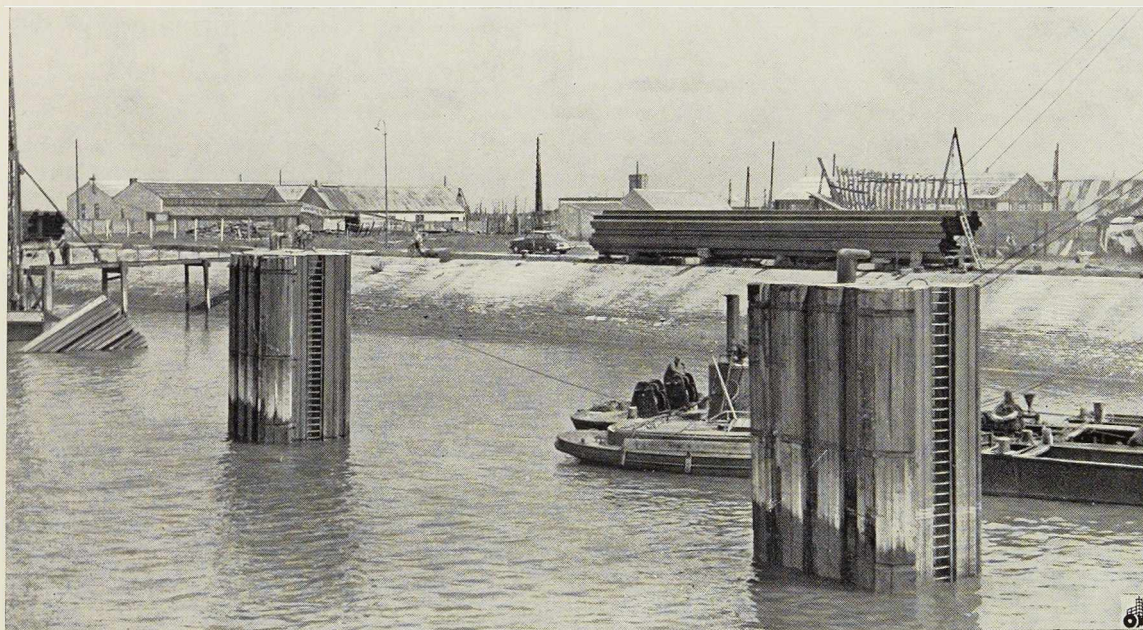


Fig. 10. Montage sur la rive d'un duc d'Albe (à l'arrière-plan).  
A l'avant-plan deux ducs d'Albe terminés.

(hypothèse de Dörr) une loi de variation rectiligne CDFB' caractérisée par les butées maxima ( $\beta h$ ) BB' et BB'' et par la profondeur du point D. Les deux équations d'équilibre statique permettent de calculer la valeur de l'effort P qui provoque en B la grande valeur admissible de la butée du sol. On en déduit facilement la tension du matériau dans la section la plus sollicitée.

Dans une note rédigée en collaboration avec M. Van Rysselberghe, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur du Service spécial de la Côte, à Ostende, parue dans le numéro de juin 1951 des *Annales des Travaux publics*, le lecteur trouvera le développement des calculs que nous venons d'esquisser, des abaques qui les facilitent et le détail de leur application au projet des ducs d'Albe du port de Zeebrugge <sup>(1)</sup>.

D'autres lois peuvent être adoptées pour la butée des terres. Si, par exemple (hypothèse de Blum et figure 9), on concentre les contre-butées en une force isolée au pied des palplanches et si on tient compte des efforts verticaux N s'opposant à l'enfoncement ou à l'arrachement de certains élé-

ments, on obtient pour l'effort P une valeur plus grande que dans l'hypothèse précédente. Il est utile de la considérer pour vérifier si, même à sa valeur limite, au début du chavirement du duc d'Albe, elle ne provoque pas dans l'acier des tensions atteignant la limite d'élasticité.

Le calcul de la déformation horizontale du duc d'Albe au droit de la force P, nécessaire pour déterminer la force vive absorbable, présente quelques complications. Certaines hypothèses simplificatrices permettent quand même, comme on

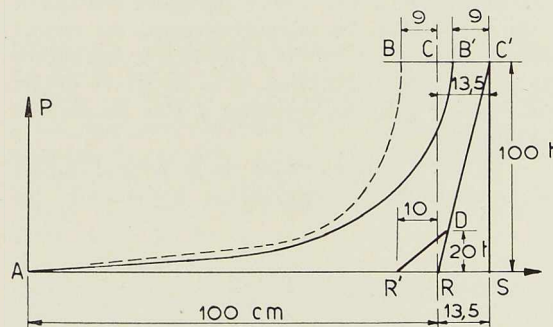


Fig. 11. Force d'impact en fonction du déplacement du navire. (Ducs d'Albe avec ou sans amortisseurs de chocs.)

<sup>(1)</sup> Cette étude comporte le développement des considérations contenues dans la présente note et la justification des chiffres que nous y citons.

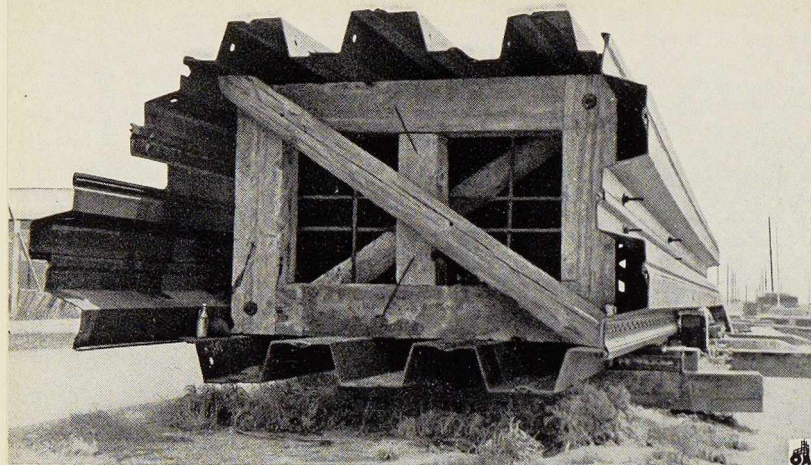


Fig. 12. Cadres et tirants provisoires d'un duc d'Albe.

peut le voir dans la note précitée, d'étudier facilement la résistance d'un duc d'Albe aux actions dynamiques et de comparer, à ce point de vue, divers types de ces ouvrages.

Nous terminerons par quelques mots relatifs à des accessoires intéressants des ducs d'Albe : les *amortisseurs de chocs*.

Les pièces de bois (dosses d'accostage ou « fenders »), fixées au parement d'un mur de quai, amortissent le choc d'un navire en s'écrasant. Ce dispositif, assez brutal, peut être amélioré.

Devant certains quais du port de Malmoe (Suède), sont battus quelques éléments de palplanches métalliques réunis par un chapeau métallique qui s'appuie sur 10 tampons à ressort de 4 tonnes de force chacun. Le navire qui accoste est freiné, progressivement, sur un parcours assez long, et sans dommage pour le matériel, à la fois par la flexion des palplanches et par la compression des ressorts.

Aux quais du bassin du Lek, à Rotterdam, les poutres verticales en bois, formant dosses, sont en contact avec le mur par l'intermédiaire de deux butoirs à ressort qui se compriment à mesure que la dosse se rapproche du mur sous la poussée du navire.

Ce dernier dispositif peut s'appliquer facilement à un duc d'Albe. Le raccourcissement du ressort sous la pression du navire s'ajoute à la flexion du duc d'Albe. Le diagramme de la figure 11 donne par exemple pour un des ducs d'Albe du port de Zeebrugge :

— En RC/S le diagramme de la force d'impact en fonction de la déformation horizontale (au

niveau de marée haute) pour le cylindre en palplanches métalliques accosté directement par le navire;

— En R/DC/S le diagramme de la force d'impact en fonction du déplacement du navire après interposition de deux tampons de choc réagissant chacun à 10 tonnes sur une course de 10 centimètres (type des butoirs du matériel de chemin de fer).

La force vive absorbable (représentée par la surface du diagramme) est augmentée. Le choc est rendu plus doux par le fait que la pression d'impact n'augmente qu'assez lentement pendant la course des tampons.

Les dispositifs à tampons de chocs peuvent présenter une importance assez grande. Certains ducs d'Albe en béton armé, de l'écluse de Terneuzen, sont par exemple protégés par des boucliers métalliques qui prennent appui sur la paroi en béton de l'ouvrage par 9 tampons à ressorts, capables, chacun, d'une réaction de 20 à 25 tonnes.

Pour l'accostage de navires de fort tonnage, on a réalisé des amortisseurs puissants, basés sur le principe des freins hydrauliques. Des appareils de ce type (tels que ceux montés au poste du Verdon, à l'embouchure de la Gironde) seraient d'une installation difficile sur un duc d'Albe.

Il y a une vingtaine d'années, certains ducs d'Albe du port de Kiel ont été dotés d'amortisseurs robustes, formés d'une simple cloche métallique mobile, entourant le noyau de l'ouvrage et descendant assez profondément sous eau. Refoulée par un navire, la cloche provoque entre elle et le duc d'Albe des mouvements d'eau qui créent, comme dans un frein hydraulique, une forte résistance au déplacement de la cloche et du navire.

Certains essais ont montré que, par ce dispositif simple, la force vive absorbable pouvait être au moins quadruplée. La ligne AB/C/S du diagramme de la figure 11 montre, d'après une étude théorique approchée, l'amélioration considérable que la cloche aurait pu apporter à la résistance dynamique des ducs d'Albe de Zeebrugge.

Quelques détails complémentaires, relatifs aux amortisseurs de chocs, figurent à la note déjà citée des *Annales des Travaux publics*.

L. D.

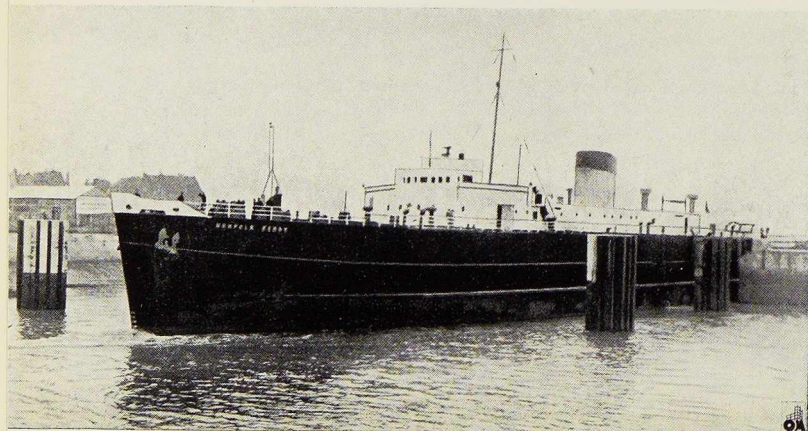
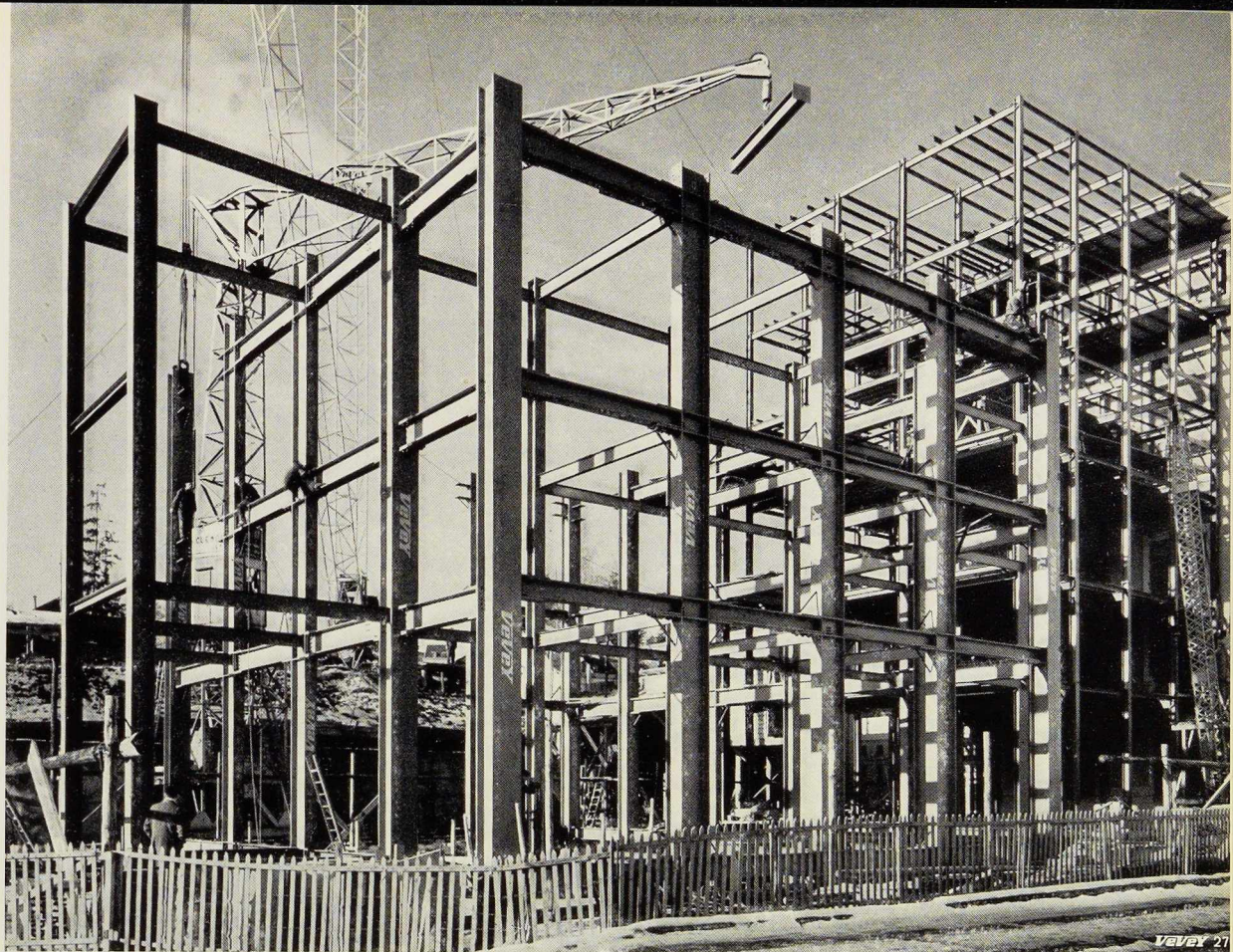


Fig. 13. Le « Norfolk Ferry » passant entre deux ducs d'Albe, à la sortie du port de Zeebrugge.



Ch. Dubas,  
Ingénieur,  
Docteur ès Sciences techniques

## Extension du Palais des Nations à Genève <sup>(1)</sup>

Les anciens bâtiments de la Société des Nations (S. D. N.) à Genève abritent non seulement les services européens de l'O. N. U., mais encore les services centraux de l'O. M. S. (Organisation Mondiale de la Santé). Pour parer à la pénurie de locaux disponibles, il a été nécessaire de prévoir une extension du Palais des Nations. Elle a été réalisée par les architectes J. Carlu et J. Camolletti en surélevant l'un des bâtiments (K) dominant dans la cour du Secrétariat et en construisant dans la dite cour une aile (K<sub>1</sub>).

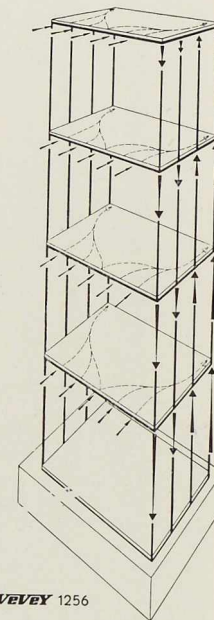
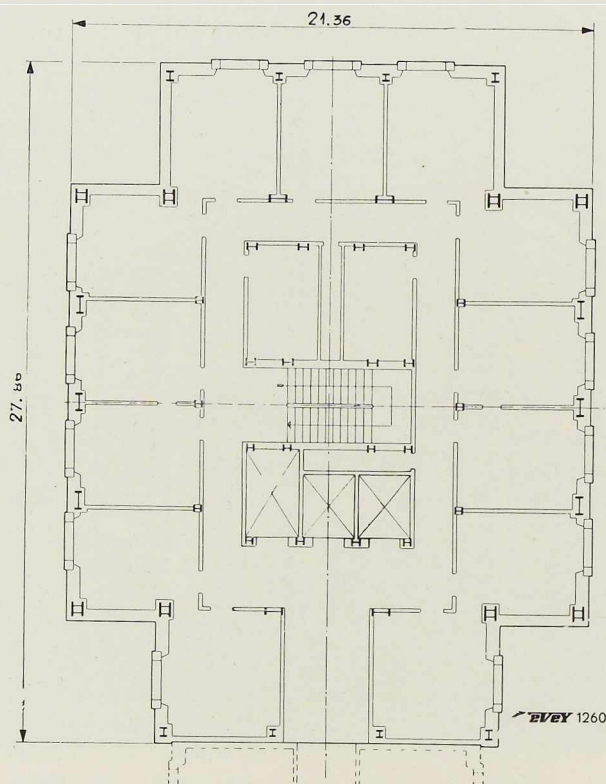
Les travaux ont été confiés aux entreprises de génie civil Ed. Cuénod S. A. et J. Spinetti S. A. qui avaient adopté pour la partie métallique le

projet des Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey, accepté par le maître de l'ouvrage.

Outre ces travaux de charpente, la Société Vevey a été chargée également de la fourniture et du montage des escaliers métalliques du bâtiment de surélévation et du bâtiment principal.

Pour la surélévation du bâtiment K, il s'agissait avant tout de réduire au strict minimum les charges nouvelles à transmettre au sol de fondation sans dépasser les contraintes admissibles du

<sup>(1)</sup> Extrait d'une étude de M. Ch. Dubas, parue dans le *Bulletin Technique Vevey*, n° 1, 1951. La rédaction de cette revue a mis aimablement à notre disposition les clichés d'illustration.



**Fig. 2** (ci-dessus). Tour de base carrée. Transmission des efforts dus au vent.

**Fig. 3** (ci-contre). Plan du bâtiment principal. Le bâtiment de raccordement est amorcé en pointillé.

terrain. Afin de satisfaire à cette condition, le projet établi par les architectes et les ingénieurs-conseils de l'O. N. U. prévoyait d'emblée une ossature métallique avec murs et cloisons en briques, les planchers étant formés de solives en fer avec corps creux et béton léger. L'ossature proprement dite couvre une surface de 36,35 m de longueur et de 13,50 m de largeur. Sa hauteur est de 10,30 m, soit trois étages. Elle est formée de 10 paires de cadres transversaux, composés chacun de deux poteaux et de trois sommiers horizontaux, disposés de part et d'autre des corridors centraux (fig. 4). Dans le sens longitudinal, les cadres sont reliés à chaque étage par deux longerons. La charpente métallique et les planchers sont calculés et exécutés de manière à supporter seuls toutes les charges verticales et tous les efforts horizontaux du vent, les murs et cloisons étant en théorie un simple remplissage. Les solives, sommiers et longerons extérieurs sont formés de

profils normaux en double té (IPN 12 à 28); les poteaux sont des poutrelles de Differdange à larges ailes (DIE 20), de même que les longerons intérieurs (DIE 14 et 16). Pour les pièces terminées en atelier, on a utilisé uniquement la soudure à l'arc électrique tandis que l'assemblage sur place se faisait entièrement par boulons. Les besoins de l'architecture nous ont obligés à supprimer entièrement les goussets d'angle entre les sommiers et les poteaux. Grâce à la soudure, cette suppression ne présente pas de difficultés. On remarquera, à la figure 5, que la transmission des efforts est absolument correcte, notamment en ce qui concerne les moments fléchissants, qui passent intégralement d'une pièce à l'autre.

Le bâtiment  $K_1$  se compose de deux parties : un bâtiment principal et un bâtiment de raccordement jusqu'au palais actuel (fig. 3). Le bâtiment principal couvre une surface en forme de croix,



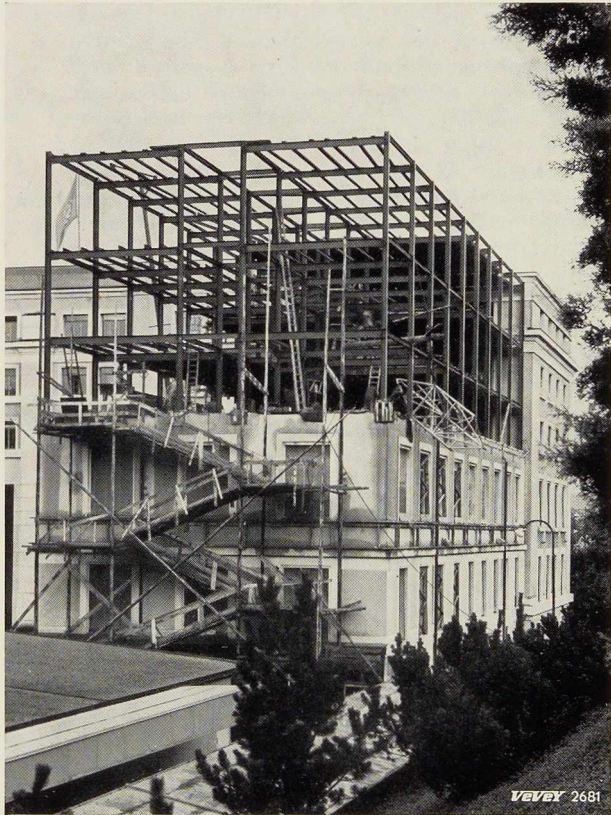


Fig. 4. Vue de l'ossature terminée du bâtiment K surélevé.

inscrite dans un rectangle de 27,86 m de longueur et de 21,36 m de largeur (fig. 3). Il a une hauteur d'environ  $23,50 \text{ m} + 4 \text{ m} = 27,50 \text{ m}$ , soit six étages et un attique, mais il a été prévu pour recevoir éventuellement vingt étages et un nouvel attique. Pour la tour éventuelle, seule une ossature métallique pouvait être retenue pour exécution, et ceci à tous points de vue : coût des travaux, réduction des charges sur le sol de fondation, encombrement réduit des poteaux, rapidité de construction, facilité en cas de changement ultérieur dans la disposition des locaux.

Dans la construction d'un gratte-ciel, la transmission des charges verticales au moyen de poteaux *ad hoc* ne présente pas de difficultés spéciales. On utilise pour cela des poutrelles à larges ailes, éventuellement renforcées par des semelles. Remarquons à ce sujet que les laminaires américains sont en mesure de fournir aux constructeurs de ce continent une gamme de

poutrelles à larges ailes plus riches qu'en Europe, où les gratte-ciel sont en nombre réduit et de dimensions modestes, comparés à ceux du Nouveau Monde. Quant à la transmission au sol de fondation des efforts horizontaux provenant du vent soufflant sur les façades, il forme le problème principal de l'étude.

Lorsqu'il s'agit d'une tour à base carrée, il est tout naturel d'utiliser les quatre façades formant poutre-caisson pour résister à la flexion du vent. Pour obliger les façades elles-mêmes à rester bien planes, c'est-à-dire pour transmettre à toute la poutre-caisson les efforts locaux du vent, il est rationnel de se servir des planchers tels quels, ces derniers étant très rigides et peu sollicités par ce mode de faire. Le système résistant au vent se compose dès lors d'une poutre-caisson à quatre parois verticales raidies par une série de cloisons horizontales (fig. 2). On logera bien entendu dans chacune des quatre façades un cadre aussi rigide que possible.

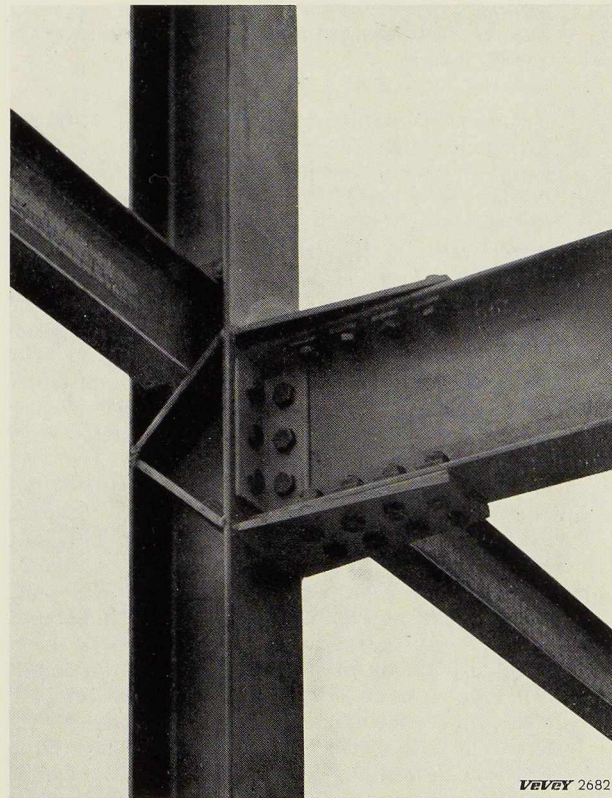


Fig. 5. Détail d'un nœud soudé au bâtiment K surélevé.

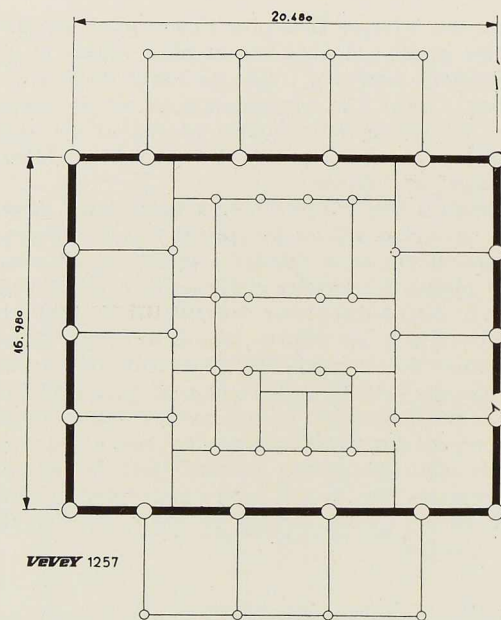


Fig. 6. Bâtiment principal. Cadres de contreventement.

Comme le bâtiment principal de l'O. N. U. est une tour à base en croix, il est parfaitement logique, pour obtenir une transmission simple des efforts et par là une construction rationnelle, de loger deux des cadres de contreventement dans deux façades et de faire traverser aux deux autres cadres les bras de la croix, en n'utilisant les façades que sur un faible tronçon (fig. 6). Le calcul a montré que le système ainsi choisi possédait une rigidité parfaitement suffisante. Il était dès lors absolument inutile de vouloir construire les cadres les plus larges possibles et compliquer par là toute l'ossature. Le gain de rigidité ainsi obtenu n'aurait d'ailleurs pas été important. En effet, il ne faut pas oublier que, grossièrement parlant, le cadre est une poutre fléchie, vidée en grande partie de sa résistance à l'effort tranchant et qu'il importe en général bien plus d'augmenter la section des colonnes que leur espacement pour faire croître sa rigidité. Les calculs comparatifs exécutés par notre bureau technique lors de la mise au point du projet définitif ont parfaitement confirmé ce point de vue. Le problème a ensuite été examiné de manière systématique par le Professeur F. Stüssi, Recteur de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, qui a bien voulu se charger de l'expertise de l'ossature métallique dont il est question ici.

L'ossature métallique du bâtiment principal est

donc formée de deux parties : tout d'abord quatre cadres servant de contreventement en jonction avec les planchers, puis une série de poteaux avec traverses et planchers, eux-mêmes formés de solives métalliques avec hourdis de terre cuite recouverts d'un béton de pouzzolane. Tandis que les poteaux des cadres de contreventement supportent aussi bien les efforts dus au vent que les charges verticales, les autres poteaux ne transmettent pratiquement aux fondations que des charges verticales. En effet, la rigidité de ces derniers est faible par rapport à celle des poteaux des cadres. En outre, leurs attaches aux traverses ne permettraient pas la transmission de moments fléchissants importants. En fait, ces poteaux ne font donc que suivre les mouvements de la construction sous l'effet du vent sans opposer de résistance appréciable. Il n'en est pas de même des murs et des cloisons, bien que leur influence ait été négligée dans le calcul.

Quant aux sections, remarquons que les traverses et les poteaux ont tous été formés de pou-

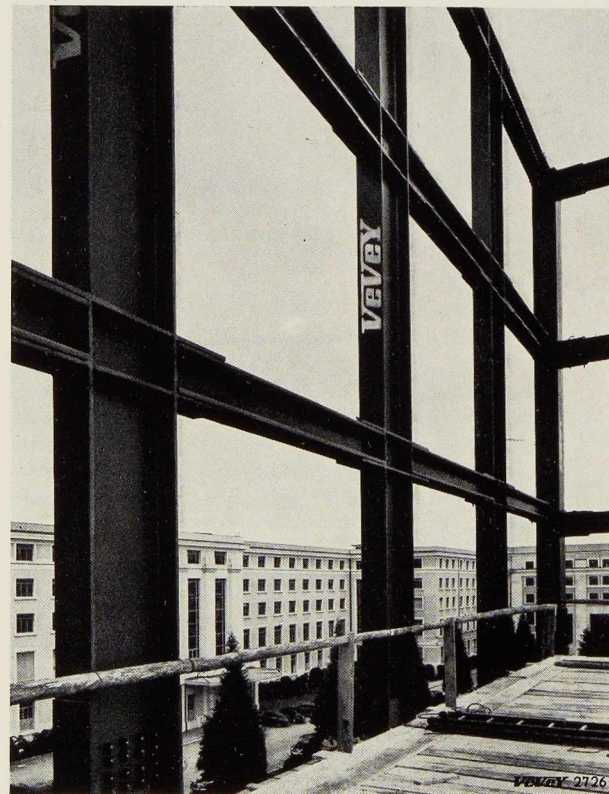


Fig. 7. Cadre de contreventement en montage.



lrelles à larges ailes de Differdange sans semelle (profils DIE et DIN jusqu'à 70; pour certaines traverses où la place faisait défaut, on a même utilisé des DIR 30). Quelques poteaux, notamment les poteaux d'angle qui font partie de deux cadres de contreventement et doivent de ce fait résister dans les deux sens, ont été formés par deux poutrelles soudées le long de leurs ailes (fig. 7).

