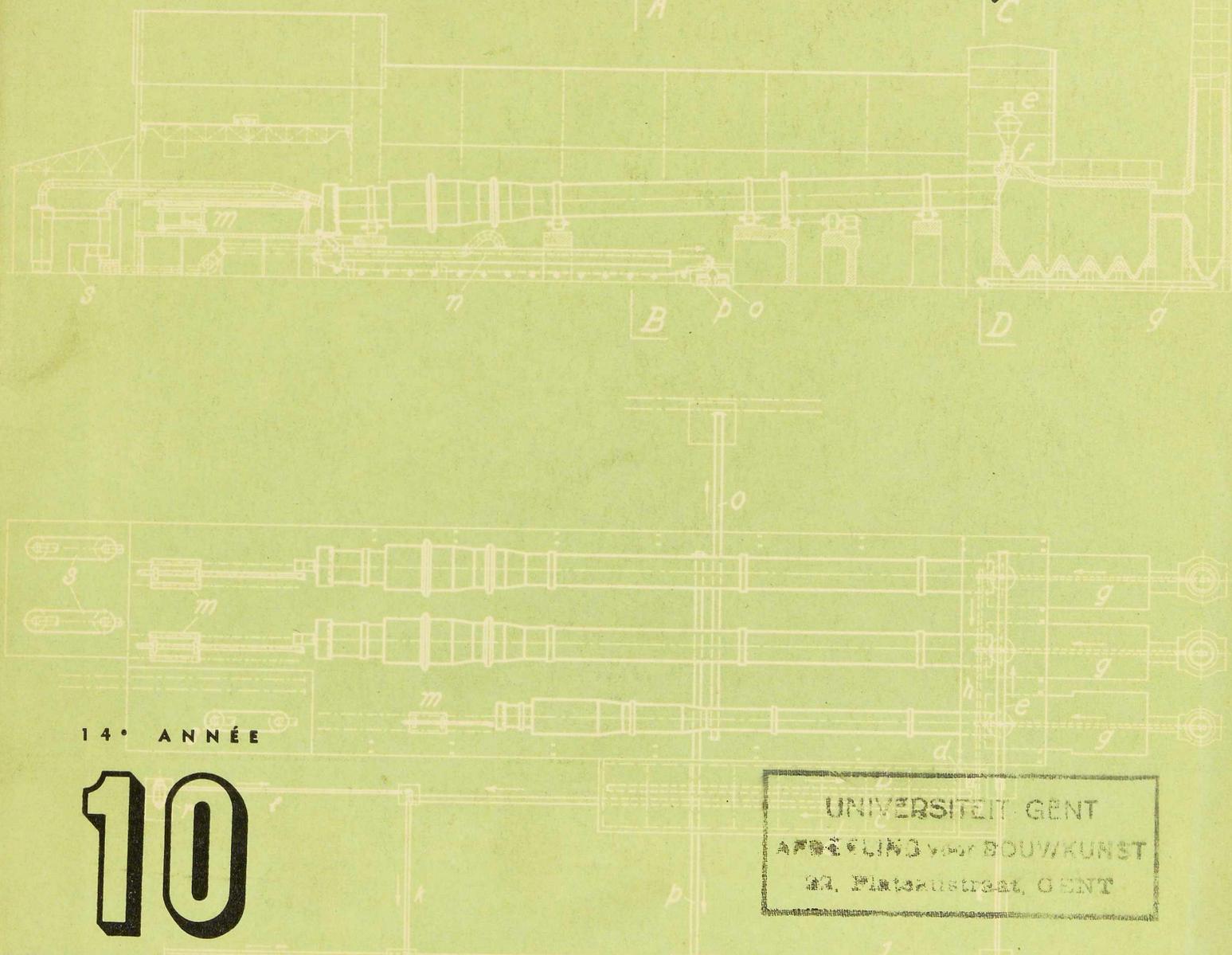


# L'OSSATURE METALLIQUE



14<sup>e</sup> ANNÉE

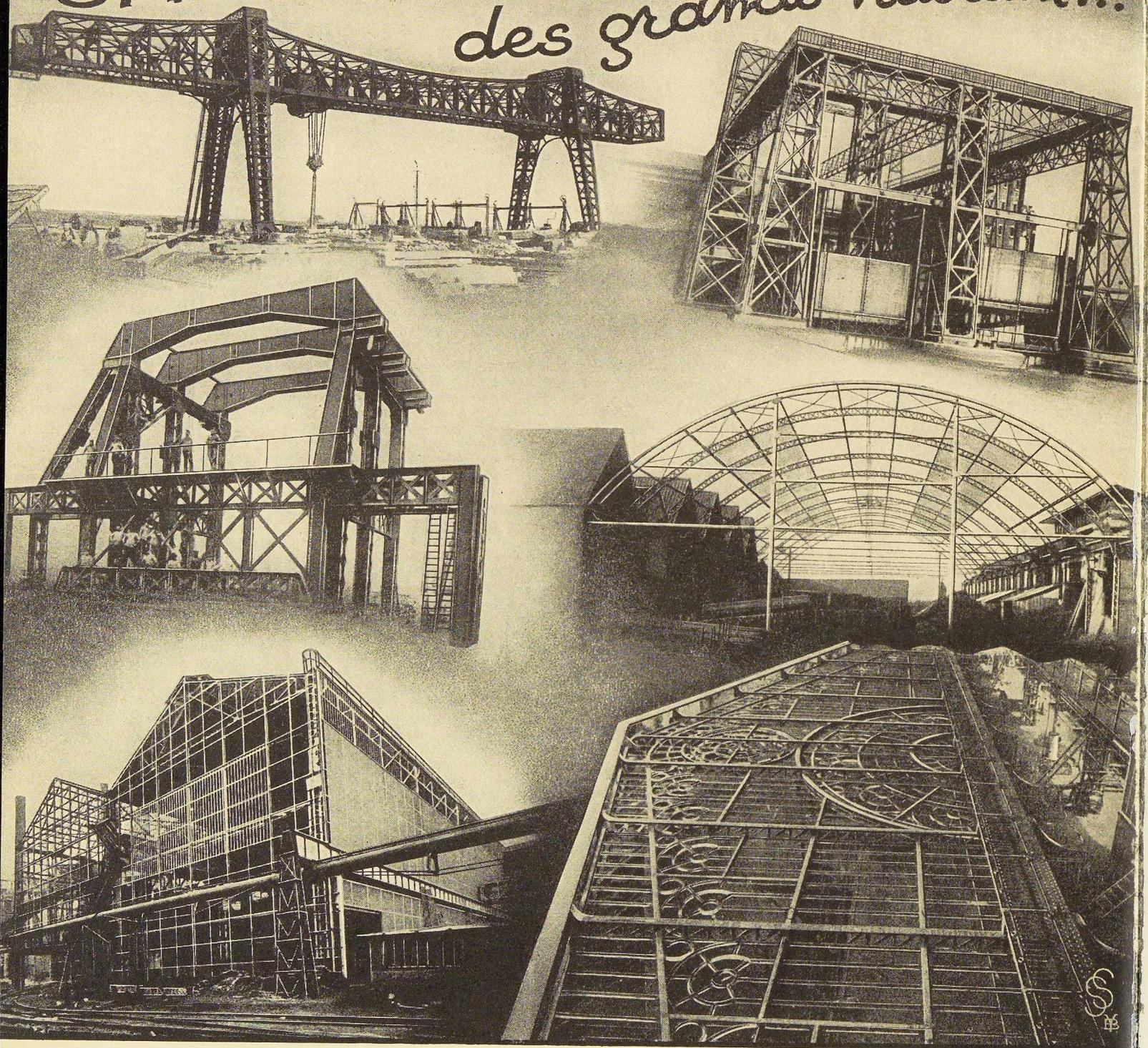
# 10

OCTOBRE  
1 9 4 9

UNIVERSITEIT GENT  
AFDEELING VAN BOUWKUNST  
22, PIETROUSSTRAAT, GENT

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

SPÉCIALISTES  
des grands travaux...



# LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

SOCIÉTÉ ANONYME

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



# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

154, avenue Louise, Bruxelles - Téléphone : 47.54.99-98

Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

14<sup>e</sup> ANNÉE

N° 10

OCTOBRE 1949

## S O M M A I R E

La reconstruction du pont-route sur la Tisza à Szeged, par Ch. Széchy . . . . .	431
Réservoirs métalliques à hydrocarbures . . . . .	442
Les installations à fours rotatifs pour l'agglomération des poussières de hauts fourneaux dans les usines luxembourgeoises, par H. Welter . . . . .	445
Le tunnel Washburn (U. S. A.) . . . . .	451
La construction du nouveau pont suspendu à Valence, sur le Rhône . . . . .	455
Mise en place d'un pont en un jour . . . . .	460
Une nouvelle grue-tour mobile . . . . .	462
Lignes de transport pour l'énergie électrique de l'usine de Génissiat (France) . . . . .	463
Calcul d'un fond conique pour mélangeur, par M. Esslinger . . . . .	467
L'acier et ses applications . . . . .	472
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois d'août 1949. - Travaux de l'I. B. N. - Pylônes pour le transport de l'énergie électrique à Bulawayo (Rhodésie du Sud). - La revue « Costruzioni Metalliche ». - Il y a dix ans . . . . .	473
BIBLIOTHÈQUE . . . . .	476
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	478

### ABONNEMENTS 1949 (11 numéros) :

**Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge** : francs belges 200,- ;

**France et ses Colonies** : 1.900 francs français, payables au dépositaire général  
pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & C<sup>ie</sup>, 27, quai des  
Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup> (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

**Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions** : 8 dollars, payables à M. Léon  
G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Indus-  
tries of Belgium & Luxembourg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

**Autres pays** : 350 francs belges.

Tous les abonnements prennent cours le 1<sup>er</sup> janvier.

### PRIX DU NUMÉRO :

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

### DROIT DE REPRODUCTION :

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



**TOUS LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES**

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

Tél. 26.98.10 (plusieurs lignes)  
Tél. 26.98.17 (deux lignes)  
Tél. 43.72.69 - 43.72.70

R. C. B. 10.741  
C. C. P. 87.61

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

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Président d'Honneur : M. Albert D'HEUR

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### Président :

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

### Vice-Président :

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

### Administrateur-Conseil :

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

### Membres :

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

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C<sup>o</sup>, Délégué de la Chambre Syndicale des Marchands de Fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique;

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

M. Emile HOUBAER, Directeur de la Métallurgie de la S. A. John Cockerill;

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

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

M. Henri NOEZ, Directeur Général de la Fabrique de Fer de Charleroi;

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

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

## LISTE DES MEMBRES

### ACIÉRIES BELGES

Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.  
Fabrique de Fer de Charleroi, S. A., à Charleroi.  
Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.  
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.  
Métallurgique d'Espérance Longdoz, S. A., 1, rue de Huy, Liège.  
Usines Gilson, S. A., à La 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-Dudelange (Arbed), S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.  
Hauts Fourneaux et Aciéries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, Luxembourg.  
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

### TRANSFORMATEURS

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

Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).  
Emailleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.  
Usines Gilson, S. A., à La 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., 100, avenue des Anciens Etangs, à Forest-Bruxelles.  
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.  
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

### ATELIERS DE CONSTRUCTION

ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst réunis, à Mortsel-lez-Anvers.  
Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de la Croÿère, Seneffe et Godarville, S. A., à La Croÿère.  
Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.  
Mécanique et Chaudronnerie de Bouffioulx, Bouffioulx-lez-Châtelineau.  
Ateliers de Construction de la Basse-Sambre, S. A., à Moustier-sur-Sambre.  
Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.  
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis, S. A., 249-253 chaussée de Vleurgat, Bruxelles.  
Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.

#### ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

**Ateliers de Construction Paul Bracke**, s. p. r. l., 30-40, rue de l'Abondance, Bruxelles.  
**Usines de Braine-le-Comte**, S. A., à Braine-le-Comte.  
**La Brugeoise et Nicaise & Delcuve**, S. A., à Saint-Michel-lez-Bruges.  
**Société Anonyme Anciennes Usines Canon-Légrand**, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.  
**Chaubobel**, S. A., à Huyssinghen.  
**John Cockerill**, S. A., à Seraing-sur-Meuse.  
**La Construction Soudée**, Anciens Etablissements André Beckers, S. A., chaussée de Buda, Haren.  
**« Cribla »**, S. A., Construction de Criblages et Lavoirs à charbon, 31, rue du Lombard, Bruxelles.  
**Compagnie Centrale de Construction**, S. A., à Haine-Saint-Pierre.  
**Les Ateliers de Meestere Frères**, Heule-lez-Courtrai.  
**Ateliers de la Dyle**, S. A., à Louvain.  
**Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi**, S. A., à Enghien.  
**Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est**, S. A., Marchienne-au-Pont.  
**Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamencourt et C<sup>ie</sup>**, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.  
**Ateliers Georges Heine**, S. A., chaussée des Forges, Huy.  
**Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis**, S. A., 59, rue des Gloires Nationales, Auvélais.  
**L'Industrielle Boraine**, S. A., Quiévrain.  
**Ateliers de Construction de Jambes-Namur**, S. A., à Jambes-Namur.  
**Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse**, S. A., Anc. Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.  
**Ateliers de Construction J. Kihn**, Rumelange (G.-D.).  
**Société Anonyme des Ateliers de La Louvière-Bouvy**, La Louvière.  
**Usines Lauffer Frères**, S. P. R. L., Hermalle s./Argenteau.  
**Leemans L. et Fils**, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.  
**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.  
**Ateliers Sainte-Barbe**, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.  
**Chaudronnerie A.-F. Smulders**, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.  
**Ateliers Arthur Sougniez Fils**, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.  
**Etablissements D. Steyart-Heene**, à Eecloo.  
**Ateliers du Thiriau**, S. A., La Croÿère.  
**Ateliers de Construction Mécanique de Tirlémont**, S. A., à Tirlémont.  
**Compagnie Belge des Freins Westinghouse**, S. A., 105, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.  
**Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck**, à Willebroeck.  
**Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth**, à Luxembourg.  
**Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils**, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

#### MENUISERIE MÉTALLIQUE

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

#### SOUDURE AUTOGÈNE

**Matériel, électrodes, exécution**  
**Electromécanique**, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.  
**ESAB**, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.  
**Philips**, S. A., 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles.  
**L'Air Liquide**, S. A., 31, quai Orban, Liège.

**La Soudure Electrique Autogène « Arcos »**, S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Bruxelles.  
**L'Oxydrique Internationale**, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.  
**Soudométal**, S. A., 83, chaussée de Ruysbroeck, Forest-Bruxelles.

#### COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

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

#### MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

**Individuellement :**  
**ACMA**, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst réunis, à Mortsels-lez-Anvers.  
**P. et M. Cassart**, 120-124, avenue du Port, Bruxelles.  
**Alexandre Devis et C<sup>ie</sup>**, 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 & C<sup>ie</sup>**, S. A., 27, rue Léopold, Charleroi.  
**Fers et Aciers Pante et Masquelier**, S. A., 30, rue du Limbourg, Gand.  
**Peeters Frères**, 10, Marché-au-Poisson, Louvain.  
**Util**, s. p. r. l., 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.  
**Collectivement :**  
**Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique**, 10, rue du Midi, Bruxelles.  
**Chambre Syndicale des Marchands de fer**, 10, rue du Midi, Bruxelles.

#### MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

**Etablissements Georges L.-J. Alexis**, 31, rue Dartois, Liège.  
**Aciers Bungert**, S. A., 141-143, chaussée de Mons, Bruxelles.  
**Jos. Bol**, 86, rue Emile Féron, Bruxelles.  
**Maison Courard & C<sup>o</sup>**, 9-11, place des Déportés, Liège.  
**Davum**, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.  
**Etablissements Moréa et Nahon**, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.  
**Société des Aciers et Métaux, Soamet**, 41, boulevard du Midi, Bruxelles.  
**Wauters Frères**, 23, rue de Liverpool, Bruxelles.

#### BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

**Bureau d'Études Léon-Marcel Chapeaux**, S. A., 54, rue du Pépin, Bruxelles.  
**Bureaux d'Études Industrielles Fernand Courtoy**, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.  
**M. René Leboutte**, ing. tech. I. G. Lg., 6, rue J. Delbœuf, Liège.  
**MM. C. et P. Molitor**, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstaël, Bruxelles.  
**Robert et Musette**, S. A., 18A, rue de Namur, 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, 110, boulevard Auguste Reyers, 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.

ASSURE MAXIMUM DE

*Succès!*

DANS TOUTE USINE de CONSTRUCTION

Trois problèmes de technologie  
Trois électrodes

Soudure d'aspect magnifique,  
joint usiné, position horizontale

**ELECTRODE OK 42 P**

Soudure d'aspect satisfaisant,  
joint grossièrement préparé,  
toutes positions

**ELECTRODE OK 44 P**

Soudure de bel aspect,  
joint courant de chaudronnerie,  
position H. et V.

**ELECTRODE OK 47 P**



**ESAB**

ELECTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE S.A.  
116-118, RUE STEPHENSON • BRUXELLES • TELEPHONE : 15. 91. 26

PUBLIGRAPH  
BRUXELLES



Arch. Paul Fontaine, Bruxelles

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE BAUME S. A.

# SOMIEBA

TÉLÉPHONES : 279 LA LOUVIÈRE  
15.81.57 BRUXELLES

LA LOUVIÈRE

## MENUISERIES MÉTALLIQUES

CHÂSSIS, PORTES, CLOISONS EN ACIER  
ANTICORODAL ET BRONZE  
CHAMBRANLES ET TÔLERIES  
SABLAGE, PARKÉRISATION  
MÉTALLISATION

## CONSTRUCTION

CHARPENTES, RÉSERVOIRS  
TUYAUTERIES, POTEAUX  
SOUDURE ÉLECTRIQUE

REGISTRE DE COMMERCE MONS 378

MATHY  
graphic



Le développement de l'application de la soudure électrique à la construction métallique a révolutionné les méthodes d'assemblage.

Dans le but d'éviter :

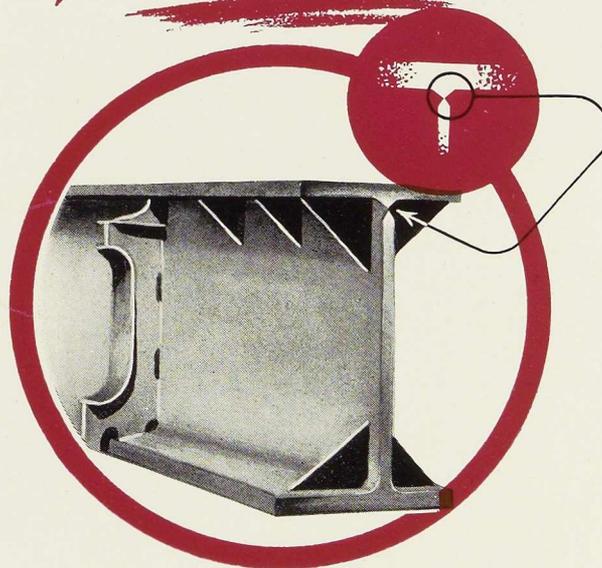
- la déformation transversale des semelles provoquées par la chaleur de l'arc ;
- les tensions produites lors du retrait intéressant les fibres de la semelle, qui sont déjà sollicitées par les tensions de flexion ;
- les fissures dangereuses qui peuvent se produire par les solutions de continuité qui existent entre la tôle d'âme et les semelles, à partir d'une certaine épaisseur de tôle d'âme, dans les cas des assemblages soumis à des efforts répétés, nous vous offrons les

## plats nervurés

La soudure des semelles à nervure, par le fait même qu'elle est reportée en dehors de leur section les soustrait à l'échauffement et à la déformation transversale qui en est la conséquence.

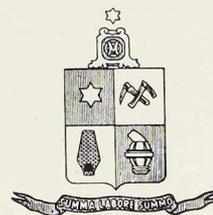
Les tensions internes dues au retrait sont réduites sans y ajouter les tensions secondaires causées par les opérations de redressage nécessitées dans le cas des semelles assemblées en plats ordinaires.

Les tôles d'âme étant elles-mêmes biseautées, la soudure constitue un joint en X qui réalise la condition primordiale des assemblages devant résister aux efforts répétés.



# Ougrée-Marihaye

S. A. OUGRÉE (BELGIQUE)



PONTS & CHARPENTES



TYPE BELVAL Z  
PALPLANCHES ONDULÉES

**PALPLANCHE**

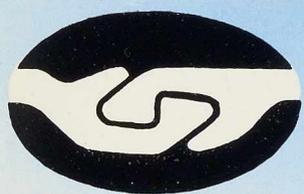
TYPE BELVAL P  
PALPLANCHES PLATES

POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

**LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE**

BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE



**CHES ARBED-BELVAL**



ER A  
**COLUMETA**

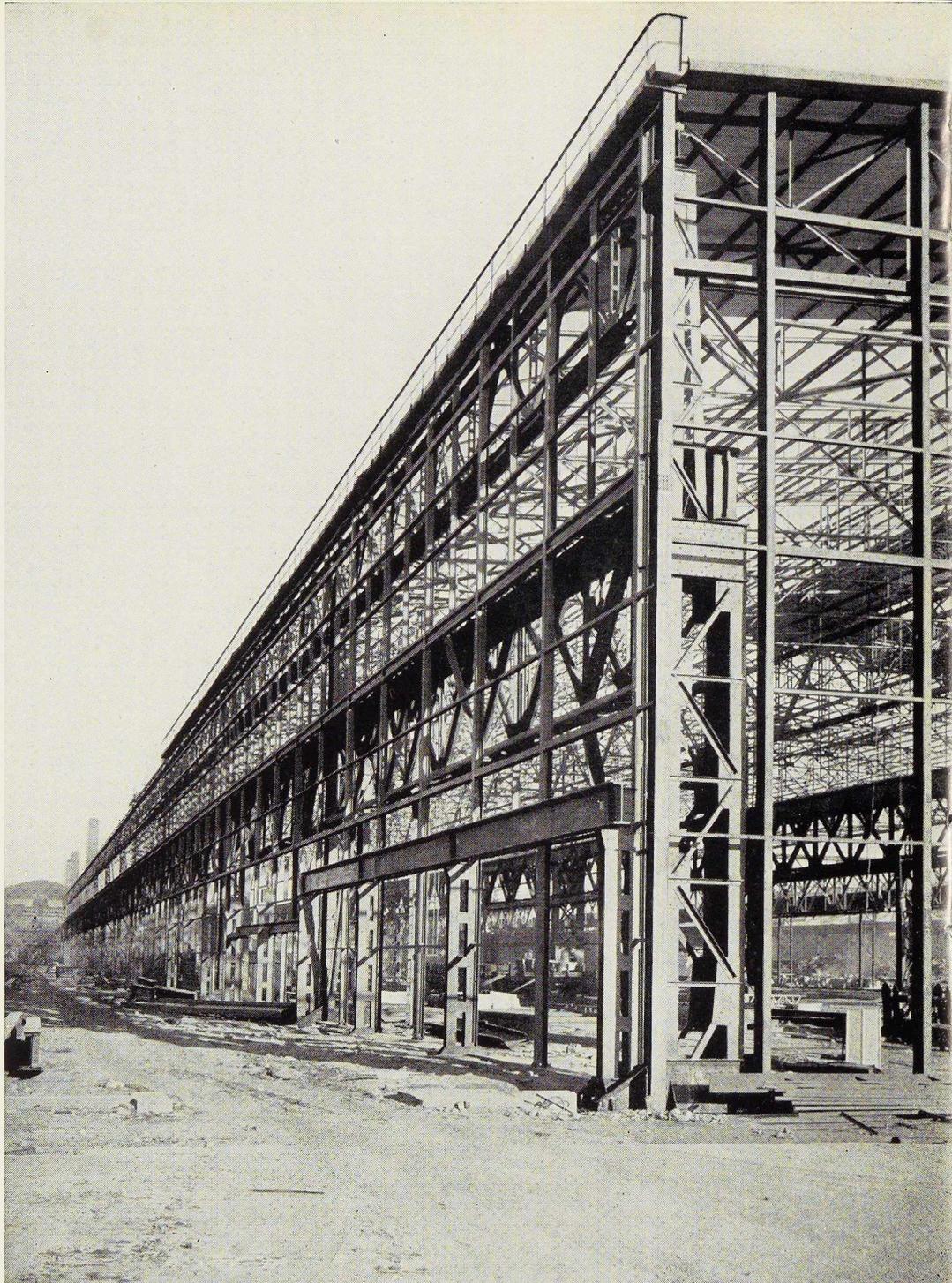
COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG

OSSATURE  
MÉTALLIQUE  
D'UN  
HALL DE LAMINOIR

LONGUEUR :  
585 MÈTRES

LARGEUR :  
2 × 30 MÈTRES

POIDS TOTAL :  
9300 TONNES



SOCIÉTÉ ANONYME DES

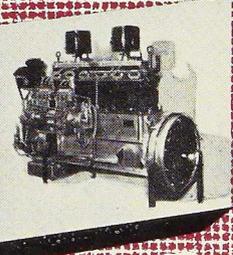
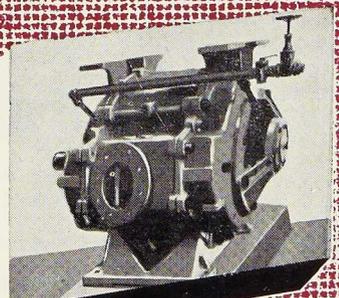
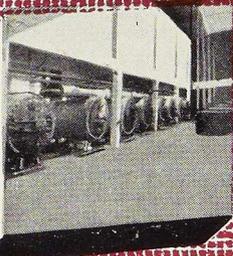
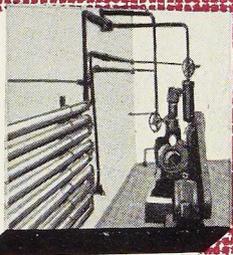
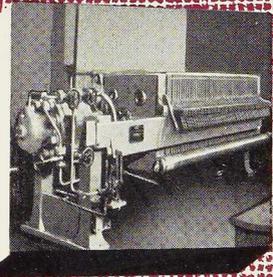
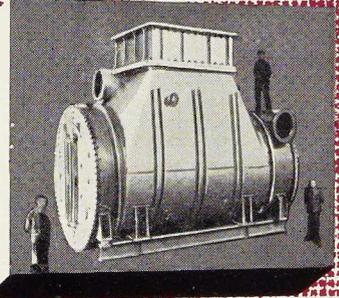
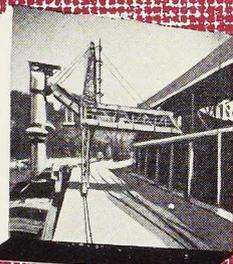
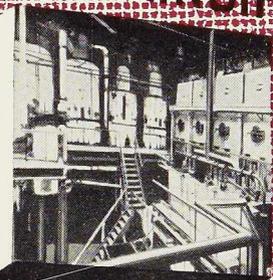
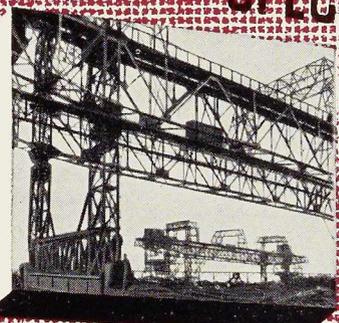
ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

**PAUL WURTH  
LUXEMBOURG**

TÉLÉPHONE : 23.22-23.23  
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE  
PEWECO - LUXEMBOURG

# ACMT

## SPECIALITES PRINCIPALES



INSTALLATIONS DE MANUTENTION  
APPAREILS DE LEVAGE  
MATÉRIEL POUR SUCRERIES  
ET INDUSTRIES CHIMIQUES  
INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES  
MATÉRIEL DE RÉCUPÉRATION "IWEL"  
GROSSE CHAUDRONNERIE  
MOTEURS DIESEL À GRANDE VITESSE  
POMPES À VIDE ET SURPRESSEURS  
À ANNEAU LIQUIDE "HYDRO"  
RÉDUCTEURS DE VITESSE

**ATELIERS DE CONSTRUCTION  
MECANIQUE DE TIRLEMONT**

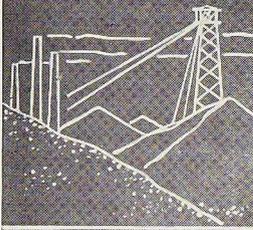
*Anciennement Ateliers J. F. Gilain*

TELEGRAM: GILAIN-TIRLEMONT.

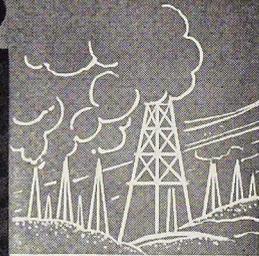
TEL: 12

# TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

CHARBONNAGES



PÉTROLE



CANALISATIONS



TRAVAUX PUBLICS

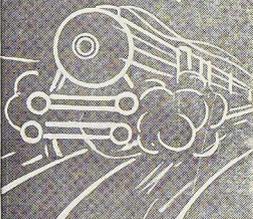


EAU

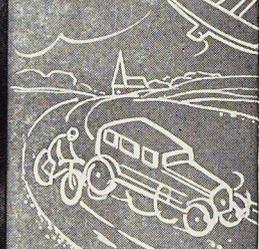


GAZ

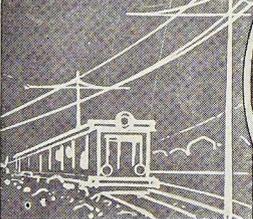
CONSTRUCTION MÉCANIQUE



SPORTS



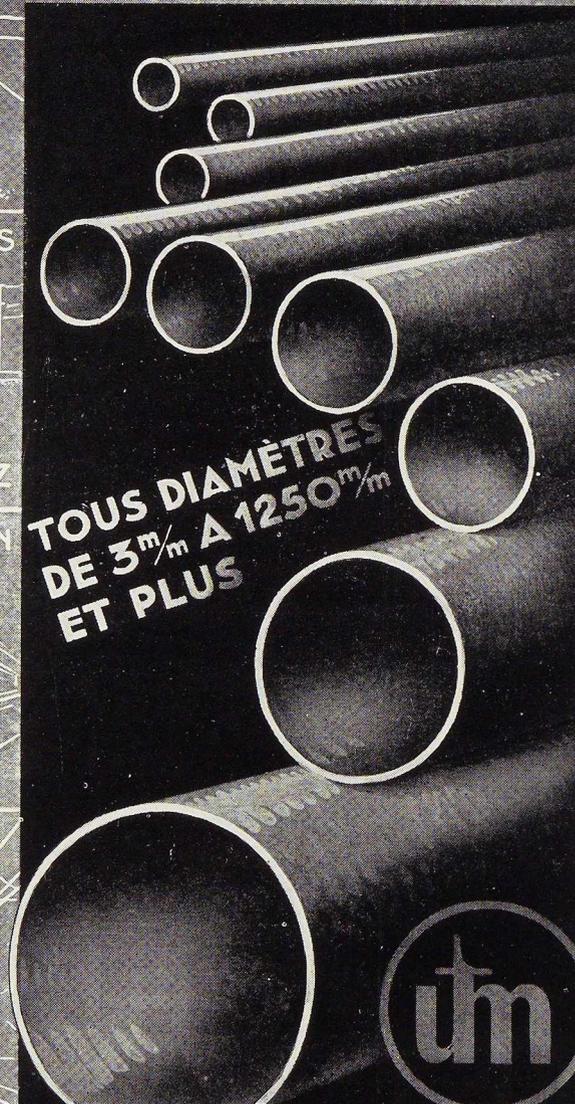
TRANSPORT DE FORCE



LE HOME



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

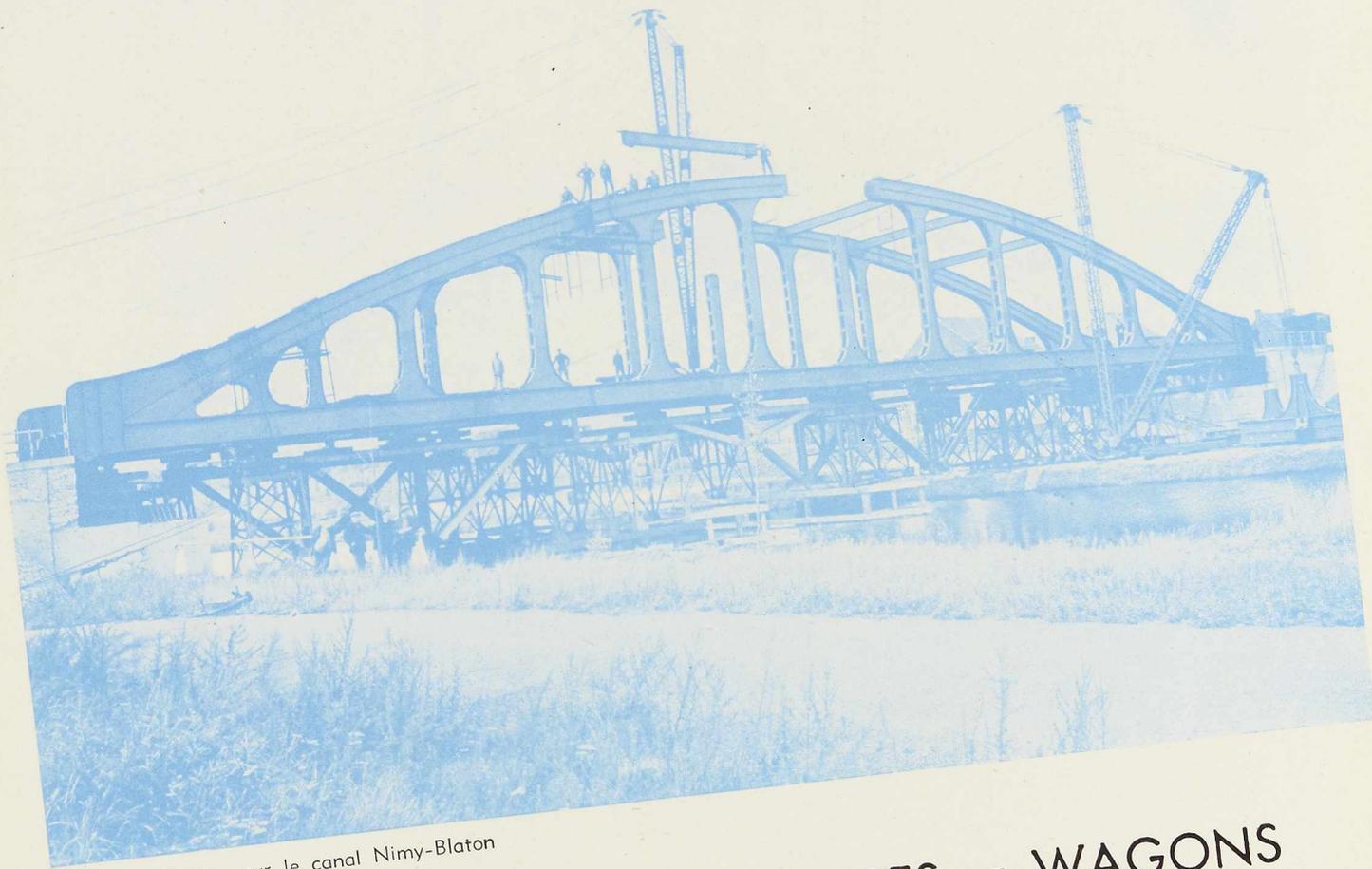


## USINES A TUBES DE LA MEUSE

STÉ A ME FLEMALLE-HAUTE BELGIQUE

SOBELPRO

CHEVALEMENTS ET PYLONES  
GAZOMETRES ET RESERVOIRS  
PONTS ET CHARPENTES  
ACIERS MOULES ET FORGES



Pont de Ghlin sur le canal Nimy-Blaton

VOITURES ET WAGONS  
AUTORAILS ET AUTOMOTRICES  
LOCOMOTIVES ELECTRIQUES

**BAUME & MARPENT**

SOCIETE ANONYME

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

# LE TITAN ANVERSOIS

H O B O K E N . L E Z . A N V E R S

PONTS ROULANTS  
EN TOUS GENRES  
À CROCHET  
ET À GRAPPIN

PONTS SPÉCIAUX  
DE MÉTALLURGIE

STRIPPEURS

MÉLANGEURS

ENFOURNEURS  
DE FOURS MARTIN

PITTS

DÉFOURNEURS

GRUES DE PORT

GRUES POUR  
CHANTIER NAVAL

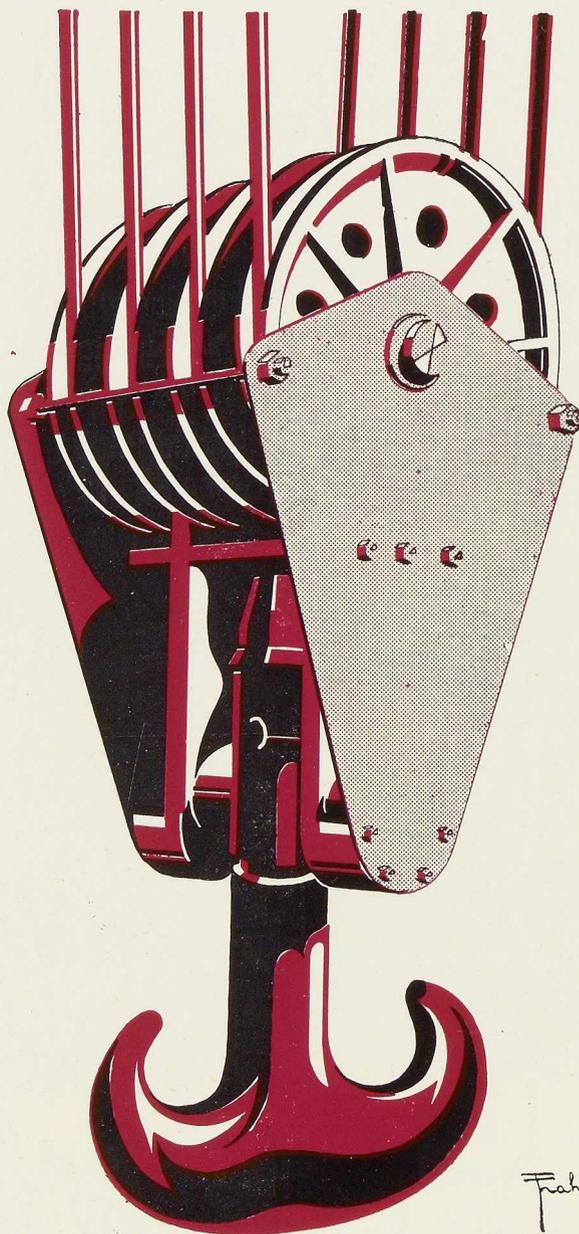
GRUES  
INDUSTRIELLES  
À CROCHET  
ET À GRAPPIN

GRUES  
DE FAÇADE  
POUR  
ENTREPRENEURS

CABESTANS

GRAPPINS  
AUTOMATIQUES

ETC.



APPAREILS DE LEVAGE ET DE TRACTION ÉLECTRIQUE

**POUR MIEUX SOUDER  
LA FONTE À FROID**

**UNE BELLE APPLICATION**

CYLINDRES DE MOTEUR  
DIESEL MARIN (4.000 CV)  
RÉPARÉS AU MOYEN DE LA  
CITOFONTE B.

ÉPAISSEUR DES PAROIS :  
150 mm.

CHANFREINAGE EN X  
SOUDAGE EN POSITION  
VERTICALE.

Ci-dessus : JOINT PRÉPARÉ.

Ci-dessous : CYLINDRE  
RÉPARÉ.

LA  
**CITOFONTE B**

**Electrode au nickel pur**

LIAISON IMPECCABLE  
MÊME SUR FONTE FROIDE

NI POROSITÉ NI FISSURES

USINABILITÉ PARFAITE  
DES JOINTS

MANIEMENT AISÉ

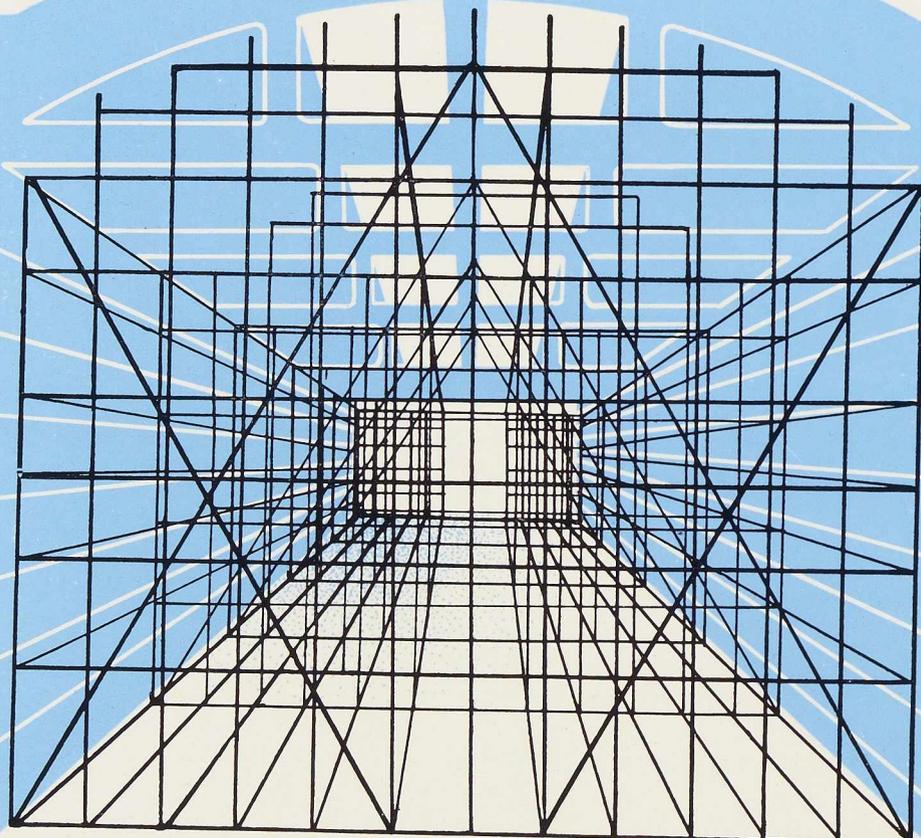


**SOUDOMETAL** S. A.

83, CHAUSSÉE DE RUYSBROECK, FOREST-BRUXELLES - TÉL. : 43.45.65 - 44.09.02

SOUTIEN DE COFFRAGE

200T.



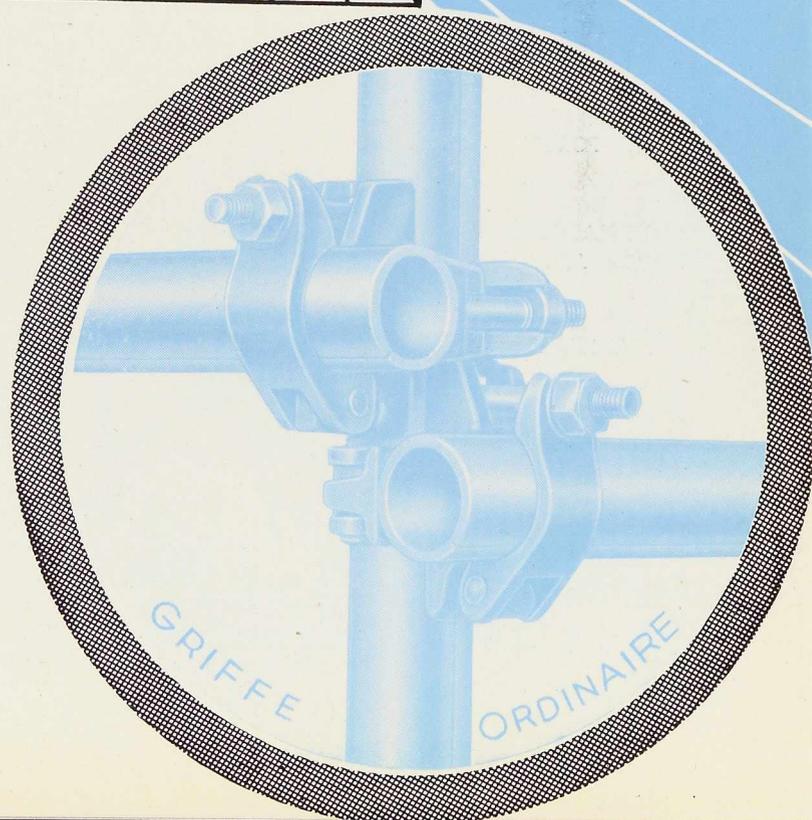
HAUTEUR 14.50M

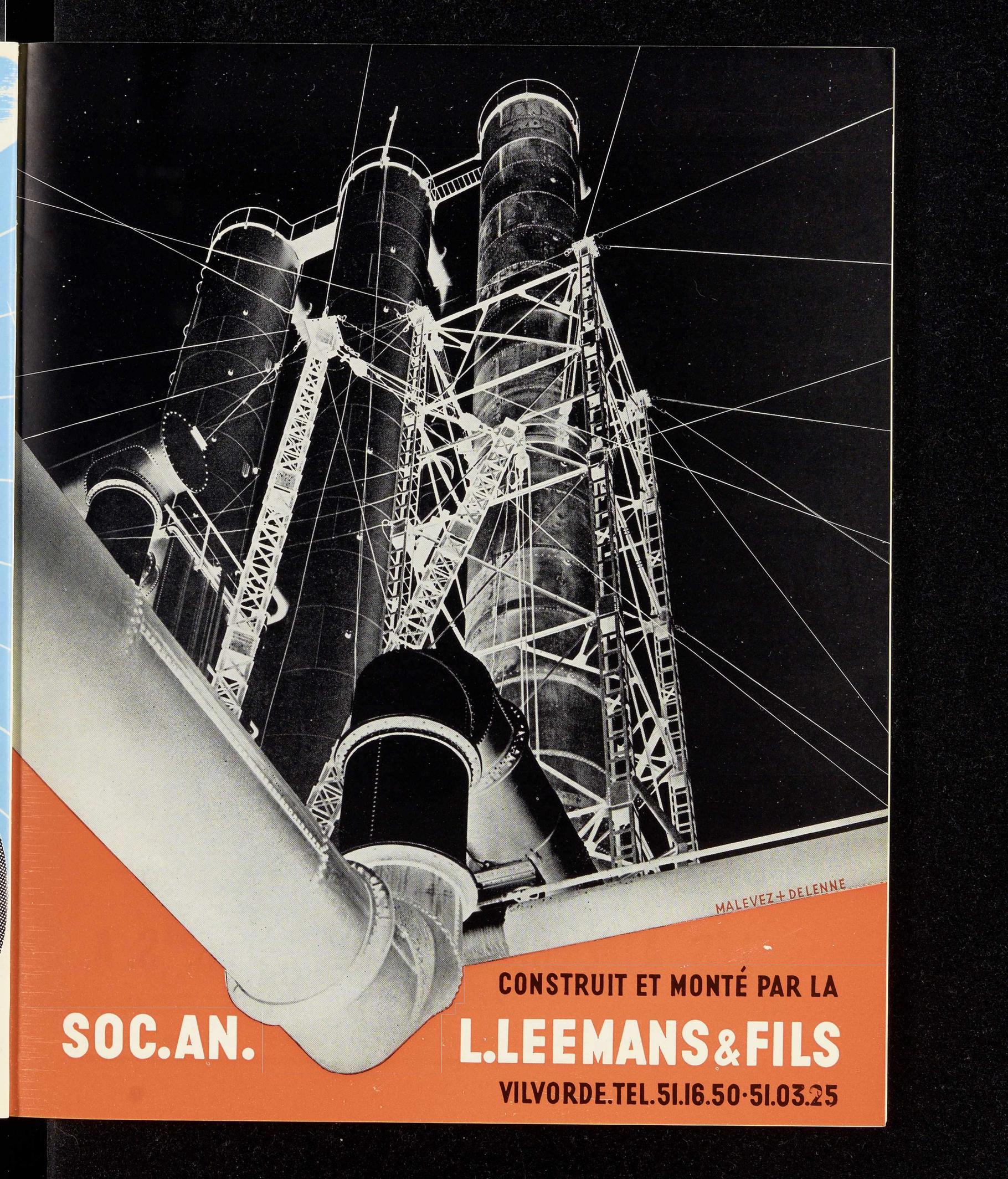
Alexandre  
**DEVIS** et  
C<sup>o</sup>

158, RUE SAINT-DENIS

B R U X E L L E S

TÉLÉPHONE 43.15.05



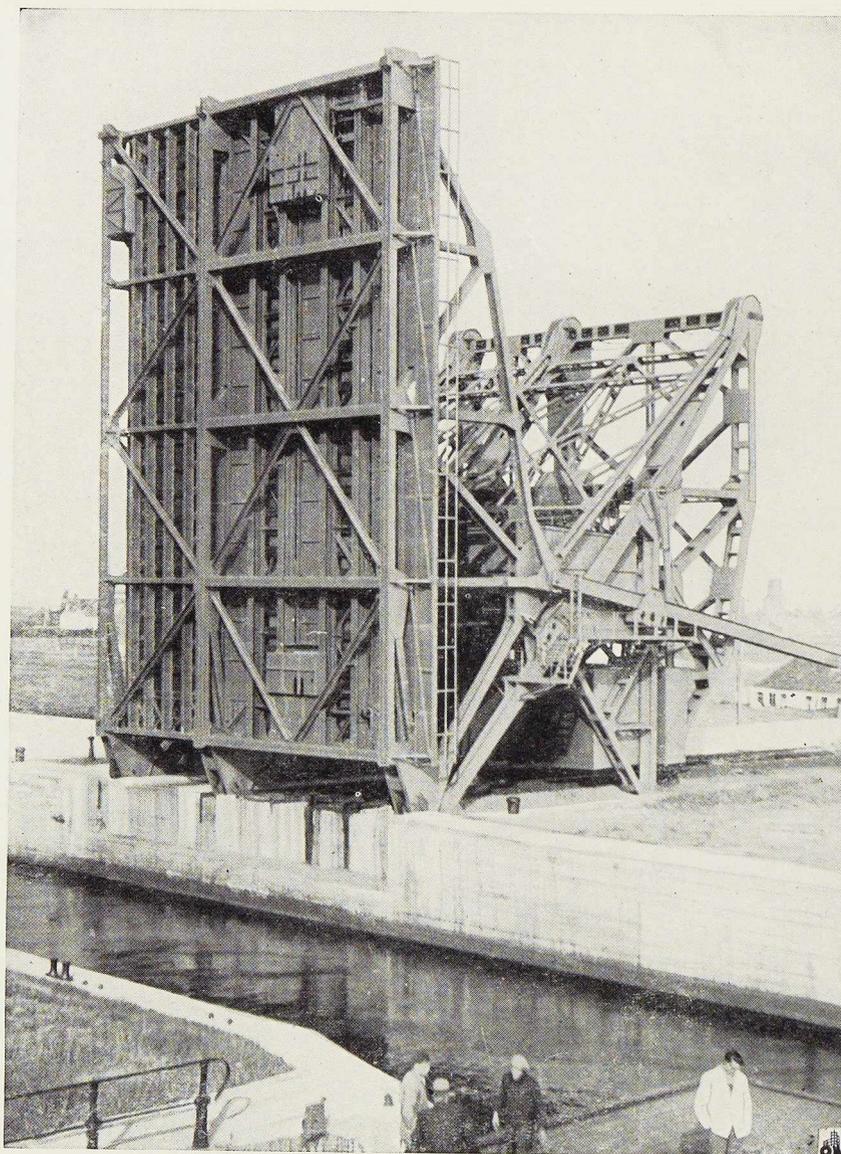


MALEVEZ + DELENNE

**SOC.AN.**

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

**VILVORDE.TEL.51.16.50·51.03.25**



Pont basculant « STRAUSS » à Zeebrugge

**CONSTRUCTIONS PRINCIPALES :**

Wagons — Voitures  
Locomotives  
Ponts et Charpentes  
Emboutis lourds  
et moyens



**FABRICATIONS COMPLÉMENTAIRES :**

Ressorts à lames, à volutes, à boudins  
Pièces de forge  
Aciers moulés Bessemer  
Brides de tuyauteries à haute pression  
Tôles galvanisées

**LES ATELIERS METALLURGIQUES, S. A.**  
**NIVELLES - BELGIQUE**

TÉLÉPHONE : 22 NIVELLES  
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : MÉTAL NIVELLES

USINES :  
NIVELLES - TUBIZE - LA SAMBRE - MANAGE

**150.000**

FRANCS

DE

**PRIX !**



CONCOURS  
INTERNATIONAL

**ARCOS**

1950



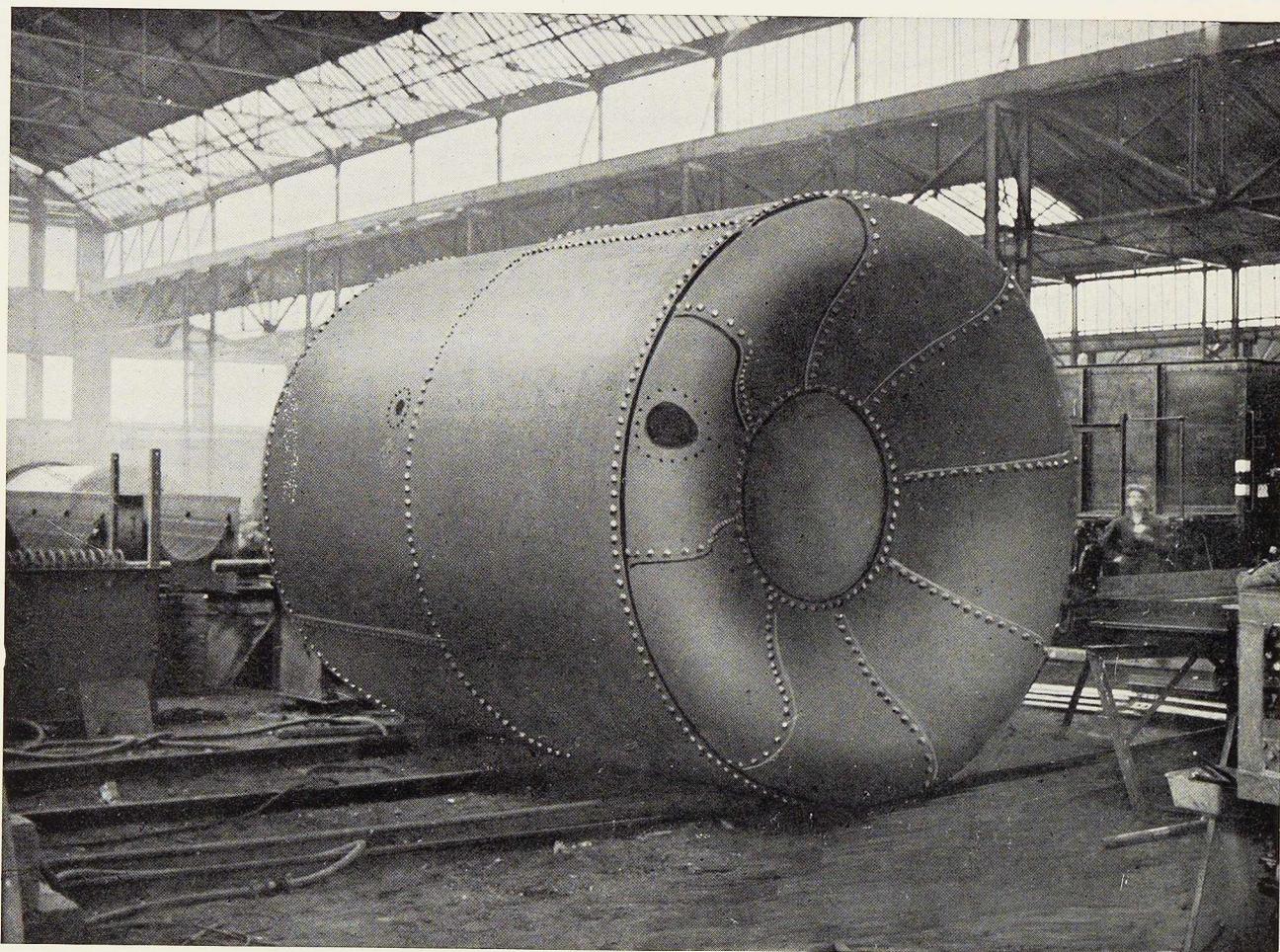
POUR RÉCOMPENSER LES MEILLEURS  
TRAVAUX ORIGINAUX SUR L'ART DE  
LA SOUDURE A L'ARC ÉLECTRIQUE

DEMANDEZ LE RÈGLEMENT

**LA SOUDURE ÉLECTRIQUE AUTOGÈNE**

S. A.

58-62, RUE DES DEUX GARES  
BRUXELLES



Usines de Vilvorde. — Réservoir à fond incurvé.

**ATELIERS DE**  
**BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS S. A.**

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

**USINE A VILVORDE**

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

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

**USINE A BOUCHOUT**

27, HEUVELSTRAAT, BOECHOUT-LEZ-ANVERS  
Téléphone : Anvers 123.64 - 123.65 - 124.64

TÔLES GALVANISÉES, ARTICLES DE  
MÉNAGE, CHÂSSIS MÉTALLIQUES.

# L'oxy-coupage

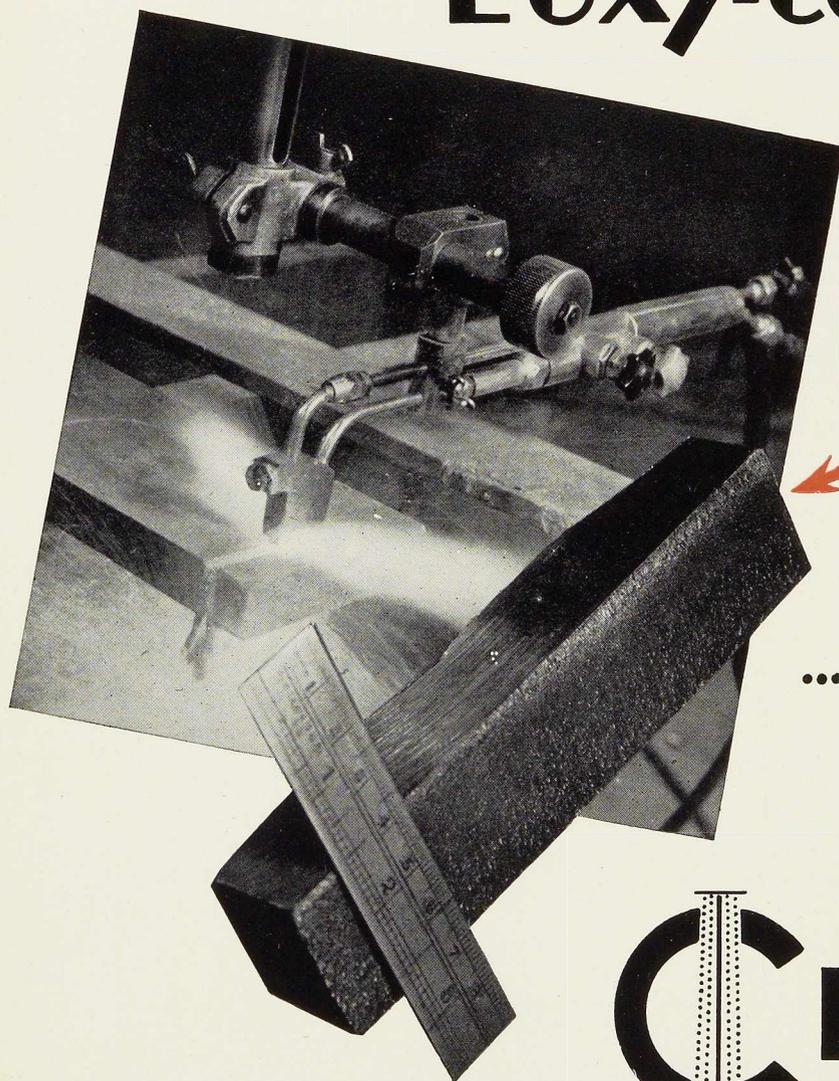
*de*

*l'***ACIER  
INOXYDABLE**

*et de la*

**FONTE**

*...est au point!*



PROCÉDÉ  
BREVETÉ

**CINOX**

SIMPLE • ECONOMIQUE

**L'OXHYDRIQUE  
INTERNATIONALE**

S. A. 31, rue P. Van Humbeek, Bruxelles - Tél. 21.01.20 (5 L.)

**CONSTRUCTIONS  
MÉTALLIQUES DE  
JEMEPPE-SUR-MEUSE**

Société Anonyme

Anciennement « Ateliers Georges Dubois »  
Reg. du Com. : Liège 4544. Tél. : 394.68-69  
Adresse télégr. : Comeppe-Jemeppe-sur-Meuse

•  
**PONTS  
CHARPENTES  
CHAUDRONNERIE**

**BUREAU D'ETUDES**  
LISTE UNIQUE DE RÉFÉRENCES

MA  
TO

UNE SIMPLE PRESSION SUR LA GACHETTE

... ET LE PISTOLET

**NELSON**  
*stud welder*

SOUDE  
AUTOMATIQUEMENT  
VOS GOIJONS

*14 fois plus rapide  
que les anciennes méthodes*



S.A

**ELECTROMECHANIQUE** BRUXELLES

19-21, RUE LAMBERT CRICKX • TEL: 21.00.65 • TELEGR: ELECTROMECHANIC

CREATION TOITGANG & C<sup>ie</sup> • Tel: 12.21.30

**TOUS PRODUITS M**

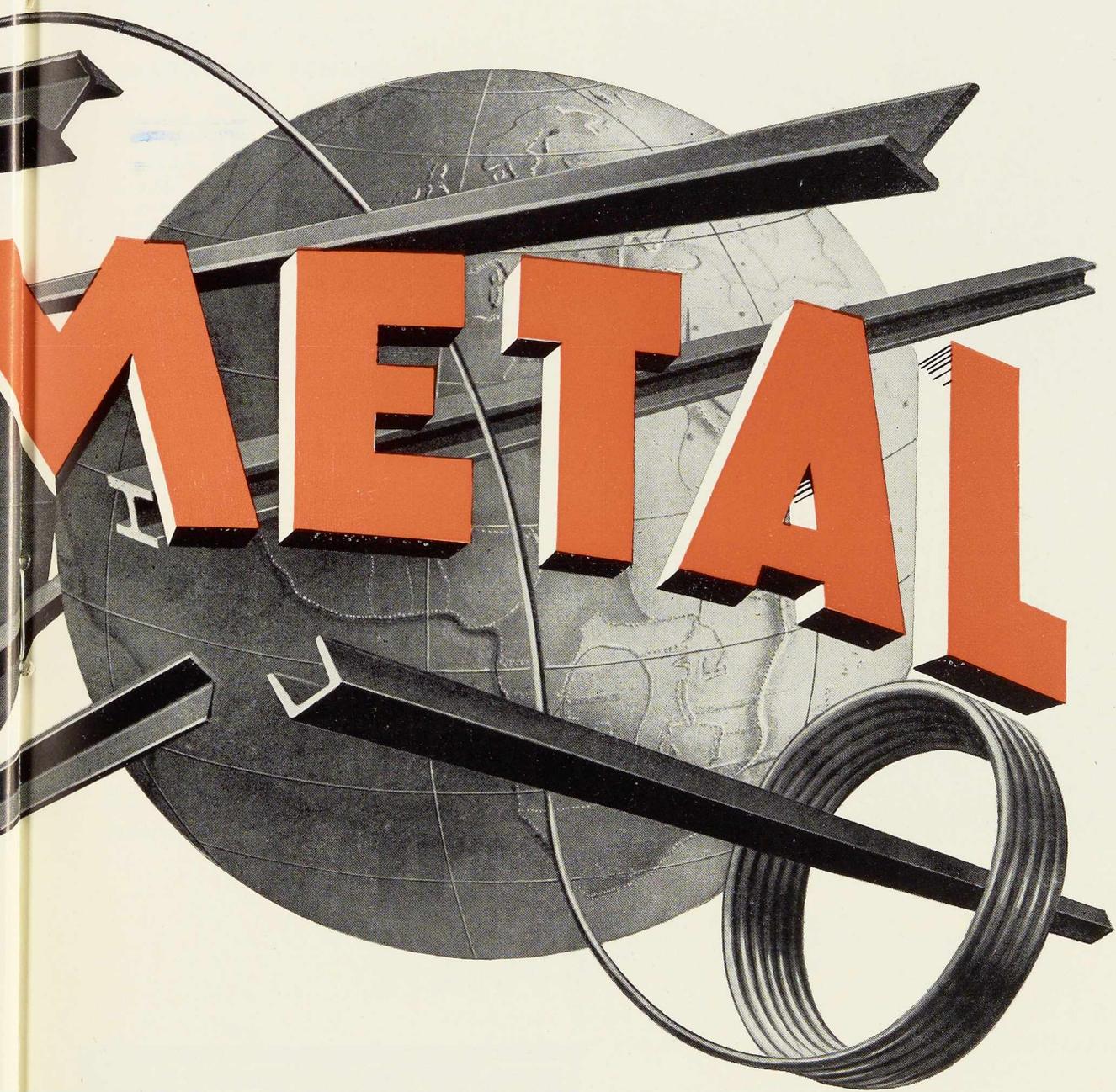


24 RUE F  
BRUXE

**COCKERILL - PROVIDENC**

C.G.P.I.

**MÉTALLURGIQUES**



IE ROYALE  
XELLES

**ICE - SAMBRE & MOSELLE**

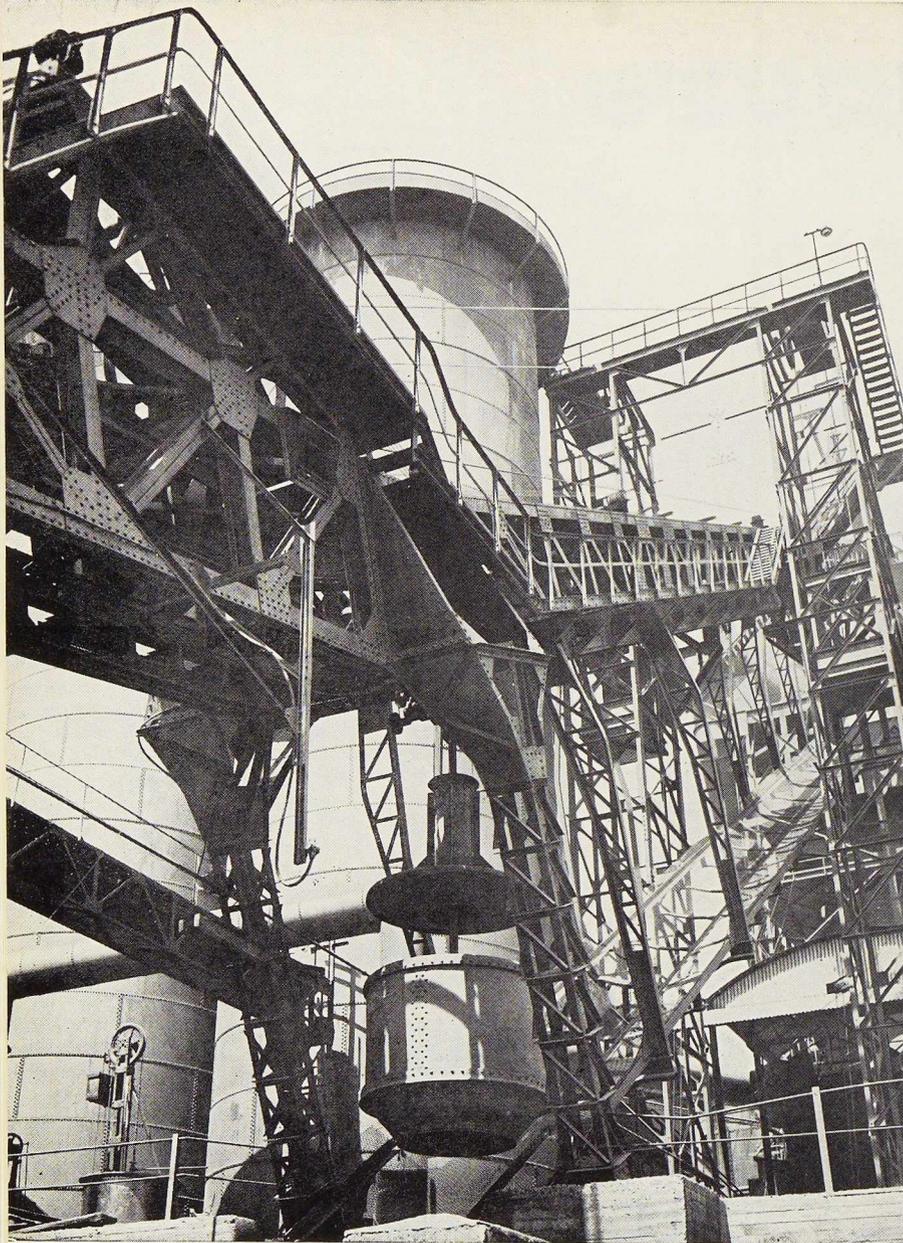


PHOTO W. KESSELS

S. A. USINES GUSTAVE BOËL  
LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

Téléphones : 522, 525, 532, 1133 L. L. — Télégrammes : BOËL, LA LOUVIÈRE

### FOURS À COKE

Cokes : industriels et domestiques. Goudron. Sulfate d'ammoniaque. Huiles légères, etc.

### HAUTS FOURNEAUX

Fontes.  
Laitiers granulés et concassés.

### ACIÉRIES

Bessemer. Thomas. Martin. Electrique. Aciers ordinaires et spéciaux. Aciers à ressorts. Scories Thomas.

### LAMINOIRS

Rails. Eclisses. Poutrelles I, U, L, T, etc. Tôles lisses. Tôles striées. Tôles à larmes. Grandes plats. Aciers marchands. Verges droites. Fil machine. Demi-produits.

### FORGES

Bandages et essieux. Pièces de grosse forge. Aciers pour matrices.

### FONDERIES

Pièces en fonte et en acier. Grosses pièces jusqu'à 25 T. Cuvelages pour puits de mines.

### ATELIERS DE PARACHÈVEMENT

Usinage de pièces de fonte et d'acier. Trains montés pour voitures, wagons et locomotives.

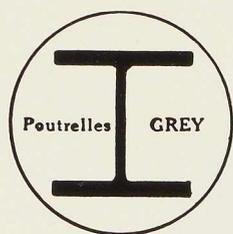
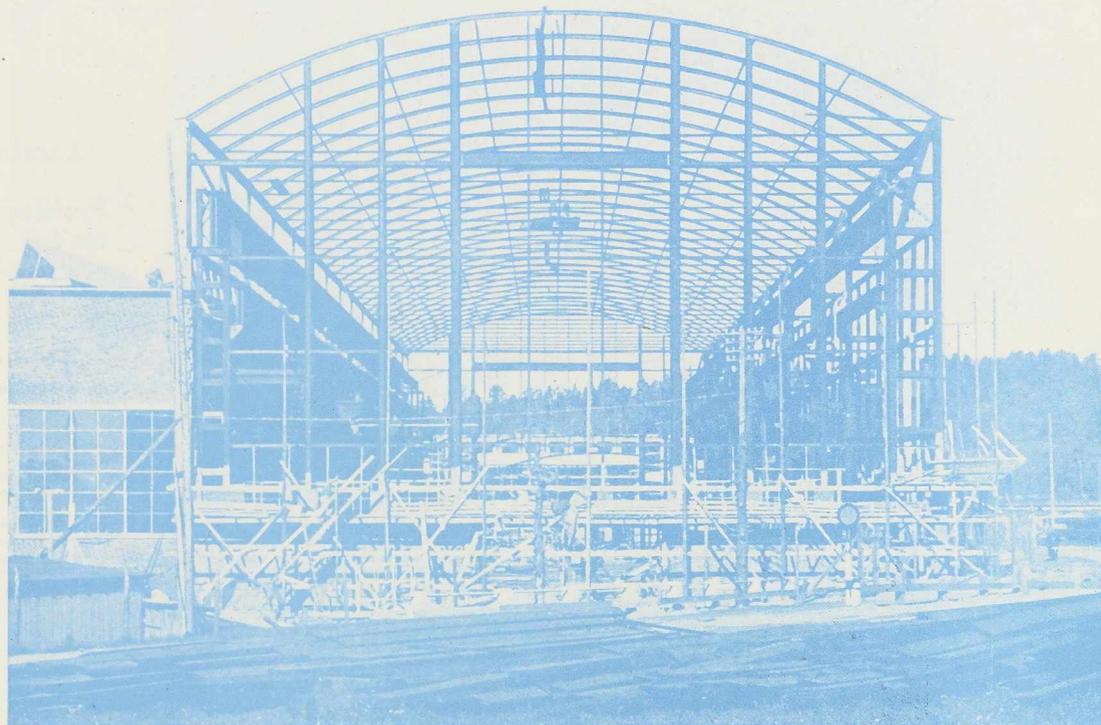
### BOULONNERIES

Boulons. Crampons. Tirefonds et rivets.

USINES  
GUSTAVE

BOËL

Chantier naval de THORDEN-VARVET,  
UDDEVALLA, Suède



DE **DIFFERDANGE**

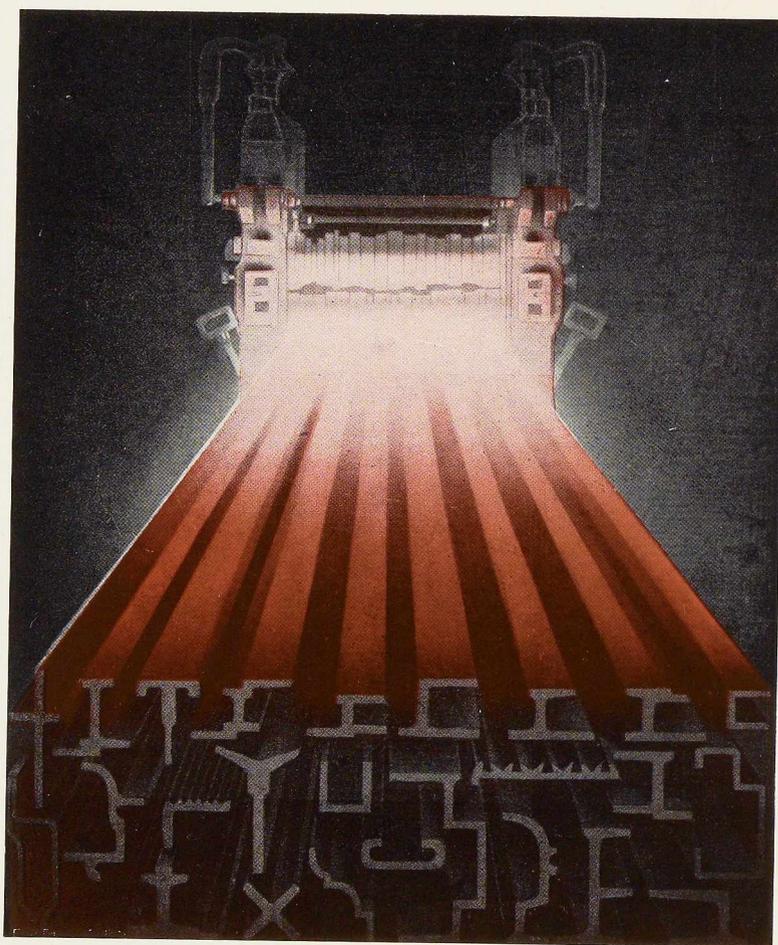
---

AGENCE DE VENTE POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE

**DAVUM S. A.**

22, RUE DES TANNEURS, ANVERS  
Téléphone 299.17 (5 lignes) — Télégr. DAVUMPORT

TOUS PRODUITS METALLURGIQUES  
ACIERS SPECIAUX ET INOXYDABLES — MACHINES-OUTILS



Laminage à chaud

Profilage à froid jusqu'à 8 mm d'épaisseur et 400 mm de développement

Toutes sections spéciales en acier

Création rapide de nouveaux profilés

Spécialistes en profilés pour huisserie et châssis métalliques

# LAMINOIRS

# DE LONGTAIN

TÉLÉPHONES : LA LOUVIÈRE 759 et 880  
TÉLÉGRAMMES : LAMILONG La Louvière  
CODES : Bentley et Acme

Société Anonyme  
LA CROYERE (BELGIQUE)

# JOURET

## LUTTRE

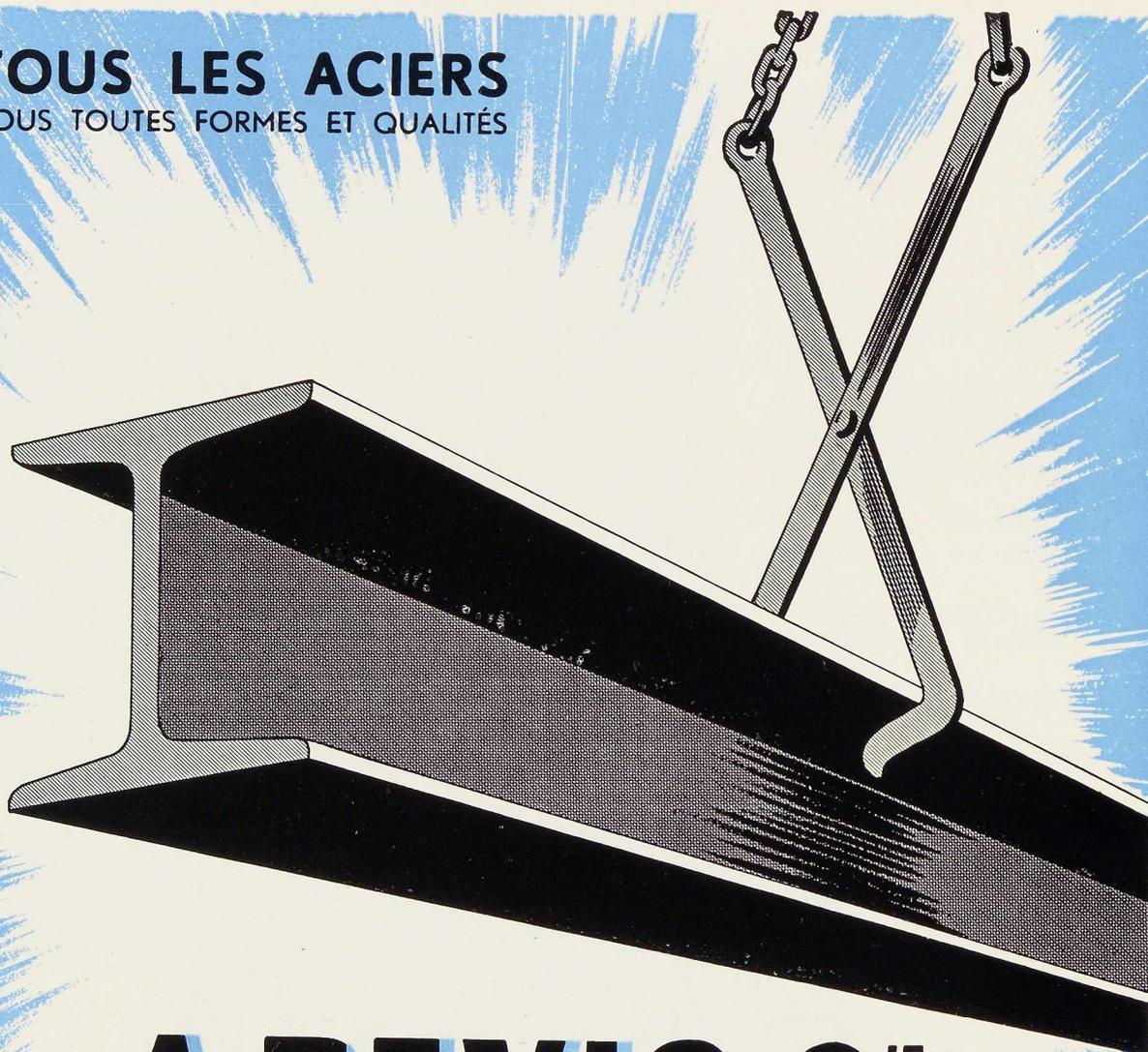
*Grey de Differdange*



*et tous les produits métallurgiques*

TEL : CHARLEROI 511.31  
LUTTRE 248

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



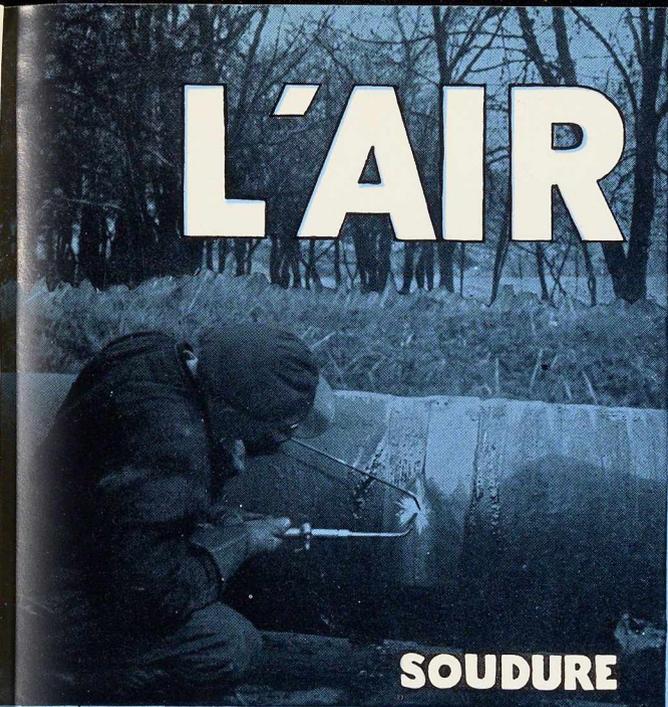
**A. DEVIS & C<sup>IE</sup>**

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

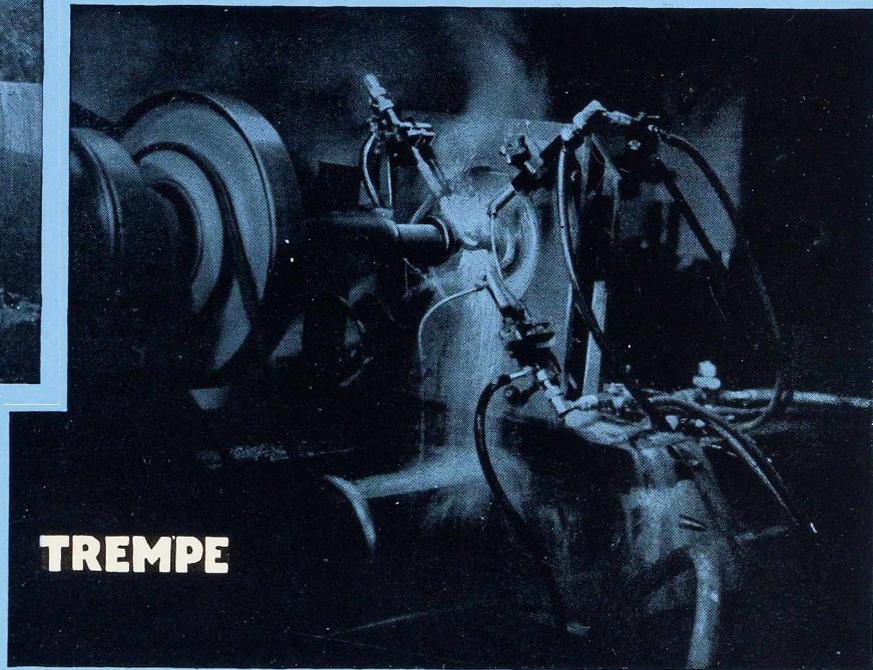
**ACIERS SPÉCIAUX • OUTILS**  
158, RUE ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél : 43.50.20 (6 l.)