Dans le but de diminuer le travail sur place, il y a intérêt à terminer en atelier de très grosses pièces, étant bien entendu que l'on doit tenir compte des possibilités de transport et de manutention au chantier. Il est évident qu'un montage à blanc est nécessaire en usine, afin de supprimer les retouches coûteuses sur place. Pour de grandes constructions, il ne peut s'agir que d'un montage partiel et à plat de chacune des pièces principales avec celles qui s'y attachent. Il ne faut pas oublier dans ce cas que les pièces doivent encore pouvoir être déplacées légèrement au montage les unes par rapport aux autres. S'il s'agit d'assemblages rigides à la flexion, on ne peut plus utiliser simplement des fourrures. On prévoira alors le perçage en atelier de certains trous à un diamètre inférieur au diamètre définitif avec alésage sur place.

La charpente du bâtiment principal de l'O. N. U. a été conçue et exécutée selon les principes énoncés ci-dessus et qui se sont avérés fort judicieux. Un travail méthodique en atelier, notamment l'emploi de gabarits de perçage et un contrôle sévère à tous les stades d'exécution, a permis un montage aisé. La difficulté était d'autant plus grande que les trous des boulons tournés et fortement sollicités des cadres de contreventement devaient avoir un jeu maximum de 0,2 mm, conformément aux normes de la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes (S. I. A.), dont l'application avait été exigée par le maître de l'ouvrage au moment de la soumission. Il importait d'autre part de ne pas tolérer un jeu plus important pour que la transmission des efforts du vent soit correcte et pour que le déplacement horizontal provoqué par lui soit conforme aux prévisions. Nous espérons que, lors d'un prochain article, nous pourrons exposer le problème des attaches poteaux-traverses des cadres de contreventement (fig. 7), notamment en ce qui concerne l'exécution des soudures. Quant aux attaches à mi-hauteur des poteaux, elle ne présentent point de difficultés spéciales, même celles des cadres de contreventement qui transmettent d'importants efforts de flexion et dont les boulons ajustés doivent entrer dans les trous avec le jeu maximum de 0,2 mm indiqué plus haut. En ce qui concerne le montage, notons que l'emploi de la soudure

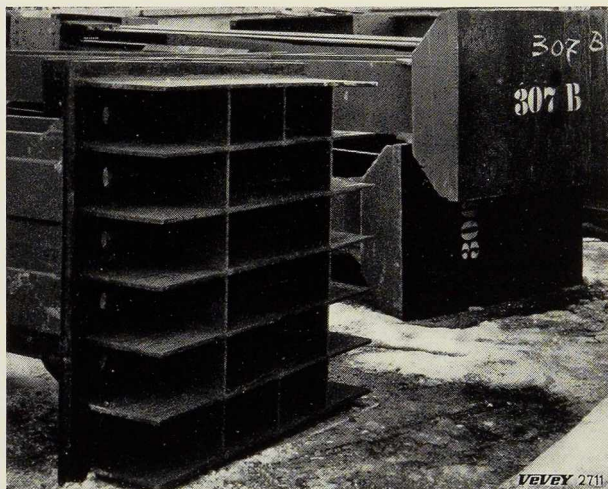


Fig. 8. Bâtiment principal. Pieds de poteaux en dépôt sur le chantier.

électrique sur place aurait certainement repoussé de plusieurs semaines l'achèvement des travaux, à cause des intempéries. Comme engin de levage, nous avons dressé un derrick tubulaire à triple membrure. Son mât atteint une hauteur de 50 mètres, tandis que le bras soulève une charge de 8 tonnes avec un rayon d'action de 35 mètres et de 6 tonnes à 40 mètres. Il pouvait de la sorte desservir tout le chantier y compris le dépôt des fers et procéder au déchargement de ces derniers. Pour les petites pièces légères, on a en général pu utiliser la grue des entreprises Cuénod et Spinedi (fig. 1) et réserver de la sorte le derrick pour la manutention des pièces les plus lourdes. La figure 8 montre un détail d'exécution du pied de quelques poteaux appartenant aux cadres de contreventement tandis que le déroulement des opérations de montage est visible sur la figure 1.

Il n'y a rien de spécial à dire au sujet de la charpente métallique du bâtiment de raccordement (fig. 1), qui couvre une surface de 13,96 m de longueur et de 12,40 m de largeur, avec une hauteur de 23,60 m soit 6 étages comme le bâtiment principal. Cette charpente est en principe identique à celle du bâtiment de surélévation. Au rez-de-chaussée, la suppression de deux poteaux pour le grand hall d'entrée a cependant nécessité le renforcement des quatre poteaux voisins au premier étage et des quatre traverses qui les relient, de manière à former un cadre suffisamment robuste et rigide.

C. D.

Ch. Dubas,  
Ingénieur,  
Docteur ès Sciences techniques

## Estacade pour blondins à Salanfe (Suisse) <sup>(1)</sup>

Cette estacade métallique, d'un poids de 600 tonnes environ, est destinée à supporter les deux pylônes-moteurs des blondins qui serviront au bétonnage du barrage de Salanfe, en Valais. Elle se compose de 11 chevalets distants de 6,80 m les uns des autres, de deux voies de roulement doubles de 17,70 m d'écartement entre leurs axes, d'un plancher de montage et de démontage des blondins, d'une passerelle latérale pour deux voies de wagonnets servant à l'amenée sous les blondins du béton et de tout autre matériel, ainsi que des étrésillons et des contreventements nécessaires pour assurer la stabilité et une bonne rigidité de l'ouvrage (fig. 2).

Chaque chevalet est lui-même formé de trois éléments principaux : une colonne arrière verticale, une colonne avant inclinée et une contre-fiche joignant le haut de la colonne avant avec le bas de la colonne arrière (fig. 2). La colonne arrière transmet au sol les efforts verticaux dus aux chariots arrière des pylônes des blondins. La colonne avant supporte avec la contre-fiche les efforts normaux et latéraux provenant des chariots avant des pylônes des blondins.

L'effort de traction maximum dans la contre-fiche est environ une fois et demie plus grand que l'effort de compression maximum. Cette dernière peut d'ailleurs n'être plus sollicitée du tout, même sous une charge assez élevée.

Ainsi les chevalets sont conçus de manière à transmettre directement, avec le moins de matière possible, les efforts des blondins au sol de fondation. Les colonnes avant et arrière sont formées de deux poutrelles de Differdange à larges ailes

(DIE 26 à DIN 40). Dans le plan de chaque chevalet, les deux poutrelles sont reliées par une double série de cornières soudées à l'intérieur de leurs ailes et par des diaphragmes. Latéralement, les colonnes sont tenues entre elles à l'aide de treillis légers formés de quatre cornières avec diagonales ou diaphragmes soudés. Cet ensemble fait que les colonnes ont un faible élancement et partant un poids assez réduit malgré la grande hauteur et les efforts à supporter (fig. 1).

Les voies de roulement sont formées, l'une de 2 I DIE 50, l'autre 2 I DIN 60 solidement étrésillonnées et renforcées par des semelles soudées aux endroits les plus sollicités.

Toute la construction est soigneusement contreventée pour avoir une bonne rigidité ainsi qu'une bonne résistance aux efforts en tous sens lors du travail des blondins et sous l'effort du vent violent qui souffle fréquemment sur le plateau de Salanfe. Dans le plan des colonnes avant, se trouve à chacune des extrémités un contreventement en K ou en V très rigide, formé de quatre cornières avec diagonales et diaphragmes.

Il en est de même dans le plan des colonnes arrière (fig. 2). Quant aux voies de roulement, elles sont reliées par un contreventement en K dont elles forment les membrures, tandis que les traverses en sont les montants. Pour les diagonales, on a choisi des treillis légers ou des poutrelles sous le plancher de montage des blondins.

La conception de l'estacade frappe à première vue par le nombre élevé des chevalets et la faible portée des voies de roulement. Il ne faut cependant pas oublier qu'avec un écartement des chevalets sensiblement plus grand, le montage eût été plus onéreux puisque nous avons pu nous contenter d'un portique avec porte-à-faux de 5 m pour une charge maximum de 5 tonnes. Ce por-

(1) D'après une étude de M. Ch. Dubas parue dans le *Bulletin Technique Vevey*, n° 1, 1951, qui nous a prêté les clichés d'illustration.





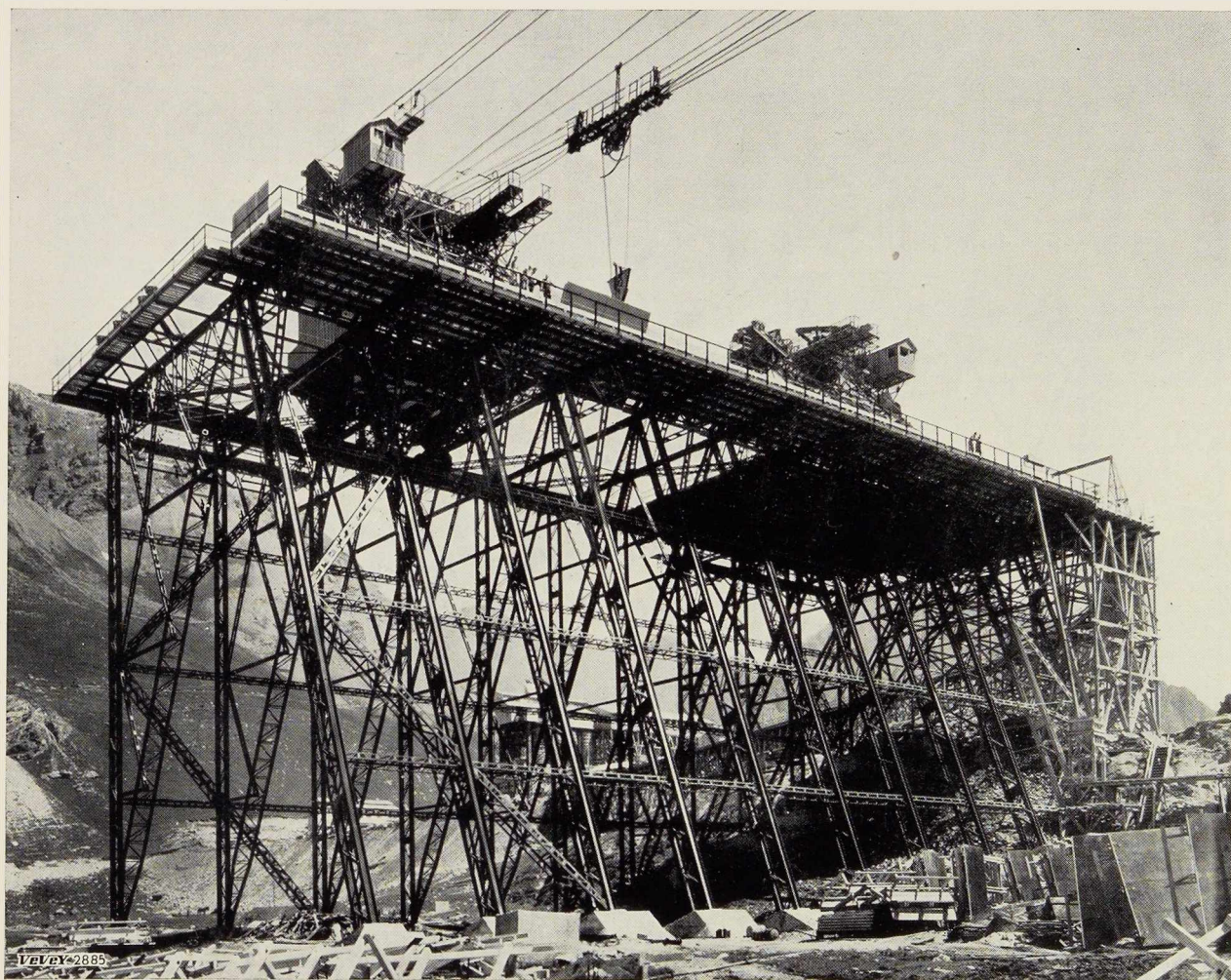
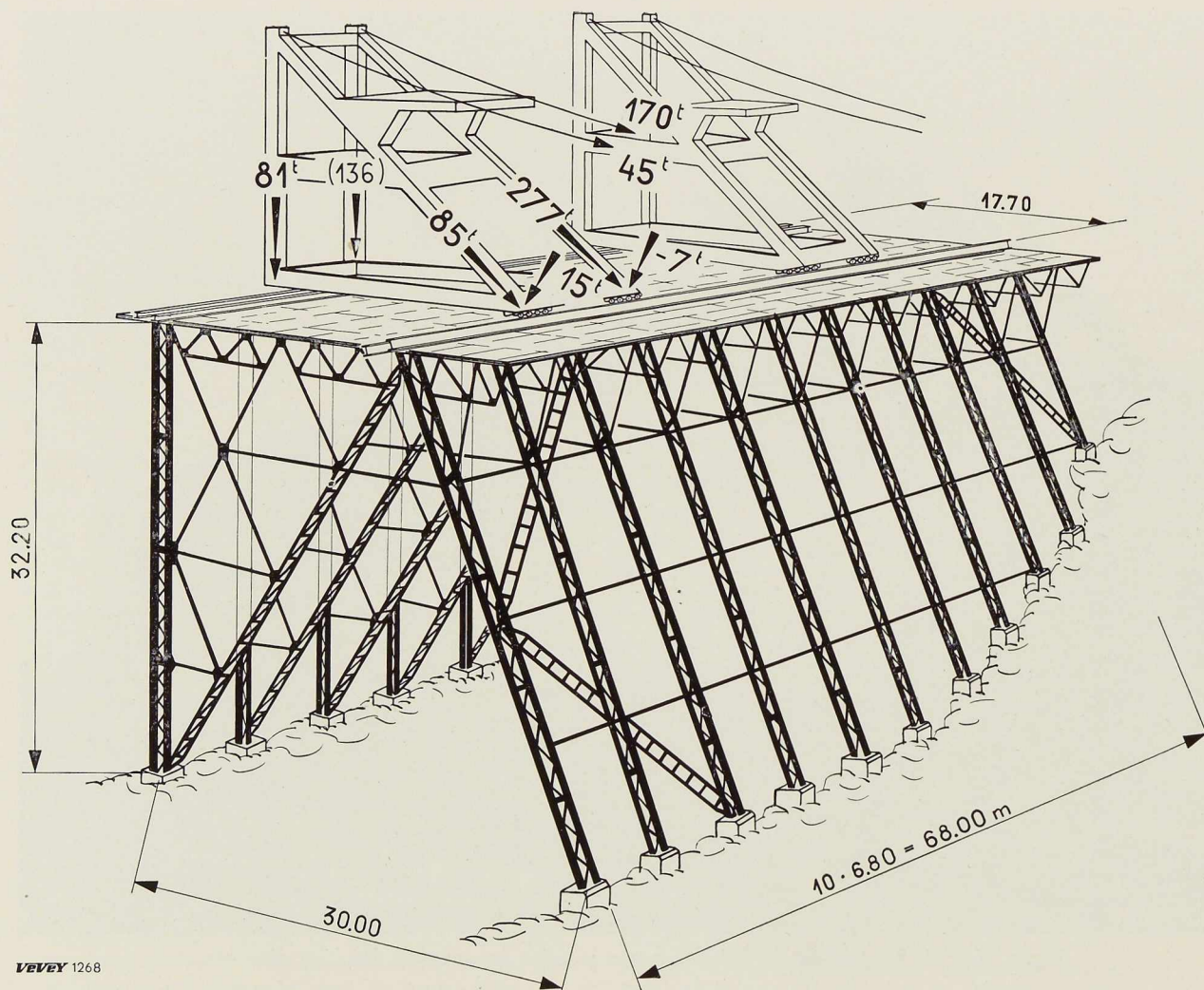


Fig. 1. Vue de l'estacade de Salanfe après la mise en service des blondins amont.

tique déchargeait les pièces arrivant sur l'estacade en construction par une simple voie de wagonnet et les mettait directement en place de manière définitive. Les pièces ont été entièrement soudées en atelier et boulonnées au montage. Là encore cette solution a permis de poursuivre le montage pendant tout l'hiver malgré le froid intense, la neige et le vent glacé (altitude 1 930 mètres), afin que les travaux de bétonnage puissent débuter au printemps de cette année, conformément au programme établi par la S. A. Salanfe.

Le projet primitif de l'estacade métallique commandée en été 1948 a subi diverses modifications et renforcements, alors que tous les fers nous

étaient déjà parvenus des laminoirs. En effet, l'emplacement de l'usine à béton ayant été changé, il fallut placer sur l'estacade les pylônes-moteurs des blondins en lieu et place des pylônes de renvoi et élargir la passerelle pour permettre l'arrivée des wagonnets servant au transport des bennes de béton. En outre, la transformation du barrage évidé en un barrage-poids nécessita aussi quelques modifications de l'estacade. Tous ces travaux ont pu être exécutés assez aisément en soudant des semelles sur certaines colonnes et en certains points des voies de roulement. Enfin, un renforcement du grand contreventement horizontal permit également de soulager les colonnes en les rendant solidaires.



VEVEY 1268

Fig. 2. Schéma du système portant de l'estacade.

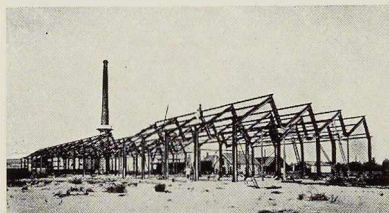
Le blondin amont a été mis en service au début de juillet. Il sert actuellement à l'évacuation des déblais des fouilles, au transport des coffrages et au bétonnage du barrage. Un second blondin sera prochainement mis en service.

Vu l'importance de l'ouvrage, il est apparu indispensable d'effectuer un certain nombre de mesures des contraintes et des déformations. Les mesures principales par *strain-gauges* ont été exécutées sur une des dix travées par les soins du Laboratoire d'Essai des Matériaux de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne. D'autres mesures complémentaires ont été faites au moyen

de tensomètres. En même temps on a relevé les déformations de la poutre de roulement et les vibrations engendrées par le blondin de service. Toutes ces mesures ont prouvé la bonne tenue de l'estacade en montrant que les contraintes et les flèches étaient normales et conformes aux prévisions. Aucun phénomène de résonance n'a été constaté. Bien au contraire, les vibrations provenant du blondin ou des trains circulant sur la passerelle latérale sont rapidement amorties et absorbées par la construction.

C. D.





## Construction d'une charpente industrielle aux Pays-Bas

Il y a quelque temps la Fabrique de Quinine à Maarssen, dans la province d'Utrecht (Pays-Bas) avait confié à la Société De Vries Robbé et C<sup>ie</sup> de Gorinchem la construction d'une usine de produits chimiques. Le maître de l'œuvre avait exigé une toiture en shed sans appuis intermédiaires dans les deux baies de 12,50 m. Pour arriver à cette fin, on avait pensé tout d'abord de placer, pour des portées de 6,25 m, des poutres dans le sens longitudinal du bâtiment. La longueur de

ces poutres toutefois aurait dû avoir la longueur totale du bâtiment, c'est-à-dire 50 mètres, ce qui n'était pas possible.

Le constructeur proposa alors une solution originale qui fut acceptée. Elle consista à réaliser une construction auto-portante à nœuds rigides.

En raison des tensions de compression et du voilement existant dans les semelles inférieures, le choix se porta sur les profils Grey DIN.

Ces profils ont été utilisés également pour les

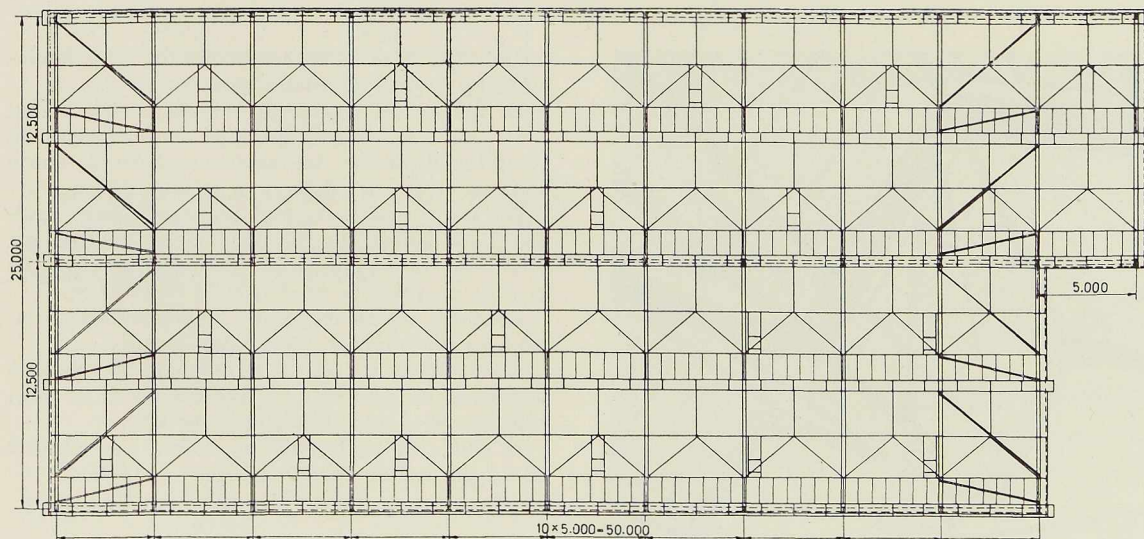


Fig. 2. Vue en plan du bâtiment de la Fabrique de Quinine à Maarssen (Pays-Bas).

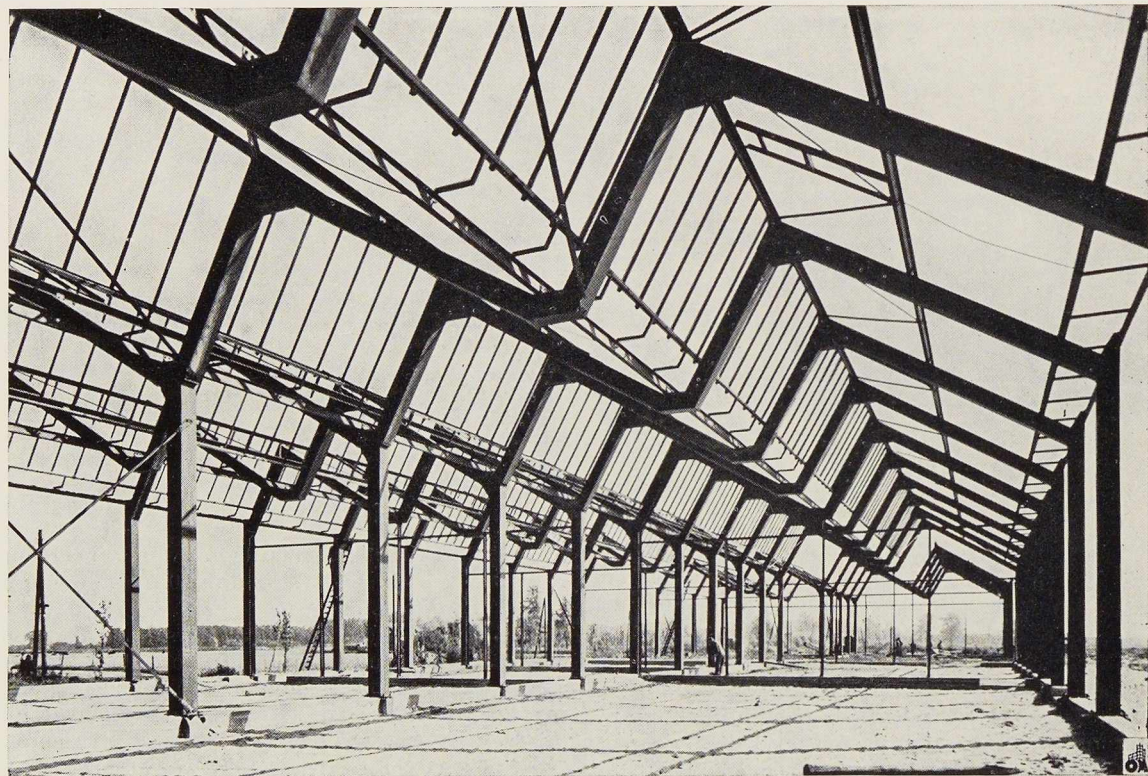
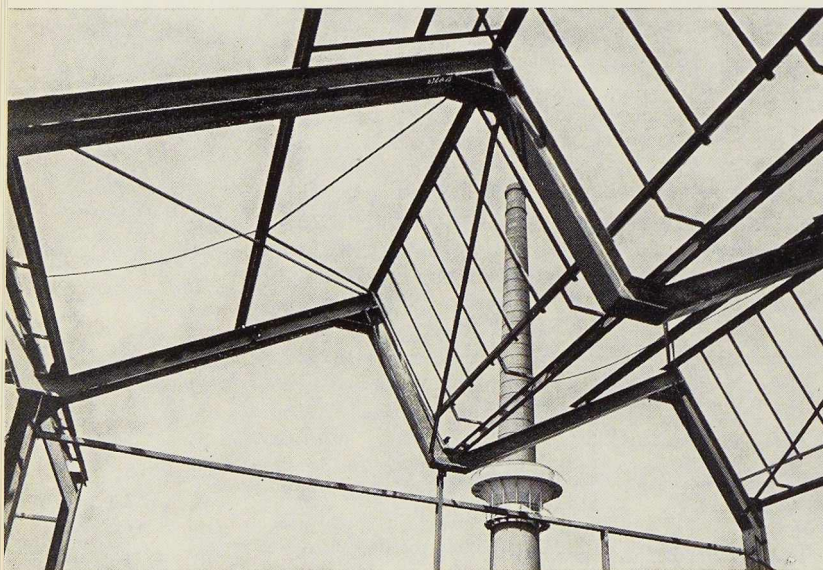


Fig. 3. Vue de l'ossature métallique de la Fabrique de Quinine à Maarsssen (Pays-Bas).



colonnes; celles-ci sont encastrées dans les fondations au moyen de quatre plats en acier.

La toiture est recouverte de plaques de Bims; l'étanchéité est obtenue par une double couche de produits bitumeux. Les surfaces vitrées de sheds sont en verre armé de 6 à 8 mm d'épaisseur.

Les murs extérieurs sont en maçonnerie, revêtue d'un enduit; en vue d'éviter les fissures, cet enduit ne fut appliqué qu'après l'achèvement de la mise en place de la charpente métallique.

Les murs intérieurs, d'une longueur de 12,50 m sont en maçonnerie d'une demi-brique.

Au droit de ces murs se trouvent des fermes normales, on peut de cette façon déplacer la paroi sans compromettre la stabilité du hall.

Le poids de l'acier mis en œuvre s'est élevé à 68 kg par m<sup>2</sup> de surface bâtie.

Fig. 4. Détail des fermes en shed portant la toiture.



V. Roisin,  
Ingénieur A. I. Br.,  
Docteur en Sciences appliquées,  
A. Sariban,  
Ingénieur A. I. Br.,  
Docteur en Sciences appliquées,  
S. Zaczek,  
Ingénieur A. I. Br.

## Pratique des poutres continues quelconques <sup>(1)</sup> (2<sup>e</sup> partie)

### 8<sup>o</sup> Les moments d'encastrement parfait

a) Les poutres à inertie variable

α) Poutre encastree aux deux extrémités

1. Surcharge : Force concentrée F (fig. 15).

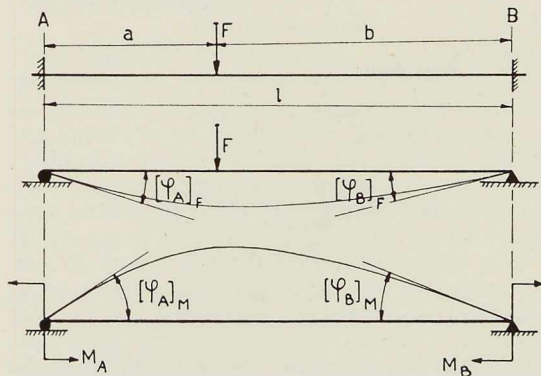


Fig. 15.

Pour trouver les moments en A et B dus à la force F, on raisonne sur une poutre AB simplement appuyée. Sous l'influence de la force F, les déformations angulaires sont :

en A :

$$[\varphi_A]_F = \frac{1}{l} \int_0^l \frac{\partial \mathcal{N}}{E \cdot I_x} x' \cdot dx$$

$$= \frac{F}{E \cdot l^2} \left( b \int_0^a \frac{x \cdot x'}{I_x} dx + a \int_a^l \frac{x'^2}{I_x} dx \right)$$

en B :

$$[\varphi_B]_F = \frac{1}{l} \int_0^l \frac{\partial \mathcal{N}}{E \cdot I_x} x \cdot dx$$

$$= \frac{F}{E \cdot l^2} \left( b \int_0^a \frac{x^2}{I_x} dx + a \int_a^l \frac{x \cdot x'}{I_x} dx \right).$$

La condition d'encastrement parfait exige que ces angles soient nuls. Il faut donc appliquer aux appuis des couples de moments  $M_A$  et  $M_B$ , tels que les déformations angulaires qui en découlent soient égales et de signes contraires à celles dues à la force F, c'est-à-dire :

$$[\varphi_A]_F = -[\varphi_A]_M \quad [\varphi_B]_F = -[\varphi_B]_M.$$

Comme on sait que :

$$[\varphi_A]_M = M_A \cdot \alpha_{AA} + M_B \cdot \alpha_{AB}$$

$$[\varphi_B]_M = M_A \cdot \alpha_{BA} + M_B \cdot \alpha_{BB}$$

avec :  $\alpha_{AB} = \alpha_{BA} = \beta$

on trouve les valeurs des moments  $M_A$  et  $M_B$ .

$$M_A = \frac{F}{E \cdot l^2} \frac{\alpha_{BB}}{\alpha_{AA} \cdot \alpha_{BB} - \beta^2}$$

$$\times \left[ \frac{\beta}{\alpha_{BB}} \left( b \int_0^a \frac{x^2}{I_x} dx + a \int_a^l \frac{x \cdot x'}{I_x} dx \right) \right.$$

$$\left. - b \int_0^a \frac{x \cdot x'}{I_x} dx - a \int_a^l \frac{x'^2}{I_x} dx \right]$$

$$M_B = \frac{F}{E \cdot l^2} \frac{\alpha_{AA}}{\alpha_{AA} \cdot \alpha_{BB} - \beta^2}$$

$$\times \left[ \frac{\beta}{\alpha_{AA}} \left( b \int_0^a \frac{x'^2}{I_x} dx + a \int_a^l \frac{x^2}{I_x} dx \right) \right.$$

$$\left. - b \int_0^a \frac{x^2}{I_x} dx - a \int_a^l \frac{x \cdot x'}{I_x} dx \right].$$

2. Surcharge uniformément répartie p (fig. 16).

En répétant le même raisonnement que plus haut, on arrive à :

<sup>(1)</sup> La première partie de cette étude a été publiée dans le N<sup>o</sup> 9-1951 de *L'Ossature Métallique*.

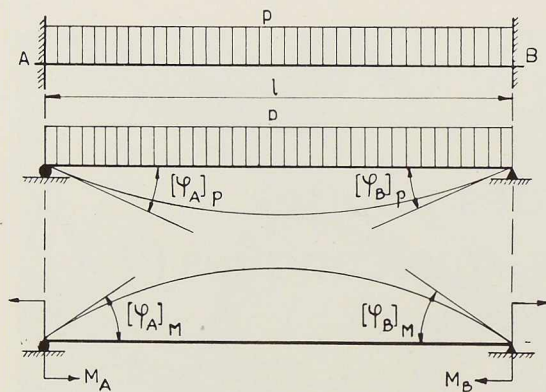


Fig. 16.

$$[\varphi_A]_p = \frac{p}{2l} \int_0^l \frac{x \cdot x'}{E \cdot I} (l-x) \cdot dx$$

$$[\varphi_A]_M = M_A \cdot \alpha_{AA} + M_B \cdot \beta$$

$$[\varphi_B]_p = \frac{p}{2l} \int_0^l \frac{x^2}{E \cdot I} (l-x) \cdot dx$$

$$[\varphi_B]_M = M_A \cdot \beta + M_B \cdot \alpha_{BB}$$

et finalement :

$$M_A = \frac{p}{2l \cdot E} \frac{\alpha_{BB}}{\alpha_{AA} \cdot \alpha_{BB} - \beta^2}$$

$$\times \left( \frac{\beta}{\alpha_{BB}} \int_0^l \frac{x^2}{I_x} (l-x) dx - \int_0^l \frac{x \cdot x'}{I_x} (l-x) dx \right)$$

$$M_B = \frac{p}{2l \cdot E} \frac{\alpha_{AA}}{\alpha_{AA} \cdot \alpha_{BB} - \beta^2}$$

$$\times \left( \frac{\beta}{\alpha_{AA}} \int_0^l \frac{x \cdot x'}{I_x} (l-x) dx - \int_0^l \frac{x^2}{I_x} (l-x) dx \right)$$

β) Poutre encastree en B et simplement appuyee en A

1. Surcharge : force concentree F (fig. 17).

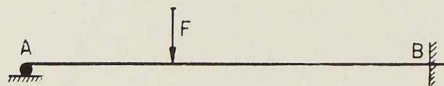


Fig. 17.

On procede comme pour la poutre encastree a ses deux extremités, mais cette fois-ci il faut que la deformation angulaire en B soit nulle.

On peut ecrire :

$$[\varphi_B]_F = \frac{F}{E \cdot l^2} \left( b \int_0^a \frac{x^2}{I_x} dx + a \int_a^l \frac{x \cdot x'}{I_x} dx \right)$$

$$[\varphi_B]_M = M_B \cdot \alpha_{BB}$$

et comme

$$[\varphi_B]_F = -[\varphi_B]_M$$

on obtient :

$$M_B = \frac{F}{E \cdot l^2} \frac{1}{\alpha_{BB}} \left( b \int_0^a \frac{x^2}{I_x} dx + a \int_a^l \frac{x \cdot x'}{I_x} dx \right)$$

$$M_A = 0.$$

2. Surcharge uniformement repartie p (fig. 18).

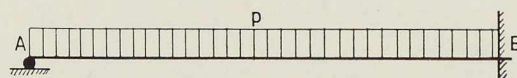


Fig. 18.

Comme precedemment, on a :

$$[\varphi_B]_p = \frac{p}{2l} \int_0^l \frac{x^2 \cdot (l-x)}{E \cdot I} dx$$

$$[\varphi_B]_M = M_B \cdot \alpha_{BB}.$$

Or il faut que

$$[\varphi_B]_p = -[\varphi_B]_M$$

d'où

$$M_B = \frac{p}{2l} \frac{1}{\alpha_{BB}} \int_0^l \frac{x^2 \cdot (l-x)}{E \cdot I} dx$$

$$M_A = 0.$$

En resume, on peut representer le moment d'encastrement parfait sous la forme suivante :

— Dans le cas d'une charge concentree F :  $M = v \cdot F \cdot l$ .

— Dans le cas d'une charge uniformement repartie p :  $M = c \cdot p \cdot l^2$ .

Dans des tableaux reportes a la fin de cette etude, on donne les valeurs des coefficients permettant le calcul de ces moments dans la plupart des cas pratiques.

b) Les poutres a inertie constante

Dans ce cas particulier important on trouve :

1. Poutre encastree a ses deux extremités :

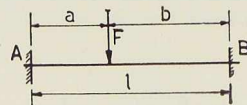


Fig. 19.

$$M_A = F \cdot l \cdot \frac{a}{l} \left( \frac{b}{l} \right)^2$$

$$M_B = F \cdot l \cdot \frac{b}{l} \left( \frac{a}{l} \right)^2.$$



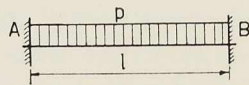


Fig. 20.

$$M_A = M_B = \frac{p \cdot l^2}{12}$$

2. Poutre encastrée à une de ses extrémités et libre à l'autre :

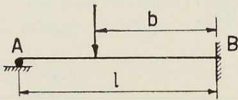


Fig. 21.

$$M_A = 0 \quad M_A = 0$$

$$M_B = \frac{F \cdot l}{2} \cdot \frac{b}{l} \left(1 - \frac{b}{l}\right) \left(2 - \frac{b}{l}\right) \quad M_B = \frac{p \cdot l^2}{8}$$

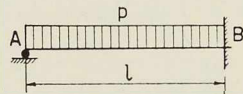


Fig. 22.

### 9° Détermination immédiate des équations des lignes d'influence

Les tableaux de libérations unitaires dressés précédemment permettent d'écrire très aisément les équations des lignes d'influence des moments aux appuis et en travée d'une poutre continue à moment d'inertie constant dans chaque travée mais pouvant varier d'une travée à l'autre. Ainsi pour rechercher la ligne d'influence des moments en un appui déterminé d'une telle poutre continue, il faudra écrire autant d'équations qu'il y a de travées. Cependant de par l'emploi des tableaux de libérations unitaires, ces équations sont quasi immédiates, et ce problème est ainsi résolu algébriquement dans toute sa généralité avec le minimum de calculs. D'autre part, la connaissance d'une ligne d'influence non par son tracé point par point comme on l'obtient par les méthodes habituelles, mais par son équation, permet d'accéder à la connaissance directe de ses points particuliers : maximum, point d'inflexion, surface, etc.

Pour bien expliciter la méthode, supposons qu'il faille chercher l'équation de la ligne d'influence des moments à l'appui E d'une poutre continue, sous l'effet d'une charge unitaire F se déplaçant sur la travée N-M (fig. 23). Puisque on raisonne selon la méthode de H. Cross, il faut considérer les nœuds bloqués et de ce fait on peut écrire l'équation des moments aux appuis N et M sous l'effet de la charge unitaire F.

Si la travée N-M est d'inertie constante on trouve :

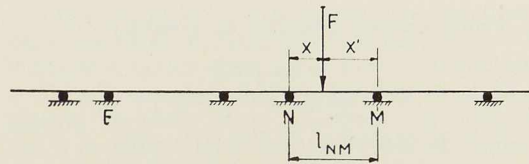


Fig. 23.

$$M_N = F \cdot l_{N \cdot M} \left(\frac{x}{l_{N \cdot M}}\right) \left(\frac{x'}{l_{N \cdot M}}\right)^2$$

$$M_M = F \cdot l_{N \cdot M} \left(\frac{x'}{l_{N \cdot M}}\right) \left(\frac{x}{l_{N \cdot M}}\right)^2$$

Or les tableaux nous renseignent que :

la libération en N d'un couple de moment + 1 créée en E un moment  $(M_E)^N$ , et

la libération en M d'un couple de moment + 1 créée en E un moment  $(M_E)^M$

Par conséquent l'équation demandée peut s'écrire :

$$(M_E) = M_N \cdot (M_E)^N + M_M \cdot (M_E)^M$$

Cette formule générale peut s'énoncer :

« L'équation de la ligne d'influence des moments en un appui quelconque E d'une poutre continue, sous l'effet d'une charge unitaire se déplaçant sur la travée quelconque N-M, est égale au moment créé à l'appui N par la charge, la travée N-M étant considérée comme encastrée à ses extrémités, multiplié par le moment créé à l'appui E par un couple de moment + 1 appliqué à l'appui N, plus un produit identique se rapportant à l'appui M. »

### 10° Analyse de l'équation de la ligne d'influence des M en un appui

En posant :  $x = j \cdot l_{N \cdot M}$

avec  $0 \leq j \leq 1$

on obtient successivement :

$$x' = l_{N \cdot M} - x = (1 - j) l_{N \cdot M}$$

$$M_N = F \cdot l_{N \cdot M} \cdot (j) \cdot (1 - j)^2 = l_{N \cdot M} \cdot (j) \cdot (1 - j)^2$$

$$M_M = F \cdot l_{N \cdot M} \cdot (j)^2 \cdot (1 - j) = l_{N \cdot M} \cdot (j)^2 \cdot (1 - j)$$

puisque  $F = 1$

et finalement l'équation demandée s'écrit :

$$(M_E) = l_{N \cdot M} \cdot j \cdot (1 - j)^2 [(M_E)^N (1 - j) + (M_E)^M \cdot j]$$

$$= l_{N \cdot M} \cdot (1 - j^2) \cdot [(M_E)^N + j \cdot [(M_E)^M - (M_E)^N]]$$

ou d'une manière générale en posant :

$$A = l_{NM} \cdot (M_E)^N$$

$$B = l_{NM} \cdot [(M_E)^M - (M_E)^N]$$

$$M = A \cdot (j - j^2) + B \cdot (j^2 - j^3).$$

Les extrêmes de cette fonction  $M = f(j)$  seront donnés par :  $\frac{dM}{dj} = 0$

ou

$$j = \frac{(B - A) \pm \sqrt{(B - A)^2 + 3B \cdot A}}{3B}$$

si  $A = 0$  on trouve :

$$j = \frac{2B}{3B} \quad j = \frac{2}{3}$$

$$j = \frac{B - B}{B} \quad j = 0$$

Le point d'inflexion de cette fonction  $M = f(j)$  sera donné par

$$\frac{d^2M}{dj^2} = 0 \quad \text{ou} \quad j = \frac{B - A}{3B}$$

si  $A = 0$  on trouve  $j = \frac{1}{3}$ .

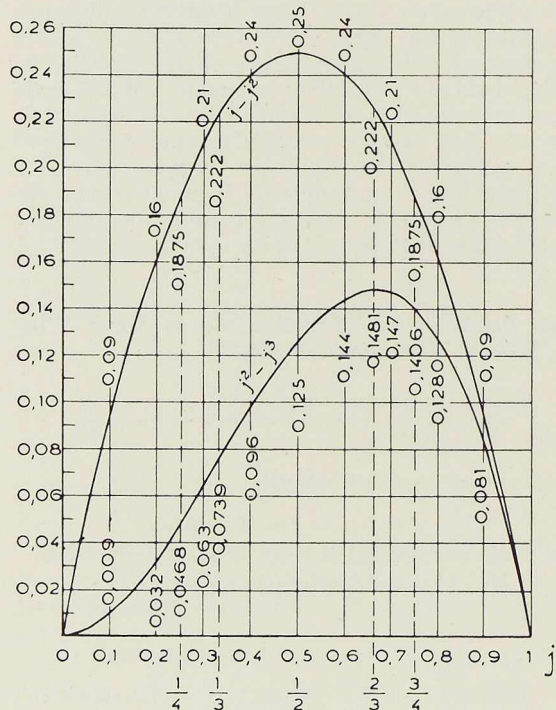


Fig. 24.

Nous avons tracé à la figure 24 les courbes  $(j - j^2)$  et  $(j^2 - j^3)$  dont la lecture des ordonnées facilite les calculs.

### 11° Détermination des équations des lignes d'influence des M en travée

Supposons qu'il faille chercher l'équation de la ligne d'influence des M en un point Z distant de  $\alpha \cdot l$  de l'appui A (fig. 25).

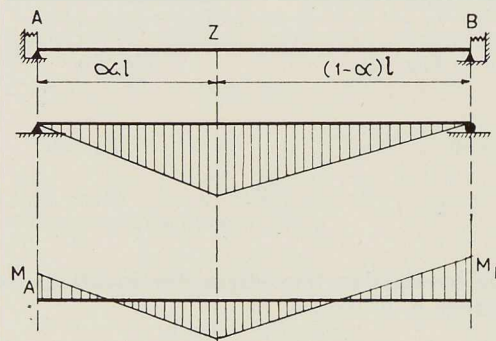


Fig. 25.

Nous avons montré comment on pouvait trouver les équations des lignes d'influence des M aux appuis. Ainsi on a :

$$M_A = A \cdot (j - j^2) + B \cdot (j^2 - j^3),$$

$$M_B = C \cdot (j - j^2) + D \cdot (j^2 - j^3).$$

Un calcul analytique élémentaire conduit aux relations suivantes :

$$M_Z = (j - j^2) \cdot (K + K'j) - (1 - \alpha) \cdot j \cdot l \quad \text{si } j \leq \alpha$$

$$M_Z = (j - j^2) \cdot (K + K'j) - (1 - j) \cdot \alpha \cdot l \quad \text{si } j \geq \alpha$$

Relations dans lesquelles :

$$K = C + A \cdot (1 - \alpha),$$

$$K' = D + B \cdot (1 - \alpha).$$

Ces relations sont valables dans le cas de la travée chargée. Si la travée dans laquelle se trouve le point Z n'est pas chargée on obtient :

$$M_Z = (j - j^2) (K + K'j).$$

Remarquons que dans le cas de la travée chargée, le lieu du maximum des moments en chaque point de la travée sera donné en remplaçant dans les formules correspondantes :  $\alpha$  par  $j$ .





### 12° Détermination des équations des lignes des T en travée

Soit à rechercher la ligne d'influence des T en un point Z distant de  $\alpha \cdot l$  de l'appui A. On sait que l'effort tranchant hyperstatique  $T_z$  vaut :

$$T_z = \frac{M_B - M_A}{l} + \bar{T}_z$$

Un calcul analytique très simple nous conduit à écrire dans le cas d'une travée chargée :

$$T_z = (j - j^2) [C - A + j \cdot (D - B)] - (1 - j) \quad \text{si } \alpha < j$$

$$T_z = (j - j^2) [C - A + j \cdot (D - B)] + j \quad \text{si } \alpha > j.$$

Expressions qui se réduisent dans le cas d'une travée non chargée à

$$T_z = (j - j^2) [C - A + j \cdot (D - B)].$$

### 13° Exemples numériques

#### a) Application I

Soit à calculer le diagramme des moments fléchissants de la poutre continue ci-dessous, dont les travées sont d'inertie constante I et d'égale longueur  $l = 6$  m; la première travée subissant les effets d'une charge uniformément répartie  $p = 1$  t/m et d'une charge concentrée  $F = 4$  t appliquée en son milieu (fig. 26).

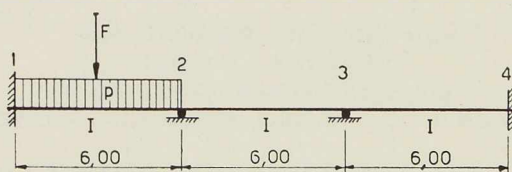


Fig. 26.

Considérons la travée chargée 1-2 comme parfaitement encastree à ses deux extrémités (fig. 27). Sous l'effet des charges sollicitantes, vont naître en 1 et 2 des moments :

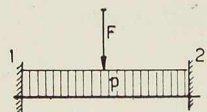


Fig. 27.

$$M_1^* = \frac{p \cdot l^2}{12} + \frac{F \cdot l}{8} = 6 \text{ t.m}$$

$$M_2^* = \frac{p \cdot l^2}{12} + \frac{F \cdot l}{8} = 6 \text{ t.m}$$

Comme l'appui 1 est un appui à ne pas libérer dans un Cross normal, on conserve tel quel le terme  $M_1^*$ , tandis que l'appui 2 étant au contraire à libérer, on peut chiffrer à l'aide du tableau général les effets de sa libération. En effet, on voit à ce tableau que sous un couple de moment  $+1$  appliqué immédiatement à droite de l'appui 2 de la barre 1-2, correspondent les moments suivants :

$$M_1 = a \cdot t \cdot \xi = \frac{4}{15}$$

$$M_2 = 1 - a \cdot \xi = \frac{7}{15}$$

$$M_3 = -b \cdot d \cdot t' \cdot \xi = \frac{2}{15}$$

$$M_4 = b \cdot d \cdot t' \cdot t'' \cdot \xi = \frac{1}{15}.$$

Puisque les conditions de l'application exigent  $a = b = c = d = t = t' = t'' = 0,5$ , finalement les moments aux appuis de la poutre sont :

$$[M_1] = M_1^* + \frac{4}{15} M_2^* = 7,6 \text{ t.m}$$

$$[M_2] = \frac{7}{15} M_2^* = 2,8 \text{ t.m}$$

$$[M_3] = -\frac{2}{15} M_2^* = -0,8 \text{ t.m}$$

$$[M_4] = \frac{1}{15} M_2^* = 0,4 \text{ t.m}.$$

La connaissance des moments aux appuis résoud le problème. Pour tracer le diagramme des moments, il reste à calculer la valeur du moment isostatique en différents points de la travée chargée et à porter ces valeurs à partir de la ligne de repère obtenue à partir des ordonnées représentant les moments sur appuis.

On obtient finalement le diagramme demandé (fig. 28).

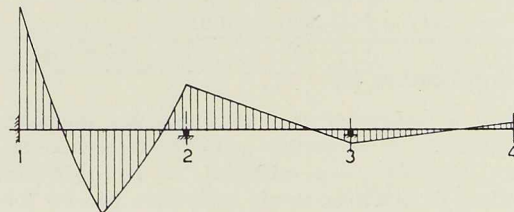


Fig. 28.

#### b) Application II

On demande de calculer l'équation de la ligne

d'influence des moments à l'appui terminal 4 de la poutre continue ci-dessous pour une charge se déplaçant sur la travée médiane 2-3 (fig. 29).

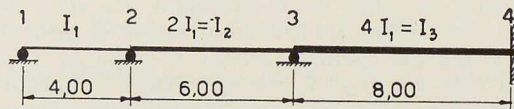


Fig. 29.

Considérons la travée 2-3 comme parfaitement encastrée à ses deux extrémités. Dans ce cas les moments qui prennent naissance en 2 et 3 sous l'action d'une charge mobile peuvent s'écrire :

$$M_2^* = F \cdot l \frac{x}{l} \left( \frac{x'}{l} \right)^2 \quad M_3^* = F \cdot l \frac{x'}{l} \left( \frac{x}{l} \right)^2$$

ou en posant  $x = j \cdot l$  et  $x' = l - j \cdot l$

$$M_2^* = 1 \cdot 6 \cdot j (1 - j)^2 \quad M_3^* = 1 \cdot 6 \cdot j^2 (1 - j)$$

Comme dans le cours des travées les inerties sont constantes, on aura :  $t' = t'' = t''' = 0,5$  et  $t = 0$ .

D'autre part les coefficients de partage seront :

$$b = \frac{\frac{4 \cdot I_2 \cdot E}{l_2}}{\frac{3 \cdot E \cdot I_1}{l_1} + \frac{4 \cdot E \cdot I_3}{l_2}} = \frac{\frac{4 \cdot 2}{6}}{\frac{3}{4} + \frac{4 \cdot 2}{6}} = 0,64$$

$$c = \frac{\frac{4 \cdot I_2 \cdot E}{l_2}}{\frac{4 \cdot E \cdot I_2}{l_2} + \frac{4 \cdot E \cdot I_3}{l_3}} = 0,4 \quad d = 1 - c = 0,6$$

D'où on tire directement du tableau général, l'équation de la ligne d'influence demandée :

$$M_4 = \left( M_2^* \frac{-b \cdot d \cdot t \cdot t'''}{1 - b \cdot c \cdot t' \cdot t''} \right) + \left( M_3^* \frac{-d \cdot t'''}{1 - b \cdot c \cdot t' \cdot t''} \right)$$

$$= 6 \cdot j (1 - j)^2 (-0,102) + 6 \cdot j^2 (1 - j) (-0,32)$$

$$= -j (1 - j) [0,612 \cdot (1 - j) + 1,92 \cdot j]$$

$$= -j (j - 1) (1,308 \cdot j + 0,612)$$

### c) Application III

Soit à rechercher le diagramme des moments fléchissants de la poutre à quatre travées ci-dessous (fig. 30), en utilisant la méthode des poutres de remplacement, complétée par les formules du tableau général I.

Nous prendrons comme poutres de remplacement une poutre à trois travées et une poutre à deux travées.

a) Calcul des coefficients de raideur, de partage et de transmission

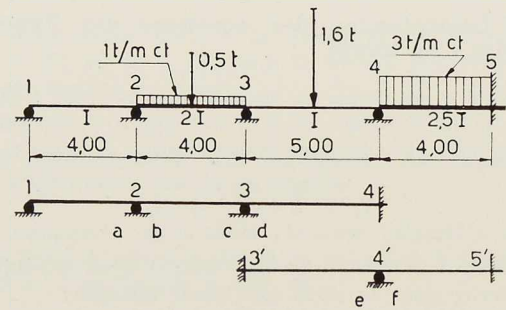


Fig. 30.

On trouve successivement :

$$\varepsilon_{2-1} = \frac{3 E \cdot I}{l} = \frac{3}{4} \quad a = \frac{3}{11} = 0,274$$

$$e = \frac{0,8}{3,3} = 0,243$$

$$\varepsilon_{2-3} = \varepsilon_{3-2} = \frac{4 E \cdot I}{l} = \frac{8}{4} \quad b = 1 - a = 0,726$$

$$f = 1 - e = 0,757$$

$$\varepsilon_{3-4} = \varepsilon_{4-3} = \frac{4 E \cdot I}{l} = \frac{4}{5} \quad c = \frac{2}{2,8} = 0,715$$

$$t' = t'' = \dots = 0,5$$

$$\varepsilon_{4-5} = \varepsilon_{5-4} = \frac{4 E \cdot I}{l} = \frac{10}{4} \quad d = 1 - c = 0,285$$

$$r = 0$$

β) Calcul des différents coefficients intervenant dans les calculs

$$\xi = \frac{1}{1 - b \cdot c \cdot t' \cdot t''} = \frac{1}{1 - 0,726 \cdot 0,715 \cdot 0,25} = 1,15$$

$$a \cdot \xi = 0,274 \cdot 1,15 = 0,315$$

$$b \cdot d \cdot t' \cdot \xi = 0,726 \cdot 0,285 \cdot 0,5 \cdot 1,15 = 0,119$$

$$-b \cdot d \cdot t' \cdot t'' \cdot \xi = -0,726 \cdot 0,285 \cdot 0,25 \cdot 1,15 = -0,0595$$

$$\pi = \frac{1}{1 - d \cdot c \cdot t'' \cdot t''} = \frac{1}{1 - 0,285 \cdot 0,715 \cdot 0,25 \cdot 1,15} = 1,02$$

$$M_1 = 0$$

$$M_2 = -a \cdot c \cdot t'' \cdot \xi = -0,113 \quad M_3' = e \cdot 0,5 = 0,121$$

$$M_3 = 1 - d \cdot \xi = 0,672 \quad M_4' = f = 0,757$$

$$M_4 = d \cdot t'' \cdot \xi = 0,164 \quad M_5 = -f \cdot 0,5 = -0,378$$

γ) Calcul des  $M^*$  de la première poutre de remplacement

Les moments d'encastrement parfait sont :

Travée 2-3

en 2 :

$$\frac{p \cdot l^2}{12} + \frac{F \cdot l}{8} = 1,58 \text{ t. m}$$



en 3 :

$$\frac{p \cdot l^2}{12} + \frac{F \cdot l}{8} = 1,58 \text{ t.m}$$

Travée 3-4

en 3 :

$$\frac{F \cdot l}{8} = 1 \text{ t.m}$$

en 4 :

$$\frac{F \cdot l}{8} = 1 \text{ t.m}$$

d'où :

$$M_1^* = 0$$

$$M_2^* = 0,315 \cdot 1,58 + 0,113 \cdot 1,584 - 0,113 \cdot 1 = +0,562 \text{ t.m}$$

$$M_3^* = 0,119 \cdot 1,58 + 0,328 \cdot 1,58 + 0,672 \cdot 1 = +1,379 \text{ t.m}$$

$$M_4^* = 1 - 0,0595 \cdot 1,58 - 0,164 \cdot 1,58 + 0,164 \cdot 1 = +0,810 \text{ t.m}$$

δ) Calcul des  $M^{*'} de la seconde poutre de remplacement$

Les moments d'encastrement parfait sont :

Travée 4'-5'

en 4' :

$$\frac{p \cdot l^2}{12} = 4 \text{ t.m}$$

en 5' :

$$\frac{p \cdot l^2}{12} = 4 \text{ t.m}$$

d'où :

$$M_3^{*'} = -0,243 \cdot 0,5 \cdot 4 = 0,486 \text{ t.m}$$

$$M_4^{*'} = 0,243 \cdot 4 = 0,972 \text{ t.m}$$

$$M_5^{*'} = 0,757 \cdot 0,5 \cdot 4 + 4 = 5,514 \text{ t.m}$$

ε) Calculs des moments aux appuis de la poutre à résoudre

$$[M_1] = 0$$

$$[M_2] = 0,562 + 0,810 \cdot (-0,113) \cdot 0,121 \cdot 1,02 - 0,486 \cdot (-0,113) \cdot 1,02 = +0,6067 \text{ t.m}$$

$$[M_3] = 1,379 + 0,810 \cdot (0,672) \cdot 0,121 \cdot 1,02 - 0,486 \cdot (0,672) \cdot 1,02 = +1,4126 \text{ t.m}$$

$$[M_4] = 0,810 \cdot 0,757 \cdot 1,02 + 0,972 - 0,486 \cdot 0,164 \cdot 0,757 \cdot 1,02 = +1,594 \text{ t.m}$$

$$[M_5] = 0,810 \cdot (-0,378) \cdot 1,02 + 5,514 + 0,486 \cdot 0,164 \cdot (-0,378) \cdot 1,02 = +5,2041 \text{ t.m}$$

d) Application IV

Déterminer les moments aux appuis, les moments maxima en travée et les efforts tranchants, de la poutre à trois travées répondant au schéma ci-dessous et soumise à l'action d'une charge uniformément répartie de  $p = 2 \text{ t/m}$  et d'une charge concentrée de  $5 \text{ t}$  s'exerçant au milieu de sa travée médiane.

α) Déterminons en premier lieu les caractéristiques géométriques de la poutre, c'est-à-dire les coefficients de partage et de transmission. Les degrés d'encastrement sont respectivement :

Travée 1-2 en 2 :

$$\varepsilon_{2^{1-2}} = \frac{3 E \cdot I_1}{4} = 0,75 E \cdot I$$

Travée 2-3 en 2 :

$$\varepsilon_{2^{2-3}} = \frac{4 E \cdot I_2}{6} s = 2,15 E \cdot I$$

car  $\lambda = 0,25$  et  $\frac{I_2}{I_1} = 0,2$  donnent :  $s = 1,61$ .