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

# L'AIR LIQUIDE



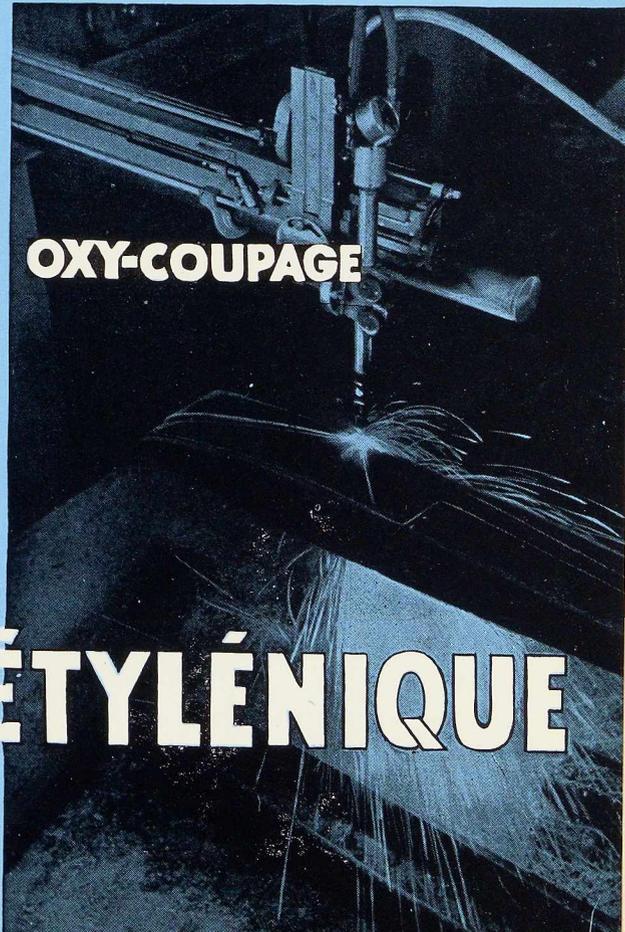
**SOUDURE**



**TREMPE**



**DÉCRIQUAGE**



**OXY-COUPAGE**

TOUTES LES APPLICATIONS  
DE LA

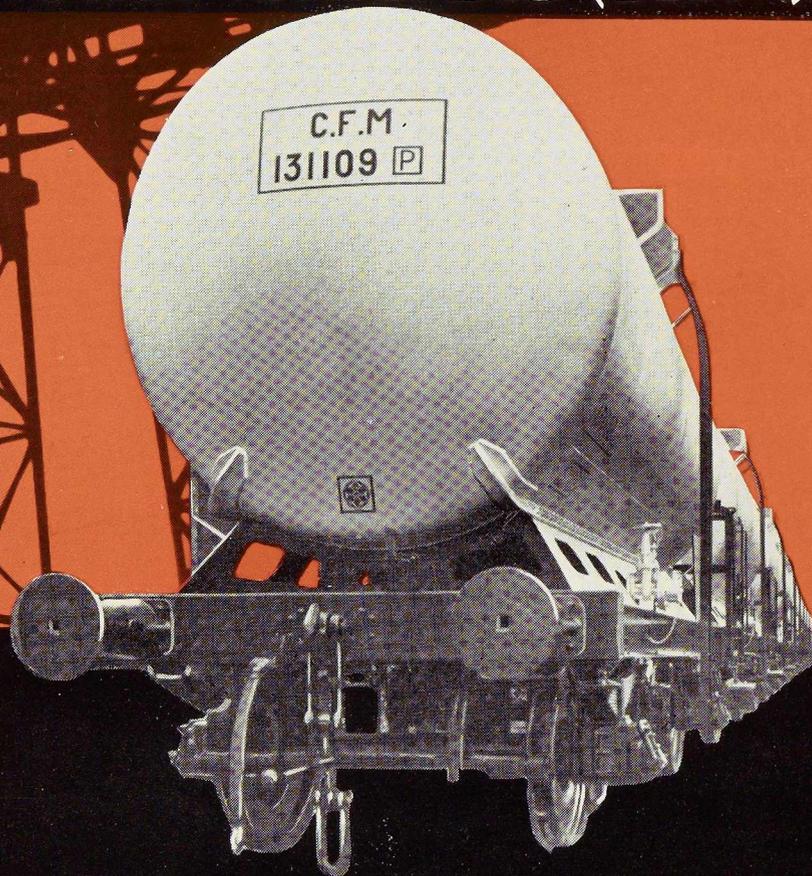
# FLAMME OXY-ACÉTYLÉNIQUE

Toute documentation vous sera envoyée sur demande adressée à la  
STÉ AME L'AIR LIQUIDE, 31, QUAI ORBAN, LIÈGE. Tél. 665.55

A.E.M.

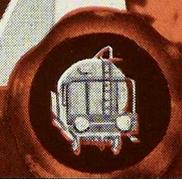
# Nobels-Peelman

**SINT NIKLAAS (BELGIQUE)**



**PONTS ET CHARPENTES  
CHAUDRONNERIE  
MATERIEL DE CHEMIN DE FER  
BENNES • WAGONS BASCULANTS**  
TÉL. : 13 et 235 ST-NICOLAS • TÉLÉGR. : ATELIERS, ST-NIC.

*Nallet*



# L'OSSATURE MÉTALLIQUE

## REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

14<sup>e</sup> ANNÉE - N° 10

OCTOBRE 1949

D<sup>r</sup> Ch. Széchy,  
Directeur  
de la section des ponts-routes  
au  
Ministère des Communications  
de Hongrie (1)

## La reconstruction du pont- route sur la Tisza à Szeged

Szeged, deuxième ville de Hongrie, avait subi, en 1877, une inondation catastrophique, lorsque le fleuve Tisza, qui sépare la ville de son faubourg, avait débordé et avait presque anéanti toute la ville.

La reconstruction de l'agglomération sinistrée fut effectuée avec l'aide de plusieurs nations étrangères. Il en est résulté une ville nouvelle,

beaucoup plus belle que celle qui existait avant la catastrophe (2).

(1) Cette étude a été rédigée en collaboration avec le D<sup>r</sup> V. Haviár, Conseiller Ministériel, Professeur à l'Université de Budapest.

(2) Plusieurs artères de la ville ont reçu le nom des capitales des pays étrangers qui sont venus, à l'époque, au secours de la ville de Szeged. C'est ainsi qu'on trouve des boulevards portant le nom de Paris, Bruxelles, Rome, etc.

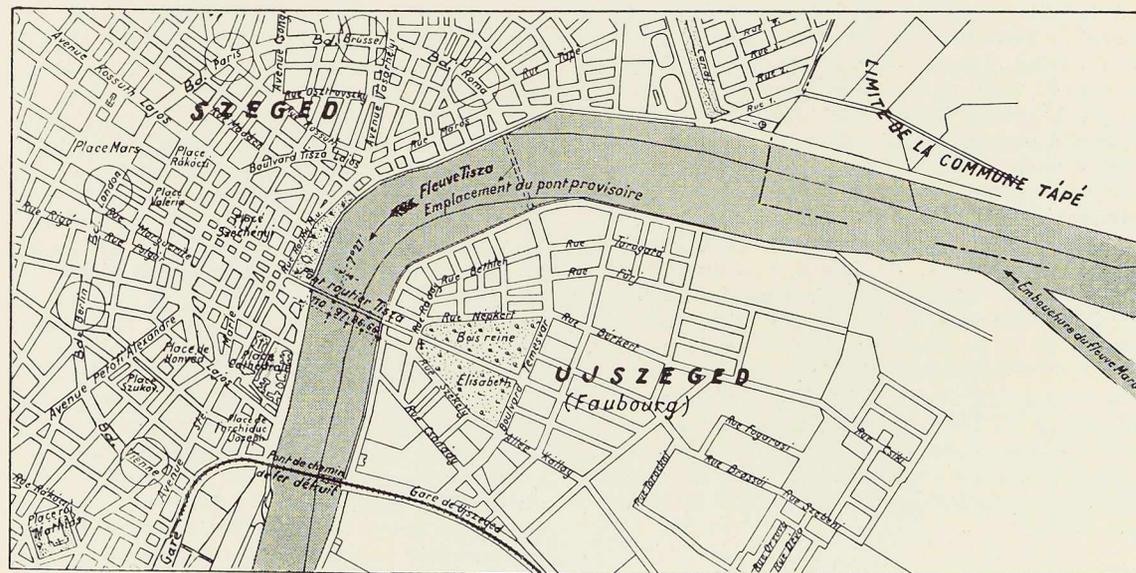


Fig. 615. Plan de situation du pont de Szeged.

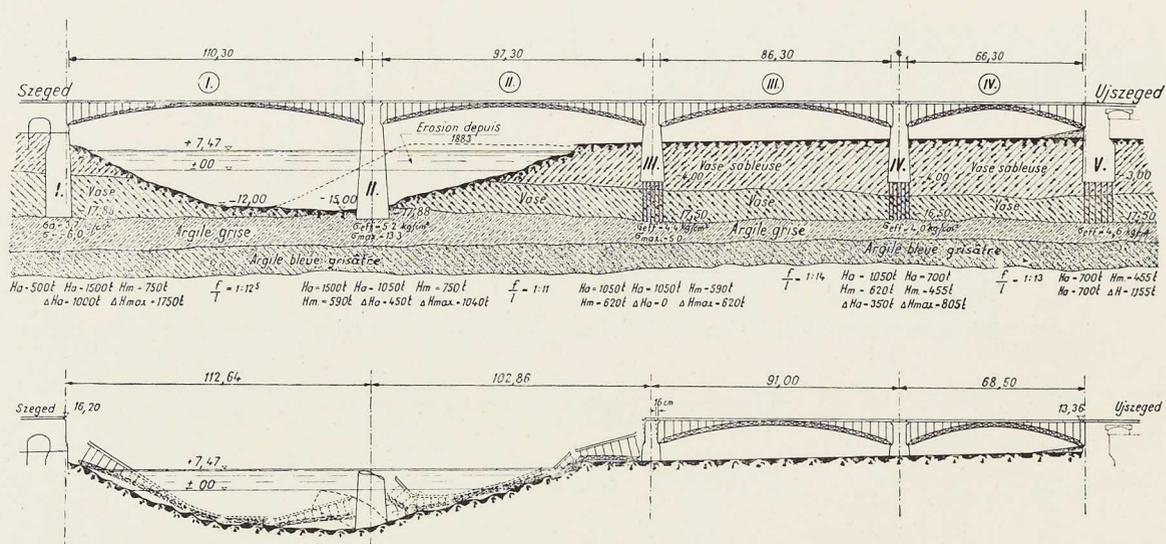


Fig. 616. Elévation de l'ancien pont de Szeged avant et après sa destruction.

Le pont-route métallique de Szeged, remplaçant une construction provisoire en bois, date également de cette époque. Il fut construit en 1880-1883, c'est-à-dire peu de temps après l'achèvement du pont Marguerite à Budapest en 1876 <sup>(1)</sup>.

A la suite d'un concours international, le jury chargé d'examiner les projets présentés avait retenu celui élaboré par une association d'ingénieurs : G. Eiffel (français) et J. Feketeházy (hongrois). Le projet adopté franchissait le fleuve et la zone d'inondation rive gauche au moyen d'un pont à quatre travées. Chaque travée comportait une arche à tablier supérieur se composant de quatre arcs métalliques en treillis à deux articulations. Le fleuve proprement dit était franchi par la travée n° 1, de 110 mètres de portée, tandis que les portées des autres travées allaient en décroissant vers la rive gauche avec successivement 97,30 m, 86,30 m et 66,30 m de portée (fig. 616). L'emplacement de l'ouvrage et le caractère sinueux du fleuve obligeaient d'adopter une disposition en biais, les piles formant un angle de  $7^{\circ} 17'$  avec l'axe du pont (fig. 615). Les arcs étaient construits en fer puddlé, dont les essais mécaniques effectués en 1947 ont donné les résultats suivants :

	Minima	Maxima
Tension de rupture . . .	25,8 kg/mm <sup>2</sup>	36,0 kg/mm <sup>2</sup>
Limite élastique . . . .	13,9 »	26,8 »
Allongement longitudinal .	11,0 %	21 %
Allongement transversal .	0,5 %	8,8 %

Le niveau du tablier fut déterminé d'une part par la pente maximum admissible du chemin d'accès côté droit (3,3 %), d'autre part, par le niveau de la crue et la hauteur libre demandée (au-dessus du niveau maximum des eaux) pour la navigation. Ces données imposèrent l'adoption d'un arc très surbaissé où la proportion flèche-portée ( $f/l$ ) se situait entre 1/12 et 1/14. Cette forme d'arc eut pour conséquence des poussées horizontales considérables. La figure 622 donne les caractéristiques mécaniques du sol : indice de plasticité  $i_p$ ; teneur en eau (W %); angle de frottement interne  $\varphi$  et cohésion C. Ces valeurs résultent de sondages effectués préalablement à la reconstruction de l'ouvrage en 1947-1948, qui ont montré que le sous-sol était composé de couches de vase et d'argile très compressibles et sans grande résistance mécanique. Les ingénieurs ont donc eu à résoudre un problème difficile, car il n'était pas indiqué de construire un ouvrage ayant de fortes réactions horizontales. D'autre part, un pont suspendu était compliqué à réaliser, par suite des difficultés d'ancrage. Enfin, un pont à poutres en treillis multiples à tablier inférieur

(1) Voir *L'Ossature Métallique*, n° 9-1948, pp. 357/366.

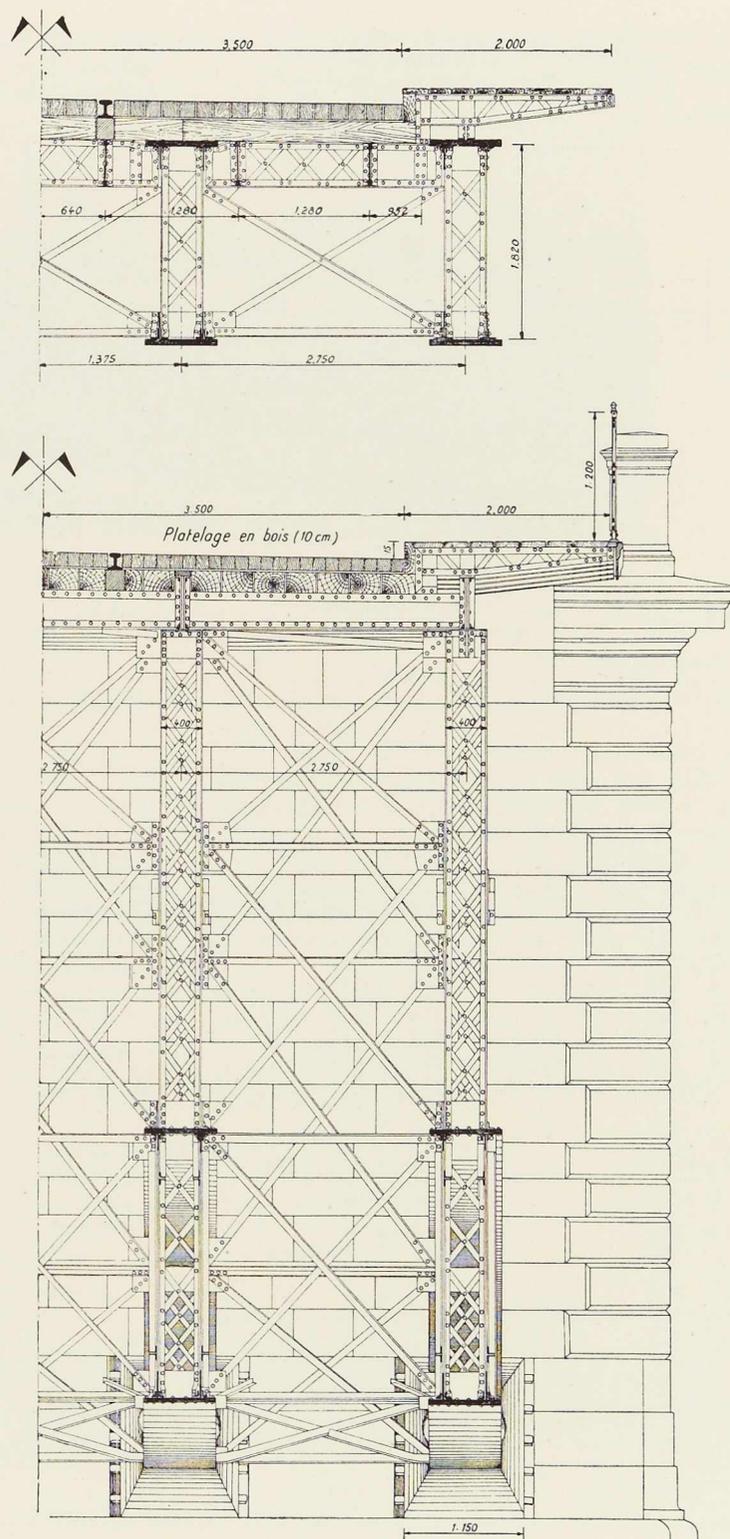


ne pouvait être adopté pour des raisons d'esthétique.

Le jury s'est prononcé finalement en faveur d'un pont à arcs multiples. La figure 617 donne la coupe transversale du pont à la clef et aux naissances, montrant comment les quatre arcs principaux de 1,82 m de hauteur supportent le tablier par l'intermédiaire de montants, de longerons et d'entretoises. Le tablier, d'une largeur totale de 11 mètres, comporte une chaussée de 7 mètres avec une voie de tramways et deux trottoirs de 2 mètres. Les montants, les longerons et les entretoises sont du type à treillis tandis que le tablier est composé de poutres longitudinales en bois, portant un double platelage en bois.

Par suite d'affouillement du sol, on constata déjà après la première guerre mondiale que le niveau du tablier à la clef s'abaissait et que la portée de la grande travée au-dessus du fleuve augmentait de 8-9 centimètres. Pour remédier à cette situation, on décida de renforcer la charpente métallique des arcs et de remplacer le platelage par un tablier en fer Zorès avec béton de remplissage recouvert d'une couche isolante, d'une couche de protection et d'un pavement en bois. Les voies de tramways furent enlevées, afin de réduire les efforts dynamiques, mais l'augmentation du poids mort du pont ainsi obtenu entraînait toutefois la continuation des mouvements des piles.

En 1943, à l'occasion d'un contrôle général de tout l'ouvrage, on mesura les travées et on détermina les niveaux des



**Fig. 617.** Coupe transversale de l'ancien pont à la clef et aux naissances.



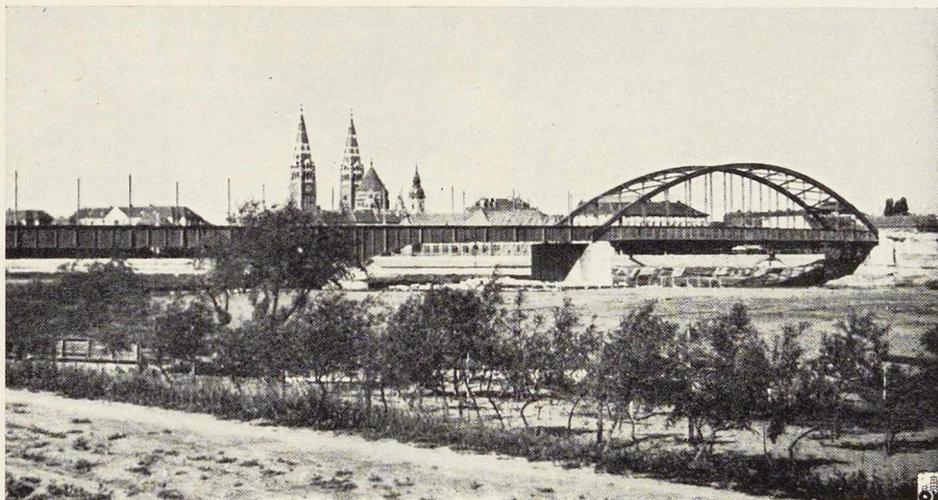


Fig. 621. Vue d'ensemble vers l'amont du nouveau pont de Szeged.

urgents. Ceux-ci, entrepris au cours de l'année 1944, comprenaient le montage d'un tirant entre les articulations de la travée I et le placement d'un appui latéral à la pile II (fig. 618).

Ces travaux durent être interrompus par suite des événements, lorsque les troupes allemandes en retraite firent sauter la construction métallique, y compris les tirants déjà montés de la travée I. L'appui latéral de la pile II n'ayant pas été réalisé et celle-ci ayant perdu sa réaction du côté de la travée I, la poussée qu'elle subit d'un seul côté la fit tourner autour de sa fondation pour la renverser finalement dans le lit du fleuve. La travée II s'est effondrée également. Quant à la pile III, elle a subi un déplacement horizontal de 16 centimètres, qui s'arrêta lorsque la poussée

des arcs métalliques fut équilibrée par la résistance passive du talus.

Le Service des Ponts-routes du Ministère des Communications se trouvait dans une situation assez délicate lorsqu'en 1947 s'est posé le problème de la reconstruction du pont de Szeged.

Il fallait soit, compte tenu des défauts de la construction ancienne, la remplacer par un ouvrage entièrement nouveau avec jonction verticale, soit essayer de maintenir deux travées dont la conservation pouvait diminuer notablement les frais de reconstruction.

Après étude des sondages et des essais sur la capacité portante du sol (fig. 622), on s'est prononcé en faveur de la première solution, comportant un ouvrage entièrement nouveau, se

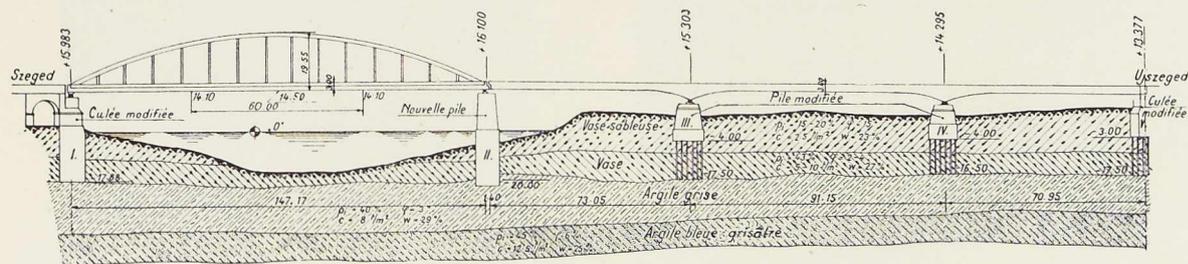


Fig. 622. Elévation du nouveau pont-route de Szeged (1947-48) montrant la composition du sous-sol.

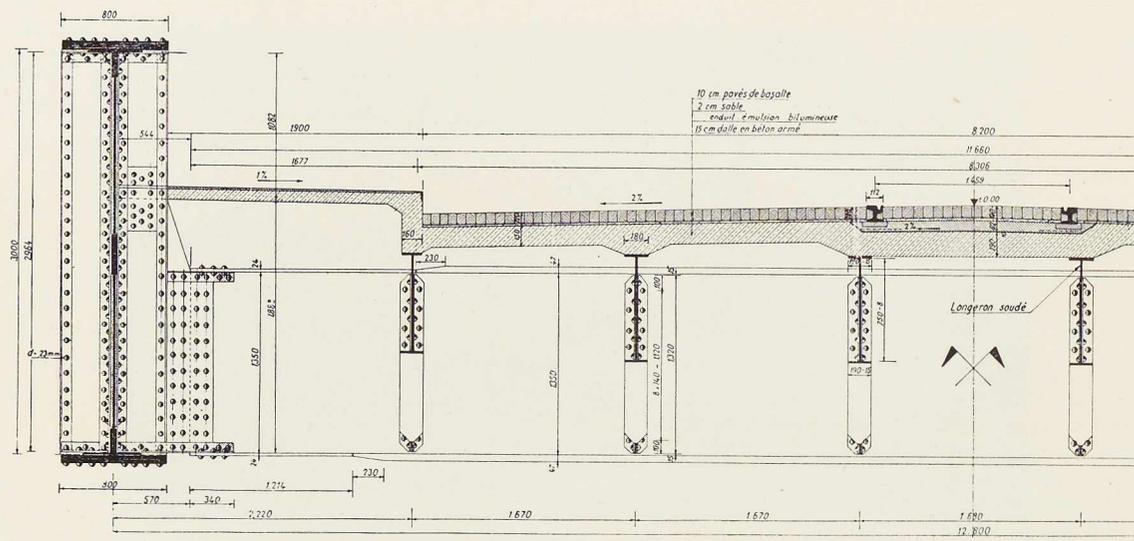


Fig. 623. Coupe transversale du nouveau pont.

composant (fig. 622) de deux tronçons : une poutre continue, rive gauche, franchissant la zone d'inondation et comportant trois travées de 73, 91 et 71 mètres de portée et une travée en arc franchissant le fleuve, de 147 mètres de portée. Dans ces conditions, les travaux de reconstruction du pont de Szeged ont comporté les phases suivantes :

1<sup>o</sup> Construction d'une nouvelle pile II à une distance de 30 mètres de l'ancienne pile; élargissement et modification des piles et des culées intactes;

2<sup>o</sup> Démolition des deux travées de l'ancien pont sur la rive gauche;

3<sup>o</sup> Construction du nouvel ouvrage métallique, d'une longueur totale de 395 mètres.

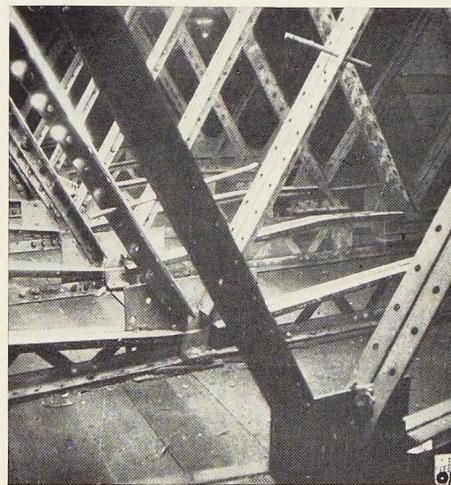
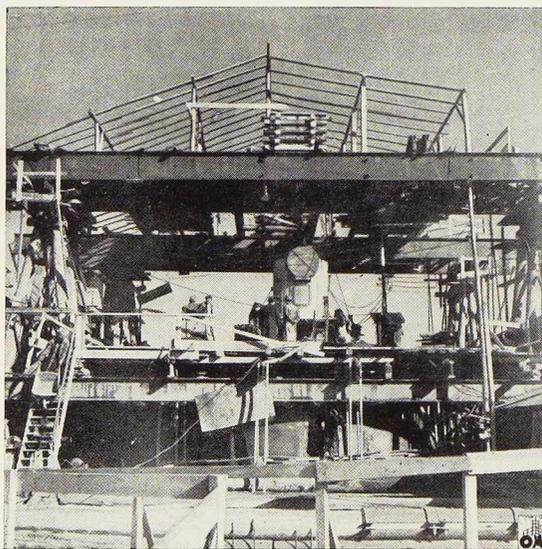


Fig. 624. Vues du caisson pendant le fonçage (ci-contre) et des poutres supportant le plancher provisoire (ci-dessus).



La pression maximum admissible sur le sol a été fixée à 9 kg/cm<sup>2</sup>, compte tenu de l'épaisseur considérable de la couche d'argile bleue sablonneuse au-dessus des fondations. Les travaux commencèrent en été 1947 par la construction des fondations de la nouvelle pile, au moyen d'un caisson à air comprimé ayant les dimensions suivantes : longueur : 27 mètres, largeur : 9 mètres. Ce caisson, construit en béton armé sur un plancher reposant sur deux chalands, était foncé par l'intermédiaire de vérins appuyés sur un échafaudage élevé sur les chalands (fig. 619). Comme la puissance des vérins ne suffisait pas pour tenir tout le poids mort du caisson, on avait établi au-dessous de la chambre de travail un plancher provisoire en bois avec isolation qui faisait flotter le caisson et soulageait ainsi les vérins. Ce plancher prenait appui sur des poutres en treillis (à l'intérieur du caisson), réalisées au moyen de l'acier récupéré dans les débris de l'ancien pont (fig. 619). Le fonçage du caisson s'est effectué sans aléas. Lorsque son fond eut atteint le lit du fleuve, le plancher provisoire fut démonté et enlevé, la chambre de travail fut mise sous pression et le fonçage continua jusqu'à la profondeur définitive (— 20 m). La réfection des anciennes piles et la construction de la nouvelle pile II ont été terminées en 1947 (fig. 624). La coupe transversale du nouvel ouvrage (fig. 623) montre que le pont comporte une chaussée de 8,20 m avec une seule voie de tramways et deux trottoirs de 1,90 m donnant ainsi une largeur totale de 12 mètres. Le tablier est bordé par les poutres maîtresses dont la membrure supérieure s'élève jusqu'au niveau des garde-corps, assurant un profil convenable aux poutres et un maximum de hauteur libre pour la passe navigable.

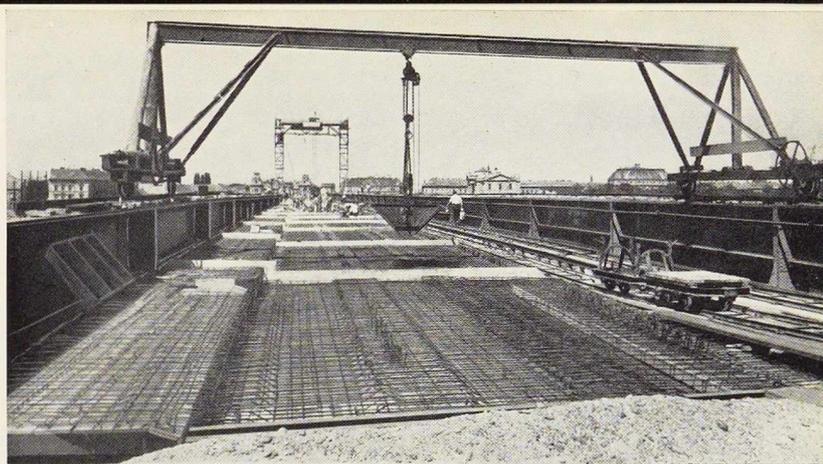
Les maîtresses-poutres ont été réalisées en acier à haute résistance tandis que les poutres de tablier étaient en acier doux Siemens-Martin. Les caractéristiques mécaniques imposées au métal étaient les suivantes :

Acier  $\frac{49}{29}$  :

Tension de rupture . . . . .	49 kg/mm <sup>2</sup>
Limite élastique . . . . .	29 kg/mm <sup>2</sup>
Allongement longitudinal . . . . .	19 à 17 %
Allongement transversal . . . . .	17 à 15 %
Tension admissible . . . . .	17,5 kg/mm <sup>2</sup>

Acier  $\frac{36}{24}$  :

Tension de rupture . . . . .	36 à 45 kg/mm <sup>2</sup>
Limite élastique . . . . .	24 kg/mm <sup>2</sup>
Allongement longitudinal . . . . .	26 à 21 %



Photos « Technifoto ».

Fig. 625. Armature du tablier et matériel utilisé pour le bétonnage de la dalle.

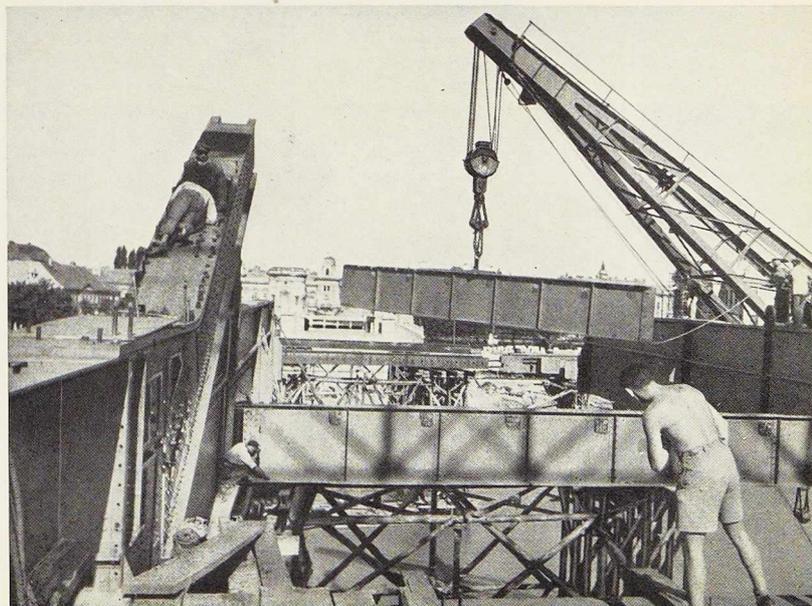
Allongement transversal . . . . .	24 à 19 %
Tension admissible . . . . .	14 kg/mm <sup>2</sup>

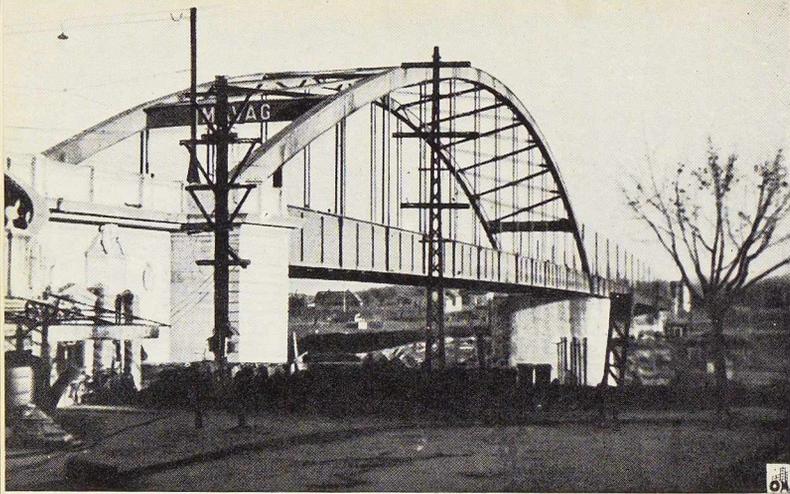
Les maîtresses-poutres sont assemblées par rivure tandis que les poutres du tablier sont soudées en atelier et rivées au chantier. Le pont se compose de deux tronçons indépendants, la partie gauche est composée d'une poutre continue à trois ouvertures. La partie droite comporte un arc renforcé par une poutre de rigidité. La hauteur des poutres continues est la même que celle de la poutre de rigidité, ce qui fait du pont de Szeged un ensemble très harmonieux (fig. 627).