Travée 2-3 en 3 :

$$\varepsilon_{3^{2-3}} = 2,15 E \cdot I$$

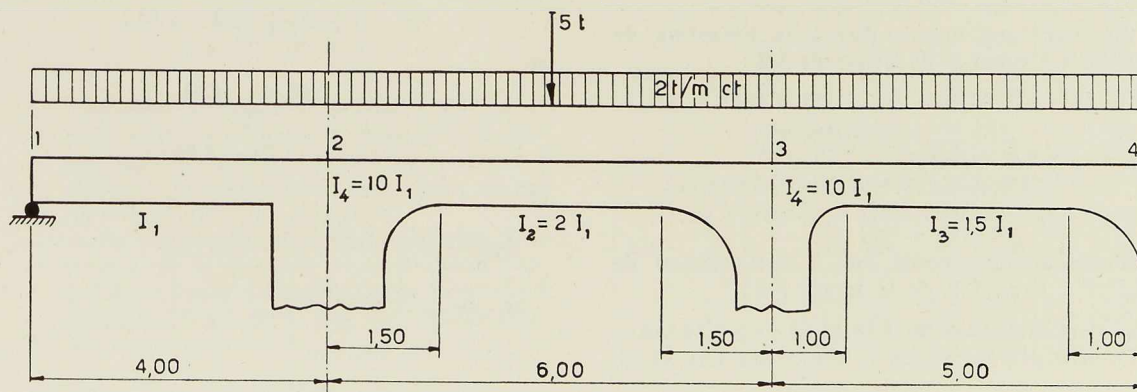


Fig. 31.

Travée 3-4 en 3 :

$$\varepsilon_3^{3-4} = \frac{4 E \cdot I}{5} s = 1,87 E \cdot I_1$$

car  $\lambda = 0,2$  et  $\frac{I_3}{I_4} = 0,15$  donnent :  $s = 1,56$ .

Les coefficients de partage valent dès lors :

$$a = \frac{\varepsilon_2^{1-2}}{\varepsilon_2^{1-2} + \varepsilon_2^{2-3}} = 0,26$$

d'où  $b = 1 - 0,26 = 0,74$ ,

$$c = \frac{\varepsilon_3^{3-2}}{\varepsilon_3^{3-2} + \varepsilon_3^{3-4}} = 0,54$$

d'où  $d = 1 - 0,54 = 0,46$ .

Les coefficients de transmission directement donnés aux tableaux sont

$$t = 0 \quad \text{et} \quad t' = t'' = t''' = 0,615.$$

β) Déterminons en second lieu les moments d'encastrement parfait :

Travée 1-2 :

$$M_1^* = 0 \quad \text{et} \quad M_2^{*1-2} = \frac{p \cdot l^2}{8} = 4 \text{ t.m}$$

Travée 2-3 :

$$M_2^{*2-3} = M_3^{*2-3} = 0,0950 p \cdot l^2 + 0,1455 F \cdot l = 11,23 \text{ t.m}$$

Travée 3-4 :

$$M_3^{*3-4} = M_4^{*3-4} = 0,0955 p \cdot l^2 = 4,7 \text{ t.m.}$$

γ) Calcul des moments aux appuis à l'aide du tableau général I.

$$\xi = \frac{1}{1 - b \cdot c \cdot t' \cdot t''} = \frac{1}{1 - 0,74 \cdot 0,54 \cdot 0,615 \cdot 0,615} = 1,18.$$

Moments aux appuis dus à la libération de  $M_2^{*1-2}$  à l'appui 2 de la travée 1-2 :

$$M_2 = (1 - a \cdot \xi) M_2^{*1-2} = (1 - 0,26 \cdot 1,18) 4 = + 2,76 \text{ t.m}$$

$$M_3 = - b \cdot d \cdot t' \cdot \xi \cdot M_2^{*1-2} = - 0,74 \cdot 0,46 \cdot 0,615 \cdot 1,18 \cdot 4 = - 0,99 \text{ t.m}$$

$$M_4 = - M_3 \cdot t''' = 0,99 \cdot 0,615 = + 0,610 \text{ t.m.}$$

Moments aux appuis dus à la libération de  $M_2^{*2-3}$  à l'appui 2 de la travée 2-3 :

$$M_2 = a \cdot \xi \cdot M_2^{*2-3} = 0,26 \cdot 1,18 \cdot 11,23 = + 3,44 \text{ t.m}$$

$$M_3 = b \cdot d \cdot t' \cdot \xi \cdot M_2^{*2-3} = 0,74 \cdot 0,46 \cdot 0,615 \cdot 1,18 \cdot 11,23 = + 2,77 \text{ t.m}$$

$$M_4 = - M_3 \cdot t''' = - 2,77 \cdot 0,615 = - 1,71 \text{ t.m.}$$

Moments aux appuis dus à la libération de  $M_3^{*2-3}$  à l'appui 3 de la travée 2-3 :

$$M_2 = a \cdot c \cdot t'' \cdot \xi \cdot M_3^{*2-3} = 0,26 \cdot 0,54 \cdot 0,615 \cdot 1,18 \cdot 11,23 = + 1,15 \text{ t.m}$$

$$M_3 = d \cdot \xi \cdot M_3^{*2-3} = 0,46 \cdot 1,18 \cdot 11,23 = 6,10 \text{ t.m}$$

$$M_4 = - M_3 \cdot t''' = - 6,10 \cdot 0,615 = - 3,75 \text{ t.m.}$$

Moments aux appuis dus à la libération de  $M_3^{*3-4}$  à l'appui 3 de la travée 3-4 :

$$M_2 = - a \cdot c \cdot t'' \cdot \xi \cdot M_3^{*3-4} = - 0,26 \cdot 0,54 \cdot 0,615 \cdot 1,18 \cdot 4,77 = - 0,49 \text{ t.m}$$

$$M_3 = (1 - d \cdot \xi) M_3^{*3-4} = (1 - 0,46 \cdot 1,18) \cdot 4,77 = + 2,20 \text{ t.m}$$

$$M_4 = d \cdot t''' \cdot \xi \cdot M_3^{*3-4} = 0,46 \cdot 0,615 \cdot 1,18 \cdot 4,77 = + 1,59 \text{ t.m.}$$

Par conséquent les moments sur appuis valent :

$$[M_1] = 0$$

$$[M_2] = + 2,76 + 3,44 + 1,15 - 0,49 = + 6,86 \text{ t.m}$$

$$[M_3] = - 0,99 + 2,77 + 6,10 + 2,20 = + 10,08 \text{ t.m}$$

$$[M_4] = + 0,61 - 1,71 - 3,75 + 1,59 + 4,77 = + 1,51 \text{ t.m.}$$

δ) De la connaissance des moments aux appuis, on passe facilement par les procédés classiques au calcul des efforts tranchants et des moments maxima en travée.

On trouve ainsi :

$$T_1 = 2 \cdot 2 - \frac{6,86}{2} = 2,28 \text{ t}$$

$$T_2^G = 4 + 1,72 = 5,72 \text{ t}$$

et

$$T_2^D = 3 \cdot 2 + 2,5 - \frac{10,08 - 6,86}{6} = 7,96 \text{ t}$$

$$T_3^G = 6 + 2,5 + 0,54 = 9,04 \text{ t}$$

et

$$T_3^D = 2,5 \cdot 2 + \frac{10,08 - 1,51}{5} = 6,71 \text{ t}$$

$$T_4 = 5 - 1,71 = 3,29 \text{ t}$$

et :

$$M_{1-2}^{\max} = - \frac{2,28^2}{4} = - 1,30 \text{ t.m}$$

$$M_{2-3}^{\max} = \frac{6,86 + 10,08}{2} - \frac{2 \cdot 36}{8} - \frac{5,6}{4} = - 8,03 \text{ t.m}$$

$$M_{3-4}^{\max} = 1,51 - \frac{3,29^2}{4} = - 1,19 \text{ t.m.}$$



**14° Annexe : Signification des symboles employés dans les tableaux**

Les tableaux figurant dans cette annexe permettent de résoudre rapidement un grand nombre de poutres à inertie variable. Ainsi :

— Les tableaux I traitent de la poutre à goussets rectilignes, encastrée à ses deux extrémités.

— Les tableaux II traitent de la poutre à goussets paraboliques, encastrée à ses deux extrémités.

— Les tableaux III traitent de la poutre à un gousset rectiligne, encastrée à ses deux extrémités.

— Les tableaux IV traitent de la poutre à un gousset parabolique, encastrée à ses deux extrémités.

— Les tableaux V traitent de la poutre à un gousset rectiligne, encastrée à son appui à gousset et articulée à l'autre.

— Les tableaux VI traitent de la poutre à un gousset parabolique, encastrée à son appui à gousset et articulée à l'autre.

La signification des différents symboles repris dans ces tableaux est la suivante :

$I_K$  = moment d'inertie au centre de la travée.  
 $I_V$  = moment d'inertie à l'extrémité de la travée.  
 $\rho$  = coefficient de transmission.

$s$  = coefficient qui multiplié par  $\frac{4 \cdot E \cdot I_K}{l}$  donne la valeur du degré d'encastrement :

$$\frac{s \cdot 4 \cdot E \cdot I_K}{l}$$

$z$  = coefficient qui multiplié par  $\frac{6 \cdot E \cdot I_K}{l^2}$  donne la valeur du moment d'encastrement parfait aux appuis de la poutre pour un déplacement unitaire d'un des appuis. Donc pour un déplacement vertical de longueur  $D$ , on aura :

$$M = \frac{6 \cdot E \cdot I_K \cdot D}{l^2} \cdot z.$$

$c$  = coefficient par lequel il faut multiplier  $p \cdot l^2$  pour avoir le moment d'encastrement parfait dans le cas d'une poutre de longueur  $l$  chargée uniformément par une charge répartie d'intensité  $p$  en  $l/m$   $c^t$ .

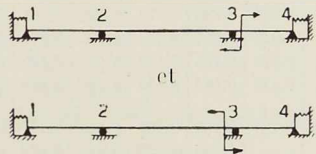
$v$  = coefficient par lequel il faut multiplier  $F \cdot l$  pour avoir le moment d'encastrement parfait dans le cas d'une poutre de longueur  $l$  sollicitée en un point par une charge concentrée d'intensité  $F$ .

Remarque. — Ces tableaux sont extraits du traité *Keretszerkezetek* du Docteur Laszlo Palotas.

**ERRATA**

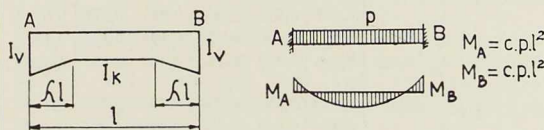
concernant la première partie de l'étude

1. *Technique des Travaux*, n° 11-12, 1950 au lieu de n° 6, 1950.
2. Page 437 du n° 9-1951 de *L'Ossature Métallique*, Tableau I relatif à la poutre à trois travées, Cas du couple appliqué au voisinage de l'appui 3, intervertir les deux figures :



V. R., A. S. et S. Z.

**Tableaux**



$\lambda$		$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	$\rho$	0,65	0,62	0,61	0,59	0,57	0,54	0,50
	$s$	1,76	1,55	1,50	1,42	1,31	1,15	1,00
	$z$	1,95	1,67	1,60	1,50	1,38	1,18	1,00
	$c$	0,098	0,095	0,094	0,093	0,091	0,087	0,083
0,2	$\rho$	0,78	0,72	0,70	0,67	0,63	0,56	0,50
	$s$	3,89	2,60	2,38	2,06	1,73	1,29	1,00
	$z$	4,63	2,98	2,70	2,30	1,88	1,35	1,00
	$c$	0,110	0,104	0,103	0,100	0,097	0,090	0,083
0,3	$\rho$	0,90	0,80	0,77	0,72	0,66	0,57	0,50
	$s$	12,3	4,68	3,91	2,98	2,20	1,42	1,00
	$z$	15,6	5,60	4,61	3,42	2,45	1,50	1,00
	$c$	0,118	0,111	0,109	0,105	0,100	0,091	0,083
0,4	$\rho$	0,96	0,83	0,80	0,74	0,67	0,58	0,50
	$s$	93,9	8,29	6,16	4,08	2,68	1,53	1,00
	$z$	124,0	10,1	7,40	4,73	2,99	1,61	1,00
	$c$	0,123	0,114	0,111	0,106	0,101	0,091	0,083
0,45	$\rho$	1,00	0,83	0,80	0,73	0,66	0,57	0,50
	$s$	—	10,4	7,37	4,61	2,89	1,58	1,00
	$z$	—	12,8	8,81	5,32	3,22	1,65	1,00
	$c$	0,125	0,114	0,110	0,106	0,100	0,091	0,083
0,50	$\rho$	1,00	0,80	0,77	0,72	0,65	0,57	0,50
	$s$	—	12,5	8,51	5,10	3,09	1,62	1,00
	$z$	—	15,0	1,00	5,82	3,45	1,69	1,00
	$c$	0,125	0,111	0,108	0,104	0,099	0,090	0,083

TABLEAU I.



TABLEAU Ia.

$\lambda$	$\nu$	F	$\frac{I_K}{I_V}$						
			0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
			0,1	1	$v_A$	0,153	0,146	0,144	0,140
		$v_B$	0,009	0,012	0,013	0,015	0,017	0,020	0,023
	2	$v_A$	0,198	0,187	0,183	0,177	0,171	0,160	0,148
		$v_B$	0,068	0,070	0,072	0,072	0,074	0,075	0,074
	3	$v_A$	0,150	0,145	0,143	0,141	0,138	0,132	0,125
		$v_B$	0,150	0,145	0,143	0,141	0,138	0,132	0,125
	1	$v_A$	0,167	0,154	0,151	0,145	0,136	0,125	0,116
		$v_B$	—	0,006	0,008	0,012	0,017	0,021	0,023
	2	$v_A$	0,256	0,222	0,214	0,220	0,188	0,166	0,148
		$v_B$	0,048	0,064	0,067	0,070	0,074	0,075	0,074
	3	$v_A$	0,175	0,163	0,160	0,155	0,149	0,137	0,125
		$v_B$	0,175	0,163	0,160	0,155	0,149	0,137	0,125
	1	$v_A$	0,167	0,156	0,153	0,145	0,137	0,127	0,116
		$v_B$	—	0,008	0,010	0,015	0,018	0,022	0,023
	2	$v_A$	0,322	0,249	0,236	0,216	0,196	0,169	0,148
		$v_B$	0,009	0,058	0,064	0,072	0,077	0,077	0,074
	3	$v_A$	0,200	0,180	0,175	0,167	0,157	0,140	0,125
		$v_B$	0,200	0,180	0,175	0,167	0,157	0,140	0,125
	1	$v_A$	0,167	0,149	0,146	0,141	0,134	0,126	0,116
		$v_B$	—	0,014	0,016	0,019	0,021	0,023	0,023
	2	$v_A$	0,333	0,241	0,229	0,211	0,192	0,168	0,148
		$v_B$	—	0,071	0,075	0,080	0,081	0,079	0,074
	3	$v_A$	0,225	0,192	0,186	0,174	0,161	0,141	0,125
		$v_B$	0,225	0,192	0,186	0,174	0,161	0,141	0,125
	1	$v_A$	0,167	0,142	0,139	0,136	0,131	0,123	0,116
		$v_B$	—	0,019	0,021	0,020	0,022	0,024	0,023
	2	$v_A$	0,333	0,222	0,210	0,198	0,185	0,163	0,148
		$v_B$	—	0,082	0,085	0,085	0,082	0,082	0,074
	3	$v_A$	0,500	0,191	0,183	0,171	0,158	0,139	0,125
		$v_B$	0,500	0,191	0,183	0,171	0,158	0,139	0,125

TABLEAU IIa.

$\lambda$	$\nu$	F	$\frac{I_K}{I_V}$						
			0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
			0,1	1	$v_A$	0,153	0,151	0,149	0,144
		$v_B$	0,009	0,010	0,011	0,013	0,016	0,020	0,023
	2	$v_A$	0,198	0,189	0,186	0,180	0,172	0,162	0,148
		$v_B$	0,068	0,072	0,072	0,073	0,074	0,075	0,074
	3	$v_A$	0,150	0,146	0,145	0,143	0,139	0,132	0,125
		$v_B$	0,150	0,146	0,145	0,143	0,139	0,132	0,125
	1	$v_A$	0,167	0,152	0,149	0,140	0,131	0,123	0,116
		$v_B$	—	0,008	0,010	0,014	0,017	0,020	0,023
	2	$v_A$	0,256	0,203	0,197	0,188	0,178	0,162	0,148
		$v_B$	0,048	0,069	0,070	0,072	0,074	0,075	0,074
	3	$v_A$	0,175	0,154	0,152	0,147	0,142	0,133	0,125
		$v_B$	0,175	0,154	0,152	0,147	0,142	0,133	0,125
	1	$v_A$	0,167	0,156	0,151	0,146	0,138	0,124	0,116
		$v_B$	—	0,007	0,011	0,013	0,017	0,021	0,023
	2	$v_A$	0,322	0,225	0,216	0,202	0,187	0,165	0,148
		$v_B$	0,009	0,065	0,068	0,072	0,075	0,076	0,074
	3	$v_A$	0,200	0,167	0,163	0,157	0,149	0,136	0,125
		$v_B$	0,200	0,167	0,163	0,157	0,149	0,136	0,125
	1	$v_A$	0,167	0,154	0,149	0,143	0,138	0,124	0,116
		$v_B$	—	0,009	0,012	0,016	0,018	0,022	0,023
	2	$v_A$	0,333	0,238	0,224	0,208	0,191	0,167	0,148
		$v_B$	—	0,064	0,069	0,074	0,077	0,076	0,074
	3	$v_A$	0,225	0,178	0,172	0,163	0,154	0,138	0,125
		$v_B$	0,225	0,178	0,172	0,163	0,154	0,138	0,125
	1	$v_A$	0,167	0,150	0,147	0,141	0,135	0,124	0,116
		$v_B$	—	0,013	0,014	0,018	0,020	0,022	0,023
	2	$v_A$	0,333	0,234	0,225	0,206	0,190	0,167	0,148
		$v_B$	—	0,070	0,072	0,078	0,079	0,077	0,074
	3	$v_A$	0,500	0,184	0,178	0,168	0,156	0,139	0,125
		$v_B$	0,500	0,184	0,178	0,168	0,156	0,139	0,125

$\lambda$		$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	$\rho$	0,65	0,59	0,58	0,57	0,55	0,53	0,50
	s	1,77	1,39	1,34	1,28	1,21	1,10	1,00
	z	1,95	1,47	1,42	1,34	1,26	1,12	1,00
	c	0,093	0,093	0,092	0,091	0,089	0,086	0,083
0,2	$\rho$	0,78	0,67	0,65	0,63	0,60	0,55	0,50
	s	3,89	2,00	1,86	1,67	1,46	1,20	1,00
	z	4,63	2,22	2,05	1,81	1,56	1,23	1,00
	c	0,110	0,100	0,099	0,097	0,094	0,088	0,083
0,3	$\rho$	0,90	0,73	0,71	0,67	0,63	0,56	0,50
	s	12,3	2,96	2,61	2,16	1,76	1,29	1,00
	z	15,6	3,43	2,98	2,41	1,90	1,34	1,00
	c	0,118	0,106	0,104	0,101	0,097	0,090	0,083
0,4	$\rho$	0,96	0,78	0,74	0,70	0,65	0,56	0,50
	s	93,9	4,43	3,63	2,75	2,05	1,37	1,00
	z	124,0	5,25	4,24	3,12	2,26	1,44	1,00
	c	0,123	0,109	0,107	0,103	0,098	0,090	0,083
0,45	$\rho$	1,00	0,79	0,76	0,71	0,65	0,57	0,50
	s	—	5,25	4,14	3,06	2,20	1,41	1,00
	z	—	6,39	4,97	3,49	2,43	1,48	1,00
	c	0,125	0,110	0,108	0,104	0,099	0,091	0,083
0,50	$\rho$	1,00	0,80	0,76	0,71	0,66	0,57	0,50
	s	—	6,36	4,87	3,38	2,35	1,44	1,00
	z	—	7,63	5,72	3,86	2,59	1,51	1,00
	c	0,125	0,111	0,108	1,04	0,099	0,091	0,083

TABLEAU II.

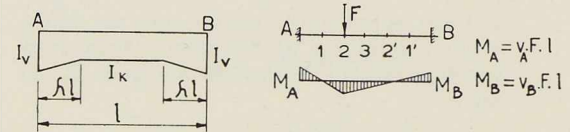


TABLEAU Ia.

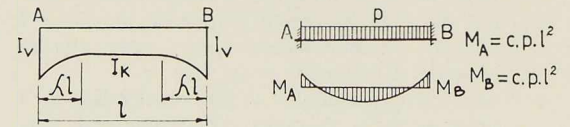


TABLEAU II.

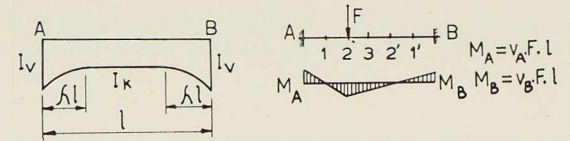


TABLEAU IIa.

TABLEAU III.

$\lambda$		$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	$\rho_A$	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50
	$s_A$	1,52	1,39	1,36	1,30	1,24	1,12	1,00
	$z_A$	1,51	1,38	1,35	1,30	1,23	1,11	1,00
	$c_A$	0,118	0,110	0,108	0,104	0,100	0,092	0,083
0,2	$\rho_A$	0,45	0,47	0,47	0,47	0,48	0,49	0,50
	$s_A$	2,42	1,95	1,86	1,70	1,51	1,23	1,00
	$z_A$	2,35	1,91	1,82	1,67	1,49	1,22	1,00
	$c_A$	0,153	0,134	0,130	0,122	0,112	0,097	0,083
0,3	$\rho_A$	0,40	0,43	0,44	0,44	0,46	0,48	0,50
	$s_A$	4,05	2,77	2,54	2,19	1,82	1,33	1,00
	$z_A$	3,79	2,65	2,44	2,11	1,77	1,31	1,00
	$c_A$	0,191	0,156	0,148	0,136	0,121	0,099	0,083
0,4	$\rho_A$	0,35	0,39	0,40	0,41	0,43	0,46	0,50
	$s_A$	7,22	3,94	3,44	2,77	2,14	1,42	1,00
	$z_A$	6,48	3,65	3,21	2,61	2,04	1,39	1,00
	$c_A$	0,230	0,174	0,162	0,144	0,124	0,100	0,083
0,5	$\rho_A$	0,29	0,35	0,36	0,38	0,40	0,45	0,50
	$s_A$	14,0	5,50	4,56	3,40	2,44	1,50	1,00
	$z_A$	12,0	4,93	4,13	3,13	2,29	1,45	1,00
	$c_A$	0,271	0,183	0,168	0,146	0,125	0,100	0,083
1,0	$\rho_A$	—	0,20	0,23	0,28	0,33	0,42	0,50
	$s_A$	—	14,8	9,91	5,78	3,39	2,18	1,00
	$z_A$	—	11,8	8,15	4,82	3,01	1,59	1,00
	$c_A$	0,500	0,151	0,140	0,126	0,112	0,096	0,083

TABLEAU IIIa.

$\lambda$		$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	$\rho_B$	0,66	0,63	0,62	0,60	0,58	0,54	0,50
	$s_B$	1,11	1,09	1,08	1,07	1,05	1,02	1,00
	$z_B$	1,23	1,18	1,16	1,14	1,11	1,05	1,00
	$c_B$	0,068	0,071	0,072	0,074	0,076	0,080	0,083
0,2	$\rho_B$	0,88	0,77	0,75	0,71	0,66	0,57	0,50
	$s_B$	1,25	1,18	1,16	1,13	1,10	1,04	1,00
	$z_B$	1,56	1,39	1,35	1,29	1,22	1,10	1,00
	$c_B$	0,053	0,061	0,063	0,066	0,070	0,077	0,083
0,3	$\rho_B$	1,15	0,94	0,89	0,82	0,73	0,49	0,50
	$s_B$	1,43	1,28	1,24	1,19	1,14	1,06	1,00
	$z_B$	2,04	1,65	1,57	1,45	1,31	1,13	1,00
	$c_B$	0,041	0,053	0,056	0,061	0,067	0,076	0,083
0,4	$\rho_B$	1,50	1,11	1,04	0,92	0,78	0,62	0,50
	$s_B$	1,67	1,38	1,32	1,24	1,16	1,06	1,00
	$z_B$	2,78	1,94	1,80	1,59	1,39	1,15	1,00
	$c_B$	0,030	0,048	0,052	0,058	0,066	0,076	0,083
0,5	$\rho_B$	2,00	1,30	1,17	1,00	0,83	0,63	0,50
	$s_B$	2,00	1,46	1,38	1,28	1,18	1,07	1,00
	$z_B$	4,00	2,24	2,01	1,71	1,45	1,16	1,00
	$c_B$	0,020	0,044	0,050	0,057	0,064	0,075	0,083
1,0	$\rho_B$	—	1,08	1,04	0,88	0,75	0,59	0,50
	$s_B$	—	2,54	2,20	1,82	1,51	1,19	1,00
	$z_B$	—	3,68	3,00	2,29	1,76	1,27	1,00
	$c_B$	—	0,037	0,042	0,050	0,059	0,072	0,083

$\lambda$	F	$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	1	0,156	0,147	0,145	0,141	0,136	0,126	0,116
	2	0,211	0,196	0,193	0,187	0,178	0,163	0,148
	3	0,183	0,168	0,165	0,159	0,152	0,138	0,125
	4	0,108	0,100	0,098	0,095	0,090	0,082	0,074
	5	0,035	0,031	0,031	0,030	0,028	0,026	0,023
0,2	1	0,167	0,160	0,157	0,151	0,143	0,129	0,116
	2	0,279	0,243	0,235	0,220	0,202	0,173	0,148
	3	0,254	0,216	0,208	0,193	0,176	0,148	0,125
	4	0,156	0,131	0,126	0,117	0,106	0,088	0,074
	5	0,049	0,042	0,040	0,037	0,033	0,028	0,023
0,3	1	0,167	0,160	0,156	0,151	0,142	0,128	0,116
	2	0,327	0,278	0,264	0,243	0,215	0,177	0,148
	3	0,341	0,266	0,250	0,225	0,194	0,154	0,125
	4	0,222	0,167	0,155	0,138	0,119	0,093	0,074
	5	0,073	0,054	0,050	0,045	0,038	0,025	0,023
0,4	1	0,167	0,159	0,155	0,149	0,140	0,126	0,116
	2	0,333	0,286	0,271	0,246	0,216	0,176	0,148
	3	0,440	0,311	0,284	0,245	0,206	0,157	0,125
	4	0,316	0,206	0,186	0,157	0,130	0,096	0,074
	5	0,109	0,069	0,063	0,051	0,041	0,030	0,023
0,5	1	0,167	0,156	0,153	0,146	0,137	0,126	0,116
	2	0,333	0,279	0,263	0,238	0,211	0,174	0,148
	3	0,500	0,332	0,298	0,251	0,208	0,157	0,125
	4	0,444	0,238	0,209	0,169	0,135	0,096	0,074
	5	0,167	0,082	0,072	0,057	0,044	0,031	0,023
1,0	1	0,167	0,141	0,138	0,134	0,129	0,126	0,116
	2	0,333	0,225	0,215	0,202	0,186	0,169	0,148
	3	0,500	0,245	0,227	0,202	0,180	0,153	0,125
	4	0,667	0,194	0,173	0,147	0,123	0,097	0,074
	5	0,833	0,088	0,074	0,057	0,044	0,034	0,023

TABLEAU IIIb.

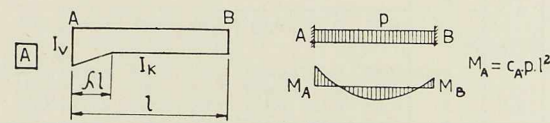


TABLEAU III.

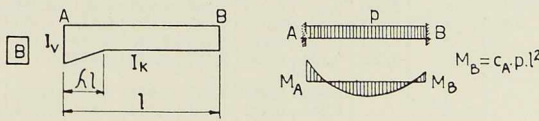


TABLEAU IIIa.

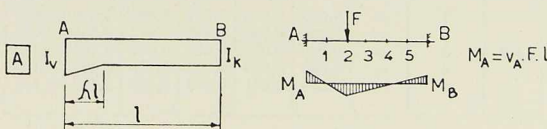


TABLEAU IIIb.

TABLEAU IVa.

$\lambda$		$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	$\rho_B$	0,67	0,60	0,59	0,57	0,56	0,52	0,50
	$s_B$	1,11	1,06	1,06	1,05	1,04	1,02	1,00
	$z_B$	1,23	1,13	1,12	1,10	1,08	1,04	1,00
	$c_B$	0,068	0,074	0,075	0,076	0,078	0,081	0,083
0,2	$\rho_B$	0,88	0,70	0,68	0,65	0,61	0,55	0,50
	$s_B$	1,25	1,13	1,12	1,09	1,07	1,03	1,00
	$z_B$	1,56	1,28	1,25	1,20	1,15	1,07	1,00
	$c_B$	0,053	0,066	0,068	0,070	0,074	0,079	0,083
0,3	$\rho_B$	1,15	0,81	0,78	0,72	0,66	0,57	0,50
	$s_B$	1,43	1,20	1,18	1,14	1,10	1,04	1,00
	$z_B$	2,04	1,45	1,39	1,31	1,22	1,10	1,00
	$c_B$	0,041	0,060	0,062	0,066	0,070	0,078	0,083
0,4	$\rho_B$	1,50	0,93	0,87	0,79	0,71	0,59	0,50
	$s_B$	1,67	1,26	1,23	1,18	1,12	1,05	1,00
	$z_B$	2,78	1,62	1,54	1,44	1,28	1,12	1,00
	$c_B$	0,030	0,055	0,058	0,063	0,069	0,077	0,083
0,5	$\rho_B$	2,00	1,04	0,97	0,86	0,75	0,60	0,50
	$s_B$	2,00	1,33	1,28	1,21	1,14	1,06	1,00
	$z_B$	4,00	1,81	1,68	1,50	1,34	1,13	1,00
	$c_B$	0,021	0,051	0,055	0,061	0,067	0,076	0,083
1,0	$\rho_B$	—	1,33	1,17	0,97	0,80	0,61	0,50
	$s_B$	—	1,67	1,54	1,39	1,25	1,10	1,00
	$z_B$	—	2,59	2,22	1,82	1,50	1,18	1,00
	$c_B$	—	0,042	0,047	0,054	0,062	0,074	0,083

$\lambda$	$\alpha_B$	F	$\frac{I_K}{I_V}$						
			0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1		1	0,005	0,008	0,009	0,011	0,014	0,018	0,023
		2	0,045	0,051	0,053	0,056	0,060	0,067	0,074
		3	0,100	0,105	0,106	0,109	0,112	0,119	0,125
		4	0,133	0,136	0,137	0,138	0,141	0,144	0,148
		5	0,110	0,112	0,112	0,113	0,113	0,115	0,116
0,2		1	—	0,003	0,005	0,008	0,011	0,018	0,023
		2	0,019	0,032	0,036	0,042	0,050	0,063	0,074
		3	0,070	0,085	0,089	0,095	0,102	0,115	0,125
		4	0,113	0,123	0,125	0,129	0,134	0,142	0,148
		5	0,104	0,108	0,108	0,110	0,111	0,114	0,116
0,3		1	—	0,002	0,004	0,007	0,010	0,018	0,023
		2	0,002	0,020	0,025	0,034	0,045	0,061	0,074
		3	0,041	0,068	0,074	0,083	0,096	0,112	0,125
		4	0,091	0,111	0,115	0,122	0,130	0,140	0,148
		5	0,096	0,104	0,105	0,107	0,110	0,113	0,116
0,4		1	—	0,002	0,004	0,007	0,011	0,018	0,023
		2	—	0,017	0,022	0,031	0,044	0,061	0,074
		3	0,014	0,054	0,063	0,077	0,092	0,111	0,125
		4	0,065	0,099	0,106	0,116	0,126	0,139	0,148
		5	0,087	0,099	0,101	0,105	0,109	0,113	0,116
0,5		1	—	0,004	0,005	0,008	0,011	0,018	0,023
		2	—	0,017	0,023	0,032	0,043	0,062	0,074
		3	—	0,047	0,058	0,074	0,089	0,110	0,125
		4	0,037	0,091	0,100	0,113	0,124	0,139	0,148
		5	0,074	0,096	0,099	0,104	0,108	0,113	0,116
1,0		1	—	0,005	0,006	0,009	0,012	0,015	0,023
		2	—	0,020	0,025	0,032	0,042	0,056	0,074
		3	—	0,043	0,051	0,065	0,080	0,101	0,125
		4	—	0,068	0,078	0,092	0,108	0,128	0,148
		5	—	0,074	0,081	0,090	0,098	0,107	0,116

TABLEAU IIIc.

TABLEAU IV.

$\lambda$		$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	$\rho_A$	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	$s_A$	1,52	1,28	1,25	1,22	1,16	1,08	1,00
	$z_A$	1,51	1,28	1,25	1,21	1,16	1,08	1,00
	$c_A$	0,118	0,103	0,102	0,099	0,095	0,089	0,083
0,2	$\rho_A$	0,45	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50
	$s_A$	2,42	1,66	1,58	1,47	1,34	1,16	1,00
	$z_A$	2,35	1,63	1,56	1,45	1,33	1,15	1,00
	$c_A$	0,153	0,122	0,118	0,112	0,105	0,093	0,083
0,3	$\rho_A$	0,40	0,46	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
	$s_A$	4,05	2,14	1,98	1,76	1,54	1,23	1,00
	$z_A$	3,79	2,07	1,93	1,73	1,51	1,22	1,00
	$c_A$	0,191	0,139	0,132	0,123	0,112	0,096	0,083
0,4	$\rho_A$	0,35	0,43	0,43	0,45	0,46	0,48	0,50
	$s_A$	7,22	2,75	2,48	2,10	1,74	1,29	1,00
	$z_A$	6,48	2,62	2,36	2,02	1,69	1,28	1,00
	$c_A$	0,230	0,153	0,144	0,131	0,117	0,098	0,083
0,5	$\rho_A$	0,29	0,40	0,41	0,42	0,44	0,47	0,50
	$s_A$	14,0	2,51	3,05	2,46	1,94	1,35	1,00
	$z_A$	12,0	3,26	2,86	2,34	1,86	1,33	1,00
	$c_A$	0,271	0,163	0,152	0,136	0,120	0,099	0,083
1,0	$\rho_A$	—	0,26	0,28	0,32	0,37	0,44	0,50
	$s_A$	—	8,67	6,38	4,19	2,74	1,55	1,00
	$z_A$	—	7,26	5,45	3,69	2,49	1,48	1,00
	$c_A$	0,500	0,168	0,154	0,136	0,118	0,098	0,083

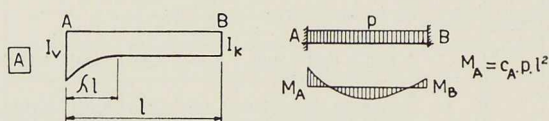


TABLEAU IV.

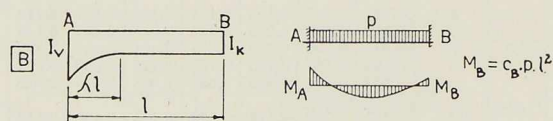


TABLEAU IVa.

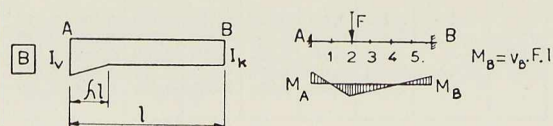


TABLEAU IIIc.



TABLEAU IVb.

$\lambda$	$\nu_A$	F	$\frac{I_K}{I_V}$						
			0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	1	1	0,156	0,141	0,139	0,135	0,131	0,123	0,116
	2	2	0,211	0,185	0,181	0,176	0,170	0,159	0,148
	3	3	0,183	0,157	0,154	0,150	0,144	0,134	0,125
	4	4	0,108	0,094	0,092	0,089	0,085	0,080	0,074
	5	5	0,035	0,029	0,029	0,028	0,027	0,025	0,023
0,2	1	1	0,167	0,155	0,151	0,146	0,140	0,125	0,116
	2	2	0,279	0,220	0,213	0,201	0,188	0,167	0,148
	3	3	0,254	0,192	0,185	0,174	0,161	0,142	0,125
	4	4	0,156	0,115	0,111	0,104	0,096	0,084	0,074
	5	5	0,049	0,036	0,035	0,033	0,030	0,026	0,023
0,3	1	1	0,167	0,159	0,155	0,150	0,141	0,126	0,116
	2	2	0,327	0,249	0,239	0,221	0,202	0,172	0,148
	3	3	0,341	0,226	0,215	0,196	0,176	0,147	0,125
	4	4	0,222	0,138	0,131	0,119	0,106	0,088	0,074
	5	5	0,073	0,045	0,042	0,038	0,034	0,028	0,023
0,4	1	1	0,167	0,160	0,156	0,149	0,141	0,126	0,116
	2	2	0,333	0,268	0,253	0,233	0,208	0,152	0,148
	3	3	0,440	0,259	0,240	0,215	0,188	0,151	0,125
	4	4	0,316	0,164	0,151	0,133	0,115	0,091	0,074
	5	5	0,109	0,053	0,048	0,043	0,037	0,029	0,023
0,5	1	1	0,167	0,157	0,151	0,148	0,141	0,127	0,116
	2	2	0,333	0,269	0,259	0,235	0,211	0,175	0,148
	3	3	0,500	0,281	0,260	0,228	0,195	0,153	0,125
	4	4	0,444	0,184	0,168	0,144	0,122	0,093	0,074
	5	5	0,167	0,062	0,055	0,047	0,038	0,029	0,023
	6	6	0,167	0,151	0,146	0,141	0,135	0,122	0,116
1,0	1	1	0,167	0,151	0,146	0,141	0,135	0,122	0,116
	2	2	0,333	0,254	0,240	0,220	0,199	0,168	0,148
	3	3	0,500	0,286	0,259	0,224	0,191	0,151	0,125
	4	4	0,667	0,221	0,194	0,158	0,128	0,094	0,074
	5	5	0,833	0,088	0,073	0,057	0,043	0,030	0,023

TABLEAU IVc.

$\lambda$	$\nu_B$	F	$\frac{I_K}{I_V}$						
			0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	1	1	0,005	0,011	0,012	0,016	0,016	0,020	0,023
	2	2	0,045	0,057	0,058	0,061	0,064	0,069	0,074
	3	3	0,100	0,110	0,111	0,113	0,116	0,121	0,125
	4	4	0,133	0,139	0,140	0,141	0,143	0,146	0,148
	5	5	0,110	0,113	0,113	0,114	0,114	0,115	0,116
0,2	1	1	—	0,006	0,007	0,009	0,013	0,019	0,023
	2	2	0,019	0,042	0,045	0,050	0,056	0,066	0,074
	3	3	0,070	0,095	0,098	0,103	0,104	0,117	0,125
	4	4	0,113	0,130	0,132	0,135	0,138	0,143	0,148
	5	5	0,104	0,110	0,110	0,111	0,113	0,114	0,116
0,3	1	1	—	0,003	0,005	0,007	0,011	0,018	0,023
	2	2	0,002	0,030	0,034	0,042	0,050	0,063	0,074
	3	3	0,041	0,082	0,086	0,094	0,103	0,115	0,125
	4	4	0,091	0,121	0,124	0,129	0,135	0,142	0,148
	5	5	0,096	0,106	0,108	0,109	0,111	0,114	0,116
0,4	1	1	—	0,003	0,004	0,008	0,011	0,018	0,023
	2	2	—	0,024	0,030	0,037	0,047	0,061	0,074
	3	3	0,014	0,071	0,077	0,087	0,098	0,113	0,125
	4	4	0,065	0,113	0,117	0,124	0,131	0,141	0,148
	5	5	0,087	0,104	0,106	0,108	0,110	0,113	0,116
0,5	1	1	—	0,003	0,005	0,008	0,011	0,017	0,023
	2	2	—	0,021	0,026	0,035	0,046	0,061	0,074
	3	3	—	0,062	0,071	0,083	0,095	0,112	0,125
	4	4	0,037	0,105	0,112	0,120	0,129	0,140	0,148
	5	5	0,074	0,100	0,104	0,106	0,110	0,113	0,116
1,0	1	1	—	0,004	0,006	0,008	0,011	0,019	0,023
	2	2	—	0,019	0,024	0,033	0,042	0,060	0,074
	3	3	—	0,045	0,055	0,070	0,085	0,108	0,125
	4	4	—	0,080	0,090	0,104	0,117	0,136	0,148
	5	5	—	0,088	0,093	0,099	0,104	0,111	0,116

$\lambda$		$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	s	1,03	0,96	0,94	0,92	0,88	0,81	0,75
	z	0,69	0,61	0,63	0,61	0,58	0,54	0,50
	c	0,163	0,154	0,152	0,149	0,143	0,134	0,125
0,2	s	1,46	1,25	1,20	1,13	1,03	0,88	0,75
	z	0,97	0,83	0,80	0,75	0,69	0,59	0,50
	c	0,199	0,181	0,176	0,169	0,160	0,141	0,125
0,3	s	2,20	1,66	1,55	1,40	1,21	0,95	0,75
	z	1,47	1,11	1,03	0,93	0,81	0,63	0,50
	c	0,239	0,207	0,198	0,187	0,170	0,145	0,125
0,4	s	3,47	2,23	2,03	1,72	1,40	1,01	0,75
	z	2,31	1,49	1,35	1,15	0,93	0,67	0,50
	c	0,275	0,226	0,216	0,198	0,176	0,147	0,125
0,5	s	5,96	3,05	2,66	2,12	1,61	1,07	0,75
	z	3,97	2,03	1,77	1,41	1,07	0,71	0,50
	c	0,311	0,241	0,227	0,195	0,178	0,148	0,125
1,0	s	—	11,4	7,57	4,38	2,55	1,26	0,75
	z	—	7,58	5,04	2,92	1,70	0,84	0,50
	c	0,500	0,196	0,185	0,171	0,156	0,138	0,125

TABLEAU V.

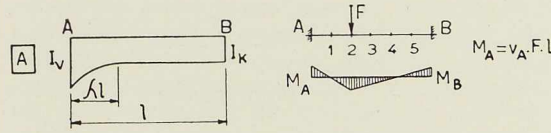


TABLEAU IVb.

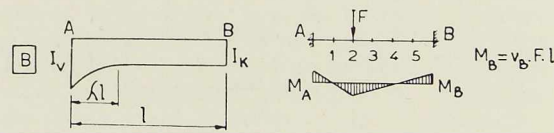


TABLEAU IVc.

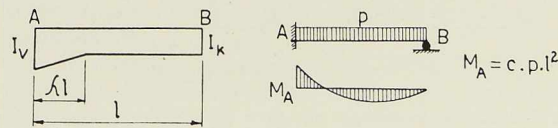


TABLEAU V.



TABLEAU Va.

$\frac{\nu}{\lambda}$	F	$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	1	0,158	0,153	0,151	0,148	0,144	0,135	0,127
	2	0,241	0,229	0,226	0,220	0,213	0,199	0,185
	3	0,248	0,234	0,230	0,224	0,217	0,202	0,188
	4	0,197	0,186	0,183	0,178	0,171	0,160	0,148
	5	0,108	0,102	0,100	0,097	0,094	0,087	0,081
0,2	1	0,167	0,163	0,160	0,156	0,150	0,139	0,127
	2	0,296	0,268	0,261	0,250	0,235	0,209	0,185
	3	0,316	0,282	0,274	0,261	0,243	0,214	0,188
	4	0,254	0,227	0,220	0,208	0,194	0,170	0,148
	5	0,140	0,125	0,121	0,114	0,107	0,093	0,081
0,3	1	0,167	0,163	0,160	0,156	0,150	0,139	0,127
	2	0,330	0,297	0,286	0,270	0,248	0,214	0,185
	3	0,391	0,329	0,316	0,294	0,264	0,222	0,188
	4	0,327	0,272	0,258	0,239	0,213	0,178	0,148
	5	0,184	0,150	0,144	0,133	0,118	0,097	0,081
0,4	1	0,167	0,163	0,160	0,156	0,149	0,137	0,127
	2	0,333	0,303	0,294	0,275	0,250	0,214	0,185
	3	0,460	0,371	0,350	0,317	0,278	0,226	0,188
	4	0,416	0,316	0,296	0,265	0,230	0,181	0,148
	5	0,240	0,180	0,167	0,148	0,128	0,100	0,081
0,5	1	0,167	0,163	0,160	0,154	0,147	0,137	0,127
	2	0,333	0,302	0,291	0,270	0,246	0,213	0,185
	3	0,500	0,393	0,368	0,326	0,282	0,226	0,188
	4	0,514	0,356	0,328	0,273	0,238	0,184	0,148
	5	0,312	0,206	0,188	0,161	0,134	0,102	0,081
1,0	1	0,167	0,150	0,136	0,142	0,138	0,134	0,127
	2	0,333	0,250	0,242	0,232	0,218	0,202	0,185
	3	0,500	0,300	0,282	0,262	0,239	0,212	0,188
	4	0,667	0,277	0,258	0,230	0,203	0,173	0,148
	5	0,833	0,177	0,160	0,137	0,117	0,097	0,081

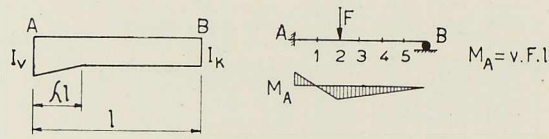


TABLEAU Va.

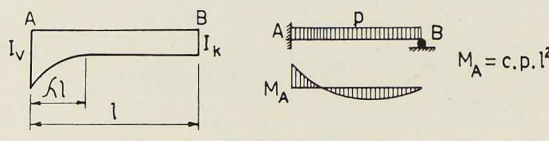


TABLEAU VI.

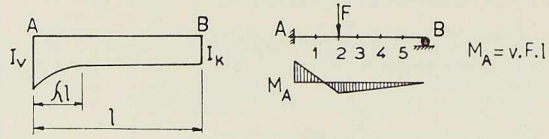


TABLEAU VIa.

TABLEAU VI.

$\lambda$		$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	s	1,03	0,91	0,89	0,87	0,84	0,79	0,75
	z	0,69	0,60	0,59	0,58	0,56	0,53	0,50
	c	0,163	0,147	0,146	0,142	0,137	0,131	0,125
0,2	s	1,46	1,10	1,06	1,01	0,94	0,84	0,75
	z	0,97	0,73	0,71	0,67	0,63	0,36	0,50
	c	0,199	0,168	0,164	0,158	0,150	0,137	0,125
0,3	s	2,20	1,35	1,28	1,17	1,05	0,88	0,75
	z	1,47	0,90	0,85	0,78	0,70	0,59	0,50
	c	0,239	0,187	0,181	0,171	0,158	0,141	0,125
0,4	s	3,47	1,67	1,53	1,36	1,17	0,93	0,75
	z	2,31	1,11	1,02	0,91	0,78	0,62	0,50
	c	0,275	0,204	0,193	0,181	0,166	0,143	0,125
0,5	s	5,96	2,07	1,85	1,57	1,30	0,97	0,75
	z	3,97	1,38	1,23	1,05	0,87	0,65	0,50
	c	0,311	0,217	0,205	0,188	0,170	0,145	0,125
1,0	s	—	5,68	4,32	2,91	1,94	1,13	0,75
	z	—	3,79	2,88	1,94	1,29	0,75	0,50
	c	0,500	0,223	0,209	0,190	0,168	0,142	0,125

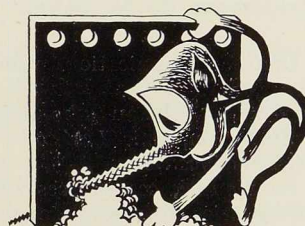
$\frac{\nu}{\lambda}$	F	$\frac{I_K}{I_V}$						
		0,00	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00
0,1	1	0,158	0,147	0,146	0,143	0,140	0,133	0,127
	2	0,241	0,219	0,215	0,211	0,206	0,195	0,185
	3	0,248	0,223	0,219	0,215	0,209	0,197	0,188
	4	0,197	0,176	0,174	0,170	0,165	0,156	0,148
	5	0,108	0,097	0,095	0,093	0,090	0,085	0,081
0,2	1	0,167	0,160	0,156	0,152	0,148	0,136	0,127
	2	0,296	0,255	0,243	0,234	0,222	0,203	0,185
	3	0,316	0,258	0,252	0,241	0,228	0,206	0,188
	4	0,254	0,207	0,200	0,192	0,181	0,163	0,148
	5	0,140	0,113	0,110	0,105	0,099	0,090	0,081
0,3	1	0,167	0,162	0,159	0,155	0,148	0,136	0,127
	2	0,330	0,275	0,266	0,251	0,235	0,208	0,185
	3	0,391	0,293	0,282	0,264	0,244	0,214	0,188
	4	0,327	0,238	0,227	0,212	0,195	0,170	0,148
	5	0,184	0,131	0,126	0,117	0,108	0,093	0,081
0,4	1	0,167	0,163	0,160	0,150	0,149	0,137	0,127
	2	0,333	0,289	0,278	0,263	0,243	0,210	0,185
	3	0,462	0,325	0,307	0,285	0,258	0,218	0,188
	4	0,415	0,268	0,253	0,231	0,208	0,174	0,148
	5	0,240	0,149	0,140	0,129	0,115	0,095	0,081
0,5	1	0,167	0,160	0,158	0,155	0,149	0,138	0,127
	2	0,331	0,292	0,284	0,267	0,244	0,213	0,185
	3	0,498	0,346	0,329	0,300	0,266	0,222	0,188
	4	0,514	0,293	0,276	0,248	0,218	0,178	0,148
	5	0,312	0,166	0,156	0,138	0,120	0,098	0,081
1,0	1	0,167	0,155	0,154	0,150	0,143	0,132	0,127
	2	0,333	0,277	0,269	0,251	0,233	0,204	0,185
	3	0,500	0,343	0,326	0,292	0,259	0,216	0,188
	4	0,667	0,326	0,300	0,259	0,222	0,176	0,148
	5	0,833	0,205	0,183	0,153	0,127	0,098	0,081

TABLEAU VIa.



CENTRE BELGE D'ÉTUDE DE LA CORROSION

**CEBELCOR**



### C. T. 1. Electrodeposition

La C. T. 1 a abandonné sa dénomination de « Nickelage - Chromage - Cadmiage » pour prendre celle d'« Electrodeposition » qui est plus générale et exprime mieux le champ exploité par les travaux de la commission.

#### Conférence de M. Ladrière

La première conférence du cycle 1951-1952 a été donnée par M. Ladrière qui avait pris comme sujet « Pannes d'ateliers ».

D'après lui, si certaines pannes ou certains mauvais rendements (qu'il assimile à une panne continue) sont dues à de mauvais dessins de pièces à décorer, à certaines inattentions de la main-d'œuvre, 41 % de ces pannes sont dues à des bains défectueux. Par exemple, les piqûres, qui sont provoquées par des bulles d'hydrogène, sont causées par un pH incorrect ou parfois trop de surface d'anode.

Les remèdes sont la destruction des bulles par un oxydant (perborate, eau oxygénée, paraformaldéhyde) ou par un agent de mouillage qui les empêche d'adhérer à la cathode.

La mauvaise adhérence du dépôt est dans 32 % des cas due à un mauvais dégraissage : une interruption de courant au cours de la galvanoplastie peut donner un écaillage par détachement de la couche de métal déposé à la reprise du courant.

En particulier en ce qui concerne l'acier, l'adhérence de la couche de nickel est souvent précaire et c'est pourquoi, industriellement, on cuivre très souvent avant de nickeler.

Les tensions internes dans la couche déposée sont un défaut invisible, mais elles peuvent produire des déchirures néfastes; elles sont dues à

une différence de dilatation entre le métal de base et le métal déposé et elles peuvent se produire lorsqu'on travaille en bain chauffé avec des métaux de coefficient de dilatation très dissimilaires.

Les rugosités sont dues à des matières en suspens ou parfois à un pH incorrect. Elles peuvent, il est vrai, être supprimées par l'avivage, mais alors laissent des trous fort laids et dangereux au point de vue de la corrosion. Les matières en suspens dans un bain peuvent être de natures fort diverses : poussières atmosphériques, résidus des anodes, limailles de fer apportées par les pièces fraîchement usinées. A ce sujet, l'auteur cite le cas où des pièces magnétisées au cours de l'usinage (elles avaient probablement séjourné assez longtemps dans un champ électrique continu) apportaient régulièrement dans le bain une quantité non négligeable de limailles. On peut dissoudre cette limaille par l'acide citrique, mais il est évidemment préférable de ne pas la laisser s'introduire dans le bain.

Les taches sont d'origines très diverses : certaines disparaissent lors de l'avivage, d'autres n'apparaissent qu'après un certain temps. Elles proviennent en général d'un mauvais dégraissage et en particulier des empreintes de doigts sur des objets encore humides.

Certains bains paraissent avoir un pouvoir de pénétration trop faible et donnent des dépôts trop minces dans les parties rentrantes les plus éloignées de l'anode. On y remédie en augmentant la densité du courant ou en disposant des anodes auxiliaires.

Pour terminer, le conférencier parla de l'efficacité des dépôts, c'est-à-dire de leur pouvoir protecteur au point de vue de la corrosion et fit remarquer que l'épaisseur des dépôts étant tou-



jours irrégulière d'un point à l'autre de la pièce, il y a lieu de s'en référer à l'épaisseur moyenne qui doit toujours rester supérieure au minimum prescrit.

#### Conférence de M. Bayens

Une Communication vient d'être faite aux Membres de la C. T. 1 par M. Bayens, Docteur en sciences, attaché au Laboratoire des Usines Philips à Eindhoven, sur *Les sources de courant pour l'électrodéposition*.

En résumé, ces sources sont de trois espèces : les batteries d'accumulateurs, les groupes convertisseurs et les redresseurs.

1° Les *batteries d'accumulateurs* s'emploient de moins en moins et on ne les rencontre plus guère que comme « sécurité » dans les installations d'une certaine importance.

2° Les *groupes convertisseurs* sont très en honneur, surtout aux U. S. A. où les constructeurs se sont spécialisés dans les machines rotatives et ne construisent que des redresseurs n'ayant pas la qualité des redresseurs européens. Les groupes convertisseurs ont un rendement très élevé, surtout pour les grosses puissances. Malheureusement ce rendement baisse sensiblement lorsqu'ils ne sont pas employés à pleine charge. Etant des appareils rotatifs, ils ont l'inconvénient de créer des vibrations et d'exiger de solides fondations. De plus, leur sensibilité à la corrosion nécessite qu'ils soient logés dans un local distinct de la chambre des bains. Enfin, leurs balais et collecteurs doivent être périodiquement révisés et leur remise en ordre est parfois suffisamment longue que pour justifier la présence d'un groupe convertisseur supplémentaire permettant d'établir un roulement entre machines.

3° Les *redresseurs* constituent la source de courant la plus commode et la plus utilisée, tout au moins en Europe. Le redresseur qui semble s'être imposé partout est le redresseur sec au sélénium, qui permet l'emploi de voltages élevés et tolère des élévations de température assez amples. Ces redresseurs peuvent être refroidis par courant d'air, naturel ou pulsé ou par immersion dans l'huile. Le refroidissement par air a le désavantage d'entraîner des poussières qui entravent l'échange de chaleur; le bain d'huile, au contraire, permet d'enclorre l'appareil tout entier dans un carter de tôle, écartant ainsi tout entretien autre qu'une peinture périodique; de plus, le bain d'huile peut éventuellement être refroidi par un serpentín d'eau.

Le rendement de ces redresseurs secs est beaucoup moins variable avec la charge ainsi que le fait voir la figure 1.

Mais, à moins d'employer un stabilisateur, la tension aux bornes varie avec cette charge (environ un volt quand la charge varie de 20 à 100 %).

Enfin, un autre avantage du redresseur, c'est qu'il permet l'alimentation individuelle des bains, évitant ainsi les montages en série ou en parallèle avec répercussion sur le fonctionnement d'un bain du plus ou moins bon fonctionnement de son voisin.

Bien entendu, ces redresseurs sont précédés d'un transformateur qui abaisse la tension du réseau à un taux convenable.

Depuis quelque temps, on cherche à mettre sur le marché des *redresseurs mécaniques* dont le rendement est très élevé (96 à 98 %). Malheureusement des difficultés de commutation ont entravé jusqu'à présent leur diffusion, d'autant plus qu'ils ne sont vraiment intéressants que pour des voltages et des capacités notables (100 à 600 volts et au-dessus de 5 000 ampères).

Du point de vue économique, il est hors de doute que les redresseurs au sélénium immergés dans l'huile sont à préférer de loin au groupe convertisseur pour les ateliers d'importance courante. S'il est vrai qu'ils sont plus chers à l'achat, l'absence d'entretien diminue sensiblement les frais d'exploitation.

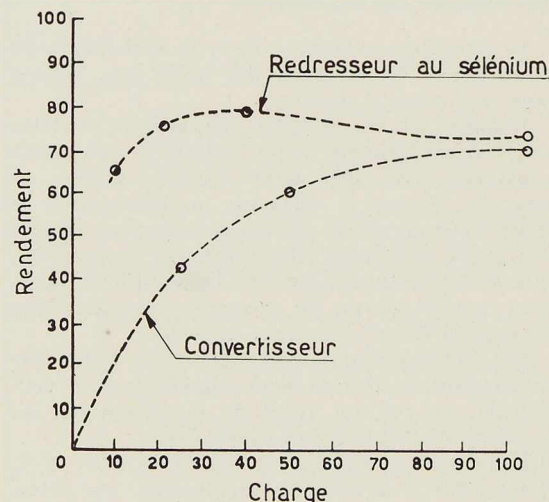


Fig. 1. Rendement des redresseurs secs.

#### Commission technique n° 12 : « Procédés désincrustants »

Au cours de sa dernière réunion, tenue le 10 octobre dernier, la Commission technique n° 12 du Cebelcor (Procédés désincrustants) a



décidé de clore les adhésions à la date du 10 novembre 1951.

En conséquence, nous invitons les firmes susceptibles d'être intéressées à l'étude des procédés de lutte contre les incrustations, n'agissant pas par traitement chimique des eaux et solutions, à se mettre en rapport au plus tôt avec le Secrétariat du Cebelcor, 21, rue des Drapiers, à Bruxelles.

## Documentation

### Etudes américaines

La « National Association of Corrosion Engineers » (N. A. C. E.) a constitué un Comité technique dénommé « Technical Panel-16 » pour l'étude de l'électrolyse et corrosion des gaines de câbles.