Les poutres continues sont à intrados courbe. Leur profil se compose de semelles d'une épaisseur variable et d'une largeur de 800 mm, de cornières de 200 × 200 × 18 mm et d'âmes de 16-26 mm d'épaisseur et d'une hauteur variable de 3 à 7 mètres.

La résistance des âmes au flambage est assurée

Fig. 626. Mise en place des entretoises.





par des raidisseurs horizontaux et verticaux, calculés d'après le règlement allemand, assurant une sécurité de 1,4 au flambage. Les raidisseurs sont constitués de profils Z de 150 mm. Les poutres transversales et les longerons sont des constructions soudées. La poutre transversale se compose d'une âme de  $1\ 350 \times 12$  mm et de semelles de  $300 \times 24 \times 47$  mm. Le changement de l'épaisseur des semelles se fait par des joints biais à  $45^\circ$  qui sont usinés sur une longueur de 15 e assurant ainsi une transition graduelle.

Dans les maîtresses-poutres, les joints sont assemblés par rivure (fig. 620, p. 434). Les longerons sont des profils I avec des semelles de  $80 \times 15$  et une âme de  $750 \times 8$  mm. Ils forment des poutres continues, la continuité des membrures n'étant pas interrompue au droit des poutres transversales.

Le tablier est constitué par une dalle en béton armé de 15 centimètres d'épaisseur recouverte d'une couche de sable et d'une chape d'usure en blocs de basalte de 10 centimètres. Le poids mort du tablier est de  $680\text{ kg/m}^2$  tandis que la quantité d'acier de la charpente métallique par mètre carré de surface de tablier est de 570 kilos.

Le calcul des maîtresses-poutres fut effectué d'après les méthodes courantes; quant au calcul de l'arc, il fut vérifié par la méthode du professeur D<sup>r</sup> V. Haviár, présentée au 3<sup>e</sup> Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentiers (A. I. P. C.) de Liège 1948.

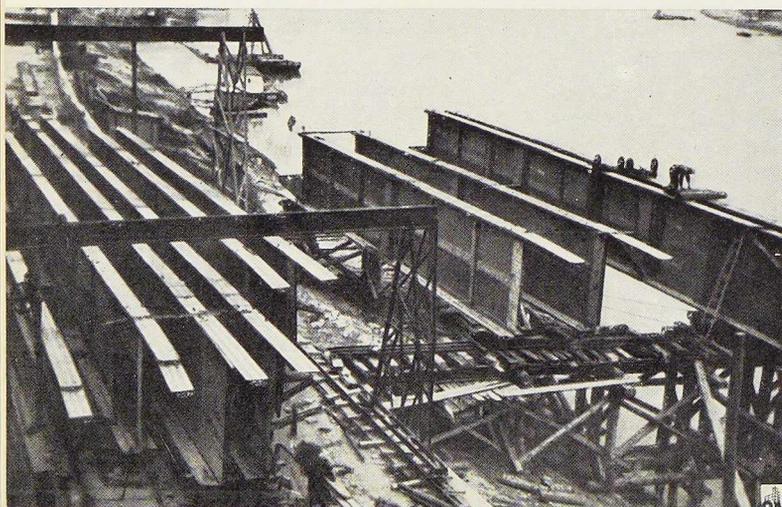


Fig. 627. Vue du pont prise de l'aval.

Les essais de charge des arcs renforcés par une poutre de rigidité ont montré que l'effet de la charge des suspentes ne se répartissait pas d'après la loi des poutres isostatiques ni d'après celle des poutres continues et que le moment fléchissant se répartissait entre l'arc et la poutre de rigidité.

L'ensemble (fig. 628) est un système plusieurs fois hyperstatique, dont la complexité peut être simplifiée, lorsqu'on considère la somme des moments fléchissants dans l'arc et dans la poutre ( $M_p + M_a$ ). La détermination de la seule inconnue « H » la force horizontale est effectuée à l'aide d'un arc fictif avec tirant dont l'axe

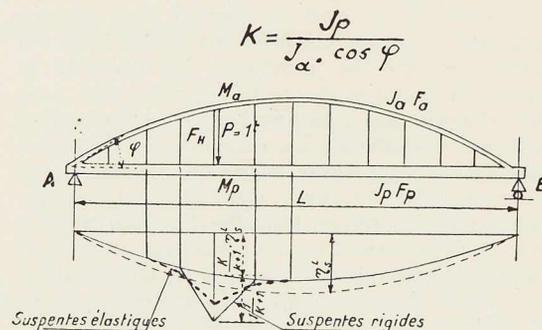


Fig. 628. Schéma de l'arc renforcé montrant la ligne d'influence des suspentes.

coïncide avec celui de l'arc réel mais dont la rigidité est augmentée, conformément à la relation  $J = J_a + \frac{P}{\cos \varphi}$ . Les moments fléchissants de l'arc fictif substitué à l'arc réel se répartissent d'après leur rigidité relative :

$$M_p = \frac{k}{k+1} (M_p + M_a) = \frac{k}{k+1} (M_0 - H_y)$$

$$\text{et} \quad M_a = \frac{l}{k+1} (M_0 - H_y)$$

Fig. 629. Assemblage des tronçons de la poutre de rigidité sur la rive droite.

où  $k$  est le chiffre indiquant la rigidité relative

$$k = \frac{J_p}{J_a \cos \varphi}$$

La ligne d'influence des suspentes d'un arc renforcé se compose de deux parties : l'une ayant la forme d'une parabole représente l'influence de l'arc renforcé  $r_s^l$  dérivant de l'arc fictif et doit

être multipliée par le facteur  $\frac{1}{k+1}$  ; l'autre, ayant une forme triangulaire, donne l'effet direct de la force extérieure  $P = 1 \text{ t}$  agissant sur la poutre de rigidité et doit être multipliée par le facteur  $\frac{k}{k+1}$

Bien que la forme de cette nouvelle ligne d'in-

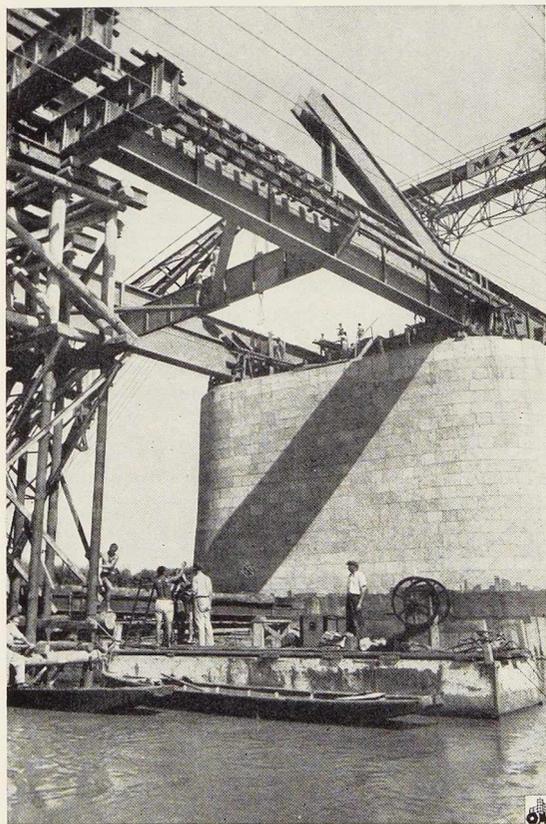


Photo « Technifoto ».

**Fig. 630.** Vue prise en cours de montage montrant la mise en place d'une entretoise.

**Fig. 632.** Montage de l'arc de la grande travée.



Photo « Technifoto ».

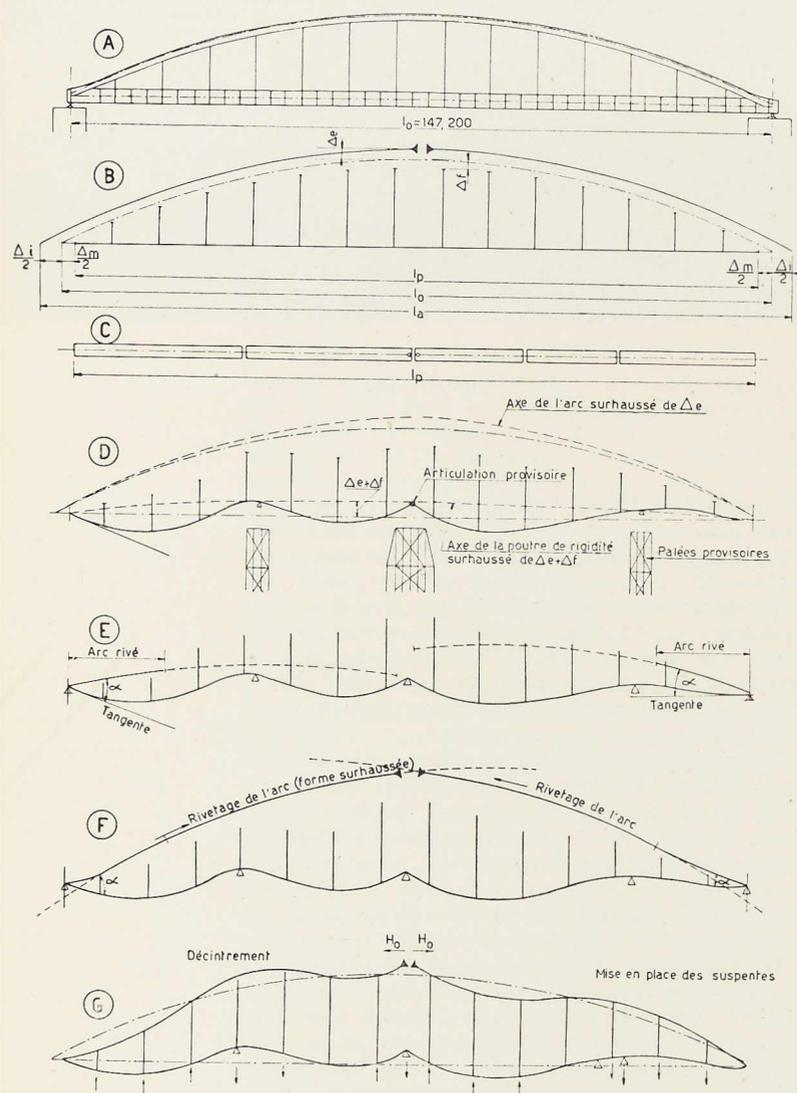
**Fig. 631.** Mise en place des tronçons de la poutre de rigidité.

fluence soit différente de l'ancienne, leurs surfaces sont pratiquement équivalentes. Le calcul a été effectué d'abord en supposant les suspentes rigides. On a tenu compte ensuite de l'effet de l'allongement des suspentes. Il y a lieu de noter toutefois que l'influence de l'allongement élastique des suspentes est faible par rapport aux efforts de l'arc et de la poutre de rigidité, mais a une certaine importance en ce qui concerne les efforts dans les suspentes mêmes.

Dans les ponts en arc renforcés par des poutres de rigidité et calculés par les méthodes classiques, l'arc n'avait généralement que de faibles dimensions, donnant ainsi un ouvrage peu esthétique. Grâce à la méthode du D<sup>r</sup> Haviár il est possible d'accentuer les dimensions de l'arc tout en diminuant la quantité de métal utilisé, pour la construction de la poutre de rigidité.

La fabrication de la charpente métallique des maîtresses-poutres fut effectuée dans différents ateliers, chargés de préparer certains éléments déterminés, tels que les maîtresses-poutres, les longerons, les poutres transversales, les entretoises, etc. La plupart des maîtresses-poutres, totalisant 1 500 tonnes, furent fabriquées dans les ateliers de la Fabrique Hongroise des Wagons et Machines à Győr et dans les ateliers de la





**Fig. 633.** Différentes phases du montage de la charpente métallique de la grande travée :

- A - Elévation de l'arc. (----- Axe de l'arc surhaussé pris en considération dans les calculs.)
- B - Profil réel de l'arc.
- C - Tronçons de la poutre de rigidité comportant une articulation provisoire dans le joint central.
- D - Mise en place de la poutre de rigidité.
- E - Déformation de l'arc. (----- Profil réel de l'arc.)
- F - Étançonement des arcs par vérins.
- G - Abaissement des appuis surhaussés simultanément avec l'éтанçonement.

Société Ganz & C<sup>o</sup>, alors que les poutres du tablier étaient réalisées dans des ateliers de moindre importance.

Cette répartition du travail fut nécessitée par le délai extrêmement court fixé par l'Administration pour la reconstruction du pont et par le fait que tous les ateliers de construction hongrois étaient surchargés par des commandes urgentes nécessaires à la reconstruction du pays.

L'exécution de la charpente métallique pesant près de 2 600 tonnes a été commencée en janvier 1948 et entièrement terminée au mois d'août 1948.

Le montage de la charpente métallique fut confié à « Mavag » (Fabrique d'acier et de machines de l'Etat hongrois). Les travaux de montage furent commencés en avril 1948. Pour la travée continue, on put se servir d'un échafaudage en bois sur lequel une grue roulante, d'une force de 14 tonnes, mettait les pièces à leur emplacement respectif, l'une après l'autre. Différentes circonstances, dont notamment la nature du lit du fleuve, ne permettaient pas d'utiliser cette méthode simple pour le montage de la grande travée. La hauteur de la construction, au-dessus du niveau des basses eaux (+ 14,10 m), ainsi que la profondeur des eaux (- 18 m), auraient rendu l'établissement d'un échafaudage trop coûteux. Les débris de l'ancienne construction ainsi que les éléments de l'ancienne pile détruite auraient rendu difficile le battage des pieux dans un sol vaseux, offrant du reste une faible résistance, ce qui aurait entraîné des longueurs de pieux élevées.

En raison de ces considérations, il fut décidé de monter la grande travée au moyen de palées auxiliaires supportant des tronçons de la poutre de rigidité d'une longueur de 30-50 mètres, assemblés sur la rive droite (fig. 629) et mis en place au moyen d'une grue flottante (fig. 632).

La poutre de rigidité, ainsi mise en place, pouvait servir d'échafaudage pour le montage de l'arc, grâce à la grue roulante, dont le chemin de roulement était placé sur des petites consoles attachées provisoirement aux côtés extrêmes de l'arc.

Le montage des poutres du tablier fut effectué également par grue. Cette façon de monter les arcs posait un problème assez délicat, du fait qu'ils prenaient appui au moyen d'un échafaudage élevé sur la membrure supérieure des poutres de rigidité (fig. 631) dont ils suivaient les déformations.

La figure 633 montre les différentes phases de montage.

On remarque que les longueurs données à la poutre de rigidité et aux suspentes sont inférieures aux longueurs théoriques, afin de tenir compte des allongements de ces éléments dus au poids mort. Quant à l'arc, sa longueur réelle est



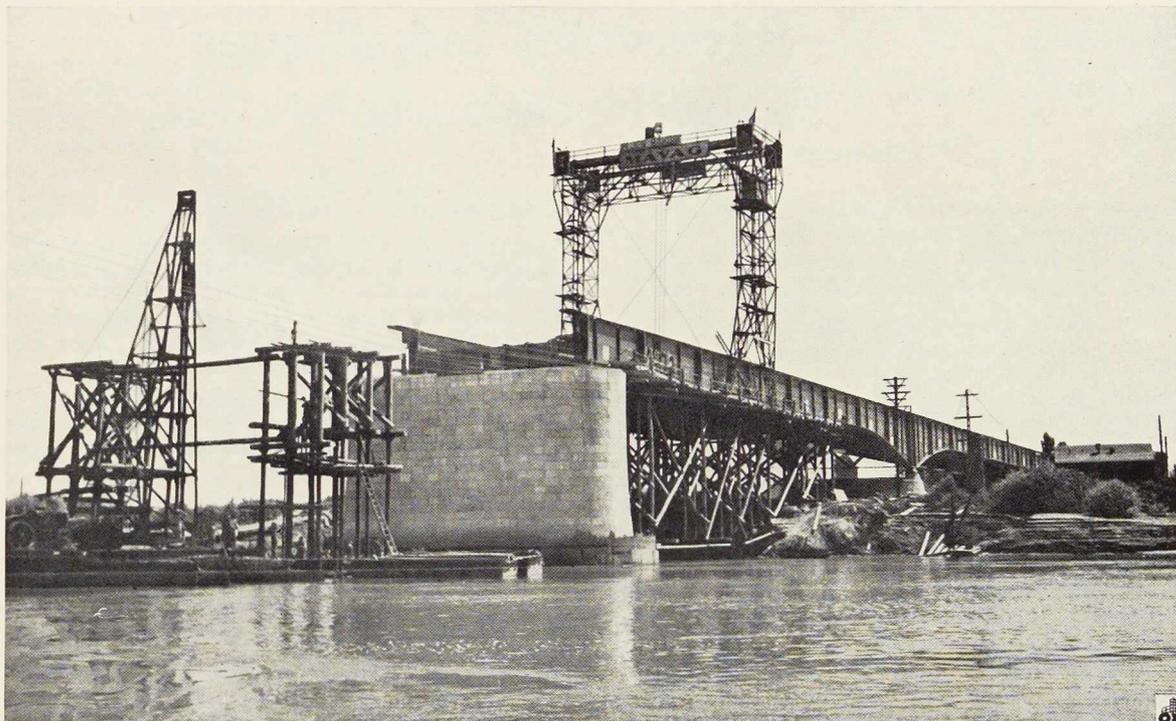


Photo « Technifoto ».

**Fig. 634.** Montage de la charpente métallique des travées continues au moyen d'un pont portique.

supérieure à la longueur théorique pour tenir compte du retrait dû au point mort.

La poutre de rigidité (fig. 633c) se composait de cinq tronçons assemblés par rivure, sur le quai de la rive droite et mis en place à l'aide d'une grue flottante sur les palées auxiliaires.

Au milieu de la poutre de rigidité, on a placé une articulation provisoire destinée à réduire les effets de torsion provoqués pendant le montage.

Quand le montage de la poutre de rigidité et des suspentes fut terminé, on a commencé le montage de l'arc.

Après furent montés les deux demi-arcs; on procéda à la jonction des suspentes après avoir tenu compte de toutes les forces et déformations en jeu (fig. 633g).

Après avoir monté la superstructure du pont, on procéda à l'exécution du tablier. Sur la dalle

en béton constituant le tablier, on a posé les rails du tramways sur des blocs en bois, protégés par une couche de béton.

La reconstruction du pont de Szeged a exigé la mise en œuvre de 2 600 tonnes d'acier, de 1 000 m<sup>3</sup> de béton et 1 500 m<sup>3</sup> de pierres de taille. Les dépenses se sont élevées à 33 000 000 de forints hongrois (environ 125 millions de francs belges).

Le projet a été dressé par la section des ponts-routes du Ministère du Transport, sous la direction du professeur D<sup>r</sup> h. c. Mihailich, de l'Université de Budapest; les détails de montage furent étudiés par les ingénieurs D<sup>r</sup> V. Haviár et L. Lebenyi.

Le nouveau pont de Szeged fut inauguré officiellement le 21 septembre 1948, par le Ministre des Transports de Hongrie.

C. S.

# Réservoirs métalliques à hydrocarbures

Dans le numéro 11-12/1946 de *L'Ossature Métallique*, nous avons publié une étude sur le problème des réservoirs pour combustibles liquides, par M. A. Caquot, Membre de l'Institut de France.

Dans cette étude, l'auteur décrivait un nouveau système de réservoir constitué par une paroi continue en tôle d'acier. Deux types de réservoirs étaient proposés : réservoirs enterrés et réservoirs au-dessus du sol, suivant qu'il s'agissait des besoins militaires ou civils.

On vient de construire en France un réservoir de 9 600 m<sup>3</sup>, système Caquot, destiné à la Régie Autonome des Pétroles.

Dans les lignes qui suivent, on trouvera une description de cette construction.

## Construction et caractéristiques

Le réservoir de 9 600 m<sup>3</sup> a été réalisé à Port Gérome pour la Raffinerie de la Standard Française des Pétroles. Cet ouvrage est presque entièrement métallique. Il a été construit sur place en trois mois.

Les tôles, provenant directement des aciéries, ont été découpées à l'oxytome en forme de fuseau et soudées par quatre sur des mannequins de

soudure pour constituer des panneaux. Pendant l'exécution de ces travaux préparatoires, le fond et la ceinture, formés d'éléments préfabriqués, étaient assemblés et soudés. La ceinture, de 36 mètres de diamètre, fut dressée en une seule opération et montée sur ses poteaux. A ce moment, le fond était terminé.

Les panneaux de cuve furent soudés entre fond et ceinture; une grue de 5 tonnes assurait leur mise en place et toutes les manœuvres sur chantier.

Les panneaux furent montés sur un échafaudage tubulaire très léger qui subsista jusqu'à la fin du montage. Les principales caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes :

Volume utile de liquide . . . . .	9 600 m <sup>3</sup>
Diamètre de l'enveloppe . . . . .	35 m
Hauteur totale du réservoir . . . . .	15,30 m

Des essais de réception furent réalisés pour mesurer les déformations sous les différentes contraintes appliquées en service c'est-à-dire le réservoir plein de liquide avec une pression de 350 gr/cm<sup>2</sup> et le réservoir vide avec pression ou dépression de  $\pm 10$  gr/cm<sup>2</sup>.

La pression d'essai fut, réservoir plein, poussée à 540 gr/cm<sup>2</sup> et réservoir vide à 15 grammes, représentant 150 % des conditions de service.

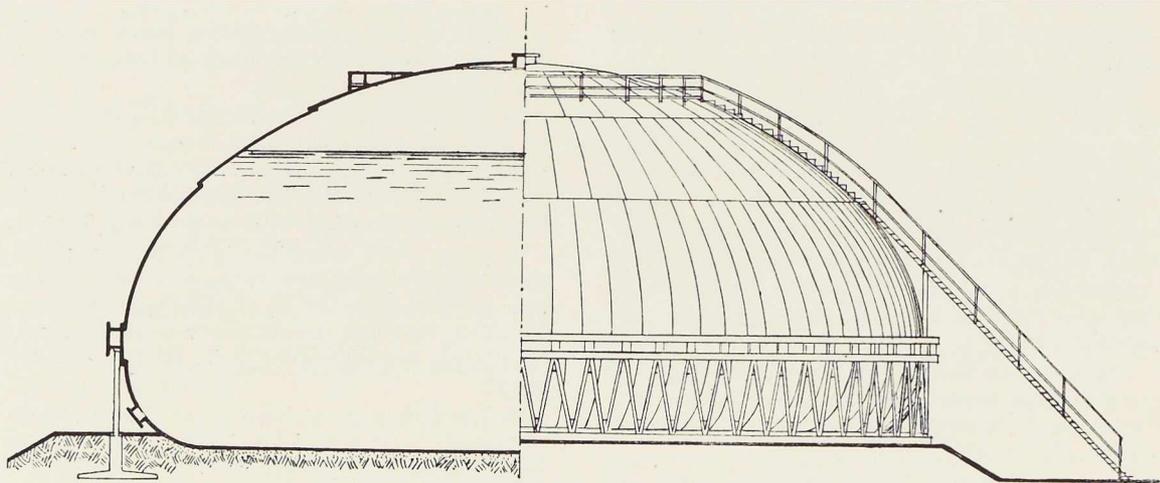


Fig. 635. Demi-élévation et demi-coupe d'un réservoir à hydrocarbures système Caquot.



La déformation élastique verticale du sommet de la coupole sous la pression est de l'ordre de 18 mm, sous la dépression de 2 mm.

La déformation des tôles de fond, y compris la mise en appui sur le sol, a été de l'ordre de 18 mm dans la partie centrale. Aucune fuite ne fut révélée par les essais du fond à l'aide de cloche à vide spéciale ou des parois à la pression d'air.

Les principales raisons qui ont conduit au choix du réservoir Caquot peuvent se résumer comme suit :

1° Economies importantes :

- 1) en évitant les pertes de produits volatiles;
- 2) en facilitant l'exploitation, l'entretien et le nettoyage du réservoir.

2° Amélioration de la sécurité dans les dépôts, en évitant les vapeurs vagabondes et en réduisant les corrosions et les sulfurations intérieures.

La forme du réservoir, système Caquot, est sensiblement la forme d'une goutte d'eau reposant sur un plan. M. Caquot a démontré que cette forme était celle qui convenait le mieux à un stockage comportant simultanément une phase liquide et une phase gazeuse en proportions constamment variables.

L'enveloppe de révolution est calculée pour assurer la stabilité de l'ouvrage dans tous les cas.

Le réservoir est constitué par un fond plat, une cuve et une coupole sphérique. La ceinture qui relie la cuve à la coupole est fixée par des poteaux à semelles ancrées dans le sol.

Suivant la hauteur de liquide et la pression des gaz, les poteaux travaillent en compression ou en traction.

#### Avantages de conception

Le réservoir Caquot est toujours plus léger que les réservoirs sous pression de même capacité et que les réservoirs cylindriques. Cette économie de poids résulte :

a) De la forme sphéroïde du réservoir dont la surface est voisine de celle de la sphère de volume équivalent (1,04 pour 1,20 à 1,30 pour les réservoirs sphériques à fond plat);

b) D'une meilleure utilisation de la résistance de la tôle, la double courbure, d'une part, la grandeur et la variation de la courbure méridienne d'autre part, permettant de faire travailler la tôle dans les deux sens.

Ces formes flexibles permettent aussi de cons-

truire le réservoir Caquot sur des sols peu résistants, dans les mêmes conditions que les réservoirs cylindriques. Le fond plat s'assemble comme le fond d'un réservoir cylindrique ordinaire.

#### Avantages d'exploitation

Les réservoirs, système Caquot, présentent à l'exploitation de nombreux avantages sur les réservoirs à pression et sur les réservoirs cylindriques normalement utilisés. Ces avantages résultent de leur fonctionnement à haute pression et de leur structure intérieure.

Le réservoir Caquot permet de réduire l'ensemble des pertes en produits volatiles (produits bruts ou produits finis) dans le cas de stockages prolongés. Cette économie porte principalement sur les produits les plus légers, donc les plus précieux; ainsi tous les produits stockés conservent toutes leurs qualités d'origine.

Les pertes par respiration sont supprimées complètement. Quant aux pertes par remplissage, elles sont réduites et peuvent être complètement supprimées dans certaines conditions d'exploitation grâce à l'emploi de dispositifs particuliers.

La suppression de toutes les charpentes intérieures dans le réservoir Caquot élimine la formation des couples galvaniques, causes d'oxydation rapide; la forme même de l'enveloppe élimine la corrosion-fatigue résultant de la déformation des tôles lors des pompages. Ce résultat est obtenu grâce à une étude scientifique très poussée des sollicitations des tôles. La corrosion est également diminuée du fait de la réduction des phénomènes respiratoires. En effet, le taux de corrosion diminue avec la teneur en oxygène de la phase gazeuse. La conception du réservoir permettant d'éviter complètement la respiration, donc la rentrée d'air, la corrosion est éliminée presque complètement.

Le nettoyage périodique et l'évacuation des

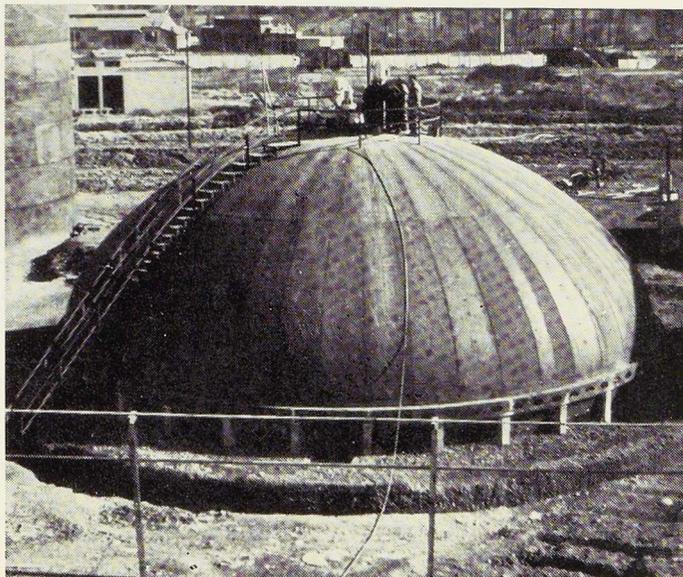
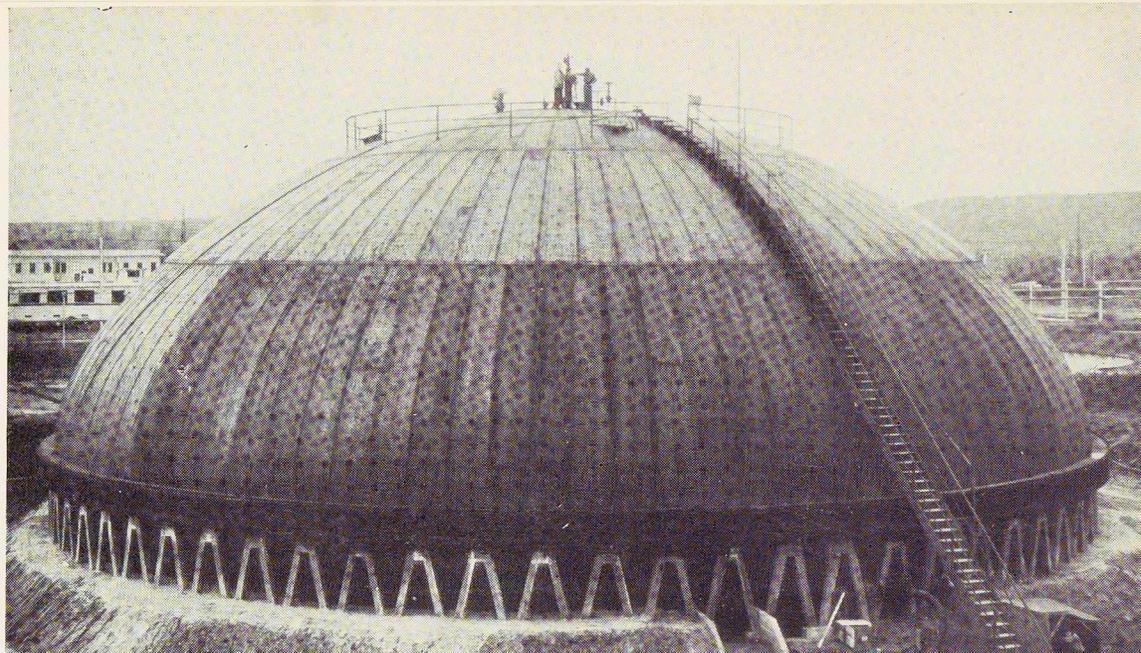


Fig. 636. Autre réservoir système Caquot construit pour la Régie Autonome des Pétroles de France (Usine de Boussens, Haute-Garonne).



Clichés La Technique Moderne - Construction.  
**Fig. 637.** Réservoir de 9 600 m<sup>3</sup> construit à la Raffinerie de la Standard Française des Pétroles à Port-Gérome.

boues peuvent être assurés sans pénétrer dans le réservoir et sans dégazage préalable. Grâce à l'absence d'armature intérieure et grâce à la forme même du réservoir, un dispositif spécial permet le nettoyage complet par lance à haute pression.

Lors de ce nettoyage, la forme de la cuve et la capacité du fond facilitent l'évacuation des produits et des boues vers le pot de purge prévu au centre du réservoir, d'où ils sont repris par la tuyauterie fixe de pompage. Il en résulte les avantages suivants :

La durée du chômage du réservoir pour nettoyage est minime, le changement d'affectation du réservoir est facilité, l'attaque par corrosion interne est réduite, les dépenses de dégazage, de nettoyage sont faibles, la sécurité est accrue.

Il est intéressant de noter que dans les parcs occupés par ces réservoirs, les risques d'incendie sont presque inexistantes : les réservoirs ne laissent échapper aucune vapeur d'hydrocarbures; il ne peut y avoir formation de nappes vagabondes de gaz carburés; enfin, l'absence de toute charpente intérieure diminue les formations de sulfure de fer dangereuses et les risques d'explosion sont réduits.

Les réservoirs Caquot offrant le minimum de surface par rapport au volume, la surface en contact avec l'atmosphère est minimum; les échanges thermiques sont réduits dans les deux sens et, en cas de calorifugeage, la surface à isoler est faible.

Toutes les méthodes de calorifugeage sont facilement utilisées; il est aussi possible, pour les

produits bruts, de réchauffer économiquement pour fluidifier et accélérer les décantations et ceci sans risques de pertes.

La forme du réservoir lui assure une parfaite stabilité sur les terrains compressibles. D'autre part, l'action du vent n'a pratiquement pas prise sur sa forme aérodynamique.

Les réservoirs système Caquot ont été étudiés pour huit capacités, choisies d'après la normalisation américaine :

1 100 m <sup>3</sup>	ou	7 000 barrels;
1 600 m <sup>3</sup>	ou	10 000 barrels;
2 500 m <sup>3</sup>	ou	16 000 barrels;
4 000 m <sup>3</sup>	ou	25 000 barrels;
6 400 m <sup>3</sup>	ou	40 000 barrels;
9 600 m <sup>3</sup>	ou	60 000 barrels;
12 800 m <sup>3</sup>	ou	80 000 barrels;
16 000 m <sup>3</sup>	ou	100 000 barrels.

La pression maximum de service est étudiée en fonction de chaque cas particulier.

Pour conclure, notons que, lorsque les conditions d'exploitation des réservoirs destinés au stockage des produits plus ou moins volatiles nécessitent l'emploi de réservoirs sous pression, le réservoir Caquot offre sans conteste une solution rationnelle et économique des problèmes de construction et d'exploitation des réservoirs de stockage. C'est le réservoir moderne par excellence pour le stockage des produits liquides et plus particulièrement des hydrocarbures.

Les données ci-dessus ont été extraites de la revue *La Technique Moderne — Construction*, n° 4-1949 qui a eu l'amabilité de mettre à notre disposition les clichés qui illustrent cet article.



H. Welter,  
Chef de Service  
des Etudes de l'Usine de Belval  
des Arbed

## Les installations à fours rotatifs pour l'agglomération des poussières de hauts fourneaux dans les usines luxembourgeoises

La réutilisation des poussières s'est généralisée pendant ces dernières années dans les usines luxembourgeoises, grâce à la création d'installations d'agglomération.

Le présent article se propose de donner une description de ces installations et des moyens techniques y mis en œuvre.

Les quantités de poussières de hauts fourneaux, s'échappant par le gueulard et récupérées par l'épuration, sont très importantes. Elles varient de 80 à 180 kilos par tonne de fonte, suivant la forme du haut fourneau, son enfournement et son allure. Si on admet la moyenne de 100 kilos par tonne de fonte, on arrive, pour une usine produisant 1 500 tonnes de fonte par jour, à 50 000 tonnes de poussières par an.

L'analyse de ces poussières montre qu'elles correspondent à une bonne minette contenant

environ 36 % de fer et ayant subi une certaine concentration par dessiccation et décarbonatation. Elles contiennent en outre environ 0,7 % de manganèse et 4 à 5 % de carbone, sous forme de poussier de coke entraîné.

Les sidérurgistes connaissaient la valeur de ces poussières et avaient depuis longtemps fait des essais pour les réutiliser. Ainsi, il y a vingt-cinq ans, il existait dans la plupart des usines des installations pour briqueter les poussières sur des presses, après addition d'un agglomérant. Cependant, ces briques se désagrégeaient au cours des manipulations et engorgeaient les hauts fourneaux, si elles étaient enfournées dans une forte proportion. L'une après l'autre, ces installations furent délaissées et les poussières continuaient à s'accumuler sur les crassiers.

Avec l'accroissement de la capacité des hauts

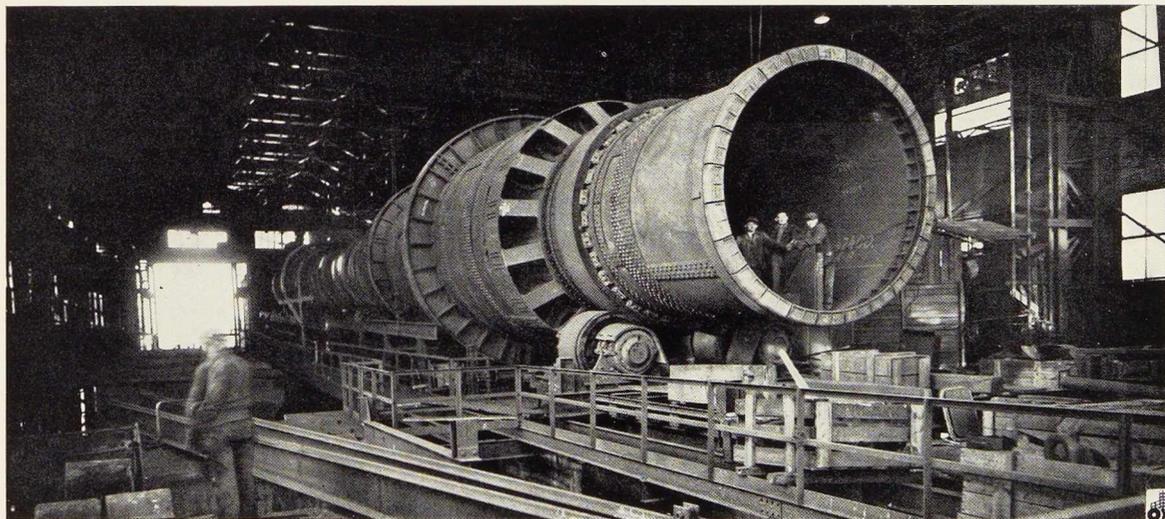


Fig. 638. Vue du four rotatif II en cours de montage à l'Usine de Belval des Arbed.