Le TP-16 est divisé en six Sous-Comités dont les programmes d'activités sont les suivants :

- I. Le TP-16 A (Electrolyse et corrosion des gaines de câbles) a mis à l'étude trois séries de problèmes :
  - a) Jonction de câbles, jonction à d'autres structures, points d'isolation;
  - b) Installations de drainage et de soutirage de courant;
  - c) Commutateurs d'inversion de courant et redresseuses.Son premier travail consiste à rechercher les procédés en usage et satisfaisants, les procédés défectueux — donc à éviter — et les problèmes courants d'intérêt général.
- II. Le TP-16 B (Corrosion de gaines en plomb ou autres) s'est subdivisé en cinq groupes dont la mission est de rassembler la documentation technique sur :
  - a) Le procédé de protection cathodique;
  - b) Les cellules de concentration qui seront utilisées pour ambiances différentes autour d'un même métal;
  - c) L'action galvanique provenant de métaux ou sels métalliques différents dans la même ambiance;
  - d) La corrosion par courant alternatif;
  - e) La corrosion par action micro-biologique.
- III. Le TP-16 C (Protection cathodique des gaines de câbles) s'est donné comme programme :
  - a) Détermination des potentiels maximum et minimum admissibles; comment éviter la corrosion cathodique, etc.
  - b) Emplacement de l'anode ou de la mise à la

terre; calcul et détermination des distances qui les séparent des gaines de câbles;

- c) Emploi et détermination de systèmes à anode galvanique pour la protection de gaines en plomb;
  - d) Emploi de points d'isolation et d'anodes réactives.
- IV. Le TP-16 D (Essais et contrôle) met au point un questionnaire ayant comme objet :
- a) Types et contrôles (préliminaires, courants ou spéciaux, tests d'ensemble et tests locaux;
  - b) Equipement et outillage (types d'instruments, électrodes de contrôle, etc.);
  - c) Interprétation des résultats d'essais et classification d'après la rigueur des conditions de ces essais.
- V. Le TP-16 E (Corrosion et protection des câbles tubulaires) aura à rassembler la documentation existante sur les installations et les expériences actuelles et à en tirer des standards utilisables par l'industrie.
- VI. Le TP-16 F (Revêtements non métalliques pour gaines de câbles) se charge de :
- a) Rechercher les propriétés techniques des différents revêtements non métalliques pour gaines de câbles;
  - b) Se documenter sur la résistance de ces produits aux milieux corrodants contenant des solvants, des facteurs d'électrolyse, des bactéries, etc.;
  - c) Etude des produits de remplissage des câbles, leur usage avec des gaines non métalliques ou recouvertes de plomb.

---

## Bibliographie

### Pour mieux peindre, fascicules II et III

Une brochure de 13 pages, format 21 × 27 cm. Edité par la Chambre Syndicale de l'Industrie des Vernis, Peintures, Mastics et Encres d'Imprimerie (I. V. P.), Bruxelles 1951.

En 1949, le Comité de Direction de la Chambre Syndicale I. V. P. avait pris la décision d'entreprendre des travaux techniques destinés à préparer la refonte des cahiers des charges de l'Etat belge, concernant la clause « Peintures et Vernis ».

Un premier fascicule a paru en 1950. Les fascicules II et III se rapportent respectivement aux revêtements pour ouvrages d'art et aux revêtements pour signalisations routières.



# CHRONIQUE

## Le marché de l'acier pendant le mois de septembre 1951

	Production acier lingot en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
Septembre 1951	403 888	256 874	660 762
Août 1951	428 782	265 577	694 359
Janv.-sept. 1951	3 695 980	2 292 575	5 988 555
Jan.-sept. 1950	2 595 488	1 741 696	4 337 184

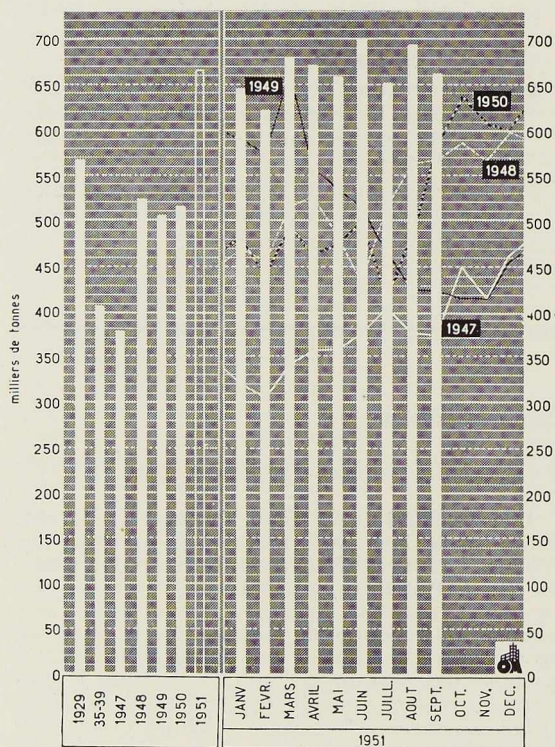


Fig. 1. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

La production est en recul d'environ 5 % par rapport au moins d'août, mais elle se poursuit à une cadence générale de près de 8 millions de tonnes par an. Cette allure est cependant entravée par les difficultés d'approvisionnement, tant de minerais que de charbon et de mitrilles. Il y a aussi, depuis peu, une menace de grève dans la métallurgie belge.

La tendance du marché est toujours très ferme et les délais de livraison s'allongent un peu; les usines maintiennent leur principe de ne pas charger leurs carnets outre mesure. Les prix ne varient guère. Signalons cependant que les chemins de fer belges viennent d'augmenter de 10 % le tarif de transport des marchandises pondéreuses.

En raison de la situation financière particulière de la Belgique par rapport à ses partenaires dans l'Union Européenne des Paiements, le Gouvernement s'est vu amené à publier le 17 septembre un arrêté établissant une retenue de 5 % sur les exportations vers les pays de l'U. E. P. Il espère par cette mesure transférer certaines ventes de la zone U. E. P. vers la zone dollar. Peu après, d'autres mesures ont dû être prises concernant le marché des devises, mesures qui équivalent à la mise sous licence de toutes nos exportations.

Plan Schuman : le projet de loi portant approbation du Plan a été déposé sur le bureau du Sénat.

### Marché intérieur

Les besoins du marché sont suivis à des conditions de prix favorables pour la clientèle. En constructions métalliques, l'activité, à l'exception de quelques secteurs, n'est d'ailleurs pas particulièrement brillante. En matériel roulant, la situation s'est améliorée à la suite des commandes de voitures, locomotives et automotrices de la S. N. C. B. et de quelques ordres plus faibles venus de l'étranger. Il y a également amélioration en charpentes industrielles, mais le département des ponts est moins bien servi.

Le chantier naval de Hoboken a reçu commande de 3 cargos de 9 200 tonnes et de 2 tankers, dont



un de 29 650 tonnes qui formera la plus grande unité construite jusqu'ici en Belgique.

Les expéditions de Fabrimétal ont atteint, en août, 151 273 tonnes, comprenant notamment :

	Août	Juillet
Produits de la tôle . . . . .	24 886	25 925
Tréfilés, étirages, etc. . . . .	39 775	40 449
Accessoires métalliques du bâtiment . . . . .	8 745	7 640
Ponts et charpentes . . . . .	13 072	11 769
Matériel de chemin de fer et tramway . . . . .	6 747	2 408

### Marché d'exportation

Le marché a été très ferme et notamment pendant la deuxième quinzaine qui a apporté de nombreuses demandes pour des tonnages de plus en plus élevés. On signale d'importantes commandes de billettes à fournir à l'Argentine. D'autre part, l'Angleterre demanderait une nouvelle augmentation, de 50.000 tonnes, de son contingent du dernier trimestre de l'année.

De toute façon, les marchés extérieurs paraissent devoir garder leur fermeté pendant de nombreux mois encore. La nouvelle hausse de prix survenue en France et celle attendue en Allemagne confirment d'ailleurs cette probabilité.

## La sidérurgie dans le monde

### Etats-Unis

La production du mois d'août atteint 7 850 000 tonnes et constitue un record pour ce mois de l'année. Le total des huit premiers mois dépasse 62 millions de tonnes. Sauf événements imprévus, le total de 96 millions de tonnes, souvent citées comme but visé en 1951, pourra être atteint. Mais déjà, dans les milieux officiels, annonce-t-on un nouvel objectif pour 1953 : 112 millions de tonnes métriques. A l'encontre de ce programme, on fait cependant remarquer que les restrictions d'emploi récemment décrétées pourraient freiner l'expansion des usines sidérurgiques.

La consommation civile sera ramenée, à partir du 1<sup>er</sup> octobre, à 58 % de celle notée avant la guerre de Corée. L'*International Harvester Corp.* annonce, parmi d'autres, qu'elle congédiera 500 ouvriers, le 1<sup>er</sup> novembre, en raison des diminutions de son approvisionnement en acier.

Il règne un manque aigu de mitrilles. Les usines font des efforts gigantesques pour augmenter leurs approvisionnements de minerai :

c'est ainsi que la *Republic Steel Corp.*, a mis rapidement en exploitation des gisements qu'elle possède au Liberia. Un chemin de fer d'environ 70 kilomètres a été construit à travers la jungle, pour relier le port de Monrovia à Bomi Hills. Le premier cargo de 10 000 tonnes de minerai est arrivé aux Etats-Unis en juin dernier. On espère atteindre rapidement un million de tonnes par an. Les réserves totales du gisement sont estimées à près de 30 millions de tonnes, d'une teneur de 69 %.



Fig. 2. Construction du chemin de fer reliant le port de Monrovia à Bomi Hills (Liberia).

### Angleterre

La production d'août n'a pas atteint la cadence de 14 millions de tonnes annuelles et l'objectif de 16 millions de tonnes pour 1951 semble dès maintenant compromis. Les stocks de mitrilles sont descendus à un niveau critique et les prix ont dû être augmentés pour stimuler la collecte. On envisage de porter de 15 à 16 millions de tonnes la production de minerais indigènes, au cours de 1952.

Les chantiers navals anglais ont en construction et en commande 5,5 millions de tonnes de navires, chiffre record qui doit assurer à ces chantiers du travail pour quatre ans.

Les exportations des huit premiers mois de l'année se chiffrent à 1 842 704 tonnes d'acier (1950 : 1 975 674 t) et les importations à 524 206 t (1950 : 533 162 t).

Le *Board of Trade*, pour assurer une distribu-

tion convenable des exportations, a annulé les licences globales valables à l'exception de celles concernant le Commonwealth, le Danemark, la Finlande, la Suède et l'Argentine.

La paix n'est toujours pas faite entre la Fédération sidérurgique et la Corporation Nationale et ce n'est qu'après les élections législatives qu'une situation non équivoque pourra s'établir. Les milieux sidérurgiques anglais gardent une prudente expectative en ce qui concerne l'avenir du plan Schuman. Cette politique est fondée sur la situation particulière du pays et du Commonwealth.

#### France

Après une première hausse de prix, en avril dernier, les produits sidérurgiques français viennent de subir, le 30 septembre, une nouvelle majoration qui atteint en moyenne 22 %. Les aciers marchands sont actuellement cotés à 30 070 francs français, les poutrelles Thomas à 29 480 francs français départ.

Ces nouveaux prix ont été établis après que les salaires avaient dû être majorés de 15 % et que le charbon avait haussé, le 16 septembre, de 20 %

La production française a atteint, en août, 763 000 tonnes (798 000) celle de la Sarre 226 000 tonnes (213 000). On se plaint toujours de l'insuffisance des fournitures allemandes de charbon.

Les exportations du premier semestre ont atteint le chiffre impressionnant de 2 558 000 tonnes, dont 395 000 destinées à la France d'outre-mer. En 1950, pendant la même période, la France n'avait exporté que 1 589 000 tonnes.

La Société Usinor a créé une filiale aux Etats-Unis, la « Soveda Inc », New-York. Elle espère vendre sur le marché américain 75 à 100 000 tonnes par an.

#### Allemagne

La production d'acier lingot a atteint, en août, 1 151 273 tonnes (1 123 937). Le 7 septembre a été publiée une ordonnance sur la production, la distribution et l'achat des produits sidérurgiques ayant pour but d'assurer l'approvisionnement adéquat de tous les utilisateurs. L'exportation doit diminuer sensiblement.

Les sidérurgistes envisagent de demander une nouvelle augmentation de 20 % des prix de tous les produits. On signale d'ailleurs qu'il existe un marché noir où les prix sont traités à DM 700 au lieu de 400, prix officiel.

La réorganisation des grandes firmes industrielles se poursuit. Entre autres vient d'être

décidé la création d'une société holding avec les éléments de l'ancien consortium Krupp. Cette société annexerait notamment les anciennes usines : Hüttenwerk Rheinhausen, Krupp-Stahlbau, Westfälische Drahtindustrie, Hamme et Capito u. Klein A. G. Düsseldorf.

#### Pologne

A l'usine Kosciuszko, à Chorzow (anc. Königshütte), un nouveau haut fourneau, l'un des plus puissants d'Europe, vient d'être mis à feu. Sa production annuelle de fonte sera de plus de 300 000 tonnes.

#### Japon

La plus grande société sidérurgique du pays, la Yawata, a acheté aux Etats-Unis un laminoir pour feuillards à froid, au prix de \$2 100 000. Un autre laminoir sera acheté en Allemagne. La Société en question poursuit un vaste programme de modernisation et de rationalisation.

Le Japon reçoit actuellement des minerais à haute teneur, en provenance du Canada. Un contrat a été conclu pour la fourniture de 400 000 tonnes, à raison de 40 000 tonnes par mois.

La production d'acier a atteint, en juin 560 000 tonnes, en juillet 593 000 tonnes. Les prix sont en baisse, de \$5 à 10 à la tonne. Le pays exporte des tonnages importants et fournit même à certains marchés d'Europe.

C'est ainsi que l'Angleterre lui a passé commande de 10 000 tonnes de fil machine et 13 000 tonnes de tôles fortes. D'autres commandes de tôles seraient venues de Suède.

Le Japon vient d'acheter à l'Inde un million de tonnes de minerai de fer ainsi que du minerai de manganèse, contre fourniture de rails, traverses et matériel roulant.

#### Suède

Les exportations de minerai suédois, pendant le premier semestre 1951, se sont réparties comme suit, selon leur destination :

Angleterre . . .	25 %
Allemagne . . .	25 %
Etats-Unis . . .	25 %
Belgique . . .	15 %
Europe orientale	10 % (dont 7 % à la Pologne)

Pour se justifier par rapport à certains reproches qui lui ont été faits, la Suède fait remarquer que les fournitures vers l'Europe orientale se font en échange de livraisons de charbon indispensable au pays.





## XIV<sup>e</sup> Congrès international des Centres d'information de l'Acier

A Villa d'Este (Italie), s'est tenu, du 24 au 28 septembre 1951, le XIV<sup>e</sup> Congrès International des Centres d'Information de l'Acier. Y ont pris part les pays suivants : l'Allemagne, la Belgique et le Luxembourg, la France, la Grande-Bretagne, la Hollande, l'Italie et la Suisse.

Le programme du Congrès comportait trois journées de séances et deux journées de visites. Les communications suivantes ont été présentées :

- T. Stevenson, *Les développements récents dans les emplois actuels de l'acier.*  
P. Peissi, *Les nouvelles utilisations de l'acier.*  
E. Greiner, *Moyens de propagande applicables à l'acier.*  
H. Forder, *Emploi de l'acier inoxydable.*  
U. Biffignandi, *Les constructions tubulaires.*  
A. Bera, *L'acier dans les constructions industrielles.*  
J. Verdeyen, *Utilisation des profilés légers.*  
E. Hünnebeck, *Constructions spéciales légères.*  
A. Bartocci, *L'acier ALS à haute résistance pour les constructions légères.*  
D. Cecchi, *L'emploi de l'acier dans les conduites forcées.*  
C. Fornaci, *Quelques développements actuels des aciers demi-durs pour les constructions soudées.*

Nous publierons dans un prochain numéro de *L'Ossature Métallique* de larges extraits de la plupart des communications techniques, ainsi qu'un résumé des discussions.

## Concours international pour la création d'une nouvelle voie de communication à Stockholm

La ville de Stockholm est bâtie sur plusieurs îles ou presqu'îles, entre le lac Mälär et la mer Baltique; sa population, de l'ordre de 900 000 habitants, s'accroît constamment, et la ville s'étend, surtout en direction du Sud.

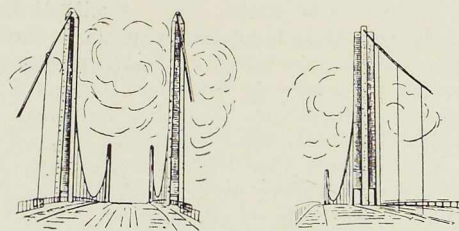
Pour améliorer les communications entre les quartiers Nord et Sud, on a construit en 1935 un pont qui dessert la région Ouest et l'on envisage, depuis longtemps déjà, la création d'une

**Fig. 5.** Nouveau pont-rails et route sur le Tessin à Sesto Calende (Italie). Cet ouvrage, d'une longueur totale de 263,80 m, a été visité par les participants au XIV<sup>e</sup> Congrès des C. I. A.

large voie dans la région Est entre les quartiers Nord-Est ou Östermalm et Sud ou Södermalm; voie qui portera le nom d'Österleden.

En 1947, le service du Plan d'Extension de la Ville de Stockholm a institué un concours international qui a été clos le 1<sup>er</sup> avril 1949. Le nombre des projets adressés au jury a été de 196, venant de 33 pays. Les solutions par tunnels (27 % des projets) reviennent plus cher que les ponts (73 % des projets). Les deux tiers des ponts proposés sont des ponts suspendus; les autres sont des ponts en arc (21 %) et des ponts droits (13 %).

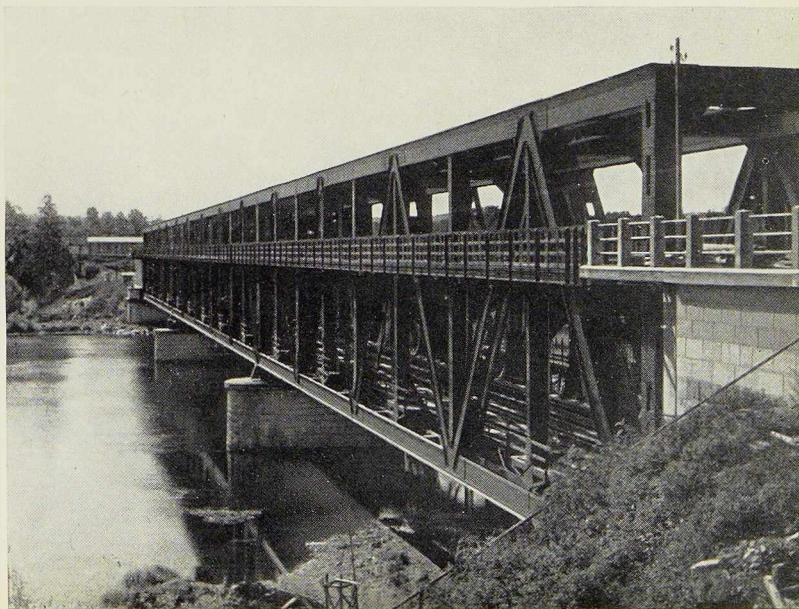
Dans l'étude des ponts suspendus, la liberté du choix de la portée a provoqué des solutions



**Fig. 3 et 4.** Projets des firmes J. Gollnow & Fils et Dortmunder Union Brückenbau.

fort différentes. Le jury a particulièrement apprécié une solution présentée par la firme J. Gollnow & Fils, ne comportant aucune liaison transversale entre les pylônes (fig. 3). Les pylônes isolés conduisent à la solution à un seul câble, proposé par la *Dortmunder Union Brückenbau A. G.* (fig. 4).

Plusieurs ponts en arc figuraient parmi les projets présentés. Citons notamment celui de la firme J. Gollnow & Fils : double arc encastré de 525 mètres de portée; les dimensions de l'arc sont de 5 mètres de hauteur à la clef et 10 mètres aux



naissances. Il y a eu aussi une vingtaine de projets de ponts droits, à poutres simples, à poutres à encorbellement, poutres continues à cadres rigides, à âme pleine ou en treillis. Le total des dépenses à engager varie entre 110 et 230 millions de couronnes suédoises (1,06 et 2,21 milliards de francs belges) suivant qu'il s'agit d'un pont suspendu ou d'un tunnel.

L'élaboration du projet définitif, comportant l'ouvrage principal et les modifications de voies adjacentes, est à l'étude.

(D'après *Le Génie Civil*, n° 19-1951.)

### La peinture sur acier

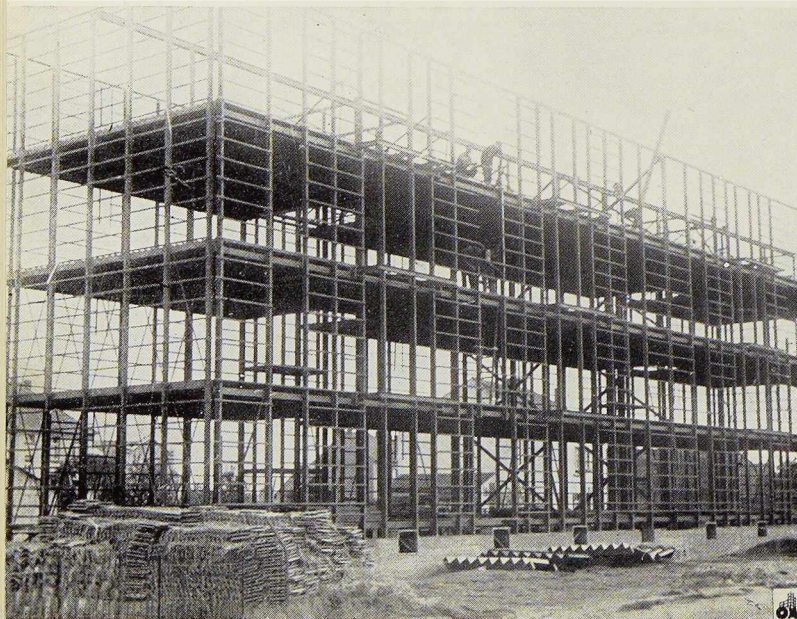
Une artiste américaine, M<sup>me</sup> Buell Mullen, utilise, depuis 1937, la plaque d'acier au lieu de toile pour peindre ses tableaux. Plusieurs de ceux-ci figurent au musée de New-York et dans d'autres musées américains. De plus en plus, les peintres d'Outre-Atlantique emploient ce procédé. Selon les critiques, les couleurs prennent, sur l'acier et sous le vernis, un éclat intense que l'on n'obtient ni sur toile ni sur bois.

Pour peindre sur de l'acier, on commence par égratigner un peu la plaque. On n'utilise que des couleurs extra-fines. Terminé, le tableau est recouvert d'un vernis spécial. On peut alors le piétiner sans l'abîmer.

### Maisons métalliques préfabriquées

Dans le n° 9-1951 de *L'Ossature Métallique*, nous avons publié un article sur les maisons métalliques, Procédés Guélain.

La figure 7 représente une maison de 4 étages comportant 16 appartements pour ouvriers, construite pour la Société U. C. P. M. I. à Hagondange (Moselle). L'ossature, le plancher métallique et



les fermes ont un poids total de 70 tonnes. Les portes, fenêtres et escaliers, qui seront également métalliques, ne sont pas repris dans les 70 tonnes. Le revêtement de la façade est composé de dalles préfabriquées en béton de 4 centimètres d'épaisseur, comportant le parement extérieur. Ces dalles, qui s'emboîtent, sont accrochées à l'ossature par l'intermédiaire des cornières visibles sur la figure 6.

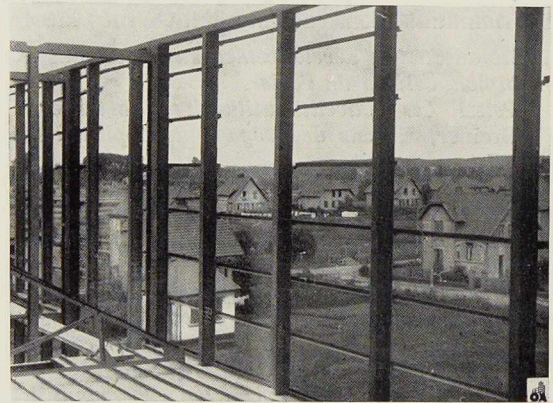


Fig. 6. Cornières fixées à l'ossature métallique pour l'accrochage des dalles préfabriquées.

Cet exemple montre une fois de plus qu'il est possible rapidement (l'ossature est montée en trois semaines) et économiquement puisqu'il s'agit ici de logements ouvriers, de construire des maisons à faible nombre d'étages et à ossature métallique.

### Exposition d'Art « Fer et Acier », à Düsseldorf

A Düsseldorf aura lieu, en mai 1952, une Exposition d'Art « Fer et Acier ». L'ensemble de la sidérurgie et de l'industrie de la construction métallique a offert une participation financière de DM 80 000 (environ un million de francs belges) dont les trois quarts seront distribués sous forme de prix aux artistes. Seront admis aux concours des peintures, des sculptures et des œuvres graphiques, ainsi que des ouvrages d'art appliqué de tout genre.

Fig. 7. Ossature métallique d'une maison à 4 étages système Guélain.

## Travaux de l'Institut belge de Normalisation (I. B. N.)

L'Institut Belge de Normalisation (I. B. N.) vient d'éditer ou de compléter les normes suivantes :

### Code de bonne pratique relatif aux constructions soudées en acier

Ce code est actuellement édité presque dans son entièreté.

Nous rappelons ci-après la liste des normes faisant partie de ce code, et déjà éditées :

- a) Terminologie, Définitions et Symboles : N. B. N. 60;
- b) Appareillage : N. B. N. 176, 228, 211 (Gaz), 157 (Arc) et 213 (Résistance);
- c) Métaux de base et d'apport : N. B. N. 147, 152, 153, 154, 205, 203;
- d) Recommandations générales : N. B. N. 204, 207 et 212 (en préparation);
- e) Contrôle : N. B. N. 62.

### Coordination des dimensions des constructions

N. B. N. 227 : Baies de portes. Cette norme donne des précisions concernant le placement des portes normalisées dans les huisseries en bois et en acier. Les dimensions de ces portes sont standardisées dans la première partie.

D'autre part l'I. B. N. vient de compléter la norme N. B. N. 148 (Prélèvement et préparation des échantillons et des éprouvettes des produits sidérurgiques) par une note complémentaire.

## Un pipe-line de 370 kilomètres

Le nouveau pipe-line Ango-Ango-Léopoldville, dont les travaux de construction commenceront avant la fin de l'année, sera achevé fin 1952. Il mesurera 370 kilomètres. L'ensemble des tubes pèsera 7 200 tonnes. Les premiers de ces tubes sont déjà arrivés à Léopoldville.

Le débit du pipe-line sera assuré par deux stations de pompage, l'une à Ango-Ango, et l'autre à Lukala. Chacune de ces stations comportera trois pompes actionnées par un moteur Diesel de 170 HP. Il est à noter qu'au début le pompage se fera directement d'Ango-Ango à Léopoldville, sans passer par la station intermédiaire de Lu-

kula, qui ne sera mise en service que lorsqu'on aura augmenté le débit. A ce moment, le débit sera au maximum de 60 mètres cubes par heure, soit 500 000 m<sup>3</sup> par an.

Le pipe-line, qui pourra transporter toutes espèces de pétroles sera établi en corrélation avec des installations à l'intérieur du pays.

On assiste au Congo belge à une augmentation continue de la consommation des produits pétroliers nécessitant un accroissement parallèle du débit de ces produits.

Pour les huit premiers mois de cette année, les importations se sont élevées à 300 000 mètres cubes.

## Nouvel acier Thomas aux aciéries de Oberhausen

Après les essais, couronnés de succès, du soufflage au vent suroxygéné au convertisseur Thomas, des aciers Thomas équivalents aux aciers S. M., on a entrepris la production régulière, d'après ce procédé, au cours de l'exercice 1950. Il a été produit environ 300 000 tonnes de cet acier Thomas (acier-02) au cours du dit exercice. Cela représente environ 50 % de la production totale d'acier Thomas. La société croit avoir trouvé, avec ce procédé, un moyen qui permettrait de faire face à la demande constamment croissante en acier Siemens-Martin.

## Nécrologie

Nous avons le regret d'annoncer le décès de M. Gaston Roelants, Président de la Société Métallurgique d'Espérance-Longdoz.

Il laisse parmi la sidérurgie belge et ses amis le souvenir d'un grand industriel. C'est sous sa haute direction que sa Société a pris un essor remarquable et a été la première sur le continent à installer un train semi-continu à bandes.

Nous apprenons également le décès de M. Ch. Libotte, Administrateur et Directeur général de la Société Minière et Métallurgique de Rodange.

Ingénieur sorti de l'Ecole de Liège, M. Libotte a fait une brillante carrière technique qui a conduit sa Société parmi les plus importantes de nos usines belgo-luxembourgeoises.



## ECHOS ET NOUVELLES

### Les nouvelles installations de la « General Motors Continental » à Anvers

Le 9 juillet 1951, immédiatement après l'inauguration des nouveaux bâtiments administratifs et magasins, fut posée la première pierre des nouvelles usines de la *General Motors Continental* au Noorderlaan, à Anvers.

Ces nouvelles usines modernes avec leurs bâtiments annexes couvriront environ 5 hectares. L'exécution et le montage des ossatures métalliques de ce vaste complexe, d'un poids total d'environ 5 000 tonnes, fut confié à la *Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi*.

### Activité du Chantier naval J. Cockerill

Dernièrement, le Chantier John Cockerill à Hoboken a reçu plusieurs commandes importantes, dont : 3 bateaux-cargos à moteur, chacun

de 9 200 tonnes deadweight, pour compte belge; 1 pétrolier de 18 400 tonnes deadweight à turbine, pour compte américain; 1 pétrolier à turbines de 29 650 tonnes deadweight, pour compte belge.

Ce dernier sera certainement le plus grand bateau construit en Belgique et également le plus grand navire battant pavillon belge.

### Charpente du bassin de natation de Schaerbeek

Le bassin de natation de Schaerbeek, actuellement en construction, d'après les plans de l'architecte L. Senterre, comporte une charpente métallique du type à deux versants.

La portée des fermes est de 27,50 m sans appuis intermédiaires.

La longueur du bâtiment est de 45,54 m. L'exécution de la charpente, d'un poids total de 45 tonnes, a été confiée aux Ateliers de Construction Paul Bracke.

## Bibliothèque

### Nouvelles entrées <sup>(1)</sup>

#### I. R. S. I. A. — Rapport annuel. — Exercice 1950

Un ouvrage de 163 pages, format 15,5 × 24 cm. Edité par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I. R. S. I. A.), Bruxelles 1951.

Le rapport de l'I. R. S. I. A., pour l'exercice 1950, contient notamment un chapitre sur les subsides accordés à la recherche.

On y relève que le montant des subsides votés pendant l'année 1950 est voisin de 70 millions de francs. Parmi les bénéficiaires de ces subsides citons le Comité pour l'étude et la construction

de machines à calculer électroniques, le Centre belge d'étude et de documentation des eaux (C. B. E. D. E.), l'Institut belge des hautes pressions, le Centre national de recherches sidérurgiques (section de Liège), le Centre belge de Recherches navales, l'Institut belge de la Soudure (I. B. S.), le Centre de Recherches Techniques et Scientifiques de l'industrie des fabrications métalliques (C. R. I. F.), etc.

<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).



**Stainless Iron & Steel** (Aciers inoxydables),  
volume I, 3<sup>e</sup> édition

Un volume relié de 524 pages, format 14 × 23 cm, illustré de 113 figures. Edité par Chapman & Hall Ltd., Londres, 1951. Prix : £ 2.5.0.

Le premier volume de cet important ouvrage, préfacé par le professeur F.C. Thompson, se rapporte spécialement aux aciers inoxydables employés dans l'industrie. L'auteur (décédé récemment) y apporte une contribution extrêmement utile à l'étude de ces aciers. L'ouvrage contient cinq chapitres : Emploi commercial des aciers inoxydables; Travail des aciers inoxydables et ses effets; Résistance à la corrosion; Comportement aux températures élevées; Choix d'aciers inoxydables pour usages industriels.

**Heat Treatment Fundamentals** (Principes fondamentaux des traitements thermiques)

par S. C. CHURCHILL

Un ouvrage de 66 pages, format 14 × 21 cm, illustré de 38 figures. Edité par la Machinery Publishing Co. Ltd, Londres 1951 (envoyé par le British Council).

Ce petit ouvrage, consacré aux traitements thermiques contient des données sur les différents aspects de cette technique. Les techniciens y trouveront des renseignements sur le diagramme d'équilibre, la trempe et ses constituants, le recuit et le revenu, la normalisation, le « grain size », etc.

**Statistical Year Book for 1949.** Part II. Overseas countries (Annuaire statistique 1949, 2<sup>e</sup> partie, Pays d'outre-mer)

Un ouvrage de 395 pages, format 20,5 × 25,5 cm. Edité par la *British Iron and Steel Federation*, Londres 1951. Prix : 15 shillings.

Cet ouvrage donne les statistiques relatives aux produits sidérurgiques et aux charbons pour les différents pays du monde (sauf le Royaume-Uni). On y trouve des renseignements sur la production du charbon, des minerais, de la fonte, de l'acier, lingot ainsi que les importations et exportations des produits sidérurgiques.

**Statistical Year Book for 1950.** Part I. United Kingdom Statistics (Annuaire statistique 1950, 1<sup>re</sup> partie, Statistiques relatives au Royaume-Uni)

Un ouvrage relié de 121 pages, format 20,5 × 25,5 cm. Edité par la *British Iron and Steel Federation*, Londres 1951. Prix : 7 s. 6 d.

Cet ouvrage contient des statistiques complètes

de l'industrie du fer et d'acier de Grande-Bretagne. Les statistiques sont présentées sous forme de tableaux bien répertoriés et d'une consultation facile grâce à un index détaillé.

**Elektrostahl-Erzeugung** (La production de l'acier électrique)

par F. SOMMER & H. POLLACK.

Un volume relié de 338 pages, format 16 × 23 cm, illustré de 201 figures. Edité par Stahl-eisen, Düsseldorf, 1950.

Cet ouvrage est le dixième d'une série de volumes, édité par *Stahleisen*, consacrés à la Sidérurgie. L'auteur passe en revue les divers éléments qui interviennent dans la production de l'acier électrique :

Le courant électrique, sa production et sa transformation. Les revêtements réfractaires. Les fours électriques à courant continu, à basse et à haute fréquence. Le processus métallurgique lors de la fusion (comparaison des fours à revêtements basique et acide). Economie du procédé.

Une liste bibliographique très détaillée termine cet ouvrage qui ne manquera pas d'intéresser de nombreux lecteurs de *L'Ossature Métallique*.

**Aide-mémoire Dunod-Publicité**, 14<sup>e</sup> édition

par M. BUISSON.

Un ouvrage relié de 279-XLVI pages, illustré de plusieurs figures. Edité par Dunod, Paris, 1951. Prix : 350 francs français.

L'importance de la publicité dans la vie moderne croissant de jour en jour, l'ouvrage de M. Buisson intéressera certainement de nombreux industriels et commerçants. Ce petit volume fournit une documentation et des renseignements précis sur toutes les formes de publicité (organisation, techniques, supports, etc.).

**Formulaire pratique du bâtiment**, 3<sup>e</sup> édition

par R. CHAMPLY.

Un ouvrage de 264 pages, format 11 × 18 cm, illustré de 85 figures. Edité par la Librairie des Sciences Girardot & C<sup>ie</sup>, Paris, 1951.

Ce formulaire contient les principaux renseignements dont l'architecte et l'entrepreneur ont besoin couramment. On y trouvera des documents pratiques sur la résistance des matériaux et les charges de sécurité des poteaux, solives et matériaux en général. Quelques nouveaux procédés de construction y sont également décrits.



**Technisches Wörterbuch : Deutsch-Französisch**  
(Dictionnaire technique : allemand-français)

par G. LEHMANN.

Un ouvrage relié de 621 pages, format 10 X 15 cm. Edité par Felten Verlag, Saarlouis (Sarre), 1949.

Le dictionnaire technique allemand-français de l'ingénieur Lehmann contient les termes utilisés dans les mines. L'auteur a pris en considération non seulement l'exploitation minière proprement dite, mais aussi la chimie, l'électro-technique, la métallurgie, la mécanique ainsi que les questions administratives. Son ouvrage rendra de bons services à tous les techniciens intéressés.

**Techniques de l'Ingénieur**

Nous avons publié dans le n° 10-1948 de *L'Ossature Métallique*, p. 453 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.

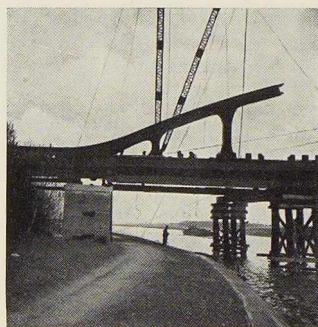
Nous avons reçu la mise au courant n° 7 qui comprend une série de fascicules se rapportant aux deux premiers tomes « Généralités ». On y trouve notamment des études sur les tubes en aciers, les tuyauteries et leur isolation, le calcul des tuyauteries à haute température, etc.

Nous avons également reçu la mise au courant n° 1 se rapportant au volume « Construction ». Les fascicules de cette mise au courant contiennent les articles suivants : Rôle et utilisation des Laboratoires. Les marchés de travaux. Les fondations. Le béton. Les irrigations, etc.

**Beton-Kalender 1951** (Agenda du béton), vol. I et II, 40<sup>e</sup> édition

2 ouvrages de 656 pages, format 10 X 15 cm, illustré de 961 figures. Edité par W. Wilhelm & Sohn, Berlin 1951. Prix : 16 D. M. (les 2 vol.).

L'agenda allemand *Beton-Kalender* bien connu des spécialistes en est à sa 40<sup>e</sup> édition. Les ingénieurs y trouveront d'utiles renseignements sur les différents aspects de la construction en béton.



## CONCOURS INTERNATIONAL

### de photographie

**E**n vue de rassembler des documents photographiques à paraître dans notre Revue, nous organisons un concours international. Ce concours est ouvert à tout photographe, professionnel ou amateur, belge ou étranger, aux conditions suivantes :

- a) **Sujet :** Tous travaux métalliques, charpentes, ponts, hangars, pylônes, appareils de manutention, matériel et installations de tous genres.
- b) **Epreuves :** Sur papier brillant, noir et blanc, format 13 X 18 cm, non montées.
- c) **Date de clôture :** 1<sup>er</sup> février 1952.
- d) **Prix :**

1 <sup>er</sup> prix : francs belges 2.500,—.	} Les envois primés deviennent propriété du C. B. L. I. A.
2 <sup>e</sup> prix : francs belges 1.500,—.	
3 <sup>e</sup> prix : francs belges 1.000,—.	
- e) **Jury :** Le jury appréciera tant la valeur artistique que l'intérêt technique des documents soumis. Le jury est composé comme suit : un photographe professionnel; un photographe amateur; un architecte; un constructeur; un représentant du C. B. L. I. A.

Le nombre de documents à envoyer par concurrent n'est pas limité. Les envois doivent être faits sous pli recommandé, à l'adresse du **Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier**, 154, avenue Louise, Bruxelles. Chaque document devra porter, au verso, le nom et l'adresse du concurrent.





# **S** **SIDERUR**

**SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE SIDÉRURGIE S.A.**  
1<sup>er</sup>, rue du Bastion  
BRUXELLES

ORGANISME DE VENTE DE :

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

# Bibliographie

## Résumé d'articles (1)

### 15.36b. - Constructions soudées en Espagne

Ed. TORROJA, *Revue de la Soudure*, n° 2-1951, pp. 57-73, 35 figures.

Le développement de la technique du soudage en Espagne a été très rapide; de nombreux ouvrages métalliques remarquables ont été érigés dans ce pays. On peut citer notamment le *pont de Tortosa* comprenant 3 travées d'une portée de 55 mètres; le *pont de Tordera*, ouvrage du système mixte acier-béton, comportant 3 travées de 45 mètres, 54 mètres et 45 mètres; le *pont sur la Muga*, avec 3 travées égales de 30 mètres chacune, du même type que le pont de Tordera; les cintres métalliques rigides pour ponts en arc de béton de *Pedrido* (arc de 75 mètres) et *Ricobaye* (arc de 210 mètres de portée théorique); la charpente soudée de l'Institut national de l'Aéronautique, etc.

### 20.11a. - Projet d'un viaduc soudé de 14 millions de dollars, à San Francisco

L. C. HOLLISTER, *Welding Journal*, juin 1951, pp. 523-528, 6 fig.

Afin de faire face au trafic de plus en plus intense, un projet d'une autostrade, d'une longueur d'environ 15 km, traversant toute la ville de San Francisco, vient d'être soumis à l'approbation de l'Etat de Californie.

Les fondations étant très mauvaises, il était nécessaire d'alléger le plus possible la construction. Pour cette raison, il a été décidé d'utiliser la construction soudée en acier du type ASTM A-7/49 T (acier doux de construction comportant une résistance à la rupture de 42 à 50 kg/mm<sup>2</sup>, une limite élastique de 21 kg/mm<sup>2</sup> et un allongement minimum de 21 %). Cette construction reposera sur pieux de 24 à 25 m de longueur.

Cette chaussée surélevée à deux voies, d'une superficie d'environ 130 000 m<sup>2</sup>, coûtera environ 15 millions de dollars et sera la construction la plus importante à ce jour. Elle exigera environ 30 000 tonnes d'acier de construction.

Le trafic journalier est estimé à 90 000 à 100 000 voitures.

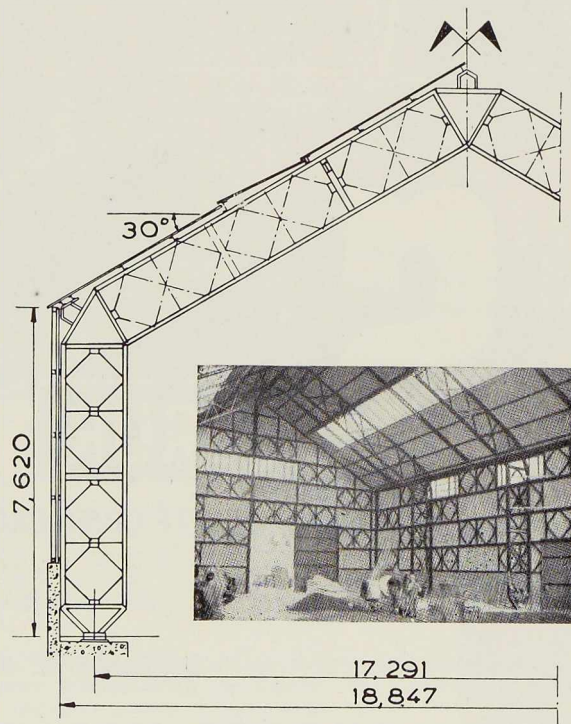
Cet ouvrage tient compte de toutes les considé-

rations techniques et esthétiques, en rapport avec l'importance de la ville de San Francisco.

### 30.1. - Entrepôt construit en éléments Bailey

*Welding & Metal Fabrication*, juillet 1951, pp. 266-268, 5 figures.

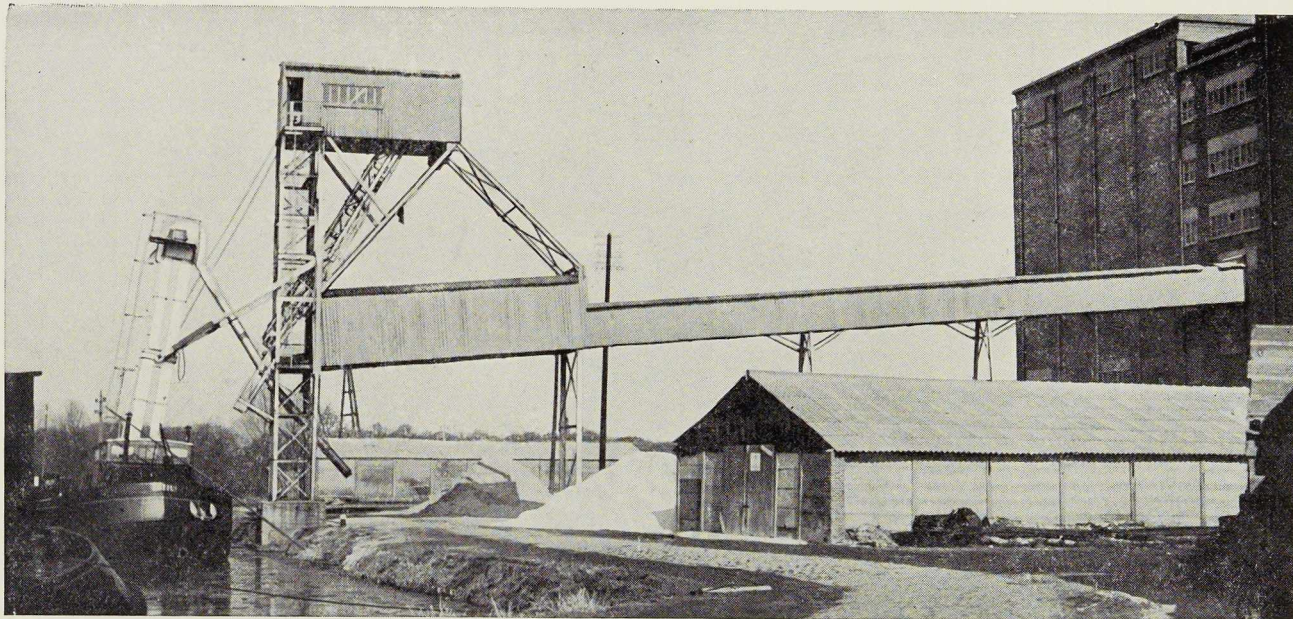
Pour remplacer rapidement un entrepôt détruit par fait de guerre, et vu les difficultés d'approvisionnement en acier, une usine anglaise a construit un magasin en éléments Bailey. La surface couverte est de 28 m × 19 m. La toiture à deux pans a une hauteur de 7,5 m (rive) à 13,2 m (faîte). Chaque versant comporte une panne intermédiaire constituée par une poutre continue de 254 × 144 mm (BSB 117). Le bâtiment comporte trois cadres distants de 7,5 mètres, ceux-ci sont en sections standard Bailey assemblés par des éléments spéciaux. Les murs latéraux et de pignon sont également en éléments Bailey qui ont une raideur suffisante pour résister à la pression du vent.



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







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

Plus de 25 années de spécialisation  
en manutention

# LA MANUTENTION AUTOMATIQUE

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

Tél. : Bruxelles 15.38.34

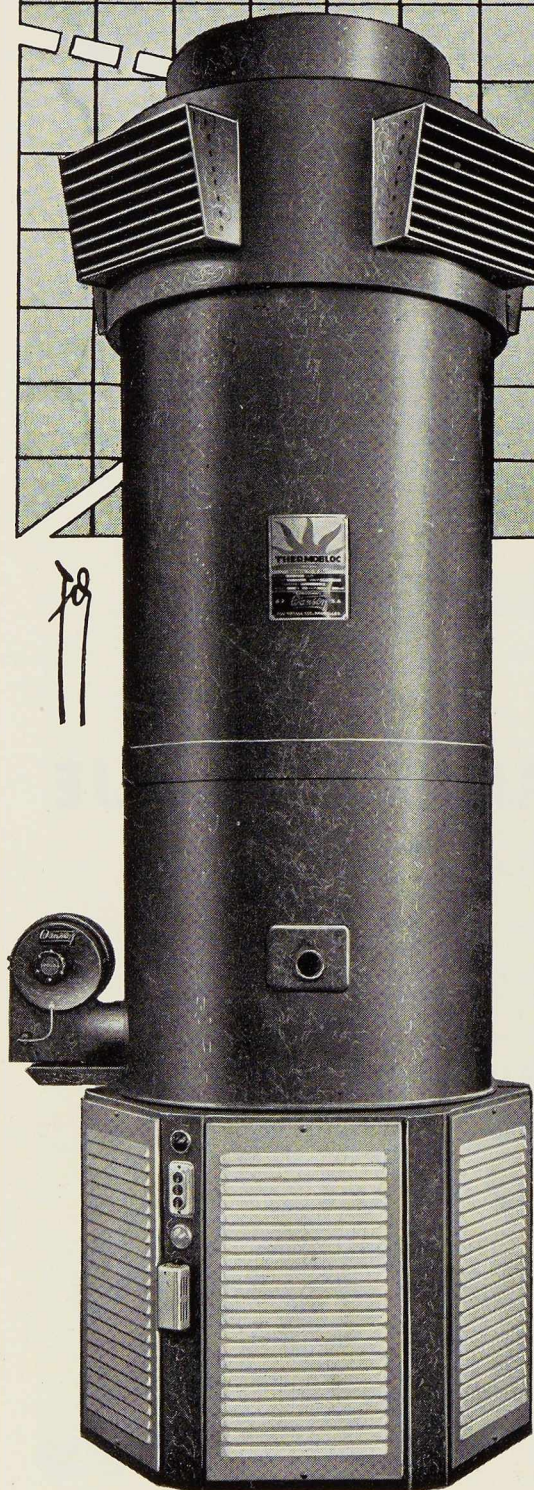
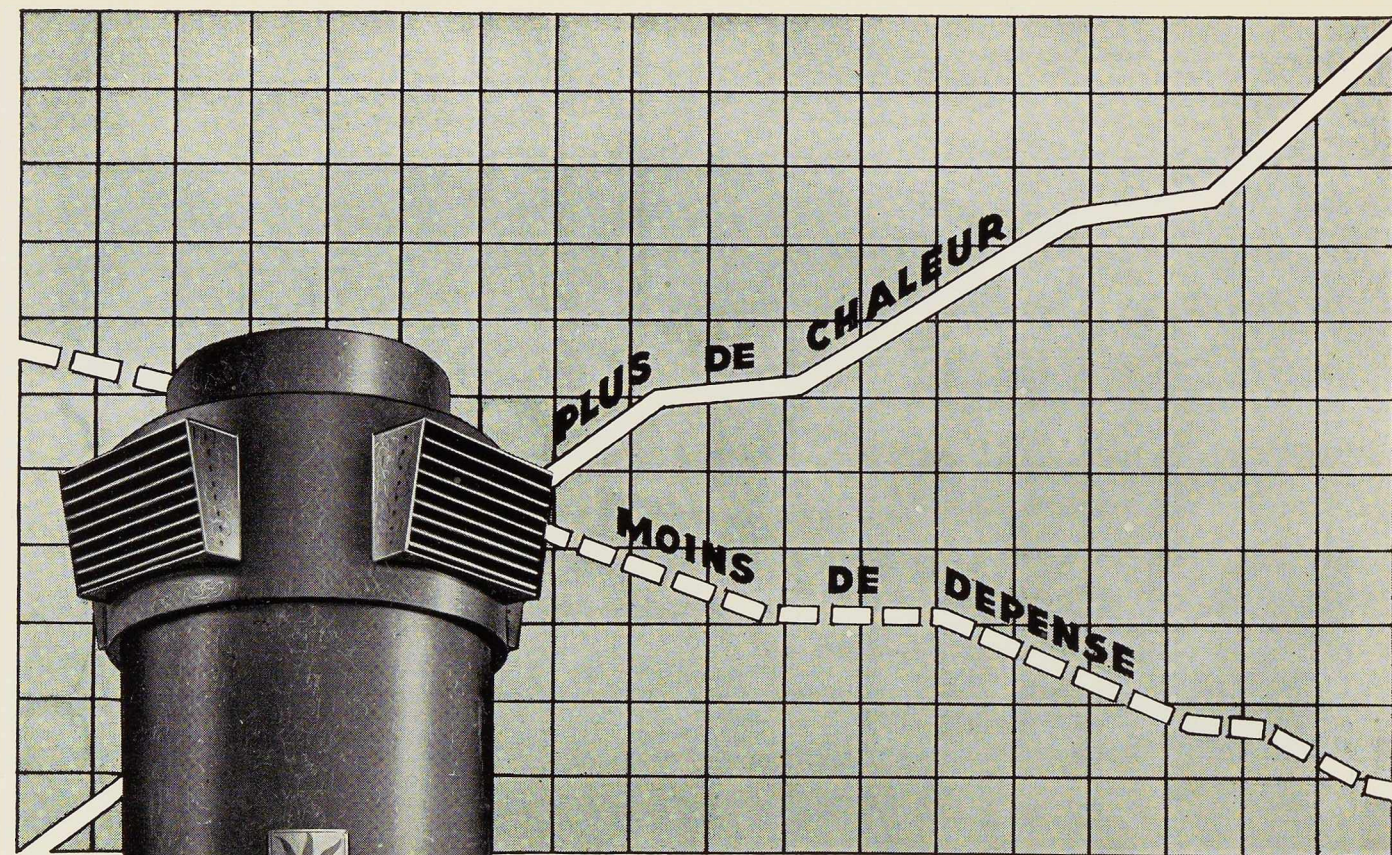


NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES INDUSTRIES  
TANT À L'ÉTRANGER QU'EN BELGIQUE

CATALOGUE DE 150 PAGES SUR DEMANDE



AGENT POUR LA HOLLANDE : M. J. W. KLEINHOUT, 7, ZAAANMARKSTRAAT, BRED  
AGENT POUR LE CONGO : SOCIÉTÉ AFRICONGO, BOÎTE POSTALE 345, LÉOPOLDVILLE

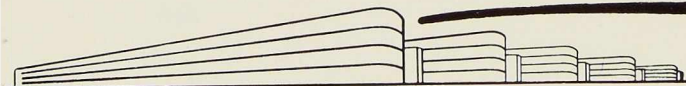


# La solution **THERMOBLOC**

En 4 ans d'existence, le THERMOBLOC a conquis 27 des principaux pays industriels du monde. Aucun autre appareil de chauffage ne peut s'enorgueillir de références telles que : les grandes usines de construction automobile de France, d'Italie, d'Allemagne, de Suède, d'Angleterre, des Etats-Unis, la Marine Française, la Marine Américaine, les Aviations civiles et militaires Américaines, Françaises, Belges, Hollandaises, Espagnoles, les Chemins de Fer Français, les Chemins de Fer Belges, les Grandes Aciéries Suédoises, etc...

ETABLISSEMENTS

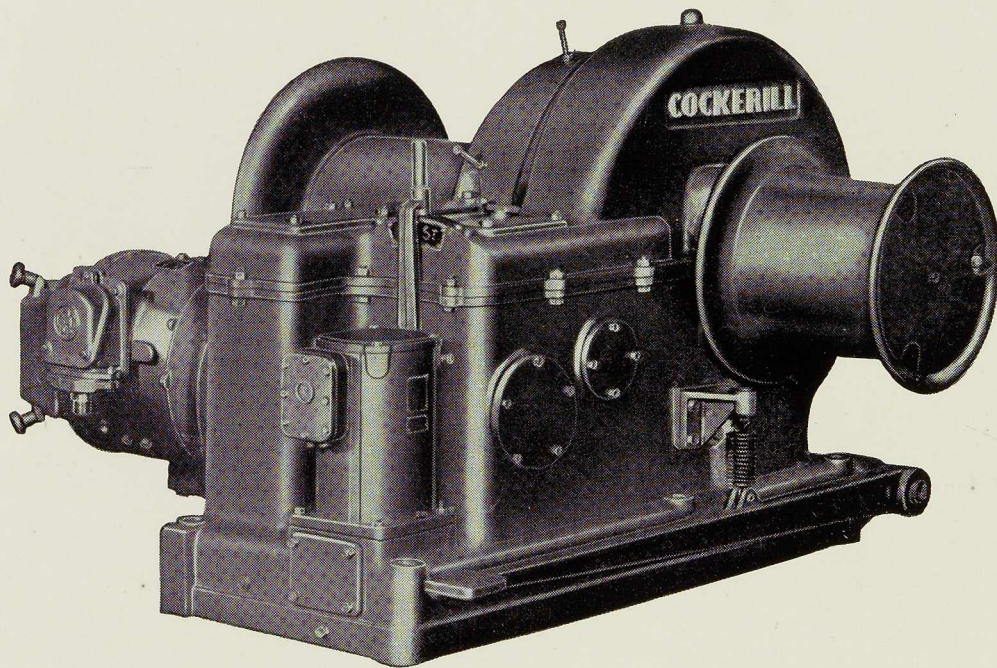
**Watanson**  
S.A.



TOUS RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

Boulevard de la Woluwe HAREN-BRUXELLES Tél. : 16.21.60 (8 l.)

LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE



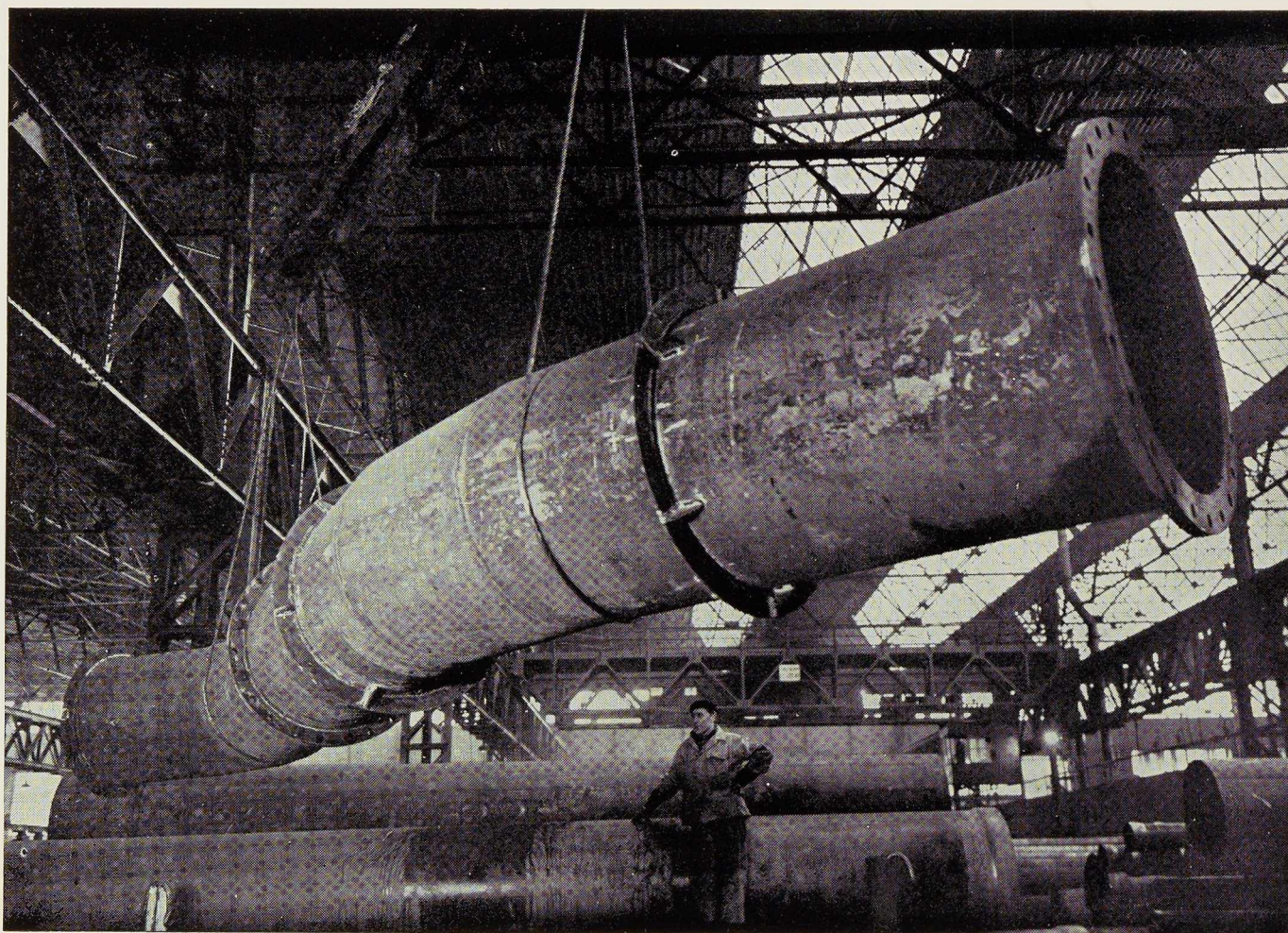
TREUIL DE LEVAGE

METALLURGIE · CONSTRUCTIONS  
MECANIQUES & METALLIQUES  
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING · BELGIQUE



DIVISION SOUDAGE : FABRICATION D'UNE COURBE EN S

*Nos usines fabriquent :*

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

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

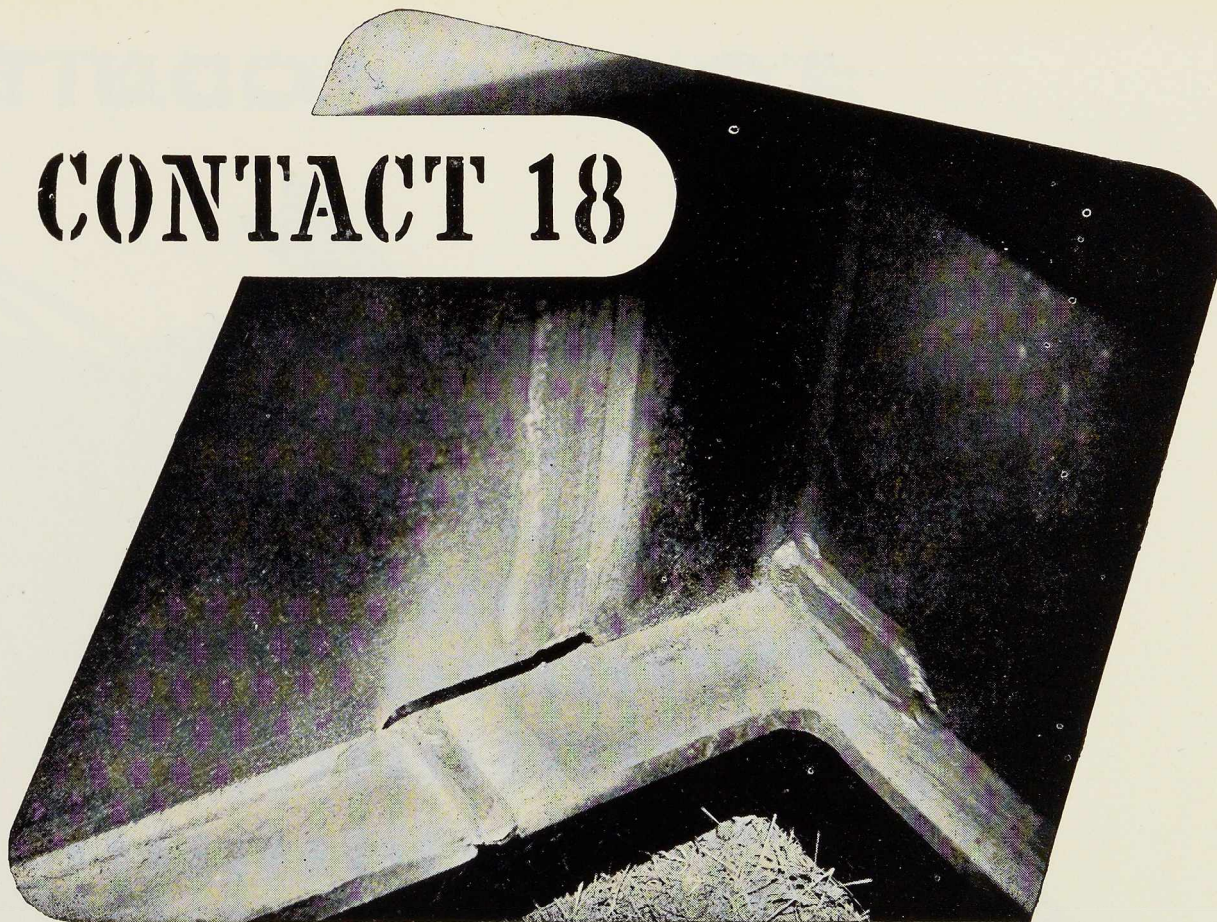
NOTICES, CATALOGUES ET DEVIS SUR DEMANDE

**USINES A TUBES DE LA MEUSE**

FLÉMALLE-HAUTE (BELGIQUE)



# CONTACT 18



## SOUDURE EN TOUTE POSITION

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

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

Demandez notre catalogue  
et notre dépliant R. I. 1120



# PHILIPS

**DIVISION TECHNIQUE  
ET INDUSTRIELLE**

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

**TOUS PRODUITS**

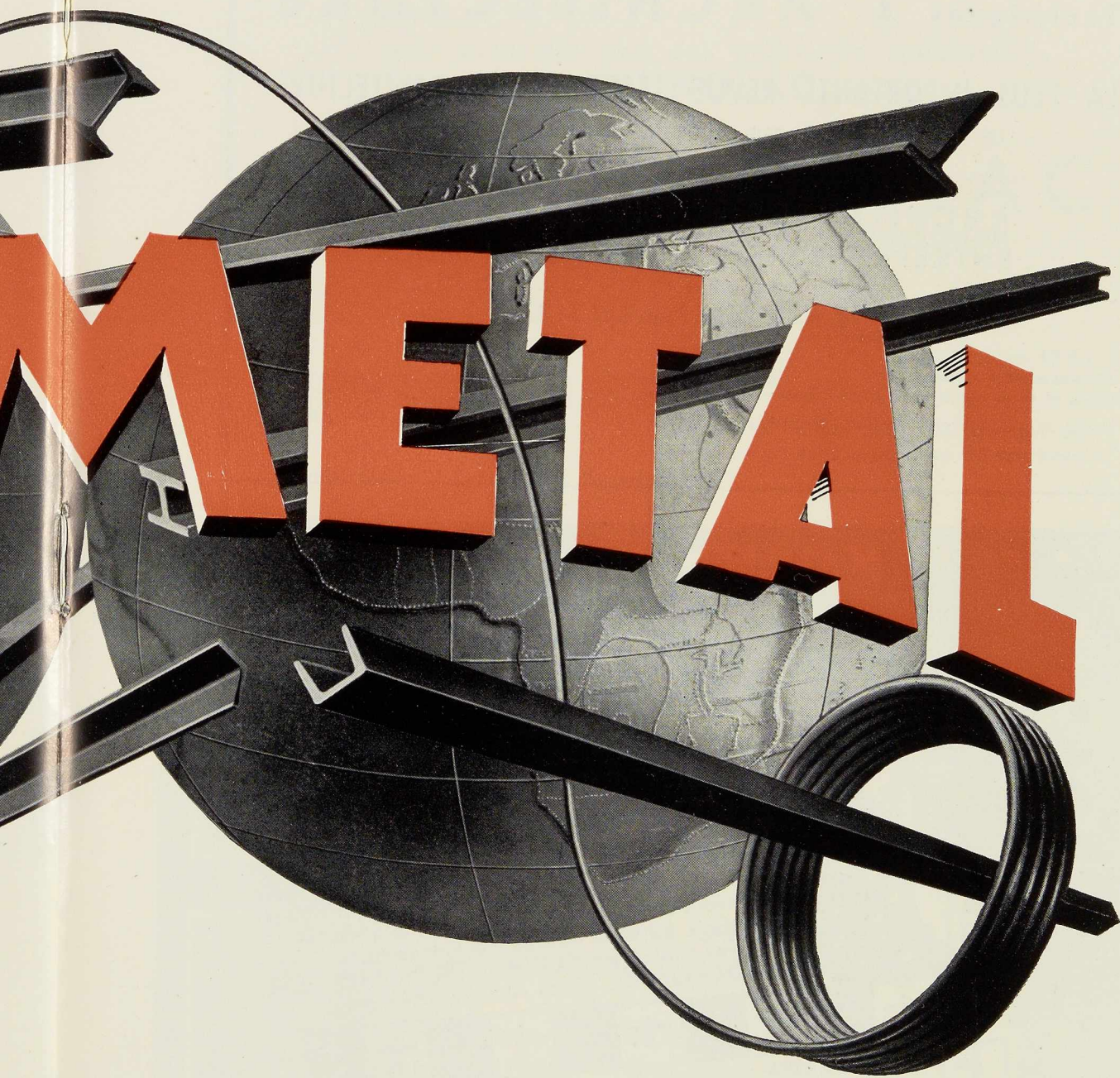


24 RUE  
BRUXE

**COCKERILL - PROVIDENC**

C.G.P.I.

S MÉTALLURGIQUES



JE ROYALE  
JUELLES

NCE - SAMBRE & MOSELLE

# Techniques & ARCHITECTURE

LA PLUS IMPORTANTE REVUE TECHNIQUE D'ARCHITECTURE

LUE ET CONSULTÉE PAR TOUS CEUX QUI CONSTRUISENT

ARCHITECTES  
ENTREPRENEURS

INGÉNIEURS  
SERVICES PUBLICS

19, rue de Prony, Paris. CAR 84.80

ABONNEMENT 6 NUMÉROS :

France et Union française, Fr. 3 700 - Grande-Bretagne, Suisse, Italie, Bénélux, F. 4 500 - Autres pays, \$ 14

MODE DE RÈGLEMENT : CHÈQUE, MANDAT, VERSEMENT AU C. CHÈQUES POSTAUX - PARIS 2849-71



**C'EST MAINTENANT qu'il faut y penser**

**VOUS IREZ BIENTOT AUX SPORTS D'HIVER**

Avant d'arrêter vos plans demandez conseil à votre Agence de Voyages. Vous serez agréablement surpris d'apprendre les intéressantes possibilités que vous offre le réseau aérien de la SABENA. En deux ou trois heures de vol seulement vous pouvez atteindre la SUISSE, le TYROL, la BAVIERE, les DOLOMITES ou les ALPES MARITIMES.

**PAR SABENA** vous voyagerez toujours à moindres frais que vous ne croyez et vous serez toujours en bonnes mains.

**UN ALLER-RETOUR VERS SALZBOURG, PAR EXEMPLE, NE COUTE QUE F. B. 2.990**

*Pour tous renseignements veuillez vous adresser à votre Agence de Voyages ou aux bureaux SABENA*



Les pylônes de l'I. N. R.

sont protégés par des peintures spéciales

**IMUNOLAC** fabriquées par la

**S. A. IMUNOLAC**

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS E. MAQUESTIAUX

LEMBECQ-HAL

Téléphone

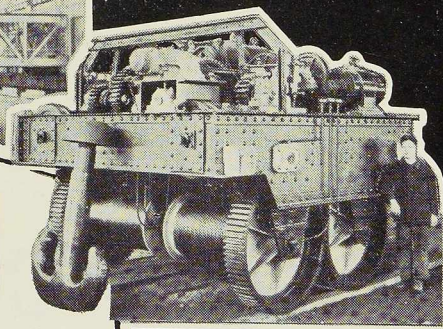
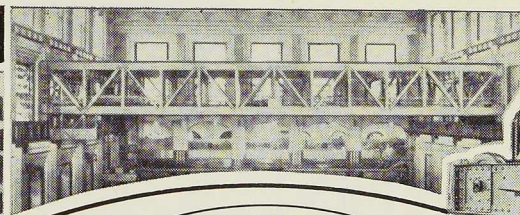
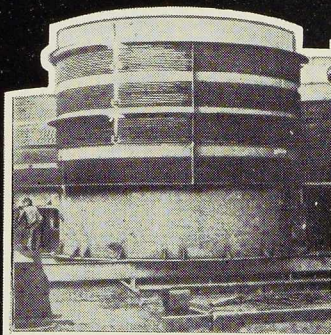
Hal 56.56.48

56.63.74 (après 17 h.)

Fabricants-spécialistes de peintures et vernis  
Toutes atmosphères et toutes surfaces

Bureau technique pour tous travaux de  
peinture et tous problèmes de corrosion

Fabrication - Entreprises de peintures



**MACSIMA**

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION  
DE MACHINES INDUSTRIELLES ET  
DE MATÉRIEL DE TRAVAUX PUBLICS

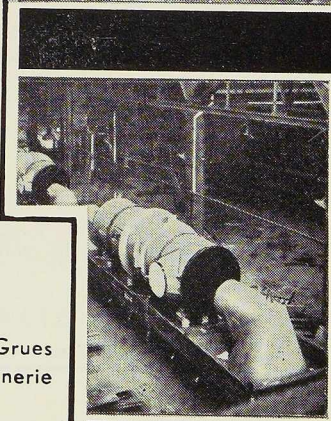
SOCIÉTÉ ANONYME

BOUFFIOULX-LEZ-CHARLEROI (BELGIQUE)

Téléphone Charleroi : 300.65 - 300.66 - 300.67

**DIVISION LEVAGE ET MANUTENTION :**

Grues et ponts roulants électriques (*Licence La Biesme*) – Grues  
à vapeur – Machines et pièces mécaniques – Chaudronnerie  
soudée et rivée.



AGENCE OCCIDENTALE DE PUBLICITÉ, S. A. CHARLEROI

Le matériel **Macsim**, **Richier**, **Nord-Est**, **C. A. C. L.** est vendu et entretenu au Congo par **Mélotte-Congo**  
B. P. 3136 à Léopoldville-Kalina - B. P. 1625 à Elisabethville

COUVERTURES  
MÉTALLIQUES

J. CROISÉ

6, SQUARE MARGUERITE  
TEL. : 33.66.45  
BRUXELLES

INSTALLATIONS SANITAIRES  
PRIVÉES ET INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ ANONYME

**Vertongen-Goens**

TERMONDE

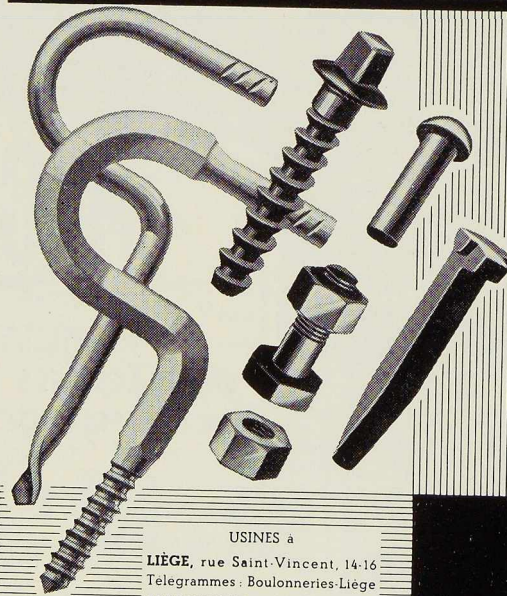
CÂBLES MÉTALLIQUES

CORDAGES - FICELLES

Spécialités :

CÂBLES POUR MINES ET CARRIÈRES

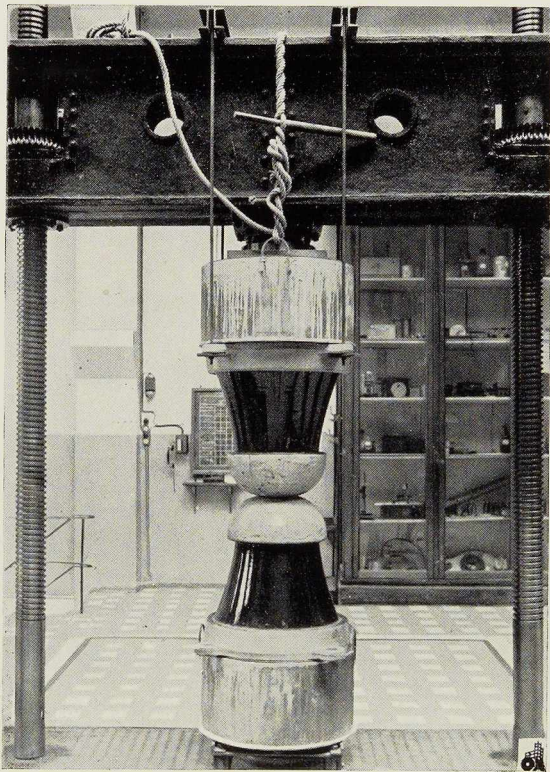
**STÈME DES BOULONNERIES DE LIÈGE  
ET DE LA BLANCHISSERIE**



USINES à

LIÈGE, rue Saint-Vincent, 14-16  
Telegrammes : Boulonneries-Liège  
MARCINELLE, rue de Couillet, 82  
Telegr. : Boulonneries - Charleroi

SOBELPRO



Isolateurs pour station d'émission de radio  
 Isolateurs de base et de haubanage  
 Tubes en porcelaine  
 Isolateurs industriels pour transformateurs  
 haute tension  
 Isolateurs pour la distribution de l'électricité  
 Condensateurs à atmosphère gazeux

**LAPP**

Insulator Company Inc.



Importateur pour la Belgique,  
 le Grand-Duché de Luxembourg  
 et le Congo belge :

**DANIEL DELGAY**

58a, CHAUSSÉE DE CHARLEROI  
 BRUXELLES

TÉLÉGRAPHIEZ



O U T R E - M E R

## "VIA BELRADIO"

LA VOIE NATIONALE BELGE RAPIDE  
 ET SURE VERS TOUS LES CONTINENTS

RENSEIGNEMENTS ET DÉPÔT DES MESSAGES  
 DANS TOUT BUREAU TÉLÉGRAPHIQUE  
 BELGE

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

TARIFS ET CAHIERS DE FORMULAIRES FOURNIS GRATUITEMENT

}	ANVERS	33.99.50
	BRUXELLES	TELEX 921 12.30.00
	LIÈGE	TELEX 921 23.58.70
	GAND	584.75



**ÉDITIONS**

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

OUVRAGE EN SOUSCRIPTION :

## Acier, Fer, Fonte dans le Bâtiment

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES A L'USAGE DES ARCHITECTES

par **F. BODSON**

L'auteur de cet ouvrage est bien connu par les études approfondies qu'il a faites sur l'emploi des matériaux; il avait ébauché le texte illustré d'un cours de construction et de connaissance des matériaux actuellement employés en construction, travail considérable dont l'équivalent n'existe guère en langue française.

Le C. B. L. I. A. a offert à M. Bodson d'éditer le chapitre du futur ouvrage, relatif à l'emploi de l'acier. Ce chapitre constitue un tout indépendant qui comportera environ 120 pages, format 21 X 26 cm, illustré de près de 240 figures.

Écrit dans un langage simple, sans qu'il soit fait usage plus qu'il ne convient de notations mathématiques, cet ouvrage abondamment documenté, tiendra certainement place dans toutes les bibliothèques. L'ouvrage sera mis en vente au prix de francs belges 120,—. Toutefois, nous acceptons des souscriptions au prix réduit de francs 60,— jusqu'au 15 novembre 1951. Pour souscrire, il suffit de verser ce montant au **C. C. P. 340.17** du **Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, 154, avenue Louise, Bruxelles.**

## ATELIERS MARCEL PEGARD

S. A.

### ANDENNE

Téléphone 218.11 - 218.12  
Télégr. MARGARD, Andenne

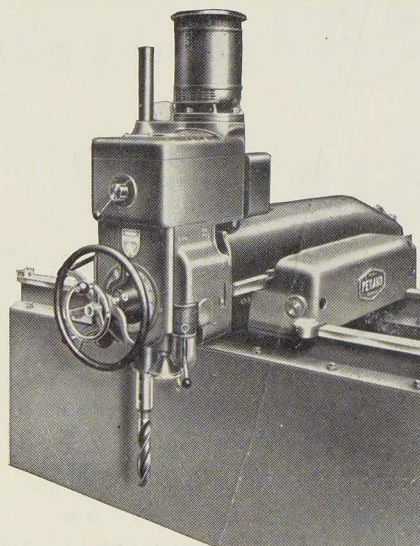
### PERCEUSES

à déplacements perpendiculaires de la tête porte-broche dans un plan horizontal. Capacité de perçage : 45 mm dans l'acier. Spécialement conçues pour travaux de chaudronnerie et de constructions métalliques

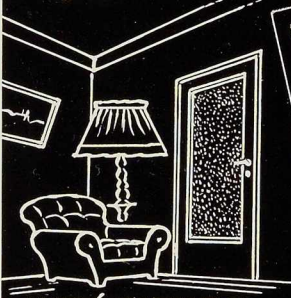
### ALÉSEUSES

RADIALES DE MÉCANIQUE

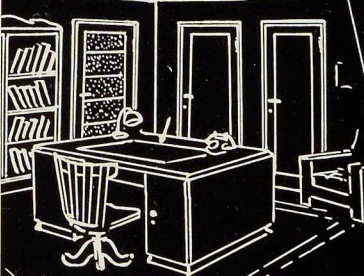
FRAISEUSES (lic. Jaspard)



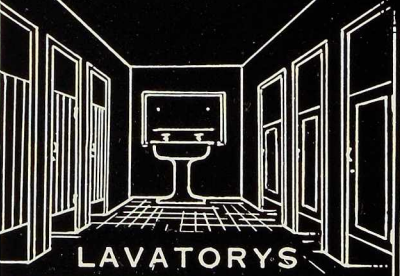
PREVOYEZ-LES  
partout...



INTÉRIEURS



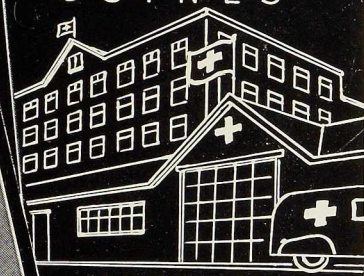
BUREAUX



LAVATORYS



USINES



HOPITAUX



GARAGES

PORTES MÉTALLIQUES

VANDERPLANCK

S. A. ATELIERS VANDERPLANCK • FAYT-LEZ-MANAGE • TÉL. MANAGE 124

STUDIO SIMAR-STEVENS

**MAÇONNERIES RÉFRACTAIRES  
POUR FOURS INDUSTRIELS ET MÉTALLURGIQUES**

**A. Lemaine**

Fondée en 1876

- Batteries de fours à coke, hauts fourneaux, fours de verreries, fours à pyrite, fours à bain de sel, chaudières, etc.
- Revêtements en pisés, montages et réparations des maçonneries réfractaires ainsi que rivetage, soudures et montage des parties métalliques de fours et chaudières.
- Revêtements anti-acides, montages pour tours d'absorption, saturateurs, bacs de décapage, réservoirs, caniveaux, estacades, pavements.
- Bétons armés, fondations, pieux, réservoirs en béton armé, culées de fours, trémies, tours à charbon, ossatures, estacades.

**ENTREPRISES  
DE CONSTRUCTIONS  
INDUSTRIELLES**  
*en Belgique  
et à l'étranger*

130, AV. DE SCHAEERBEEK,  
VILVORDE  
TÉL. 51.21.73

## INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
<b>A</b>			
Acemeta . . . . .	31	Constructions Métalliques de Jemeppe- sur-Meuse, S. A. . . . .	12
L'Air Liquide . . . . .	8	Jouret . . . . .	13
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène » . . . . .	15	<b>L</b>	
<b>B</b>			
Baume et Marpent . . . . .	7	S. A. L. Leemans & Fils . . . . .	29
Belradio . . . . .	45	Entreprises Lemaine . . . . .	48
Usines Gustave Boël . . . . .	14	Laminoirs de Longtain . . . . .	16
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis .	9	<b>M-N</b>	
Boulonneries de Liège et de la Blanchis- serie . . . . .	44	Maccima . . . . .	43
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv.	III	Manutention Automatique . . . . .	35
<b>C</b>			
P. & M. Cassart . . . . .	4	C <sup>ie</sup> belgo-continentale des Minerais, Mé- taux et Produits chimiques . . . . .	20
C. B. L. I. A. . . . .	46	Anc. Ets Nobels-Peelma S. A. . . . .	32
Cockerill . . . . .	37	<b>O-P</b>	
Columeta . . . . .	24-25	Ougrée-Marihaye . . . . .	11
Construction Soudée, S. A. . . . .	26	L'Oxydrique Internationale . . . . .	28
Croisé . . . . .	44	M. Pegard . . . . .	46
<b>D</b>			
Davum . . . . .	17	Philips, S. A. . . . .	10-39
D. Delgay . . . . .	45	<b>S</b>	
Alexandre Devis & C <sup>o</sup> . . . . .	2-21	Sabena . . . . .	42
<b>E-F</b>			
Société Métallurgique d'Enghien Saint- Eloi . . . . . couv.	IV	Sambre-Escout S. A. . . . .	1
E. S. A. B. . . . . couv.	II	Siderur . . . . .	33
Espérance-Longdoz . . . . .	19	Soudométal . . . . .	27
Fours Lecocq . . . . .	22	<b>T</b>	
<b>H-I</b>			
Herincx-Roneo . . . . .	23	Techniques & Architecture . . . . .	42
Imunolac . . . . .	43	Usines à Tubes de la Meuse . . . . .	38
<b>J</b>			
S. A. Ateliers de Construction Jambes Namur . . . . .	30	<b>U-V</b>	
<b>W</b>			
		Ucométal . . . . .	40-41
		Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L. . . . .	47
		Vertongen Goens . . . . .	44
		<b>W</b>	
		Wanson . . . . .	36
		Anciens Ets Paul Würth . . . . .	18



MB.

# LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

SOCIÉTÉ ANONYME

PONTS - CHARPENTES  
CHAUDRONNERIE  
MATÉRIEL ROULANT

USINES A SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES

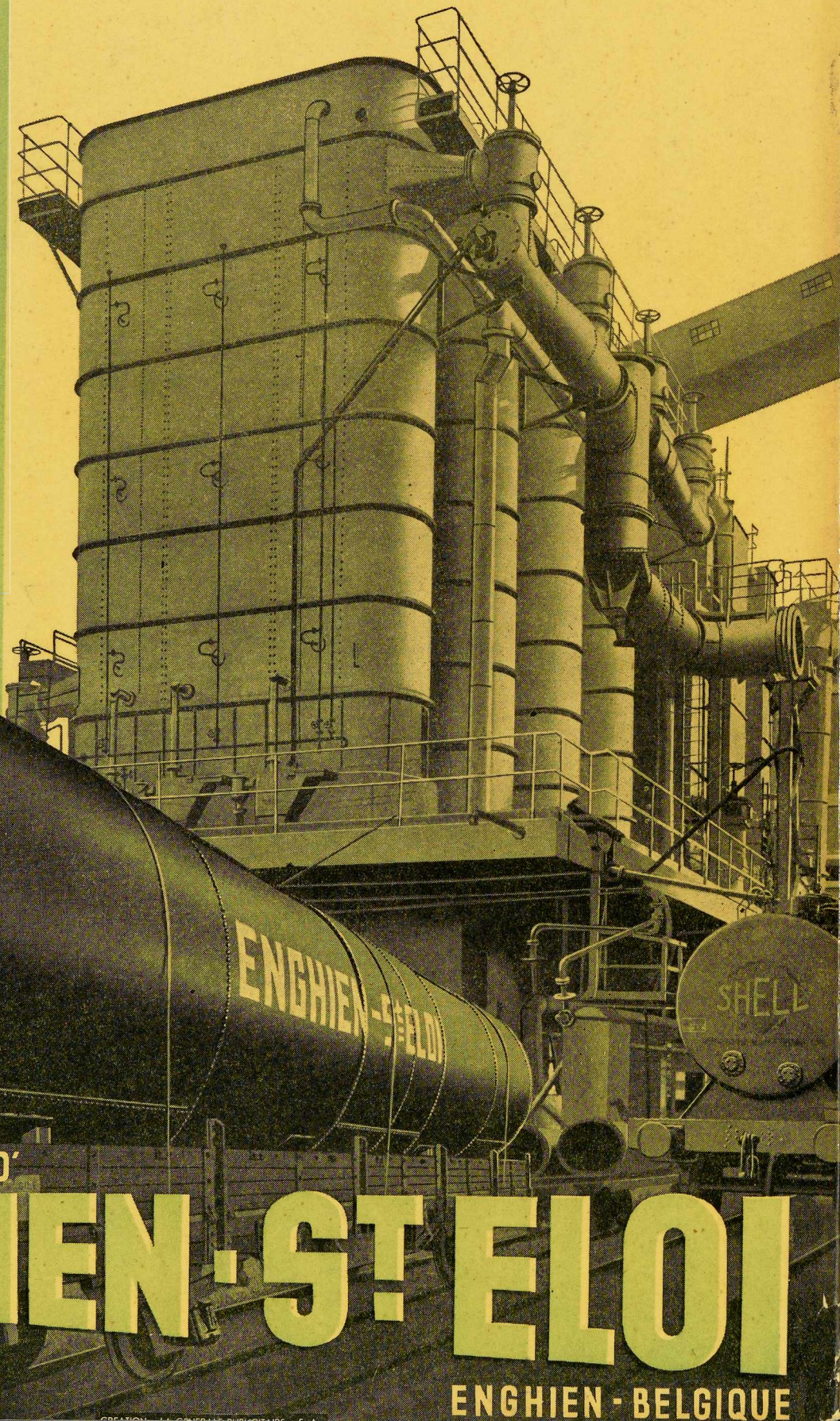
TEL. BRUGES : 312.01 - 312.02 - 312.03 - 312.13

TELEGR. : BRUGEOISE - BRUGES



## CHAUDRONNERIE

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



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

# ENGHIEN-ST-ELOI

ENGHIEN - BELGIQUE