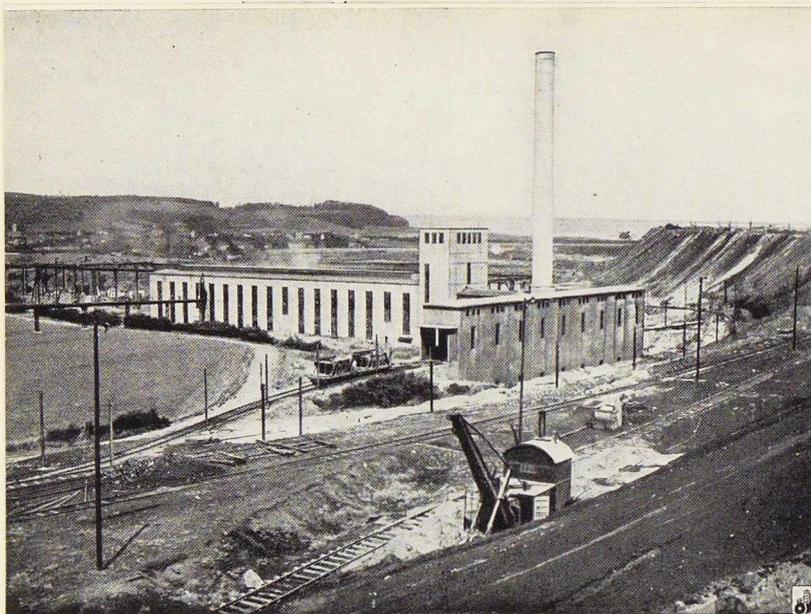
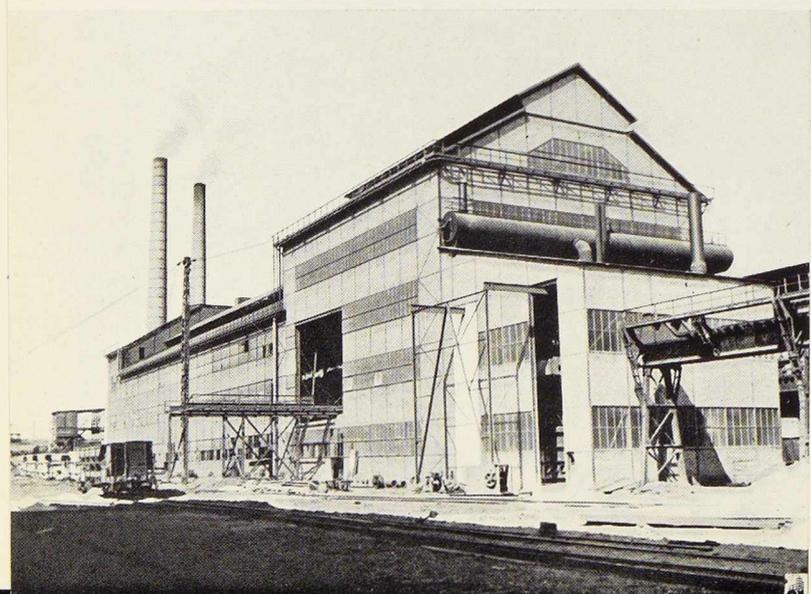


Fig. 639. Vue générale de l'installation d'agglomération des usines Hadir à Differdange.

fourneaux, une solution devait se trouver. Elle fut obtenue par l'utilisation des poussières pour la charge des hauts fourneaux par l'agglomération à chaud (frittage, *sintering* en anglais).

Deux procédés, permettant une utilisation industrielle se présentaient au choix : le procédé d'agglomération par four rotatif et le procédé par tirage induit, soit sur bande du type Dwight-Lloyd, soit par bacs du type Greenawalt.

En 1930, la direction de l'Arbed décida de créer dans ses usines de Dudelange et de Belval deux installations d'agglomération de la poussière de gueulard par fours rotatifs. Ce choix fut fait par la considération que les fours rotatifs ne nécessitaient comme combustible que le gaz des hauts fourneaux, à l'encontre des installations à tirage qui exigeaient une ajout de fraisil de coke ou de charbon maigre. Les usines intéressées étaient en effet acheteurs de ces combustibles solides, mais producteurs d'un excédent de gaz de haut fourneau. D'autres raisons militaient en faveur de ce procédé : par exemple la possibilité de traiter dans le four uniquement des poussières



très fines et très sèches, même celles provenant de l'épuration par sacs à filtres, sans être obligé de les mélanger avec des fines de minerais.

L'installation d'agglomération de l'usine de Dudelange fut mise en service en juillet 1931; elle fut suivie en septembre de la même année par celle de Belval. Dès le début, les résultats furent très satisfaisants. Le gaz de haut fourneau, dont le faible pouvoir calorifique avait causé quelques appréhensions, s'avérait un excellent combustible. Les poussières de gueulard, tant celles arrivées directement de l'épuration que celles rechargées aux dépôts, ainsi que les autres

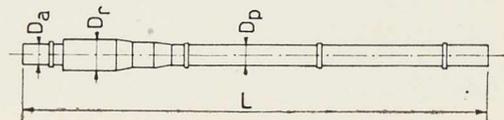


Fig. 640. Schéma d'un four rotatif, dont les dimensions principales sont données au Tableau I (ci-contre).

matières premières, telles que pailles de laminoir et déchets d'aciérie, pouvaient être enfournées sans préparation. L'aggloméré obtenu était bien dimensionné, résistant et solide. Sa teneur en fer était en moyenne de 45 %. La proportion en fines était assez faible pour rendre superflu un tamisage du produit et un retour des fines. Les hauts fourneaux réagissaient à l'ajoute de l'aggloméré par une marche plus régulière et une économie sensible de coke.

La production moyenne de chaque four se stabilisait à 350 tonnes par jour, avec une consommation de gaz de 400 m<sup>3</sup> par tonne d'aggloméré. La consommation de poussière dépassait la production aux hauts fourneaux et permettait ainsi le chargement de poussières reprises aux dépôts ou expédiées par d'autres usines.

En 1939, l'usine de Differdange de la Société Hadir suivit cet exemple en mettant sur chantier un four rotatif du même type mais conçu pour une production journalière de 600 tonnes. Cette usine avait accumulé des réserves importantes de poussières que le four d'agglomération devait consommer à côté de la production courante des hauts fourneaux. Le four, mis en service en juin 1946, a donné les productions prévues (fig. 642).

Fig. 641. Installation d'agglomération à l'Usine de Belval (Arbed) vue du côté des réchauffeurs. On aperçoit la charpente auxiliaire pour le montage du four III.

Les résultats excellents obtenus avec ce procédé d'agglomération et la persistance d'un excédent de gaz a incité les ingénieurs de l'usine de Belval à envisager d'agglomérer dans ces fours des minerais fins provenant du concassage des minettes. Il fut démontré, par des essais sur le four existant, que ce procédé était applicable à la condition que la température de combustion du gaz de haut fourneau soit portée plus haut par le préchauffage de l'air ou du gaz de combustion.

Au début de 1940, il fut décidé de monter simultanément une installation pour la préparation mécanique des minerais et une installation par four rotatif pour agglomération et réutilisation des fines. Cette dernière serait composée de deux nouveaux fours à haute capacité et de l'ancien four à poussières de gueulard modifié.

Le premier des nouveaux fours fut mis en service en décembre 1948 (fig. 638). Dès le début, il répondit aux prévisions. A la marche aux minettes fines, il réalisa bientôt une production moyenne de 650 tonnes d'agglomérés par jour, avec une consommation totale de gaz de 900 m<sup>3</sup> par tonne d'aggloméré. Cette production peut être portée à 800 tonnes par l'ajoute de 20 % de poussier de haut fourneau ou de 2 % de coke moulu. Le four est équipé d'un poste de préchauffage dans lequel l'air de combustion est préchauffé à 500° et le gaz à 300°.

Le troisième four, identique au précédent, est en montage et va être mis en service au début de 1950. Après achèvement complet, on travaillera dans les trois fours sur un mélange uniforme d'environ 80 % de fines de minette et de 20 % de poussière de gueulard.

Le procédé d'agglomération par fours a été étudié et mis au point par la firme F. L. Smidth & C<sup>o</sup> de Copenhague, qui a fourni les fours rotatifs et la plupart des appareils de manutention. Une partie importante des travaux de chaudronnerie et d'acier coulé a été confiée à des firmes belges.

Le procédé s'inspire de celui de la cuisson du ciment. Cependant, le constructeur a apporté à la forme du four diverses modifications qui consistent principalement dans le raccourcissement de la zone cylindrique à la sortie du four et la mise en application d'un appareil racleur. Ce dernier a pour mission d'enlever les incrustations qui se forment dans cette partie, tant que celles-ci sont encore chaudes et malléables.

Le four comprend trois parties (fig. 640) : la zone de préchauffage, la zone de réduction et la zone d'agglomération.

Les dimensions principales des fours rotatifs sont données au tableau ci-après :

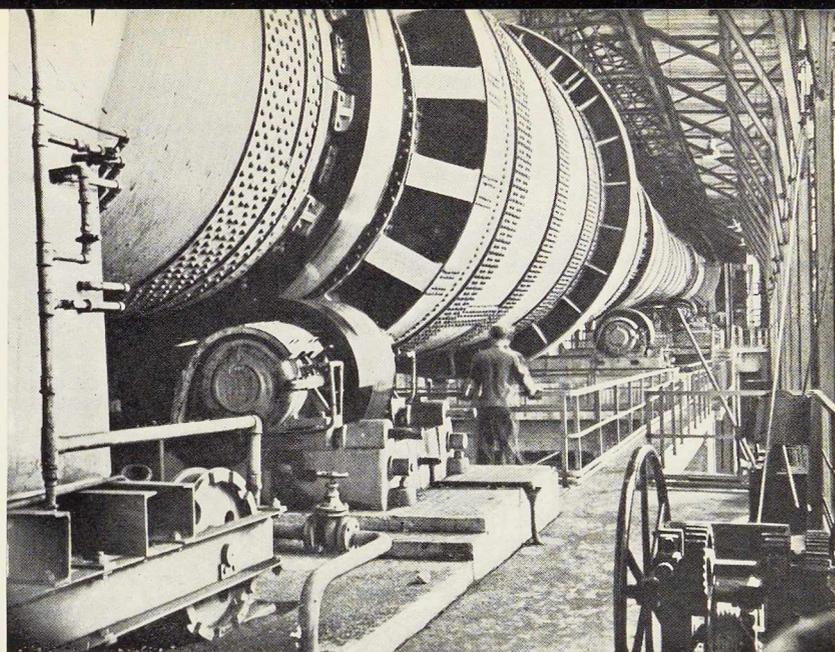
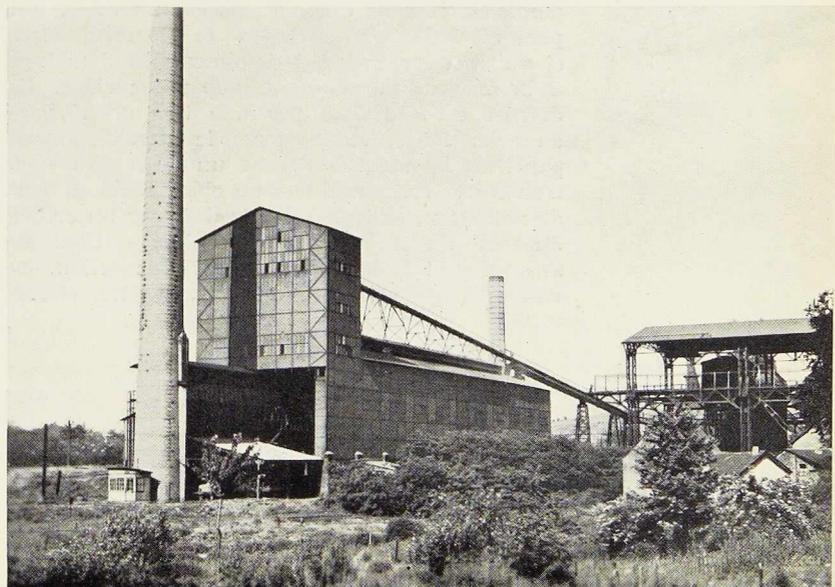


Fig. 642. Four rotatif aux Usines Hadir à Differdange.

	Arbed Dudelage	Arbed Belval		Hadir Differdange
		I	II & III	
Longueur totale L. . . . . (m)	60	60	82	84
Diam. zone préchauffage D <sub>p</sub> (m)	2,7	2,7	3,9	3,3
» » réduction D <sub>r</sub> . . . (m)	4,25	4,25	5,6	4,85
» » agglom. D <sub>a</sub> . . . (m)	2,85	2,85	3,9	3,45
Nombre d'appuis . . . . .	4	4	4	4
Poids de la partie métallique du four, supports inclus . . . . . (t)	300	500	700	550

TABLEAU I.  
Dimensions principales des fours rotatifs

Fig. 643. Installations d'agglomération aux Usines Arbed à Dudelage. On aperçoit la conduite pour le transport pneumatique de la poussière.



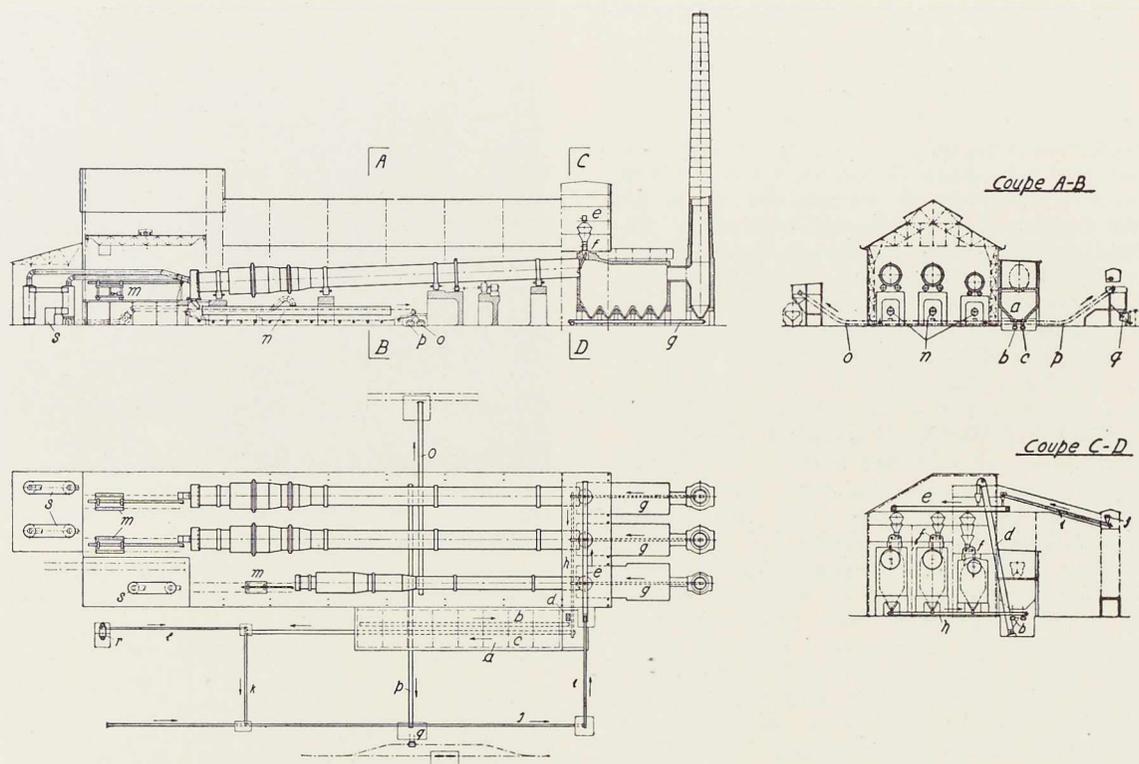


Fig. 644. Schéma général de l'installation d'agglomération à l'usine Belval des Arbed.

Les minerais et les poussières sont introduits dans la zone de préchauffage au moyen d'un alimentateur à débit réglable et descendent le four, en sens inverse des gaz brûlés, grâce à l'inclinaison de  $4^{\circ}$  de l'axe et du mouvement de rotation. Pendant leur passage dans le four, les minerais sont soumis à une série de réactions physiques et chimiques dont les principales sont : échauffement de la charge, élimination de l'humidité et de l'eau d'hydratation, décomposition des carbonates, réduction partielle et agglomération par collage des particules. En même temps, il se forme aux parois de la zone d'agglomération un dépôt qui peut atteindre une épaisseur de 250 millimètres et qui doit être enlevé à des intervalles d'environ 4 heures au moyen d'un appareil racleur. Ce dernier est constitué par une tige cylindrique en acier forgé, creusé pour le refroidissement par l'eau, portant à l'avant un outil de coupe. L'ensemble est monté sur un chariot. En période de nettoyage, ce tube est introduit par un orifice du fond du four et enlève les incrustations en se déplaçant le long de la paroi en rotation. Ce racleur (fig. 645), qui est exposé à des efforts

très importants, peut atteindre des dimensions considérables, comme le montre le tableau suivant :

	Long. m	Diam. ext. mm	Poids t
Arbed, Dudelange . .	12,5	400	5
Hadir, Differdange. .	16	500	12,5
Arbed, Belval I . . .	12,5	400	5
Arbed, Belval II & III.	21	600	24

TABLEAU II.  
Dimensions des tiges de raclage

Les trois installations construites dans le Luxembourg ont été conçues suivant le même principe. Elles ne diffèrent que par leurs capacités et les moyens de manutention mis en œuvre. On va en donner un aperçu rapide, en insistant particulièrement sur l'installation de Belval.



### Arbed Belval

Les bâtiments, érigés en 1931, avaient été conçus pour recevoir trois fours de 62 mètres de longueur. Ils consistaient en une halle en charpente métallique de 72<sup>m</sup>5 de longueur, 28 mètres de largeur et 16<sup>m</sup>50 de hauteur sous fermes, à laquelle était accolée une série de trémies en béton armé pour l'accumulation de 1 600 tonnes de poussières et la tour d'alimentation avec ossature métallique de 10 × 27<sup>m</sup>60 et de 29<sup>m</sup>50 de hauteur. Les matières premières arrivaient dans les trémies grâce à des wagons autodéchargeurs roulant sur une voie surélevée. Elles étaient ensuite soutirées par des extracteurs à débit variable et acheminées sur un transporteur à secousses vers un élévateur à godets. Ce dernier les déversait dans la trémie d'alimentation du four.

L'extension faite ces dernières années pour le logement de deux fours de 82 mètres de longueur a nécessité le prolongement de la halle par une travée de 29<sup>m</sup>87 de long et de 23 mètres de haut, réalisée par deux portiques à trois articulations. Un pont roulant d'une force de 25 tonnes la dessert dans le sens transversal (fig. 641, 646).

Le travail des minerais fins, humides et ayant tendance au colmatage, nécessite quelques précautions dans le choix des appareils de manutention. Pour cette raison, les appareils existants : trémies, transporteur à secousses, élévateur à godets, etc., sont réservés à la manutention de la poussière et on a créé une nouvelle voie d'accès aux minerais par des rubans transporteurs. Le minerai fin est stocké en tas dans une halle couverte et manipulé par un pont roulant à grappin.

Les diverses opérations se font de la manière suivante (fig. 644, plan schématique) : les minerais fins sont chargés par le grappin dans deux trémies doseuses, mélangés sur un ruban transporteur, pesés, amenés dans le haut de l'installation et entraînés par une chaîne gratteuse dans les trémies d'alimentation des fours. En cours de route, les rubans transporteurs à minerais collectent les poussières de gueulard et les ajoutes éventuelles de coke moulu, qui sont amenés par une série de transporteurs Redler et à rubans. Ces différents produits, bien mélangés par les déversements successifs, sont introduits dans la partie postérieure du four, subissent les transformations énumérées précédemment et tombent dans le refroidisseur. Ce dernier est constitué par un transporteur à lamelles, qui véhicule la matière à travers un tunnel maçonné aménagé en dessous du tube du four. L'air destiné au refroidisseur est aspiré à l'entrée et à

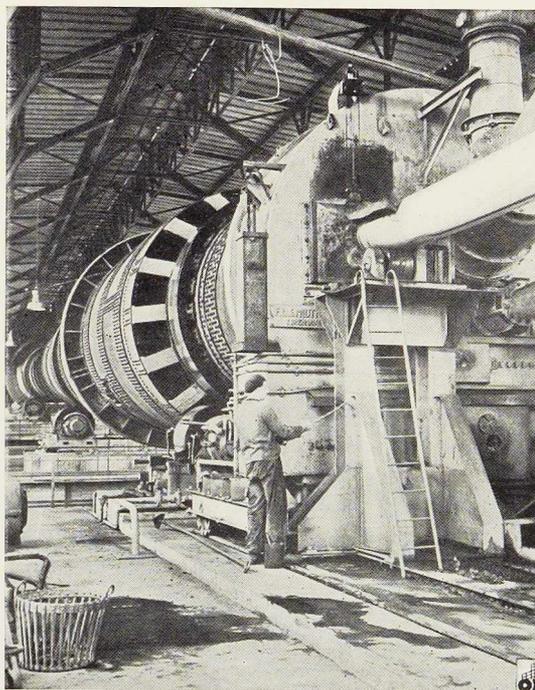
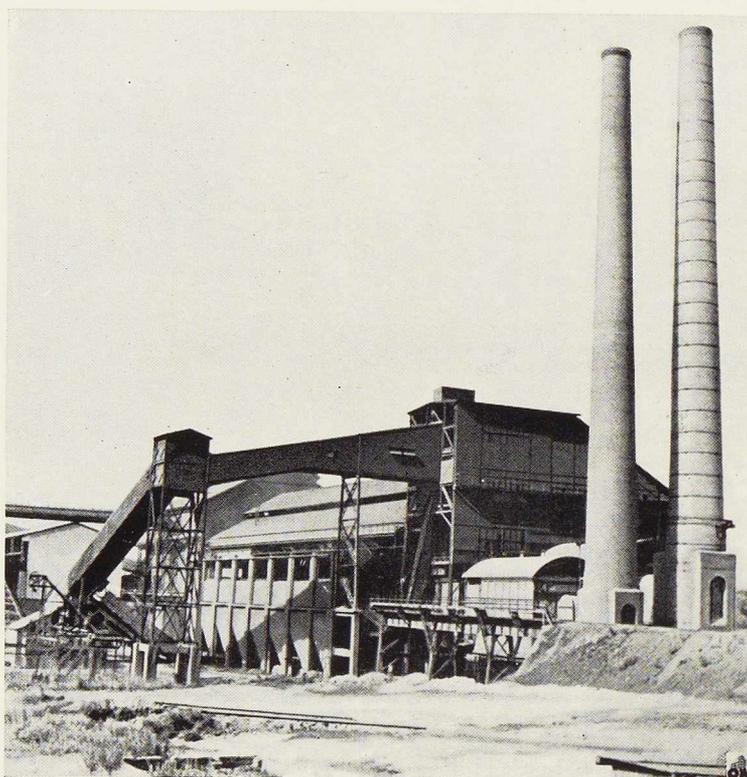


Fig. 645. Vue sur le fond du four avec tige de raclage et brûleurs (Usines Hadir à Differdange).

la sortie du tunnel et évacué à son milieu vers les brûleurs. L'aggloméré, refroidi extérieurement mais au rouge vif à l'intérieur, glisse ensuite sur un des deux transporteurs à augets de chargement, disposés perpendiculairement aux refroidisseurs. Le premier de ces appareils amène le matériau dans un wagon déchargeur, le deuxième, travaillant en sens opposé, l'amène vers le poste de chargement d'un funiculaire aérien à bennes culbutantes et à traction à câble. Les agglomérés sont repris dans des bennes de 700 kilos de capacité par un sas doseur, pesés et conduits dans les silos des hauts fourneaux. Pendant ce trajet, dont le tracé a été allongé intentionnellement, les agglomérés ont le temps de se refroidir et peuvent être culbutés dans les silos sans aspersion d'eau. Cette dernière installation a été réalisée par la Maison Beer de Jemeppe-Liège.

Les gaz et l'air de combustion sont introduits par un brûleur placé dans le fond du four. Une tuyère, située à côté, est destinée à souffler éventuellement de l'air supplémentaire sur la matière pour sa réoxydation. L'air de combustion est le même que celui qui a servi au refroidissement



**Fig. 646.** Installation d'agglomération à l'usine de Belval des Arbed vue du côté de l'enfournement.

des agglomérés et qui a reçu ainsi un préchauffage de 150 à 200°. Cette température est portée ensuite à 500° C dans un réchauffeur à tubes métalliques inoxydables. Un deuxième réchauffeur à tubes en acier doux relève la température des gaz de combustion à 300° C. Les gaz brûlés traversent le four, déposent le gros des impuretés entraînées dans une chambre de dépoussiérage et sont évacués par des cheminées de 65 mètres de hauteur.

Les fours rotatifs sont entraînés par des moteurs à vitesse réglable d'une puissance de 150 à 200 CV à une vitesse de rotation de 0,8 à 1,4 tr/min. La production est réglée en agissant simultanément sur la vitesse de l'alimentateur, sur la vitesse du four et sur le débit de combustible.

#### **Arbed Dudelange**

Cette installation comprend un four de 62 mètres de longueur, logé dans une halle métallique de 75 mètres de longueur, 20 mètres de largeur et 18 mètres de hauteur. Une tour de

20 × 7<sup>m</sup>50 et de 35 mètres de hauteur abrite le dispositif d'alimentation (fig. 643). Les bâtiments ont été conçus pour contenir deux fours, mais le four existant suffit aux besoins de l'usine. La poussière de gueulard, qui provient exclusivement d'une épuration à sec, est aspirée d'une fosse de stockage vers la trémie d'alimentation. Les agglomérés tombent directement du refroidisseur dans les wagons autodéchargeurs.

#### **Hadir Differdange**

Le groupe des bâtiments forme un ensemble homogène, établi pour le logement d'un four de 84 mètres de longueur et placé sur le crassier à proximité du dépôt des poussières (fig. 639). La halle a une longueur de 101 mètres, une largeur de 13 mètres et une hauteur libre de 15 mètres. Sa charpente métallique est portée par des portiques à trois articulations. Une tour carrée de 8 × 14 mètres à la base et de 28 mètres de hauteur, également à charpente en acier, abrite l'élévateur à godets, la trémie et le doseur d'alimentation.

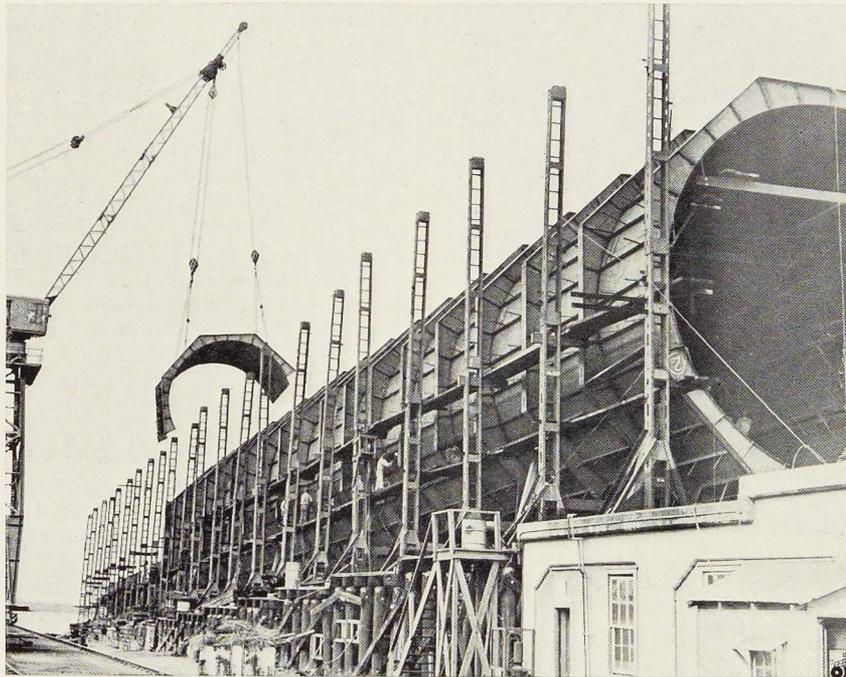
Les silos à poussière sont aménagés perpendiculairement à l'axe du four. Les matières premières sont transportées dans le four par des extracteurs réglables, des chaînes gratteuses, un élévateur et un doseur. Les produits agglomérés sont déversés dans des wagons autodéchargeurs au moyen d'un transporteur à augets.

#### **BIBLIOGRAPHIE**

- PAQUET, J., *Stahl & Eisen* 1932, p. 218/220.  
 PAQUET, J. et STEFFES, M., *Stahl & Eisen*, 1942, p. 621/633;  
 traduit dans *Centre de Documentation Sidérurgique*,  
 C. I. T., n° 5, 25 pages, 25 février 1944.



## Le tunnel Washburn (U. S. A.)



**Fig. 647.** Montage du tube muni de collerettes octogonales de 4,40 m de côté.

Le tunnel routier, à double voie, que les Ponts et Chaussées de l'Etat du Texas font construire, sous le Houston Ship Channel aux environs de Pasadena, est constitué d'une carcasse tubulaire en acier enrobé de béton, qui a nécessité plus de 3 000 tonnes de métal. La section du tunnel représentée à la figure 651 montre la disposition adoptée et donne les cotes principales. La longueur entre portails atteindra 1 kilomètre et les rampes d'accès à ciel ouvert approximativement 190 mètres sur chaque rive.

Les sections de tête, sur environ 140 mètres à partir des portails, sont exécutés à sec, en tranchée remblayée ultérieurement; la partie sous eau est réalisée au moyen d'une carcasse en tôle de 3/8" (9,5 mm) constituée d'un tube rond de 11 mètres de diamètre placé dans l'axe d'un tube octogonal dont la section mesure environ 4,40 m de côté. L'écartement entre ces deux tubes est maintenu par des collerettes raidisseuses,

rondes intérieurement, octogonales extérieurement, placées tous les 3 mètres environ, tout le long du tube (fig. 647). Ce double tube fut réalisé par les chantiers de la Ingalls Shipbuilding Corp. à Pascagoula (Mississippi), de la même manière qu'une coque de navire. On commença par construire, au sol, sur gabarit, des demi-sections du tube intérieur sur lesquelles furent soudées des demi-collerettes (fig. 649). Les éléments semi-circulaires ainsi obtenus furent placés sur chantier comme les couples d'un bateau (fig. 650) et 30 éléments semblables, soudés l'un à l'autre, constituèrent un tronçon de tunnel de 115 mètres de longueur.

Les plaques formant le tube octogonal extérieur furent alors soudées à leur tour et, en fermant par des diaphragmes en tôle raidie les extrémités de ce double tube, on obtint un caisson capable de flotter (fig. 654). Il fut lancé à l'eau par glissement, comme un navire, et l'opération fut



**Fig. 648.** Tube intérieur du tunnel garni de goujons soudés destinés à assurer la liaison avec le revêtement intérieur en béton.

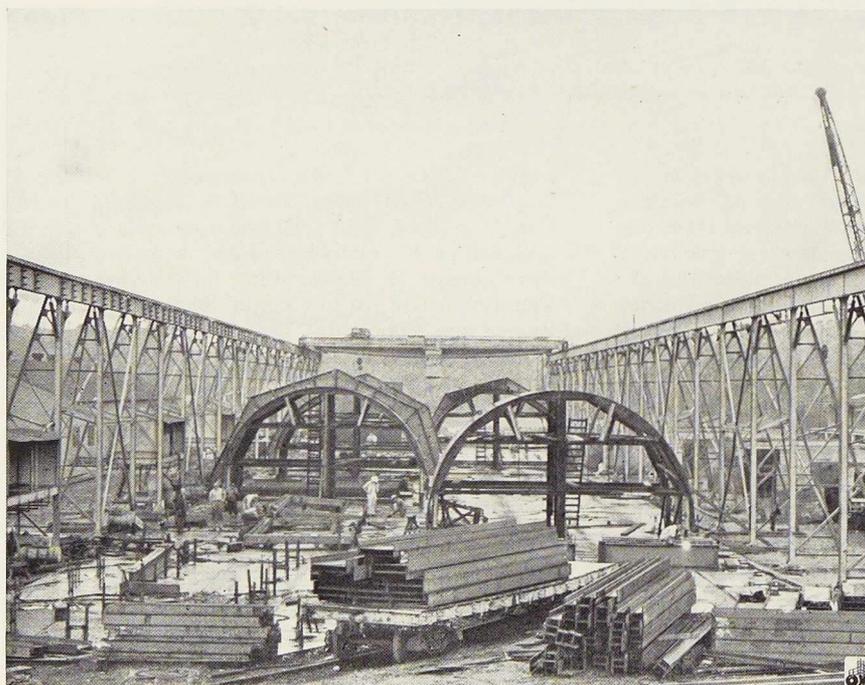
d'ailleurs facilitée par le fait que le poids du caisson était fort inférieur à celui d'un navire de même longueur (fig. 653, p. 451).

Ce fut un lancement tout simple, sans merraine ni drapeaux, mais comportant cependant des précautions spéciales, le double tube n'ayant pas été calculé pour résister à la flexion subie au moment où une de ses extrémités flotte et où l'autre repose encore sur ses glissières : des étaçons provisoires avaient été placés à l'intérieur du tube pour renforcer sa rigidité et s'opposer à son écrasement.

Après le lancement, le caisson fut amené au quai d'achèvement à flot : l'étaçonnage intérieur fut enlevé et un lest convenablement établi en vue d'un sérieux voyage en mer.

Les chantiers de Pascagoula sont en effet distants de Pasadena de 400 miles marins (environ 720 km) : les quatre tronçons de tunnels furent remorqués l'un après l'autre au travers du golfe du Mexique et, à leur arrivée sur place, ils furent coulés en remplissant de béton leur double paroi. Ils avaient été munis, bien entendu, de mâts permettant de guider les opérations d'immersion et, afin d'assurer leur mise en place exacte, une tranchée avait été draguée préalablement pour les recevoir.

Le fond du Houston Channel est constitué à cet endroit par de l'argile dit « Beaumont Clay »,



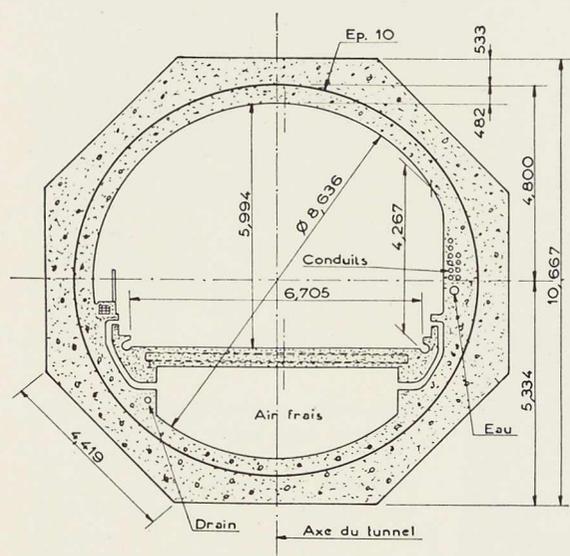
**Fig. 649.** Construction sur gabarit des demi-sections du tube intérieur.



et le tronçon bas du tunnel (qui a environ 20 mètres de longueur) y reposera à 27<sup>m</sup>70 sous le niveau moyen des basses mers, laissant au-dessus de lui un tirant d'eau libre de 15 mètres au moins : cette profondeur donnera à la route une pente de 6 %, tant vers la tête Nord que vers la tête Sud du tunnel.

Les quatre tronçons ainsi mis en place, bout à bout, seront réunis entre eux et aux sections de tête du tunnel par des manchons préparés en usine (fig. 652) et soudés sous eau par des scaphandriers. Entre les extrémités de deux tubes adjacents sera établi un joint étanche serré entre les tôles et protégé vers l'intérieur par un U soudé.

Arrivés à ce stade, les diaphragmes qui bouchent hermétiquement les extrémités des caissons pourront être démontés et, dès ce moment, le



tunnel pourra être librement parcouru d'un bout à l'autre : cette solution évite l'emploi d'un batardéau. Il restera alors à parfaire les installations intérieures : revêtement de béton, sol de la route, carrelage mural, conduits de ventilation, passerelle de service, appareils d'éclairage et de signalisation.

Il est intéressant de noter que le tube intérieur avait été garni, au chantier, de goujons soudés destinés à assurer la liaison avec le revêtement intérieur en béton (fig. 648) et sa bonne adhérence.

Les poutrelles qui seront enrobées dans le béton de la route sont posées au tiers inférieur du diamètre vertical, ménageant sous la route

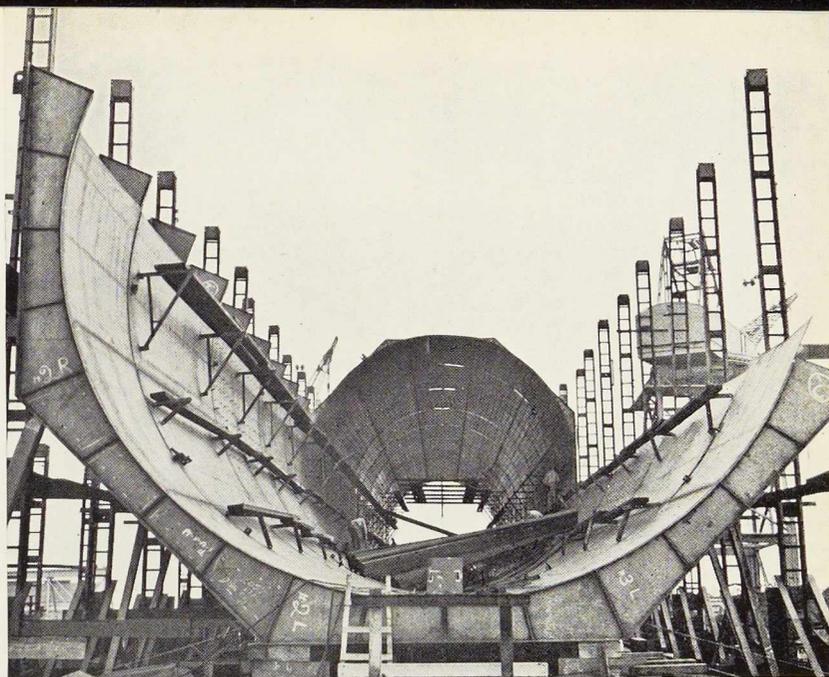
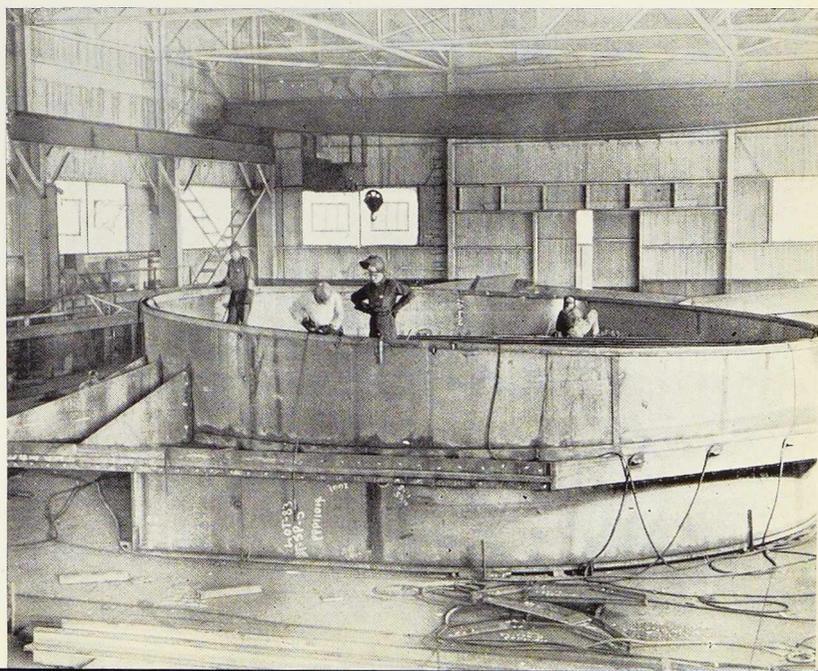
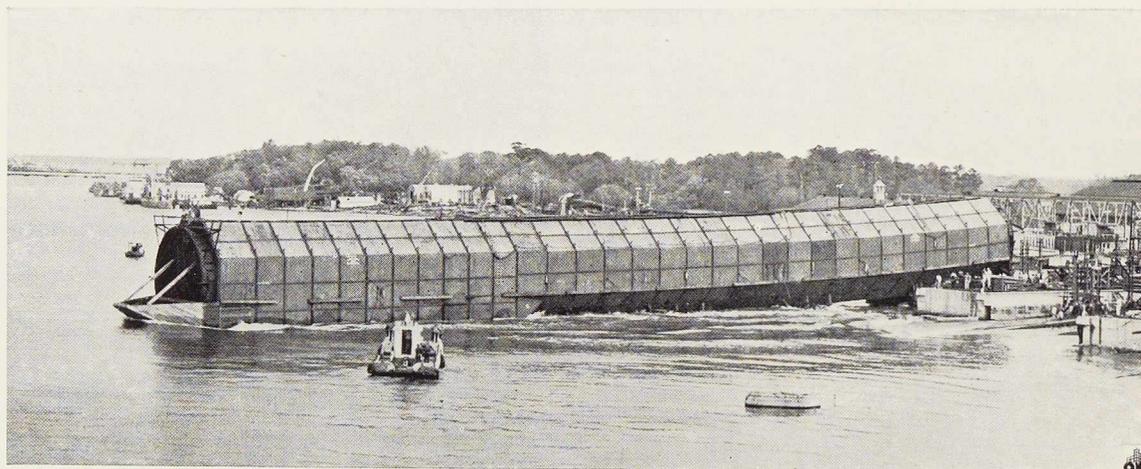


Fig. 650. Éléments semi-circulaires en cours de montage sur chantier.

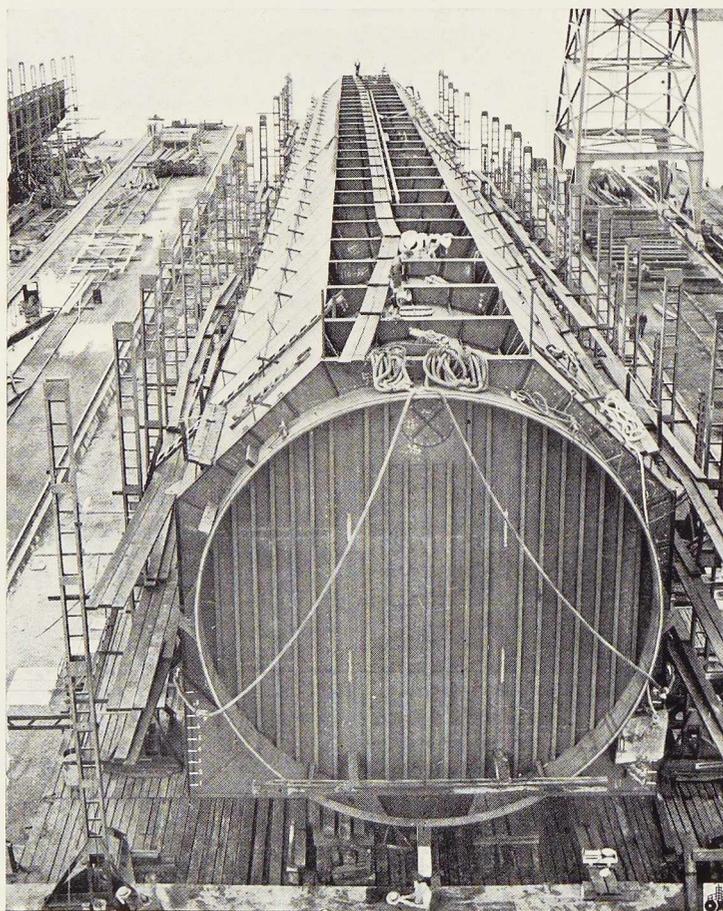
Fig. 651. Section du tunnel Washburn.

Fig. 652. Fabrication des manchons spéciaux pour l'assemblage des tronçons du tunnel.





**Fig. 653.** Mise en place du tunnel, lancé à l'eau par glissement.



**Fig. 654.** Tube octogonal extérieur dont les extrémités sont fermées par des diaphragmes en tôle raidie, constituant ainsi un caisson capable de flotter.

une large gaine d'aération dans laquelle sera pulsé l'air frais.

Sur la rive Sud sera construit un bâtiment à quatre étages à ossature d'acier enrobée qui abritera les compresseurs d'air, les transformateurs, la centrale de signalisation et tous les services d'exploitation du tunnel.

La route passant sous le Houston Channel (à 20 miles en aval de Houston) remplacera deux ferry-boats et réunira directement deux centres industriels fort peuplés : Baytown et La Porte.

Cet article est extrait de l'étude de M. Clyde M. Leavitt, chef du Département d'Etudes techniques de la Ingalls Shipbuilding Corporation, paru dans la revue *The Welding Journal*, avril 1949, qui nous a aimablement autorisés à le reproduire.





Photo Studio André.

Fig. 655. Vue d'ensemble du nouveau pont suspendu de Valence, sur le Rhône.

## La construction du nouveau pont suspendu à Valence sur le Rhône <sup>(1)</sup>

On vient d'inaugurer à Valence (Drôme) un nouveau pont suspendu sur le Rhône à l'emplacement même où en 1906 fut démonté un ancien pont du même type, remplacé par un pont en maçonnerie situé 30 mètres en aval.

Ce pont en maçonnerie comportait quatre

<sup>(1)</sup> Cet article est extrait d'une étude de M. l'Ingénieur G. LEINEKUGEL LE COCQ, parue dans le *Génie civil* du n° 10-1949.

arches de 49,20 m en anse de panier, avec, entre les massifs de culées des voûtelettes de 8 mètres pour le passage des chemins d'accès aux quais. Sa largeur de 8,60 m comprenait une chaussée de 5,60 m et de deux trottoirs de 1,50 m chacun.

Les trois piles en rivière avaient été fondées à l'air comprimé, à 12 mètres environ au-dessous de l'étiage. La pile gauche établie dans la partie profonde du fleuve, eut son caisson enlevé deux



**Fig. 658.** Pont roulant aérien utilisé pour le montage du tablier.

vaient être utilisés avec leurs culots et leurs étriers. On a mentionné également, comme disponibles, des travées de ponts militaires du type « Pigeaud », dus au Professeur Pigeaud, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, dont les travaux et les études sont bien connus. Ce type de pont métallique a été établi en 1944 par ce savant ingénieur pour franchir des brèches de 50 mètres.

Dans le concours pour la construction du pont de Valence, les constructeurs, au nombre de dix, fournirent tous des projets intéressants. On peut se rendre compte de l'effort fait par les constructeurs, quand on sait la somme de travail et de dépenses qu'exige un projet parfaitement étudié.

Après étude comparative des projets, la Commission du Concours fixa son choix sur le projet d'un pont suspendu. Ce projet utilisait au maximum les câbles et leurs accessoires pour la suspension et pour les poutres de rigidité les éléments des ponts Pigeaud, type 1944.

#### Caractéristiques du pont

La portée totale de l'ouvrage est de 251,28 m entre les parements des culées. Cette distance est franchie par deux travées contiguës suspendues, de 112,50 m chacune entre les axes des pylônes (fig. 656) et une travée métallique, rive gauche de 26,28 m.

La chaussée a 5,40 m de largeur sur toute la longueur; elle est munie (fig. 657) de deux bordures chasse-roues de 0,30 m chacune, ce qui conduit à un écartement total de 6 mètres entre les deux poutres de rigidité, qui utilisent les poutres des travées Pigeaud. En encorbellement, sur toute la longueur du pont, existent deux trottoirs de 1,75 m de largeur. Au total, en tenant compte de l'épaisseur de 0,50 m de chaque poutre de rive, la largeur totale du tablier est de 10,50 m.



La charpente métallique du tablier comporte des entretoises à âme ajourée de 500 mm de hauteur, obtenues par un procédé nouveau et moderne qui pare à la pénurie du métal. Ce procédé consiste à transformer une poutrelle PN 32 standard en une poutrelle ajourée (fig. 657) de 500 mm de hauteur par découpage et rassemblement à l'arc électrique. Le moment d'inertie et le module de résistance sont ainsi sensiblement accrus. En renforçant les ailes par deux semelles de  $140 \times 10$ , le module d'inertie  $\frac{I}{v}$  est porté de 782 (pour le PN 32) à 2 000 cm<sup>3</sup>.

On peut ainsi disposer sous le tablier les canalisations d'eau, de gaz, d'électricité, qui peuvent être facilement posées, surveillées, au moyen de passerelles de visites circulant sous le tablier.

On a procédé à une série d'essais au laboratoire des ateliers. Pour ces expériences, on a employé deux éléments de poutres « Pigeaud » et on a réalisé l'assemblage d'une entretoise ajourée avec la disposition prévue pour le tablier. Puis, quatre vérins hydrauliques, contrôlés par des manomètres étalonnés ont été portés successivement à des pressions croissantes de manière à charger l'entretoise et on a observé les indications des appareils placés sur cette entretoise. Les lectures donnaient les contraintes dans la semelle inférieure et les flèches d'abaissement. On a atteint, pour chacun des quatre vérins, un effort de 16 tonnes; sous la charge de 64 tonnes ainsi

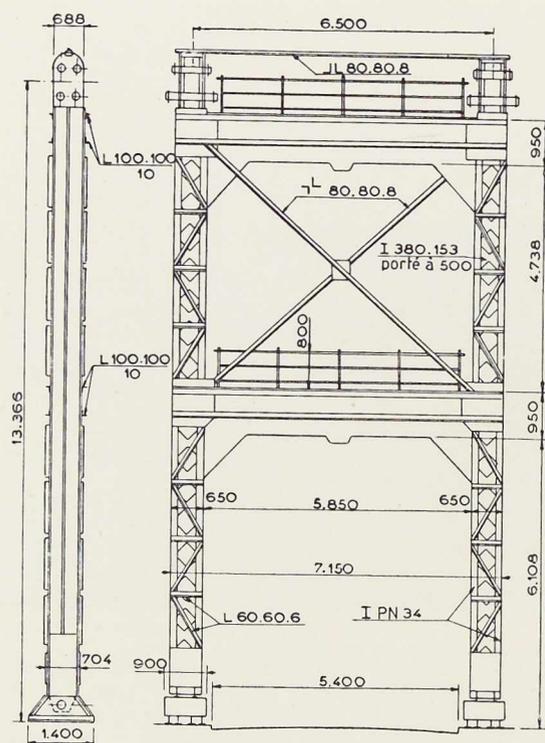


Fig. 659. Elévation et vue du profil du pylône rive droite.

appliquée entre les deux appuis distants de 6 mètres, la déformation de la poutre est restée dans le domaine élastique.

Sur le tablier sont disposés six cours de longerons longitudinaux en poutrelles PN 20, fixés sur les ailes supérieures des entretoises et supportant le hourdis en béton armé de la chaussée et son revêtement.

Le tablier est complété par des consoles en encorbellement, de 1,75 m de largeur, situées en dehors des poutres de rigidité, qui ont 3,40 m de hauteur.

Les pylônes (fig. 659) sont montés à leurs bases sur des rotules en acier. Leurs sommets peuvent donc se déplacer dans le sens longitudinal du pont, soit sous l'effet des allongements élastiques des câbles pour les surcharges, soit sous l'action des variations thermiques. On n'a donc aucun effort de flexion à redouter dans les pylônes.

La suspension sur chaque tête de pont comporte trois câbles paraboliques venant de la récu-

pération. Chacun d'eux est constitué par 217 fils de 4,73 mm de diamètre; ils sont terminés à leurs extrémités par des culots en acier moulé, munis chacun de deux étriers en acier demi-dur Martin, de 68 mm de diamètre. La suspension est complétée dans les deux travées suspendues par quatre câbles de tête par pylône en 91 fils de 4 mm de diamètre. Les câbles de retenue comportent également 271 fils de 4,73 mm.

La suspension est complétée par des tiges disposées à intervalle de 5 mètres et reliant le tablier aux câbles paraboliques. Ces tiges de suspension sont en câbles souples, formés d'une âme en chanvre et de six torons de chacun 61 fils d'acier galvanisé à haute résistance. Chacun des brins, résistant à la rupture à 53 tonnes, une tige peut donc supporter, au maximum, une traction de 106 tonnes.

### Montage

Une solution remarquable et extrêmement simple a été mise au point pour le montage de la charpente du tablier pesant environ 340 tonnes. Elle conduit avec sécurité, au maximum de rapidité pour ce travail.

Elle consiste, une fois les pylônes mis en place, ainsi que tous les câbles de la suspension, à utiliser un pont-roulant aérien (fig. 658) constitué par un cadre métallique, munis de galets de roulement, qui circule sur des câbles spéciaux fixés sur les goujons supérieurs des pylônes.

Un treuil actionné soit électriquement soit à bras commande, grâce à un câble spécial, le mouvement de va-et-vient du pont-roulant aérien d'une rive à l'autre. A ce pont-roulant est suspendue, au moyen de quatre palans, une plateforme sur laquelle est disposée une travure complète du tablier, de 5 mètres de longueur, montée sur une rive. Le pont-roulant amène la plateforme à l'endroit où cette travure doit être mise en place et, avec les quatre palans, ce tronçon se place à la hauteur voulue pour, d'une part, le suspendre à ses tiges de suspension et, d'autre part, réaliser son assemblage au tablier déjà monté. La figure 660 montre par dessous, la disposition du tablier ainsi monté.

On se rendra facilement compte de la rapidité et de la simplicité de la pose d'un pareil tablier, car tous les éléments constituant une travure étant rivés au préalable, il ne reste qu'à river les éclissages jonctionnant les travures entre elles. De nombreux ponts suspendus ont été montés suivant cette méthode.



### Résultat des épreuves

On a procédé aux épreuves du pont de Valence le 3 février dernier. Pour constituer la charge d'épreuve, on a utilisé des files de camions de 16 tonnes et la charge totale disposée sur les travées suspendues s'éleva pour chacune à environ 200 tonnes.

On a disposé des appareils de mesure Manet-Rabut, indicateur de flèches, appareils mesurant le déplacement des sommets des pylônes métalliques, pour comparer les résultats trouvés par le calcul avec ceux réalisés lors des épreuves.

Il nous suffira de mentionner ce qui a fait l'objet principal du rapport de réception de l'ouvrage après les épreuves. Ce rapport a été rédigé et dressé par M. Lavagne, ingénieur, chargé plus spécialement, par le Service des Ponts et Chaussées de la Drôme, du contrôle de l'exécution du pont de Valence depuis le début des travaux. Dans ce rapport on a déterminé, en particulier, les flèches théoriques dans l'axe de chaque travée, lors de la surcharge complète.

Les calculs indiquent que les câbles de tête subissent, lors de la surcharge du pont, une contrainte élastique supplémentaire de 11,30 kg/mm<sup>2</sup> et qu'il en résulte entre leurs deux extrémités un allongement  $\Delta l_1 = 0,071$  m.

Une autre conséquence est que la flèche des câbles, qui était avant les épreuves de 0,95 m, est réduite à 0,52 m. La longueur de la corde entre leurs deux extrémités est augmentée de  $\Delta l_2 = 0,025$  m.

En même temps, les câbles de retenue subissent une augmentation de traction, d'où un allongement élastique de 0,023 m, qui correspond à un déplacement du sommet du pylône de  $\Delta l_3 = 0,019$  m.

Il en résulte que le sommet du pylône central se déplace de

$$\Delta l_{1,2,3} = 0,115 \text{ m.}$$

Mais, comme résultante, la flèche axiale des tabliers paraboliques de la travée surchargée s'augmente :

1° De la valeur  $\Delta f_1 = 0,182$  m, due à la diminution de la longueur de la corde qui joint les sommets des deux pylônes, soit

$$\Delta l_3 + \Delta l_{1,2,3} = 0,019 + 0,115 = 0,134 \text{ m ;}$$

2° De la valeur  $\Delta f_2 = 0,088$  m, due à la contrainte élastique de 10,80 kg/mm<sup>2</sup> dans les câbles paraboliques, lors de la surcharge d'épreuve.

En résumé, l'abaissement théorique est, au total :

$$\Delta f_{1,2} = 0,210 \text{ m.}$$

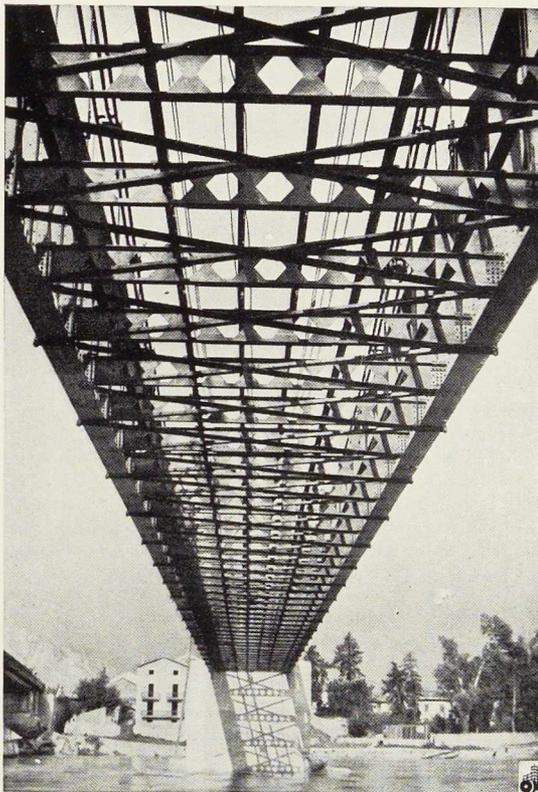


Fig. 660. Vue par dessous du tablier du pont avant l'exécution du hourdis de chaussée.

La mesure des flèches dans l'axe de chacune des travées, successivement surchargées, a donné 0,20 m pour la travée rive droite et 0,23 m pour la travée rive gauche. Les travées ayant 112,5 m de longueur, cela correspond, en chiffres ronds, au 1/500 de leur portée.

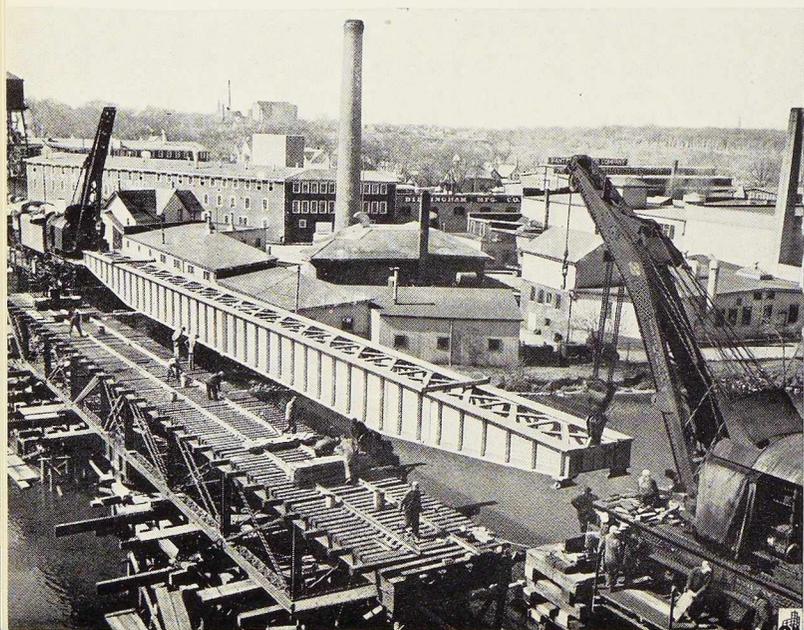
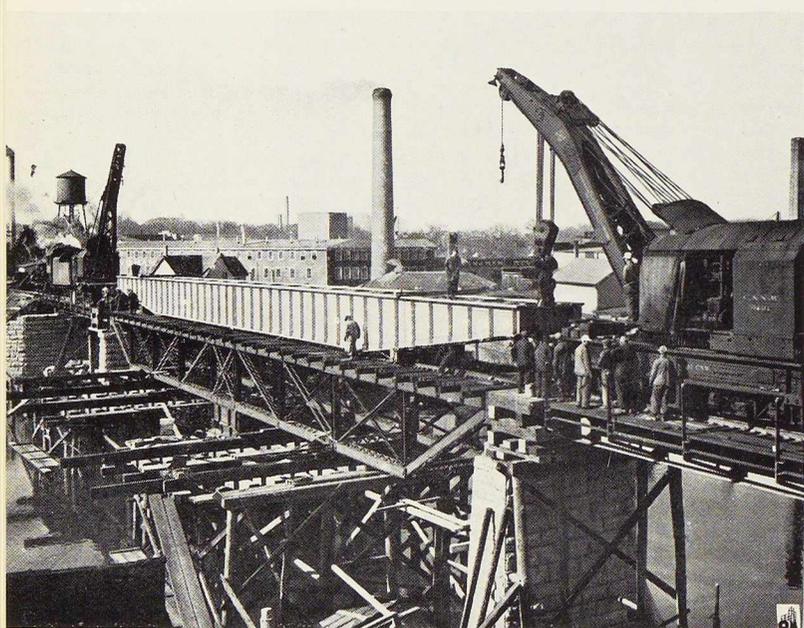
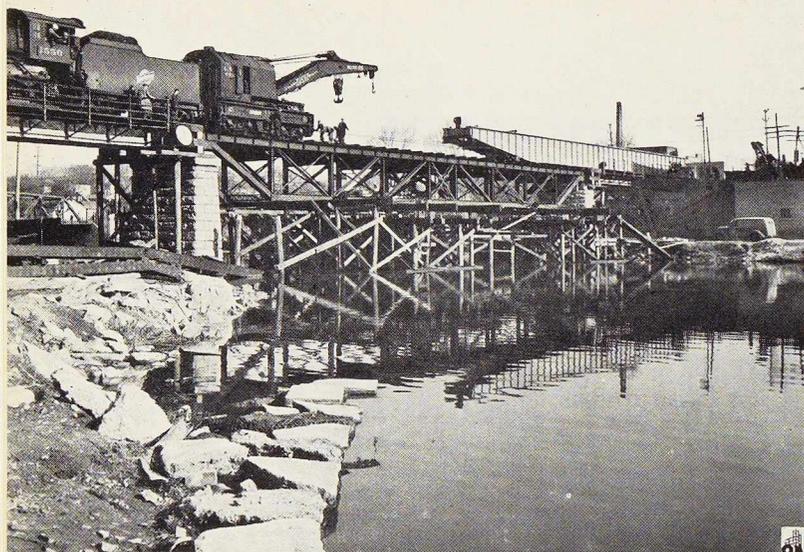
Tout l'ensemble s'est comporté élastiquement, ce qui est primordial dans ces ouvrages.

\*  
\*\*

La construction du pont de Valence a été effectuée sous le contrôle et la direction du Service des Ponts et Chaussées de la Drôme dirigé par M. Buré, ingénieur en chef et par MM. Clément et Lavagne, ingénieurs.

Le directeur des travaux et du montage fut M. Raoul Fievet qui a, depuis plus de vingt ans, à son actif le montage d'un très grand nombre de ponts suspendus et autres.

Le pont suspendu de Valence a été inauguré le 15 février 1949.



## Mise en place d'un

C'est exactement à 14 h 30 que le nouveau pont de Sheboygan (Wisconsin) fut mis en place. Le pont existant, construit en 1893, était un pont à poutres triangulées enjambant la rivière de Sheboygan en deux travées continues de 25 mètres chacune. La pile centrale était équipée pour recevoir, le cas échéant un mécanisme permettant de transformer le pont en un pont tournant.

Le nouveau pont est à poutres à âme pleine et a été complètement rivé et parachevé en usine : son poids atteint 127 tonnes. Il fut amené à pied d'œuvre sur deux wagons plats jouant le rôle de bogies et déchargé sur la rive Nord, à côté de la voie. Après retrait des wagons de transport, deux wagons grues, un à chaque bout, le soulevèrent et le déposèrent sur la voie même. Les traverses en chêne, armé d'acier, qui avaient servi d'appui sur les wagons-bogies, avaient été munies

**Fig. 661 à 663.**

7 h 10. La nouvelle travée de 50 mètres de portée est transportée par 2 wagons-grues sur la voie, rive Nord.

7 h 50. Les 2 wagons-grues ont amené la travée à l'aplomb de son emplacement définitif.  
8 h 50. Après enlèvement de l'ancienne travée (ripage latéral), la nouvelle travée est descendue sur ses appuis.

## in pont en un jour <sup>(1)</sup>

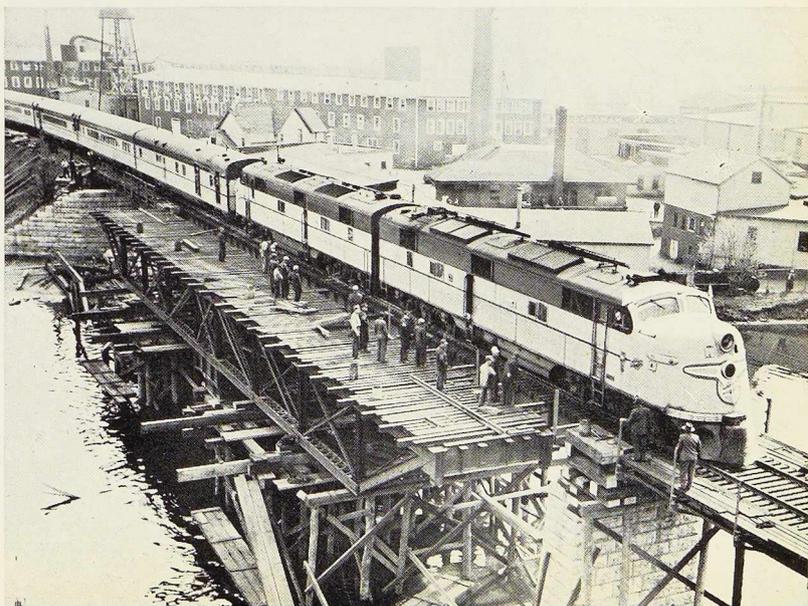
d'encoches destinées à emboîter les rails. Ceux-ci ayant été abondamment graissés, le pont fut halé sur l'ancien pont. Arrivé en place, il fut repris par les deux wagons-grues qui, un sur chaque rive, le maintinrent suspendu pendant que l'ancien pont était ripé sur un échafaudage préalablement établi en rivière. La tour centrale, qui avait été assemblée d'avance sur un autre échafaudage, fut glissée en place sur la pile de maçonnerie centrale. Le nouveau pont fut alors descendu et fixé sur ses appuis définitifs. La voie fut immédiatement déplacée de l'ancien pont sur le nouveau et à 14 h 30, le premier train franchissait la rivière sur le pont.

(1) La présente note est extraite d'un article de A. R. HARRIS, ingénieur du Chicago and Western Railway, publié dans le *Steel Construction Digest* n° 1-1949.

**Fig. 664 à 666.**

10 h 15. Mise en place des traverses.  
12 h 00. Les traverses étant fixées, pose des rails.  
14 h 30. Le premier train franchit la rivière sur le nouveau pont.

Photos Chicago and North Western Railway.



## Une nouvelle grue-tour mobile

La Société Conrad Zschokke S. A., à Döttingen, a construit récemment une grue à portée variable dont les plans ont été élaborés par le bureau technique A. Wullschleger, à Olten.

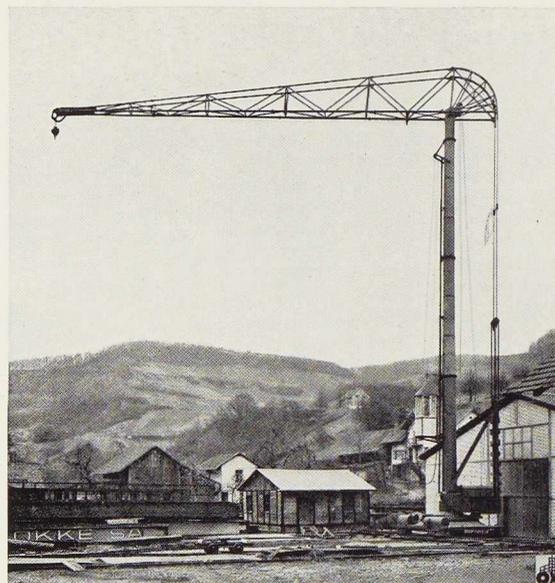
Le nouvel engin de levage présente les avantages suivants :

Les mouvements de levage, de rotation, de changement de portée et de translation peuvent être effectués simultanément et combinés à volonté. En variant seulement la portée, la charge se déplace dans le plan horizontal. La cabine peut se déplacer elle-même tout le long de la tour afin d'atteindre la position la plus avantageuse.

La grue peut rouler en courbe avec un rayon minimum intérieur de 3,5 m et un changement maximum de la direction de la voie de 90 degrés.

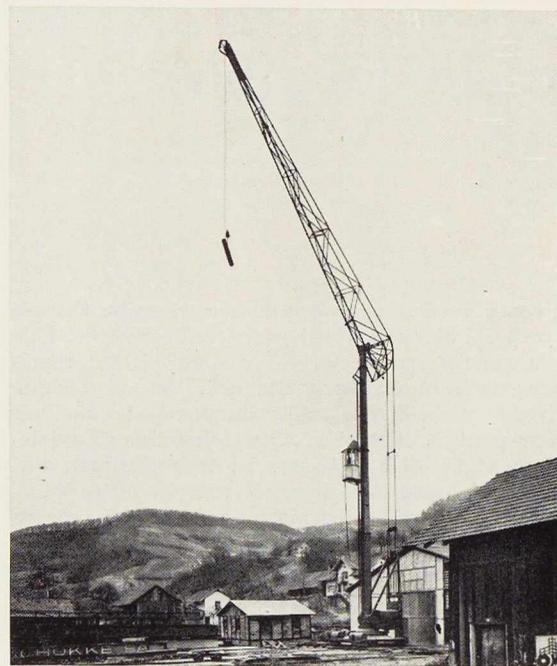
Les appareils de sureté dont la grue est munie empêchent tout faux mouvement de la charge et de la flèche.

Toute la partie mécanique se trouve près du



**Fig. 667.** Grue au cours des essais de réception, bras horizontal; charge maximum : 1,2 t pour une portée de 20 mètres et une hauteur de crochet de 21 mètres.

Photos Wolf-Bender's Erben.



**Fig. 668.** Grue au cours des essais de réception; charge maximum : 3,5 t pour une portée de 6 mètres et une hauteur de crochet de 35 mètres.

sol et est facilement accessible. Le lest est également près du sol ce qui facilite son montage et abaisse le centre de gravité de l'ensemble.

Le montage s'effectue en un temps très court par le treuil de la grue, sans le secours d'appareil auxiliaire.

Du fait que la grue peut être déplacée sur la route avec sa tour placée horizontalement (la flèche étant enlevée) et avec son lest il est possible de servir d'une façon rationnelle deux chantiers consécutifs.

Les caractéristiques principales de la grue-tour mobile sont les suivantes :

Portée maximum 20 mètres avec une charge de 1 200 kilogrammes et une hauteur de crochet de 21 mètres; portée maximum 6 mètres avec charge de 3 500 kilogrammes et une hauteur de crochet de 35 mètres.



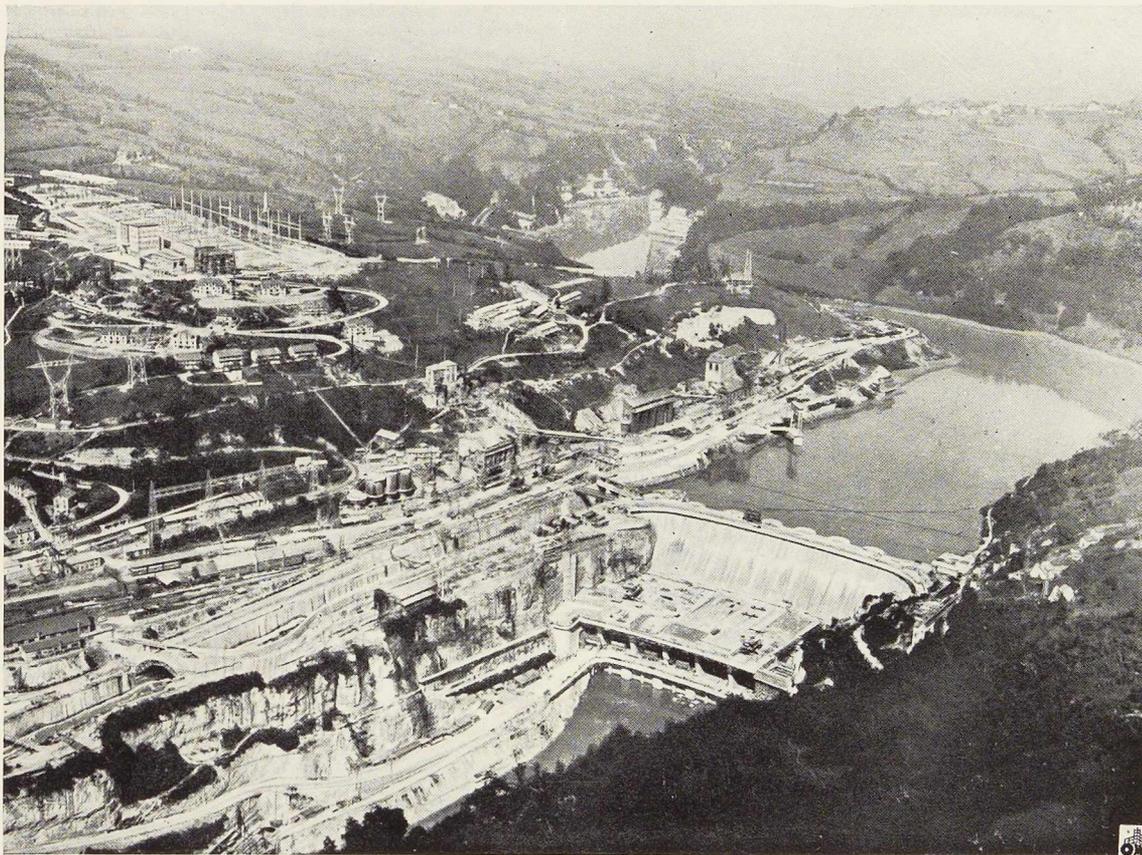


Fig. 669. Vue aérienne de l'ensemble des installations et de la liaison Usine-Poste, à Génissiat.  
Photo V. Cuyt.

## Lignes de transport pour l'énergie électrique de l'usine de Génissiat (France)

Les Autorités françaises ont inauguré récemment le nouveau barrage de Génissiat qui constitue un réservoir d'une capacité de 53 millions de m<sup>3</sup>. Le barrage alimentera dans son stade final une usine de 420 000 kW accolée au barrage.

L'usine de Génissiat établie sur le Rhône, à quelques kilomètres en aval de Bellegarde, a été prévue pour un équipement de six groupes hydro-électriques de 70 000 kVA. A l'heure actuelle,

quatre groupes sont installés et un cinquième est en cours de construction. Ces groupes sont destinés à débiter à très haute tension (150 à 220 kV) sur le réseau général de transport d'énergie français, par l'intermédiaire d'un vaste poste d'interconnexion d'où doivent rayonner des lignes vers Paris, Lyon, etc.

L'installation d'un tel poste dans la gorge étroite où est disposée l'usine étant impossible,

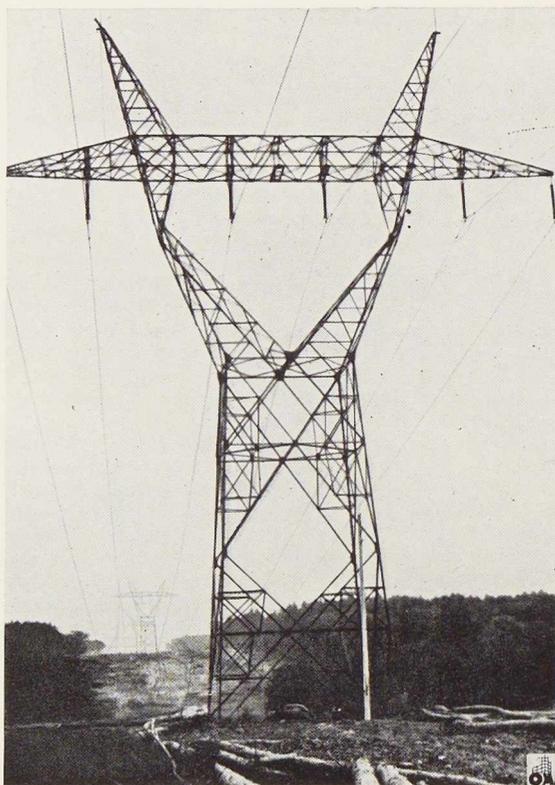


Fig. 670. Câbles de terre constituant protection contre la foudre.

son emplacement a été choisi sur un mamelon dominant la rive droite du Rhône à une altitude d'environ 150 mètres au-dessus de celle de l'usine. Chaque groupe hydroélectrique de l'usine comporte un transformateur élévateur à 220 kV. Celui du cinquième groupe est toutefois actuellement en cours de construction à 150 kV mais avec la possibilité de revenir à 220 kV. Les six transformateurs existants ou futurs des groupes de la centrale devaient être reliés par six lignes à 220 kV au poste d'interconnexion. Ces transformateurs sont disposés en regard des groupes de la centrale auxquels ils correspondent le long de la façade de l'usine qui s'étend perpendiculairement à gauche du Rhône au pied même du barrage. L'extrême étroitesse de la gorge ne permettait pas de faire partir les lignes aériennes à 220 kV des bornes mêmes des transformateurs. De chacun de ceux-ci partent donc des câbles isolés à 220 kV, du type à huile fluide qui viennent s'épanouir le long du pied de la falaise consti-

tuant la rive droite du Rhône, en aval immédiat de l'usine.

Des liaisons aériennes à 220 kV ont été établies depuis les boîtes d'extrémité de ces câbles jusqu'au poste d'interconnexion.

Le prix considérable d'une installation à 220 kV par câbles isolés et l'importante dénivellation entre l'usine et le poste s'opposaient en effet, entre autres raisons, à l'établissement d'une liaison entièrement en câbles.

De grosses difficultés ont été rencontrées pour faire passer les six lignes à 220 kV au milieu des cités et des installations multiples de chantiers telles que : tours à béton et blondins, etc.

La figure 669, montrant une vue aérienne de l'ensemble des installations, permet de se rendre compte de ces difficultés.

Le profil de départ de la ligne (fig. 672) met en évidence les problèmes délicats qu'il y a eu à résoudre. La solution a été trouvée dans l'emploi des portiques métalliques d'une forme tout à fait spéciale. La liaison dans sa partie aérienne est constitué par deux de ces portiques, l'un au bord même de la falaise, l'autre un peu plus haut, puis par des pylônes supportant chacun deux ternes à 220 kV.

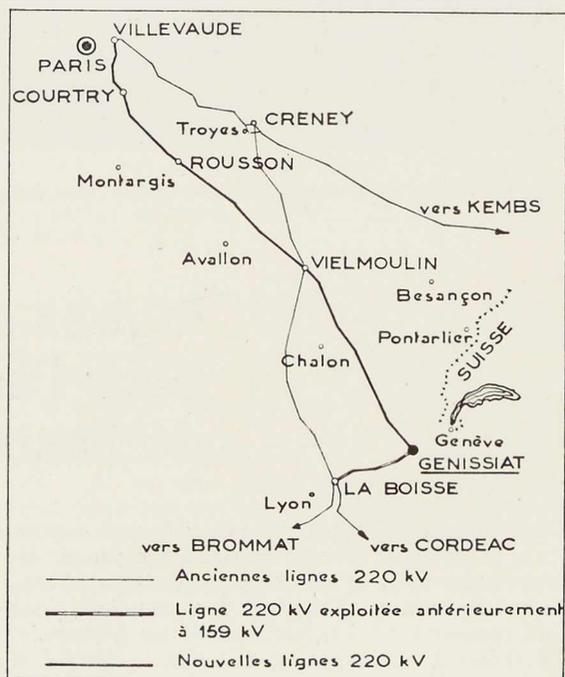
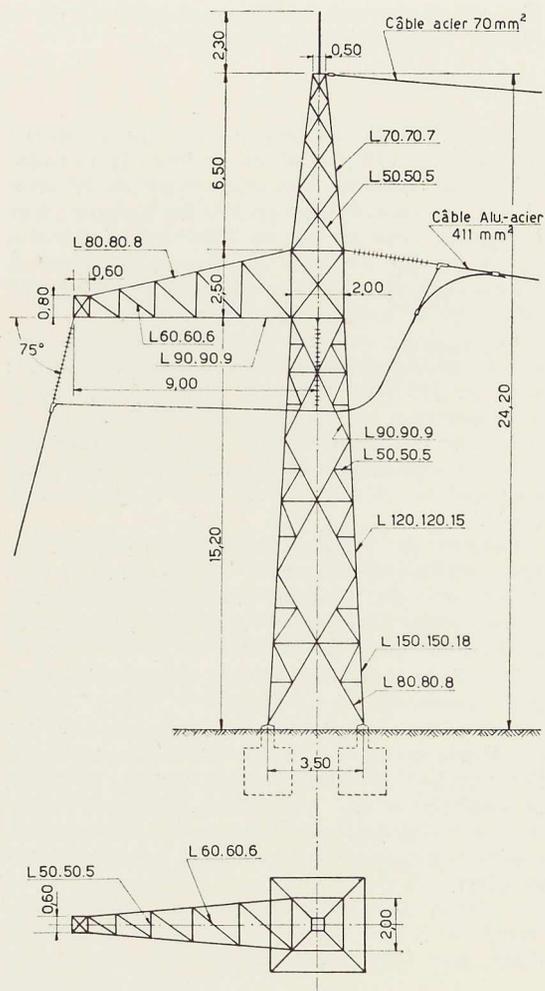


Fig. 671. Situation du Poste de Génissiat dans le réseau d'interconnexion français à 220 kV.





### Portiques

Les portiques métalliques sont calculés pour satisfaire aux règlements français, en l'occurrence, vent de 120 cpz <sup>(1)</sup> soufflant perpendiculairement à la ligne, avec un coefficient de sécurité de 5 par rapport aux contraintes de rupture de l'acier, ce qui conduit à admettre des tensions maxima de 8 kg/mm<sup>2</sup> pour les cornières et 6,4 kg/mm<sup>2</sup> pour les boulons et rivets.

Le portique situé au bord de la falaise qui surplombe l'usine forme arrêt pour les conduites de

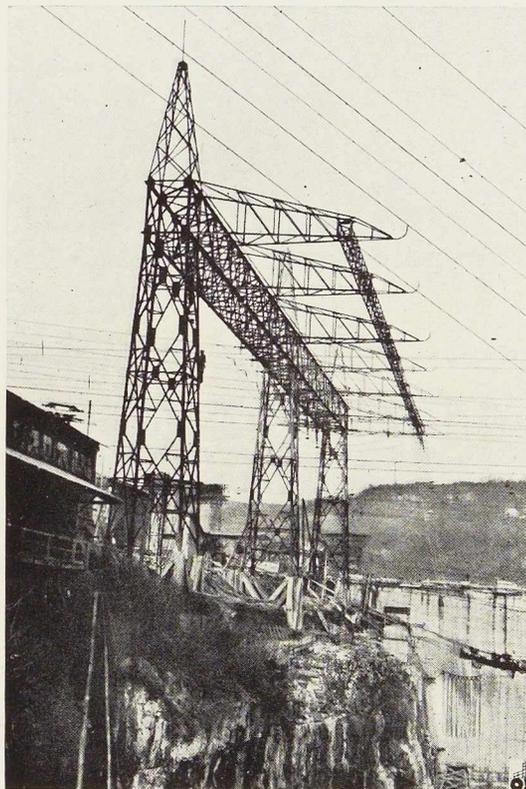
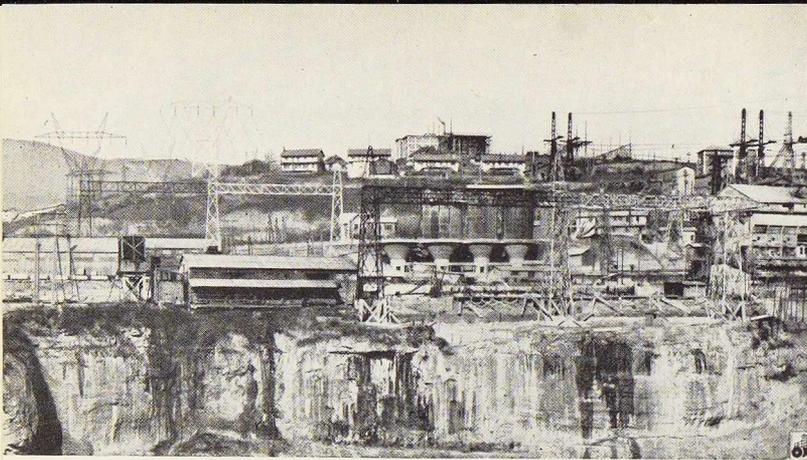


Fig. 672 et 673. Portique de départ de l'Usine de Génissiat. (Elévation, plan et vue.)

câbles de terre et est calculé dans les conditions précitées (fig. 673). Il présente la particularité d'arrêter les câbles sur des consoles situées en avant et en porte-à-faux.

Le deuxième portique est en alignement, mais les conducteurs dans la portée comprise entre les deux portiques coupent une voie ferrée. Ce portique a été calculé également à la rupture des conducteurs et câbles de terre, mais avec un coefficient de sécurité de 1,75 conformément aux prescriptions du règlement français. Les principales dimensions des deux portiques sont données au plan de la figure 672.

(1) Le pièze est une unité de pression employée en France et correspondant à 1/100 de l'atmosphère C. G. S., c'est-à-dire à une pression atmosphérique de 7,50 mm de mercure (= 0,0101972 kg/cm<sup>2</sup>). Un vent de 120 cpz correspond donc à une pression de 122,4 kg par mètre carré de surface plane.



**Fig. 674.** Portiques de départ et pylônes de la liaison Usine-Poste, à Génissiat.

### **Pylônes**

Les pylônes sont identiques à ceux de la ligne à deux ternes 220 kV transformable en un terne 320 kV qui relie le poste du Breuil de l'Usine de l'Aigle situé dans le Massif Central, près de Mauriac (Cantal), au poste de Chevilly situé dans la banlieue Sud de Paris.

Ils supportent :

a) Six conducteurs alu-acier d'une section de 411,7 mm<sup>2</sup>, d'un diamètre de 26,4 mm et d'un poids de 1,6 kg/m; la charge de rupture est de 15 500 kg; ces conducteurs, soumis à une traction maximum de 4 800 kg, sont composés de 32 brins d'aluminium de 3,6 mm de diamètre, d'une section totale de 326 mm<sup>2</sup>, et de 19 brins d'acier de 2,4 mm de diamètre, d'une section totale de 85 mm<sup>2</sup>, de nuance 155/180 kg/mm<sup>2</sup>;

b) Deux câbles de terre pour la protection contre la foudre, situés à l'extrémité des chevalets

prolongent le fût du pylône, ainsi qu'il apparaît sur la figure 670. Ces câbles de terre de 11 millimètres de diamètre ont une section de 70 mm<sup>2</sup> et sont en acier de nuance 155/180 kg/mm<sup>2</sup>; leur charge de rupture est de 9 500 kg; la traction maximum est de 1 650 kg. Les conducteurs et câbles de terre sont prévus pour supporter une surcharge de givre de 5 kg par mètre.

Les pylônes sont calculés pour les efforts qui résultent de l'application du règlement français : vent de 120 cpz, soufflant perpendiculairement à la direction de la ligne, à la température de 15° C avec coefficient de sécurité 3, c'est-à-dire des tensions maxima de l'acier de 13 kg/mm<sup>2</sup> pour les cornières et 10 kg/mm<sup>2</sup> pour les boulons et rivets.

De plus, ces pylônes résistent à la rupture des deux conducteurs extrêmes, dans les mêmes conditions de vent, le métal travaillant à sa limite élastique de 27 kg/mm<sup>2</sup> pour les cornières et 21 kg/mm<sup>2</sup> pour les boulons et rivets.

Les dimensions des pylônes sont données au plan d'ensemble de la figure 672.

Les pylônes décrits dans cet article ont été construits par la Compagnie Saint-Quentinoise de Construction, les Etablissement Brillard & Choin la Compagnie des Mines, Fonderies et Forges d'Ales, tandis que les portiques ont été exécutés par les Ateliers de Constructions métalliques de Baccarat.

---

### **Articles à paraître prochainement :**

**La charpente métallique de la centrale de Gennevilliers.**

**Habillage des constructions métalliques.**

**Le pont Silésie-Dabrowa à Varsovie.**

**Charpentes tubulaires en sheds (Suisse).**

**Le nouveau pont sur le Rhin à Cologne.**

**L'esthétique des poutres Vierendeel, par A. BOZZARELLI.**

**Les palplanches plates Belval P (2<sup>e</sup> mémoire), par L. BAES.**

---



Maria Esslinger,  
Ingénieur-Docteur  
à la Société B. Seibert  
à Sarrebruck (Sarre)

## Calcul d'un fond conique pour mélangeur

Le calcul exact des voiles minces de révolution dans la construction de chaudières et de récipient étant très peu connu, on trouvera ci-dessous une méthode exposant le calcul du fond conique du mélangeur représenté à la figure 675.

La construction de cet appareil posait un problème particulier parce que le récipient, d'un diamètre de 7 mètres, devait être posé sur un soubassement en béton n'ayant que 6 mètres de diamètre. Le récipient ayant dû être assemblé exclusivement par rivure, en raison du danger de corrosion, la présence d'une ceinture de renforcement continue au-dessus de l'appui (pour rendre le mélangeur étanche) aurait causé des frais supplémentaires et des difficultés. On décida, en conséquence, de poser le fond, sans le renforcer, sur un support simple interrompu aux joints radiaux de rivure.

En procédant ainsi, il était indispensable d'étudier d'une façon minutieuse les tensions et les déformations. Ce travail est, du reste, peu important par rapport à l'économie réalisée.

Des simplifications appréciables peuvent être admises pour le calcul des forces sollicitantes. On tient compte du poids propre du récipient par un coefficient de majoration, appliqué au poids spécifique du liquide. En procédant ainsi, il a été admis qu'au joint du fût et du fonds, il y a compensation réciproque de l'action défavorable du poids propre du fût et de l'action favorable de l'encastrement. De plus, on a admis que le tuyau d'écoulement au centre du fond est indépendant du fond proprement dit et dont le bord intérieur ne subit aucune sollicitation. La réaction d'appui est uniformément répartie sur la circonférence. Le système de sollicitation ainsi

simplifié se trouvant à la base du calcul est représenté à la figure 676.

D'autre part, on peut supposer le fond du cône coupé au droit de la couronne d'appui, de façon que les forces sollicitantes se transforment en deux groupes, suivant la figure 677. La figure 677B donne la sollicitation dite de base, correspondant à la sollicitation extérieure du fond, c'est-à-dire à la pression du fluide, en admettant que le voile n'est pas sollicité à la flexion, mais seulement par des forces longitudinales. Cette sollicitation de base est isostatique. La figure 677C donne la sollicitation dite perturbatrice, comprenant une force radiale et un moment fléchissant au droit de la coupe, déterminés par les conditions aux limites exigeant que l'extension radiale et la déformation angulaire produites par l'effet de la charge totale du cône soient égales pour les tronçons supérieurs et inférieurs. La sollicitation est hyperstatique.

La figure 678 donne les notations relatives à l'inclinaison du cône, les coordonnées des points considérés ainsi que les forces intérieures intervenant dans les calculs qui suivent.

La sollicitation de base ne comporte que des forces tangentielles et des forces normales. Pour les forces tangentielles on utilise la formule bien connue

$$N_{\theta} = \frac{p \cdot r}{\cos \alpha} = \frac{\gamma}{\cos \alpha} \cdot h \cdot r. \quad (1)$$

Pour le calcul des forces normales il y a lieu de tenir compte du fait que la pression dans le récipient n'est pas constante mais augmente vers la base et que le bord extérieur des deux tronçons du cône ne subit pas de sollicitations (fig. 677B).





$$N_{\theta} = -\frac{2\lambda^2}{x^2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \left[ C_1 \left( x \cdot Z_1'(x) - 2Z_{1(x)} - \frac{4}{x} Z_2'(x) \right) \right. \\ \left. + C_2 \left( x \cdot Z_2'(x) - 2Z_{2(x)} + \frac{4}{x} Z_1'(x) \right) \right. \\ \left. + C_3 \left( x \cdot Z_3'(x) - 2Z_{3(x)} - \frac{4}{x} Z_4'(x) \right) \right. \\ \left. + C_4 \left( x \cdot Z_4'(x) - 2Z_{4(x)} + \frac{4}{x} Z_3'(x) \right) \right] \quad (8)$$

$$M_y = \frac{2}{x^2}$$

$$\left[ C_1 \left( -x \cdot Z_2'(x) + 2(1-v) \cdot Z_{2(x)} - \frac{4(1-v)}{x} Z_1'(x) \right) \right. \\ \left. + C_2 \left( x \cdot Z_1'(x) - 2(1-v) \cdot Z_{1(x)} - \frac{4(1-v)}{x} Z_2'(x) \right) \right. \\ \left. + C_3 \left( -x \cdot Z_4'(x) + 2(1-v) \cdot Z_{4(x)} - \frac{4(1-v)}{x} Z_3'(x) \right) \right. \\ \left. + C_4 \left( x \cdot Z_3'(x) - 2(1-v) \cdot Z_{3(x)} - \frac{4(1-v)}{x} Z_4'(x) \right) \right] \quad (9)$$

$$M_{\theta} = \frac{2}{x^2}$$

$$\left[ C_1 \left( -v \cdot x \cdot Z_2'(x) - 2(1-v) \cdot Z_{2(x)} + \frac{4(1-v)}{x} Z_1'(x) \right) \right. \\ \left. + C_2 \left( v \cdot x \cdot Z_1'(x) + 2(1-v) \cdot Z_{1(x)} + \frac{4(1-v)}{x} Z_2'(x) \right) \right. \\ \left. + C_3 \left( -v \cdot x \cdot Z_4'(x) - 2(1-v) \cdot Z_{4(x)} + \frac{4(1-v)}{x} Z_3'(x) \right) \right. \\ \left. + C_4 \left( v \cdot x \cdot Z_3'(x) + 2(1-v) \cdot Z_{3(x)} + \frac{4(1-v)}{x} Z_4'(x) \right) \right] \quad (10)$$

$$K \cdot \lambda^2 \cdot \gamma =$$

$$C_1 \left( -Z_2(x) + \frac{2}{x} Z_1'(x) \right) + C_2 \left( Z_1(x) + \frac{2}{x} Z_2'(x) \right) \\ + C_3 \left( -Z_4(x) + \frac{2}{x} Z_3'(x) \right) + C_4 \left( Z_3(x) + \frac{2}{x} Z_4'(x) \right) \quad (11)$$

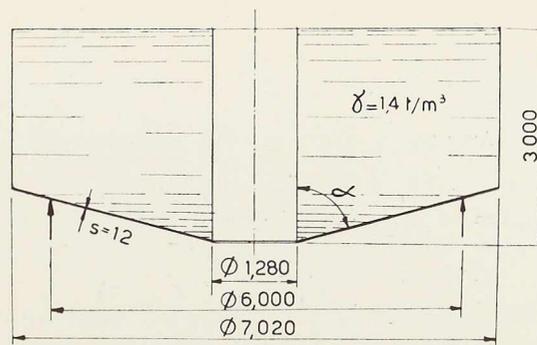


Fig. 676. Système de sollicitations de base.

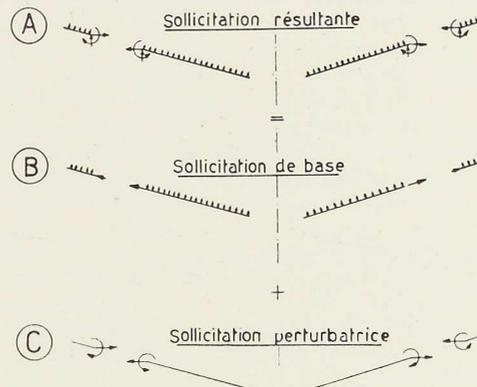


Fig. 677. Décomposition des sollicitations en deux groupes.

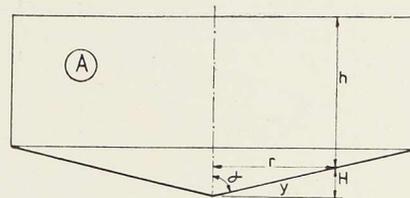


Fig. 678. Notations intervenant dans les calculs : A. Coordonnées. - B. Forces intérieures.

Avec :

$$\left. \begin{aligned} Z_{1(x)} &= \frac{1}{\sqrt{2} \pi x} \cdot e^{\frac{x}{\sqrt{2}}} \cdot \cos\left(\frac{x}{\sqrt{2}} - \frac{\pi}{8}\right) \\ Z_{2(x)} &= -\frac{1}{\sqrt{2} \pi x} \cdot e^{\frac{x}{\sqrt{2}}} \cdot \sin\left(\frac{x}{\sqrt{2}} - \frac{\pi}{8}\right) \\ Z_{3(x)} &= \sqrt{\frac{2}{\pi \cdot x}} \cdot e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}} \cdot \sin\left(\frac{x}{\sqrt{2}} + \frac{\pi}{8}\right) \\ Z_{4(x)} &= -\sqrt{\frac{2}{\pi \cdot x}} \cdot e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}} \cdot \cos\left(\frac{x}{\sqrt{2}} + \frac{\pi}{8}\right) \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$$Z'_{1(x)} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi x} \cdot e^{\frac{x}{\sqrt{2}}} \cdot \cos\left(\frac{x}{\sqrt{2}} + \frac{\pi}{8}\right)$$

$$Z'_{2(x)} = -\frac{1}{\sqrt{2} \pi x} \cdot e^{\frac{x}{\sqrt{2}}} \cdot \sin\left(\frac{x}{\sqrt{2}} + \frac{\pi}{8}\right)$$

$$Z'_{3(x)} = -\sqrt{\frac{2}{\pi \cdot x}} \cdot e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}} \cdot \sin\left(\frac{x}{\sqrt{2}} - \frac{\pi}{8}\right)$$

$$Z'_{4(x)} = \sqrt{\frac{2}{\pi \cdot x}} \cdot e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}} \cdot \cos\left(\frac{x}{\sqrt{2}} - \frac{\pi}{8}\right)$$

$$x = 2\lambda \cdot \sqrt{y}, \quad \lambda^4 = \frac{12(1-\nu^2)}{s^2} \cdot 4g^2 \alpha, \quad K = \frac{Es^3}{12(1-\nu^2)}$$

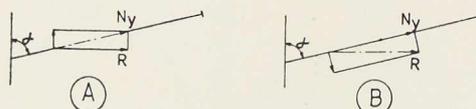


Fig. 679. Rapport entre les forces normale et radiale.

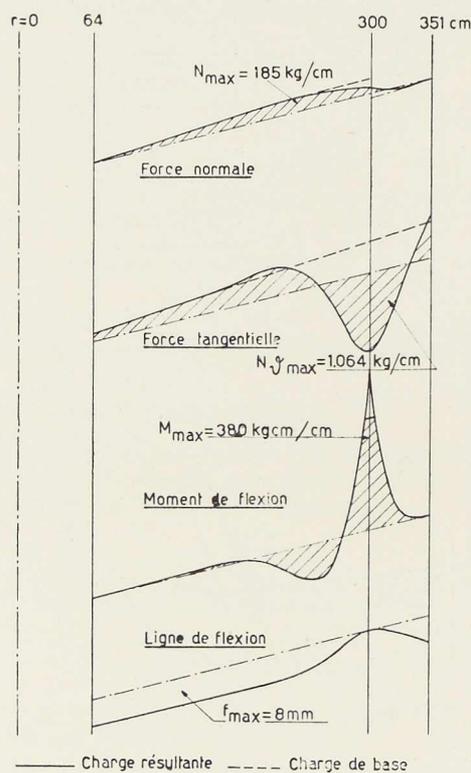


Fig. 680. Tracé des forces intérieures.

$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2 =$  Module d'élasticité ;

$\nu = \frac{1}{3}$  = Coefficient de contrainte transversale.

Suivant la figure 679b la force normale résultante de la force radiale s'écrit

$$R = \frac{N_y}{\sin \alpha} \quad (13)$$

L'extension radiale est exprimée par l'équation (6).

Les constantes d'intégration  $C$  diffèrent pour les deux tronçons du fond. Dans ce qui suit ces constantes seront désignées pour le tronçon intérieur par  $C_1, C_2, C_3, C_4$ , et pour le tronçon extérieur par  $C_5, C_6, C_7$  et  $C_8$ .

Les constantes  $C_1, C_2, C_5$  et  $C_6$  sont valables pour des charges au bord extérieur de la coquille

de cône considérée, car les fonctions  $e^{\frac{x}{\sqrt{2}}}$  diminuent lorsque la valeur de  $x$  décroît. Les constantes  $C_3, C_4, C_7$  et  $C_8$  sont valables pour les charges au bord intérieur de la coquille de cône

considérée, car les fonctions  $e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}}$  diminuent lorsque la valeur de  $x$  croît.

Pour la détermination des huit constantes d'intégration il faut huit équations. On les établit pour la charge résultante et on les écrit :

Pour le bord intérieur avec  $r = 64 \text{ cm}$

$$\left. \begin{aligned} M_y &= 0, \\ N_y &= 0; \end{aligned} \right\} \quad (14a)$$



Pour l'appui avec  $r = 300$  cm

$$\begin{aligned} M_{y_i} &= M_{y_e} & \chi_i &= \chi_e \quad (1) \\ R_i &= R_e, & \varepsilon_i &= \varepsilon_e; \end{aligned} \quad (14b)$$

Pour le bord extérieur avec  $r = 351$  cm

$$\begin{aligned} M_y &= 0, \\ N_y &= 0. \end{aligned} \quad (14c)$$

La partie intérieure du fond de cône est suffisamment longue pour que les sollicitations perturbatrices aux bords ne s'influencent pas réciproquement. Pour cette raison on peut les déterminer indépendamment les unes des autres.

De l'équation (14a), il résulte

$$\begin{aligned} C_3 &= 0, \\ C_4 &= 0. \end{aligned}$$

(1) L'indice  $i$  = intérieur,  $e$  = extérieur.

Des équations (14b) et (14c), il résulte

$$\begin{aligned} C_1 &= + 4,77 \cdot 10^{-5}, & C_5 &= + 0,17 \cdot 10^{-5}, \\ C_2 &= - 18,76 \cdot 10^{-5}, & C_6 &= - 0,72 \cdot 10^{-5}, \\ & & C_7 &= - 47,95 \cdot 10^{12}, \\ & & C_8 &= - 28,17 \cdot 10^{12}. \end{aligned}$$

La figure 680 donne un tracé des forces intérieures, sous l'effet de l'action de la sollicitation de base et de la sollicitation résultante. Le calcul a été fait en partant de l'hypothèse simplificatrice que la réaction d'appui se répartit suivant une ligne; il en résulte théoriquement une augmentation appréciable de la pointe du moment au droit de la ligne d'action de la force. En réalité, la réaction à l'appui est transmise par une bande de 20 cm de largeur; le diagramme des moments peut être corrigé en admettant que le moment fléchissant reste constant dans une zone de 10 cm de largeur au-dessus de l'appui.

En outre, la figure 680 donne la ligne élastique du fond du récipient. Elle a été calculée pour un secteur de 1 cm de largeur suivant le procédé de Mohr en partant du moment fléchissant  $M_y$ .

r	Tension normale kg/cm <sup>2</sup>				Tension tangentielle kg/cm <sup>2</sup>			
	$\frac{N_y}{s}$	$\frac{6 M_y}{s^2}$	$\sigma_{sup}$	$\sigma_{inf}$	$\frac{N_{\theta}}{s}$	$\frac{6 M_{\theta}}{s^2}$	$\sigma_{sup}$	$\sigma_{inf}$
64	0	0	0	0	+ 92	0	+ 92	+ 92
100	+ 42	- 1	+ 41	+ 43	+ 140	- 0	+ 140	+ 140
140	+ 77	+ 5	+ 82	+ 72	+ 185	+ 1	+ 186	+ 184
180	+ 108	+ 30	+ 138	+ 78	+ 254	- 18	+ 236	+ 272
220	+ 144	- 175	- 31	+ 319	+ 338	- 62	+ 276	+ 400
260	+ 154	- 527	- 373	+ 681	- 62	- 230	- 292	- 168
270	+ 142	- 344	- 202	+ 486	- 307	- 182	- 489	- 125
280	+ 121	+ 120	+ 241	+ 1	- 572	- 28	- 600	- 544
290	+ 93	+ 960	+ 1 053	- 867	- 798	+ 272	- 526	- 1 070
295	+ 79	+ 1 543	+ 1 622	+ 1 464	- 866	+ 486	- 380	- 1 352
300	+ 62	(+ 2 240)	(+ 2 302)	(- 2 178)	- 882	+ 746	- 136	- 1 628
300	+ 49	(+ 2 240)	(+ 2 289)	(- 2 191)	- 887	+ 747	- 140	- 1 634
305	+ 32	+ 1 587	+ 1 619	- 1 555	- 833	+ 557	- 276	- 1 390
310	+ 19	+ 1 076	+ 1 095	- 1 057	- 732	+ 405	- 327	- 1 137
320	- 1	+ 410	+ 409	- 411	- 457	+ 200	- 257	- 657
330	- 10	+ 100	+ 90	- 110	- 150	+ 100	- 50	- 250
340	- 9	+ 5	- 4	- 14	+ 146	+ 66	+ 212	+ 80
351	0	0	0	0	+ 452	+ 62	+ 514	+ 390

Les valeurs entre parenthèses ont été calculées dans l'hypothèse que la réaction à l'appui s'applique sur une ligne. En réalité, la réaction à l'appui s'applique non sur une ligne, mais sur une bande, ayant une largeur de 10 centimètres. Pour cette raison, ces valeurs n'ont aucune signification pratique.

TABLEAU I Tension de la construction



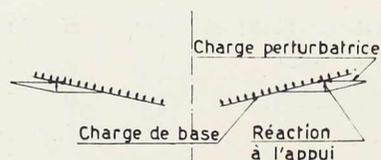


Fig. 681. Décomposition de la réaction d'appui.

La figure 681 présente la décomposition de la réaction d'appui suivant une composante en direction de la génératrice du cône, conformément à la sollicitation de base et une composante radiale conformément à la charge perturbatrice.

La largeur de la bande sollicitée à la compression augmente avec la rigidité à la flexion de la coquille et les tensions tangentielles diminuent

dans le même rapport. Les moments fléchissants sur les appuis ne présentent pas un inconvénient superflu comme c'est le cas, par exemple, pour les tabliers en tôle plate des ponts, mais ils sont nécessaires pour supporter la construction.

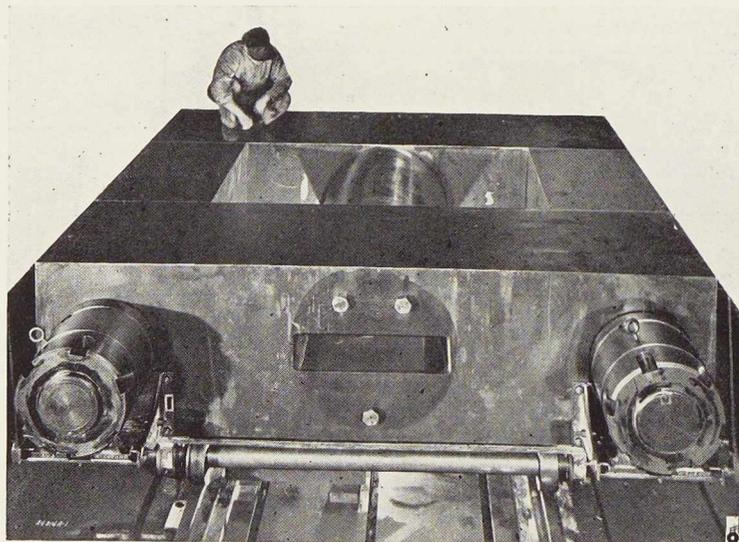
Pour le calcul des tensions provenant des forces intérieures on écrit :

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{\theta} &= \frac{N_{\theta}}{s} \pm \frac{6 M_{\theta}}{s^2} \\ \sigma_{\gamma} &= \frac{N_{\gamma}}{s} \pm \frac{6 M_{\gamma}}{s^2} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Les tensions sont groupées dans le tableau I, dont il ressort que la construction est conçue d'une façon rationnelle.

M. E.

## L'acier et ses applications



Dans le but de pousser l'étude des rayons cosmiques, le Laboratoire National de Brookhaven, à Upton (Long Island), vient de commander une chambre de Wilson 3 000 fois plus effective que celles actuellement en service. La figure 682 ci-dessus montre le noyau magnétique de celle-ci d'un poids de 70 tonnes.

Document Bethlehem Steel Company.



# CHRONIQUE

## Le marché de l'acier pendant le mois d'août 1949.

		Production acier lingot en tonnes		
		Belgique	Luxembourg	Total
<b>Août</b>	<b>1949</b>	<b>263 477</b>	<b>164 772</b>	<b>428 249</b>
<b>Juillet</b>	<b>1949</b>	<b>276 615</b>	<b>187 983</b>	<b>464 598</b>
<b>Janv.-Août</b>	<b>1949</b>	<b>2 663 896</b>	<b>1 671 017</b>	<b>4 334 913</b>
<b>Jan.-Août</b>	<b>1948</b>	<b>2 418 970</b>	<b>1 539 608</b>	<b>3 958 578</b>

Ainsi qu'il fallait s'y attendre, la production du mois d'août marque une nouvelle régression. Elle n'atteint, pour l'ensemble de l'Union Economique, que 428 249 tonnes, contre 561 643

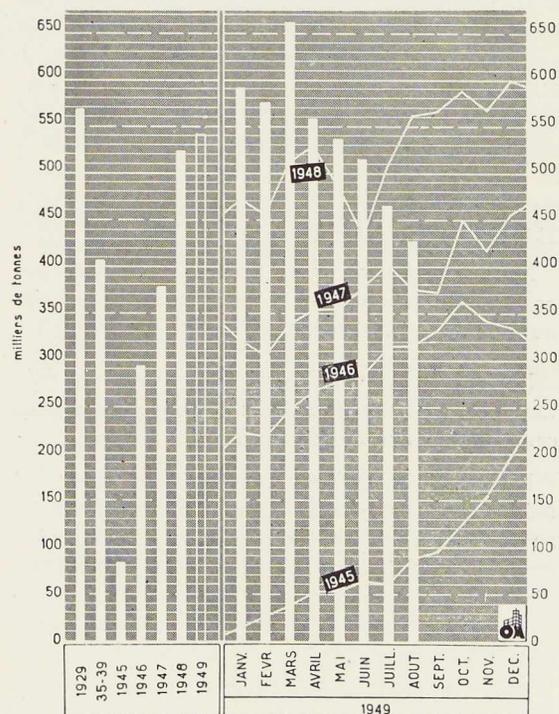


Fig. 683. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

pour le même mois de l'année 1948. Il faudrait une reprise sérieuse pour qu'en fin d'année, le tonnage global atteigne le niveau de la production de 1948, laquelle a été de 6 283 767 tonnes.

Les perspectives à ce sujet sont plutôt sombres.

On signale bien des indices de reprise aux Etats-Unis, mais il n'en reste pas moins que les difficultés monétaires continuent à peser sur les transactions. Malgré les besoins existants d'un côté et malgré l'abondance de produits de l'autre côté, clients et vendeurs ne parviennent souvent pas à un accord pratique.

On signale qu'à la suite du démantèlement des usines H. Goering, la Belgique recevra trois laminoirs destinés aux usines suivantes : les Usines métallurgiques du Hainaut, Thy-le-Château, les Usines Boël.

### Marché intérieur

Bien que la période des vacances soit révolue, les affaires restent calmes. Il semble que les prix seront finalement ajustés à un taux supérieur d'environ 15 % aux cotations actuelles. La perspective de cet ajustement a bien donné lieu à quelques commandes, mais l'élan d'une vraie reprise manque toujours.

En fabrication métallique, l'absence de nouvelles commandes est de règle dans la plupart des départements.

Les expéditions de juillet sont en recul sérieux par rapport aux tonnages antérieurs.

	Juillet	Juin
Expéditions totales (en tonnes)	125 705	152 789
Produits de la tôle	14 563	20 129
Accessoires des bâtiments	6 795	8 096
Matériel de chemin de fer et tramways	23 022	29 893
Ponts et charpentes	8 688	13 433

La mission Fabrimétal au Congo est rentrée en Belgique et on attend la publication de son rapport. Il est à espérer que la Colonie, dans le vaste cadre de son équipement industriel, placera dorénavant en Belgique des commandes qui jusque-là allaient à l'étranger.

### Marché extérieur

De nouveaux pourparlers internationaux, à New-York cette fois, retiennent l'attention des milieux d'affaires, tandis que de nombreux accords restent en suspens. Une convention a toutefois été conclue avec la trizone allemande, convention qui prévoit des pourcentages belges de 680 millions de francs de produits de la fabrication métallique.

On attend la reprise des pourparlers avec divers pays : Turquie, Grèce, U. R. S. S., etc.

Nous avons fait allusion, le mois dernier, à la possibilité d'une politique commune des producteurs belges et luxembourgeois, en face des difficultés du moment. Relevons, dans cet ordre d'idées, l'opposition farouche des sidérurgistes américains à toute velléité d'entente à l'exportation.

Du côté des fabrications métalliques, le mois a apporté un point clair dans un tableau sombre, la commande reçue par le Chantier naval de Hoboken d'un paquebot de 21.000 tonnes pour la ligne Lisbonne-Rio de Janeiro.

### Travaux à l'Institut Belge de Normalisation

L'Institut Belge de Normalisation a mis à l'enquête publique les projets de normes suivants :

*Complément à la norme NBN 117* : Méthodes d'essai de produits sidérurgiques d'usage courant pour charpentes et constructions soudées à l'arc électrique. Cette norme comprend trois essais : pliage d'un joint soudé, pliage après trempe à l'eau et essai de vieillissement. Ces trois essais complémentaires concernant la soudabilité des aciers ont été mis au point par la Commission Mixte des Aciers et ont déjà fait partie de la

publication éditée par le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier : Essais spéciaux pour aciers soudables.

*Norme NBN 151* : Traitements thermiques et traitements chimiques des aciers (clôture de l'enquête le 15 novembre 1949).

*Complément aux normes NBN 152 à 154* : Norme de qualité complémentaire des aciers d'usage courant pour charpentes et constructions soudées à l'arc électrique. Ces normes ont été établies par la Commission Mixte des Aciers et ont déjà fait l'objet d'une publication éditée par le C. B. L. I. A. : Normes de qualité pour aciers soudables.

*Norme NBN 205* : Tôles en acier au carbone pour chaudières et appareils soumis à pression (clôture de l'enquête : 15 novembre 1949). Rappelons que les aciers définis dans cette norme sont désignés par la lettre D.

D'autre part, l'Institut Belge de Normalisation vient d'éditer la Norme NBN 203, concernant les métaux d'apport pour la soudure des constructions métalliques. Rappelons que cette norme fait partie d'un Code de bonne pratique relatif aux constructions soudées en acier et comportant cinq chapitres : Terminologie, définitions et symboles (NBN 60) — Appareillage et matières premières (NBN 176, 211, 157, 213) — Métaux de base et d'apport (NBN 147, 152, 153, 154, 203, ...) — Recommandations générales (NBN 204, 207, 212, ...) — Méthodes d'essai (NBN 62, ...).

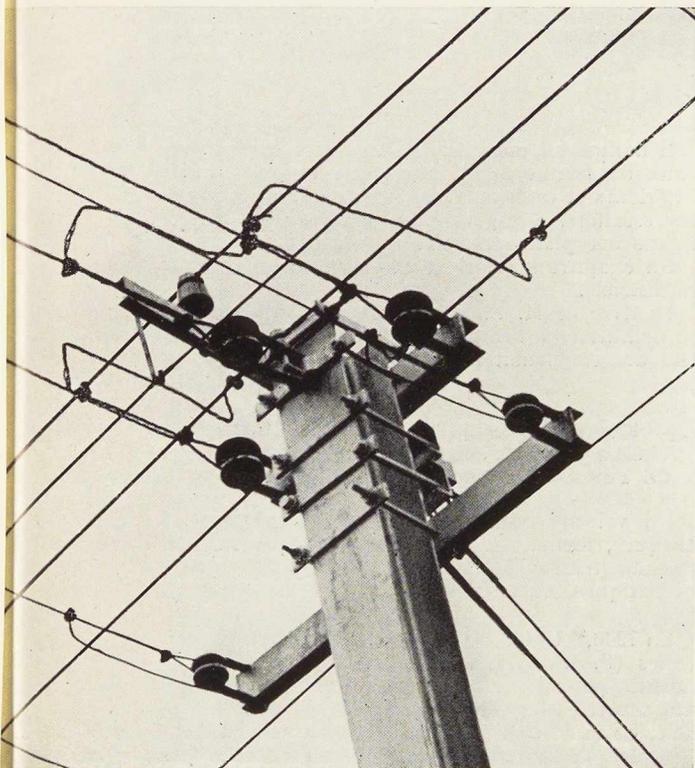
Nous donnerons un article reprenant les grandes lignes de cette norme dans le prochain numéro de notre revue.

Il vient également de publier la première édition de la norme NBN 159 : Règlement pour la construction des engins de levage.

Le but de ce règlement est de rationaliser les méthodes de construction des engins de levage, en vue d'écartier, dans la mesure du possible, les procédés empiriques. Ce règlement est applicable, d'une façon générale, aux engins servant au levage de charges, à l'exclusion des ascenseurs et monte-charges.

Nous donnerons un article reprenant les grandes lignes de cette norme, et dû à la plume de M. le professeur Baes, dans un des prochains numéros de notre revue.





**Fig. 684.** Vue des pylônes construits pour la Ville de Bulawayo en poutrelles à larges ailes.

### **Pylônes pour le transport de l'énergie électrique à Bulawayo (Rhodésie du Sud)**

Le Service d'Electricité de la ville de Bulawayo (Rhodésie du Sud) procède actuellement à l'extension de son réseau électrique comportant notamment la construction d'une ligne de transport de l'énergie.

Les pylônes de cette ligne ont été exécutés en poutrelles à larges ailes. A cet effet, la Société R. A. Skelton & C<sup>o</sup> Ltd. de Londres, concessionnaire de la Société Hadir en Grande-Bretagne, a expédié à ses agents en Rhodésie du Sud (Baldwins Ltd) un lot de 288 poutrelles DIH 20 et de 576 poutrelles DIE 14. Le choix de la ville de Bulawayo a été principalement conditionné par le souci de satisfaire à l'esthétique et à la sécurité et d'assurer une construction et un entretien économiques.

### **Il y a dix ans**

Il y a dix ans, *L'Ossature Métallique* publiait, dans son numéro 10-1939, un article sur la distribution industrielle de vapeur à Verviers, réalisée par la Société Intercommunale Belge d'Electricité.

La Centrale, uniquement destinée à l'alimentation de la distribution de vapeur a été construite sur un emplacement situé au Sud du Chemin de Fer de Verviers à Aix-la-Chapelle. L'usine est raccordée au chemin de fer. La longueur totale des conduites maîtresses est de 10 800 mètres, dont 4 800 mètres d'un diamètre de 250 mm, formant une boucle à l'Est de la Centrale et 6 000 mètres presque en totalité en 300 mm à l'Ouest.

L'assemblage adopté d'une façon générale pour le réseau des canalisations était la soudure bout-à-bout.

### **La revue « Costruzioni Metalliche »**

L'Associazione fra i Costruttori in Acciaio Italiani (A. C. A. I.), à Milan, a commencé, en janvier 1949, la publication d'une revue illustrée bimestrielle *Costruzioni Metalliche*, consacrée aux applications de l'acier. (Abonnement annuel : 3 000 lire.)

Au sommaire des premiers numéros de cette intéressante revue nous relevons les articles suivants: L'architecture à ossature métallique — La construction métallique aux Etats-Unis — L'aqueduc Filettolo-Livourne — Classicisme et romantisme des constructions en acier — Les pavillons métalliques de la Foire de Milan — Calcul des arcs dissymétriques à trois articulations, etc.



# Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

## Les laitiers métallurgiques et leurs réactions

par E. EYT

Un ouvrage de 94 pages, format 16 × 24 cm, illustré de 8 figures. Edité par Dunod, Paris, 1949. Prix : 960 francs français.

Préfacé par M. P. Chevenard, Membre de l'Institut de France, l'ouvrage du Docteur Ingénieur Eyt est publié sous les auspices de l'Institut de Recherches de la Sidérurgie et du Centre de Documentation Sidérurgique (C. D. S.).

On y trouvera la description de méthodes nouvelles et originales qui ont permis à l'auteur de résoudre le problème de la constitution chimique des laitiers et le problème des réactions entre le métal et le laitier.

Cet ouvrage jette des aperçus nouveaux sur la chimie des hautes températures sur la théorie de l'aciérie, sur les laitiers, les ciments et les verres.

La première partie traite des généralités tandis que la deuxième et la troisième partie traitent de la constitution des laitiers acides et basiques. Enfin, une quatrième partie est consacrée à la désoxydation de l'acier.

Le livre de M. Eyt est complété par des références bibliographiques.

## Semi-fireproof construction (Constructions partiellement à l'épreuve du feu)

par HOWARD R. STALEY

Un volume relié de 327 pages, format 15,5 × 23,5 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par D. Van Nostrand Company Inc., New York, 1948. Prix : 6 dollars.

Dans le numéro 6-1949 de *L'Ossature Métallique*, nous avons donné le compte rendu d'un ouvrage du professeur Voss, *Fireproof construction*, dans lequel l'auteur avait réuni une importante documentation sur les caractéristiques des bâtiments à l'épreuve du feu. Mais, à côté des bâtiments qui doivent avoir une grande sécurité contre l'incendie, il en existe d'autres pour lesquels les risques d'incendie et par conséquent les précautions à prendre sont moindres. L'ouvrage du professeur Staley est consacré à ce genre de constructions, connu aux Etats-Unis sous le nom de « Semi-fireproof construction », définis par l'American Iron and Steel Institute comme types III, IV et V.

(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).

Il donne des indications très utiles sur les travaux de terrassement, les fondations, les murs extérieurs et intérieurs, les planchers, les toitures, les escaliers, les portes et fenêtres, les revêtements des planchers, etc.

Un chapitre spécial est consacré aux bâtiments industriels.

Le livre de M. Staley apporte une intéressante contribution à l'important problème de la sécurité des constructions contre l'incendie.

## VSB technische Tabellen (Tableaux techniques établis par l'Union des Constructeurs suisses de Ponts et Charpentes métalliques)

Un volume relié comprenant 120 tableaux et abaque, format 22 × 30 cm. Edité par l'Union des Constructeurs suisses de Ponts et Charpentes métalliques, Zurich 1948.

En 1946, l'Union Suisse des Ingénieurs et Architectes (S. I. A.) a mis au point des projets de normes pour le calcul, l'exécution et l'entretien des constructions en acier, béton, béton armé et bois. Cette édition entraîna le remaniement complet des tableaux statiques, travail effectué par la Commission Technique de l'Union des Constructeurs suisses de Ponts et Charpentes métalliques. C'est sous la forme d'un volume important que ces tableaux, basés sur les nouvelles normes suisses, ont été édités; cet ouvrage comporte cinq chapitres : le flambage centrique et excentrique de profils simples et composés, la flexion pure, les moyens d'assemblages, des tableaux d'usage courant.

Autant que possible, ces tableaux se présentent sous la forme de graphiques, ce qui permet une interprétation plus facile et supprime l'interpolation toujours fastidieuse.

Les « Tableaux techniques » rendront de grands services à tous ceux qui s'intéressent aux constructions métalliques.

## VSB statische Tabellen (Tableaux statiques établis par l'Union des Constructeurs suisses de Ponts et Charpentes métalliques)

Un formulaire relié comprenant 27 tableaux et abaque, format de 12 à 16 cm. Edité par l'Union des Constructeurs suisses de Ponts et Charpentes métalliques.

Ce petit volume comprend, sous un format de poche, les tableaux les plus utiles, extraits du volume complet ci-avant et sur lequel il présente le seul avantage de sa maniabilité.



### Contribution à l'étude du voilement des tôles raidies

par Ch. DUBAS

Un ouvrage de 152 pages, format 15 × 22 cm, illustré de 85 figures. Edité par Leemann Frères, Zurich, 1948. Prix : 14,50 francs suisses.

Cet ouvrage fait partie des publications de l'Institut de Statique appliquée de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich.

Il traite du voilement des tôles raidies, problème d'une grande importance pratique pour les poutres à âme pleine. Economiquement parlant, la hauteur d'une poutre pleine doit être aussi grande que possible, pour diminuer la section des membrures. Quant à l'âme, elle doit être formée d'une tôle très mince, capable de résister au cisaillement et munie de raidisseurs, pour l'empêcher de se voiler. Il est donc nécessaire que le praticien dispose de données suffisantes lui permettant de choisir la tôle la plus mince et les raidisseurs les plus légers.

En publiant son ouvrage, l'auteur a poursuivi un double but :

1. Mettre au point une méthode de calcul des tôles au voilement facilement accessible au praticien;
2. Donner toutes les indications nécessaires pour raidir de façon rationnelle l'âme des poutres de grande hauteur.

Parmi les chapitres de l'intéressant ouvrage du Dr Dubas, citons notamment les suivants : Efforts critiques au voilement des tôles raidies, calcul par la méthode d'Engesser-Vianelle — Manière rationnelle de raidir les tôles — Résultats pratiques applicables à la construction des poutres pleines de grande hauteur — Contrôle par la méthode énergétique, etc.

### Iron and Steel (Fer et acier)

Une brochure de 42 pages, format 14 × 22 cm. Edité par Falcon Press Ltd., Londres, 1948. Prix : 2 s. 6 d.

La brochure *Iron and Steel*, écrite par un auteur anonyme s'abritant sous le pseudonyme de « A User » (un Utilisateur) est un ouvrage de vulgarisation sur l'évolution de l'industrie sidérurgique en Grande-Bretagne à travers les âges. Ecrite dans un langage simple et clair, la brochure met en relief le rôle éminent que joue l'acier dans la vie moderne.

### Manuel Küderli (Tome 1 - Tables)

Un volume relié de 463 pages, format 15 × 21,5 cm, illustré de nombreuses figures.

Edité par la Société Küderli & Co ci-devant Baer & Co, Zurich et Bâle, 1949. Prix : 21 francs suisses.

La première édition du Manuel Küderli a été analysée dans *L'Ossature Métallique*, n° 9-1939. La nouvelle édition, revue et augmentée de ce Manuel dont tous les textes sont en français et en allemand, comporte seize chapitres : Signes et abréviations — Mathématiques — Mesures — Tolérances ISA — Surfaces et volumes — Mécanique — Statique et résistance des matériaux — Electricité — Dessin — Usinage — Eléments de machines — Autos et chemins de fer — Constantes numériques des matériaux — L'essai des matériaux — Acier, fer et métaux non ferreux — Produits des laminoirs.

Le Manuel Küderli, d'une présentation très soignée, par la qualité de sa documentation, constituera un outil de travail particulièrement apprécié des constructeurs.

Un deuxième volume du Manuel Küderli paraîtra prochainement; il sera consacré aux produits de laminoirs.

**Tabellen für die Ermittlung der Widerstandsmomente und des Gewichts geschweisster Blechträger von 900 bis 3 000 mm Stegblechhöhe mit verschiedenen Stegblechdicken und Gurtplattenbreiten** (Tableaux pour la détermination des poids et des moments résistants de poutrelles soudées de 900 à 3 000 mm de hauteur, à épaisseurs d'âme et de semelles variables)

par E. WEISS

Un ouvrage de 55 pages, format 15 × 21 cm. Edité par W. Ernst de Sohn, Berlin, 1949. Prix : 4,20 D. M.

La plupart des tableaux donnent les moments résistants pour des poutres composées par rivure; la soudure prend toutefois une influence de plus en plus grande et pour faciliter le travail du calculateur en poutrelles assemblées par soudure, l'auteur a établi des tableaux s'appliquant à ce cas. Ceux-ci donnent pour les âmes d'une hauteur s'échelonnant entre 900 et 3 000 mm et d'une épaisseur courante (10 à 16, puis 10 à 20 mm) le poids et le moment résistant  $W_0$  auquel il faut ajouter respectivement les valeurs correspondant aux semelles indiquées pour une largeur donnée.

Rappelons d'ailleurs à cette occasion l'ouvrage de M. Houbrechts qui donne des tableaux pour la détermination des moments d'inertie des poutres à âme pleine rivées et soudées de 300 à 2 000 mm de hauteur d'âme édité en 1943 par le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'acier.



# Bibliographie

## Résumé d'articles relatifs aux applications de l'acier <sup>(1)</sup>

### 20.0. — Procédé moderne de lançage de grands ponts métalliques

MM. MAUDUIT, DELCAMP & CURIE, *La Technique moderne — Construction*, n° 8-1949, pp. 244 à 250, 21 fig.

La réparation ou la réfection de très nombreux ponts métalliques partiellement endommagés ou totalement détruits au cours des hostilités, ont posé aux entreprises de délicats problèmes que l'on a dû résoudre rapidement; ceci n'a pas été sans entraîner une modification de la technique, en particulier de celle du lançage.

L'école allemande s'est orientée vers le montage en porte-à-faux dont il existe d'ailleurs des réalisations remarquables, mais qui exige un montage et un assemblage onéreux au-dessus du vide.

L'école française s'est portée vers la solution du montage sur plate-forme et du lançage sur galets mais, à l'origine, les possibilités de charge portante des galets étaient très limitées, la faible puissance de traction conduisait à un avancement très lent. Avant guerre, une première amélioration intéressante a été réalisée par l'entreprise Daydé, pour la construction des ponts de Caronte et de Moissac.

La technique a fait de grands progrès depuis et une méthode moderne de lançage a été mise au point par la Compagnie Fives-Lille. Cette méthode a été appliquée dans la reconstruction des ponts du Manoir, de Collonges, de Roppenheim sur le Rhin et du Pont-Royal sur l'Isère.

Les principes de cette méthode sont les suivants :

- 1° Recherche d'un point fixe solide sur lequel prend appui le dispositif de traction; l'effort maximum de traction (au démarrage) dépasse 5 % de la charge à déplacer;
- 2° Traction par treuils électriques puissants démultipliés, reliés à des points fixes par mouflages, permettant une vitesse de lançage de 25 m/heure, supérieure à celles réalisées précédemment;
- 3° Egalisation des tractions par palonnier intermédiaire ou autre dispositif similaire;
- 4° Appareils de lançage à seize galets, très robustes de construction soudée, avec galets en acier moulé ayant une charge portante admissible de 40 t par galet;
- 5° Lançage en plusieurs phases suivant longueur de plate-forme disponible.

### 54.0. — A propos de la protection contre la corrosion des conduites forcées

R. BOUCHAYER, *La Houille blanche*, mai-juin 1949, pp. 248-260, 10 fig.

La corrosion se produit d'une manière très localisée dans les parties de moindre épaisseur et de préférence dans les tronçons restés longtemps sous eau. Les premiers produits de protection employés furent les brais et les bitumes : ces derniers ont l'avantage de se craqueler si le métal sous-jacent vient à se corroder, tandis que le brai masque cette corrosion insidieuse. Les peintures modernes à base d'huile seccative donnent par oxydation un film protecteur souple, adhérent et insoluble : on parle pour l'avenir de protection au nylon, aux plastiques, aux silicones, au caoutchouc chloré.

La corrosion humide la plus fréquente en matière de conduites forcées est un phénomène électrolytique qui obéit aux lois de Faraday : il se forme des « couples de surface » entre certaines parties de la surface métallique qui prennent une polarité positive ou négative suivant leur composition physico-chimique, leur état physique, leur « aération », etc., et l'oxygène résultant de l'ionisation de l'eau va à l'anode qui s'oxyde et se corrode. Les inhibiteurs employés empêchent les ions de se former ou l'oxygène d'arriver aux anodes locales.

La corrosion extérieure due au sol dépend en premier lieu du Ph de ce sol et en second lieu des bactéries que peut libérer l'oxygène naissant.

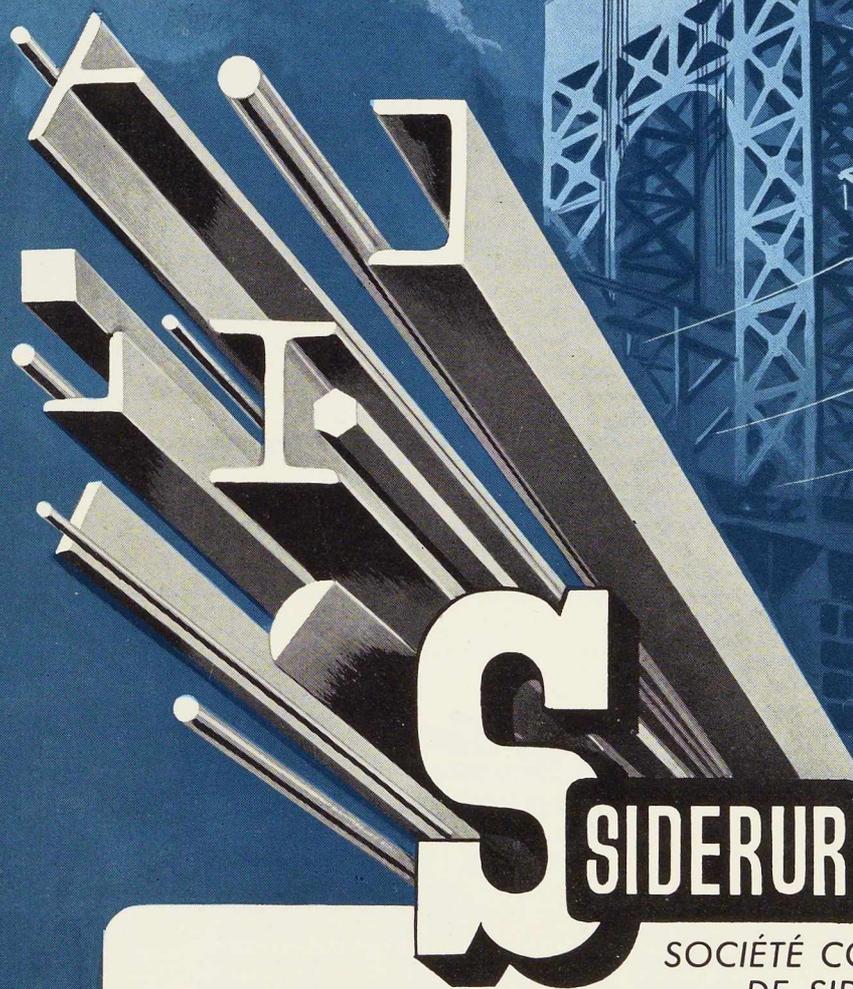
On réalise la protection par bétonnage, par émaillage à chaud ou anodes réactives.

Enfin, pour les parties aériennes de la conduite, donc non en contact avec le sol, on peut recourir aux diverses méthodes pour combattre la corrosion atmosphérique : peinture, galvanisation, métallisation, parkérisation, sans oublier le rôle que peut jouer l'état de surface du métal.

(1) La liste des périodiques reçus par notre Association a été publiée dans le n° 10-1948 de *L'Ossature Métallique*. Ces périodiques peuvent être consultés en la salle de lecture du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, 154, avenue Louise à Bruxelles, ouverte de 9 à 17 heures tous les jours ouvrables (les samedis de 9 à 12 heures).

Les numéros d'indexation indiqués correspondent au système de classification dont le tableau a été publié dans le même numéro de *L'Ossature Métallique*, p. 442.





**SIDERUR**

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

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

**ORGANISME DE VENTE DE**

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

**TOUTE LA GAMME DES PRODUITS SIDÉRURGIQUES**



Office Technique de Publicité

Four continu à potenter avec bain de plomb. Puissance 160 KW.

Four à puits pour recuit blancs sous atmosphère de gaz conditionnée. Puissance 16 KW.

Four à sole mobile pour recuit d'acier moule. Puissance 240 KW (sole chauffée).

Four à rayonnement de 500 kg. Puissance 250 KVA.

Four continu à sole tournante. Puissance 780 KW. Chaul. à 1.000° de 3 t. d'acier à l'heure.

Four à cloche 250 KW pour recuit de tôles magnétiques (en cours de mise en place sur le moule).

*Toute la gamme des fours électriques industriels...*  
 POUR FUSION, CHAUFFAGE, TOUS TRAITEMENTS THERMIQUES, GALVANISATION, ETAMAGE, CÉRAMIQUE ET VERRERIE

**FOURS ÉLECTRIQUES "CYCLOP"**  
 BILLANCOURT  
 A INDUCTION, A RÉISTANCES, A ARCS,  
 A RAYONNEMENT A BAGUETTE DE GRAPHITE

SGAET cyclop  
 BILLANCOURT

★ S. G. LE D'APPLICATIONS ÉLECTRO-THERMIQUES ★

24, RUE DE MEUDON, BOULOGNE-BILLANCOURT. MOL: 65-60, 61 & 62  
 REPRÉSENTANT EN BELGIQUE : LA TECHNIQUE INDUSTRIELLE, 55, AV. EVERARD, BRUXELLES - TÉL. : 44-83-50

*Grande révolution dans les Emaux au Four!*

VETTEWINKEL ramène à 10/15 minutes la durée de cuisson des EMAUX AU FOUR

Cette réduction extraordinaire de la durée de cuisson est un des principaux avantages des Emaux au Four Vettewinkel, qui, de ce fait, procurent une économie de temps appréciable. Les autres avantages sont:

1. grande dureté et adhérence sur tous métaux.
2. élasticité exceptionnelle.
3. application sans couche de fond.
4. choix considérable de types et teintes, au gré du client.

**Verf Van Vettewinkel**

CHINOL S.A. 9 RUE AUX LAINES, BRUXELLES.

c.2



BUNGALOW MÉTALLIQUE

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

Anciens Établissements Th. FINET

**JAMBES**

---

PONTS  
CHARPENTES  
GROSSES TUYAUTERIES  
OSSATURES DE BATIMENTS  
MAISONS MÉTALLIQUES



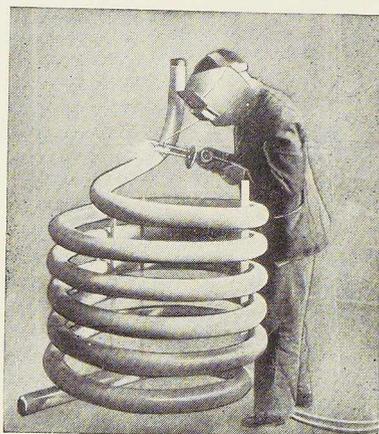
TÉLÉGRAPHIEZ OUTRE-MER

## "VIA BELRADIO"

LA VOIE NATIONALE BELGE RAPIDE  
ET SURE VERS TOUS LES CONTINENTS

RENSEIGNEMENTS ET DÉPÔT DES MESSAGES  
DANS TOUT BUREAU TÉLÉGRAPHIQUE  
BELGE

TÉLÉPHONES	}	ANVERS	399.50
		BRUXELLES	12.30.00
		LIÈGE	609.10



## MATÉRIEL DE SOUDURE POUR TOUTES APPLICATIONS

POSTES DE SOUDURE A L'HYDROGENE ATOMIQUE  
POSTES DE SOUDURE STATIQUES A TRANSFORMATEUR  
GROUPES DE SOUDURE A COURANT CONTINU  
BOBINES DE REACTANCE POUR  
CENTRALES DE SOUDURE, ETC.

# SEM

DÉPARTEMENT ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE  
42, DOCK - TÉLÉPHONE 576.01 - GAND

BRUXELLES  
Tél. 37.30.50

ANVERS  
Tél. 728.53

LIÈGE  
Tél. 162.05

CHARLEROI  
Tél. 181.49

MONS  
Tél. 326.44

LUXEMBOURG  
Tél. 38.64

<sup>18</sup> \$  
**PRÉVOYEZ-LES**  
*partout...*



**PORTES MÉTALLIQUES**  
**VANDERPLANCK**

S. A. ATELIERS VANDERPLANCK • FAYT-LEZ-MANAGE • TÉL. MANAGE 124

STUDIO SIMAR STEVENS



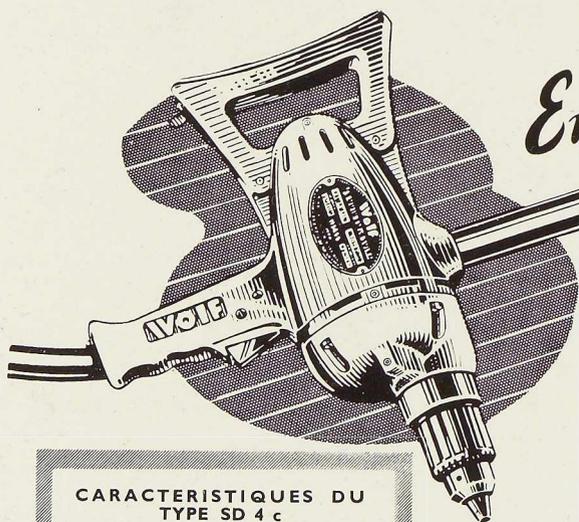
## Editions du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier :

Catalogue des Profils laminés par les usines belges et luxembourgeoises . . . . .	Fr. 100,—
Abaques et Tableaux pour le calcul rapide des constructions métalliques, par H. M. SCHNADT	épuisé
Tableaux pour le calcul rapide des poutres à âme pleine, par O. HOUBRECHTS . . . . .	Fr. 150,—
Abaque général de flambage, par H. M. SCHNADT . . . . .	Fr. 40,—
Album de Macrographies pour la réception des tôles et larges plats en acier calmé, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Fr. 40,—
Essais spéciaux pour les aciers soudables, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Fr. 50,—
Essai de Flexion, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Fr. 10,—
Normes de qualité pour les aciers soudables, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Epuisé
Catalogue des Aciers pour constructions mécaniques, par la Commission Mixte des Aciers . . . . .	Fr. 60,—
Calcul et exécution des constructions en poutrelles enrobées, par V. FORESTIER . . . . .	Fr. 90,—

### EN PRÉPARATION :

Calcul des fermes métalliques, par V. BATAILLE . . . . .

Compte Chèques Postaux du C. B. L. I. A. : n° 340.17.



*Entièrement  
nouveau* } rendement  
fabrication  
conception

*Imbattable* pour la qualité et le prix —  
Seules les usines WOLF sont capables  
de construire une machine aussi bonne  
à si bon marché—

Perceuse électrique pouvant accomplir les travaux les plus durs. Les usines WOLF ont doté cette machine de tous les avantages qui caractérisent leurs produits : grand rendement, fonctionnement parfait, sécurité absolue et prix raisonnable. Cette perceuse WOLF de 12,7 mm. réalise un nouveau standard pour ce genre d'outils (voir cidessous le détail de ses principales caractéristiques). Elle réduit les frais d'outillage, travail le plus vite, fait du meilleur travail, cause moins de fatigue. Comprenez votre propre intérêt et passez une commande dès aujourd'hui à votre fournisseur habituel.

#### CARACTERISTIQUES DU TYPE SD 4 c

Induit dynamiquement équilibré.  
Isolement éprouvé à 1.500 volts.  
Carters on alliage d'aluminium coulé, haute résistance.

Engrenages au nickel-chrome-molybdène, traités sous courant haute fréquence.  
Cousinets à alignement automatique.  
Roulement supportant les poussées axiales et radiales.

Outil parfaitement équilibré.  
Poignée scientifiquement étudiée.  
Poignée tubulaire amovible permettant le travail dans les endroits d'accès difficile.

Agents généraux pour la Belgique et le Grand-Duché de Luxembourg. (Vente en gros et Dépannage)

**J. & R. LENAERS**  
5 Avenue Ernest Renan, Bruxelles

**Wolf**  
OUTILS ELECTRIQUES

En vente dans les principaux magasins d'outillage.

FABRIQUÉ PAR LA SOC. ANON. WOLF ELECTRIC TOOLS LTD. LONDRES

# INDUSTRIELS

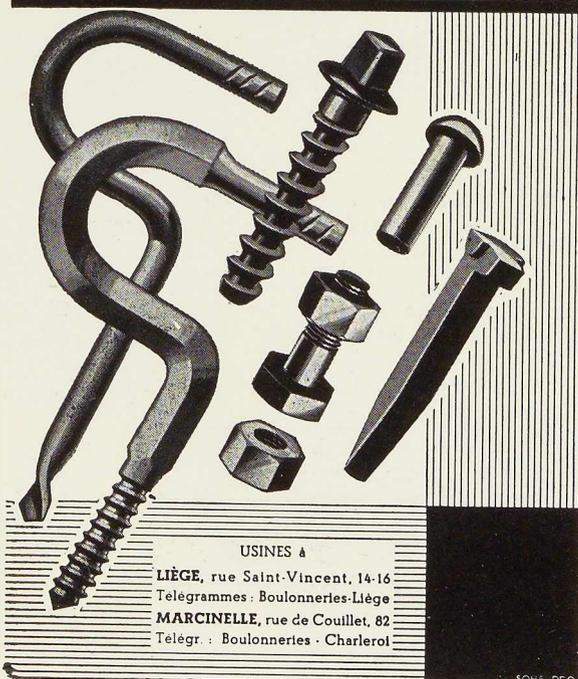
La concurrence s'annonce âpre.  
Abaissez vos prix de revient!



Spécialisé en  
ÉLECTRICITÉ  
MÉCANIQUE  
THERMO - DYNAMIQUE  
GÉNIE CIVIL  
se charge d'étudier  
l'ORGANISATION  
l'AMÉLIORATION  
la TRANSFORMATION  
l'AGRANDISSEMENT  
de vos usines

Bureau d'Etudes Industrielles F. COURTOY  
S. A. — 43, rue des Colonies, BRUXELLES

## STÉAMÉ DES BOULONNERIES DE LIÈGE ET DE LA BLANCHISSERIE



USINES à  
LIÈGE, rue Saint-Vincent, 14-16  
Télégrammes: Boulonneries-Liège  
MARCINELLE, rue de Couillet, 82  
Télégr.: Boulonneries-Charleroi

5086.060

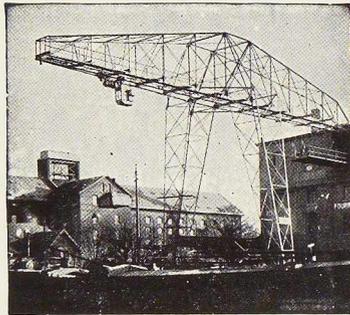
*Vertil*

# SOBEMI

S.A.

UN EMBALLAGE  
POUR CHAQUE PRODUIT

*Stège Social*  
22, BOULEVARD EMILE BOCKSTAEL - BRUXELLES  
USINES: BRUXELLES - TÉL: 26.49.55 - 3 LIGNES  
LINT - LEZ - ANVERS: TÉL: 124.31 ET 121.14



**ATELIERS DE CONSTRUCTION P. BRACKE S. P. R. L.**

30-40, Rue de l'Abondance, **BRUXELLES**

Tél. : 17.39.66

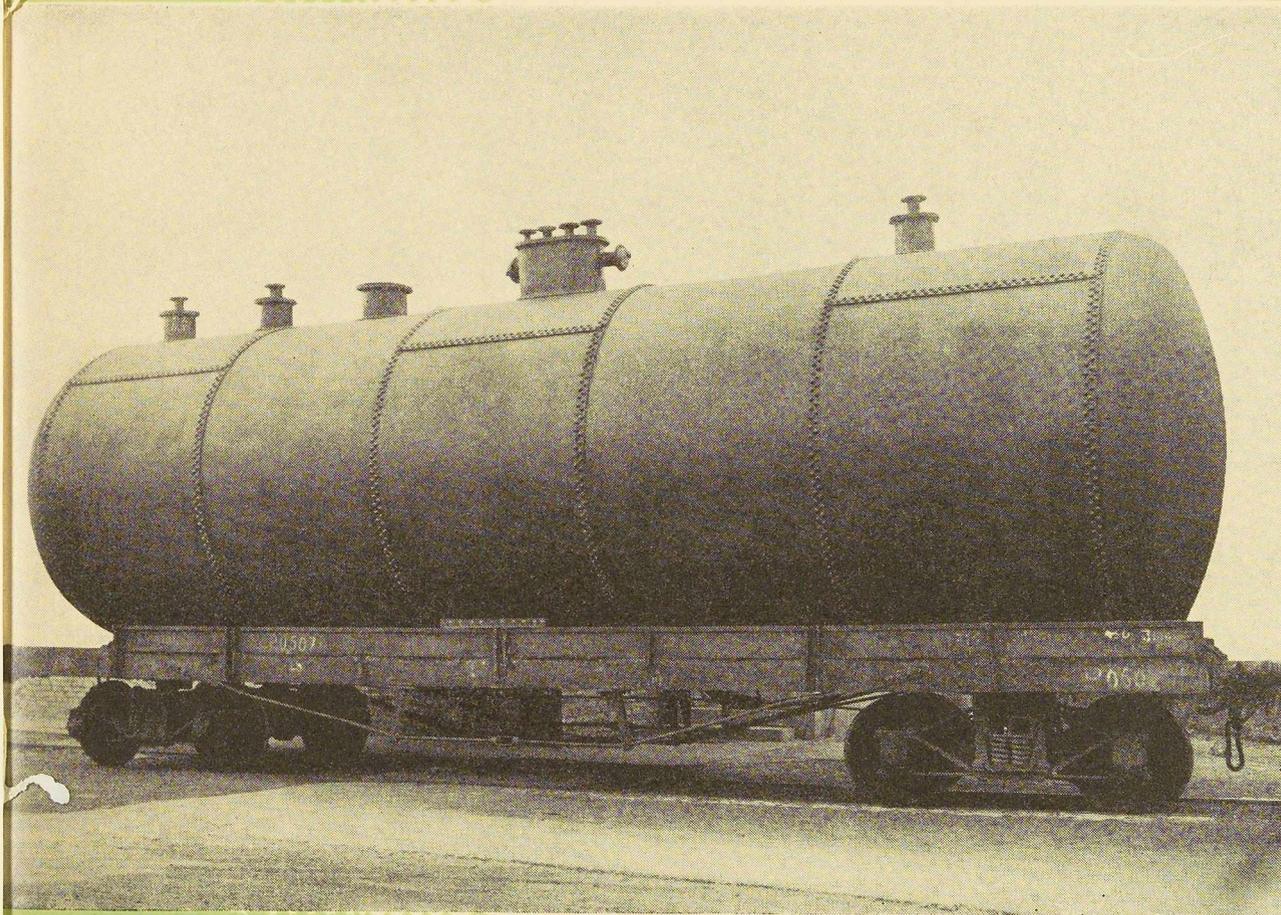
R. C. B. 303

**Ponts roulants, monorails  
Charpentes, ossatures**

Palans - Treuils - Cabestans - Moufles **TOUTES RÉPARATIONS**

## INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
<b>A</b>			
A. C. M. T. . . . .	11	Ateliers de Construction de <b>Jemeppe-</b>	
L'Air Liquide . . . . .	31	<b>sur-Meuse</b> . . . . .	22
Société d'Applications Electro-Thermiques	34	<b>Jouret</b> . . . . .	29
Arcos, « La Soudure Electrique Auto-	19	<b>L</b>	
gène » . . . . .		S. A. L. Leemans & Fils . . . . .	17
Ateliers Métallurgiques de Nivelles . . .	18	Laminoirs de Longtain . . . . .	28
<b>B</b>			
Baume et Marpent, S. A. . . . .	13	<b>N</b>	
B. E. I. . . . .	39	Anc. Ets Nobels-Pelman, S. A. . . . .	32
Belradio . . . . .	36	<b>O</b>	
Usines Gustave Boël . . . . .	26	Ougrée - Marihaye . . . . .	7
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis	20	L'Oxydrique Internationale . . . . .	21
Boulonneries de Liège et de la Blanchis-	39	<b>S</b>	
serie . . . . .		S. E. M. . . . .	36
P. Bracke . . . . .	40	Sidérur . . . . .	33
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv.	II	Sobemi . . . . .	39
<b>C</b>			
C. B. L. I. A. . . . .	38	Someba . . . . .	6
P. et M. Cassart . . . . .	2	Soudométal . . . . .	15
Cockerill . . . . . couv.	III	<b>T</b>	
Columeta . . . . .	8-9	Titan Anversois . . . . .	14
<b>D</b>			
Davum . . . . .	27	Usines à Tubes de la Meuse . . . . .	12
Alexandre Devis & C <sup>o</sup> . . . . .	16-30	<b>U</b>	
<b>E</b>			
Electromécanique, S. A. . . . .	23	Ucométal . . . . .	24-25
Société Métallurgique d'Enghien-Saint-		<b>V</b>	
Eloi . . . . . couv.	IV	Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L. . . . .	37
E. S. A. B. . . . .	5	Van Vettewinkel . . . . .	34
<b>J</b>			
S. A. Ateliers de Construction Jambes		<b>W</b>	
Namur . . . . .	35	S. Wolf & C <sup>ie</sup> . . . . .	38
		Anciens Ets Paul Würth . . . . .	10



Réservoir de 80 m<sup>3</sup>

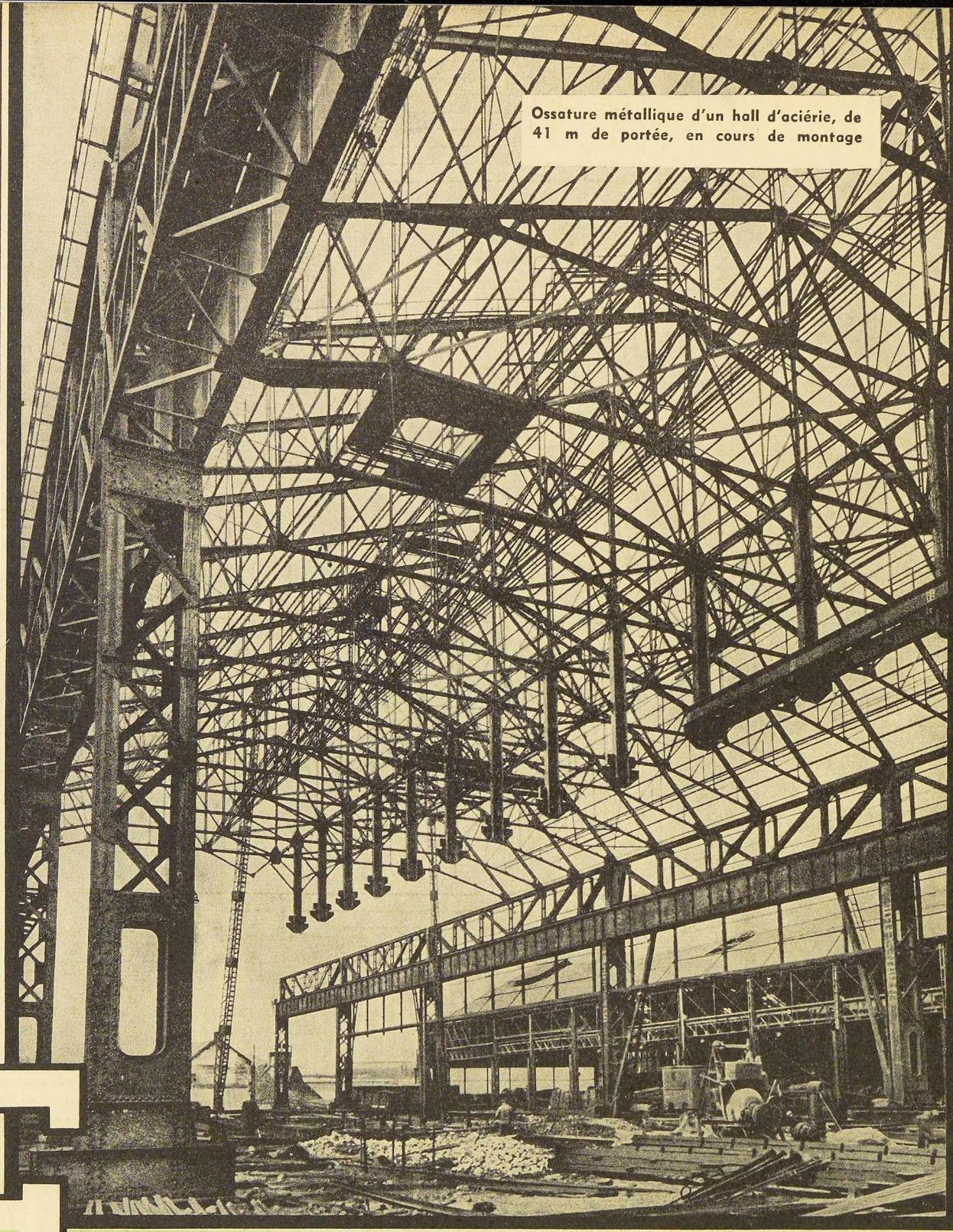
METALLURGIE · CONSTRUCTIONS  
MECANIQUES & METALLIQUES  
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING · BELGIQUE

Ossature métallique d'un hall d'aciérie, de  
41 m de portée, en cours de montage



*d'*  
**E** SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE  
**Enghien-S'Elloi**

SOCIÉTÉ ANONYME A ENGHIEU (BELGIQUE)  
WAGONS ET VOITURES - PONTS ET CHARPENTES - APPAREILS DE LEVAGE - PRODUITS DE BOULONNERIE