

L'OSSATURE METALLIQUE

UNIVERSITEIT GENT
AFDELING voor BOUWKUNST
Sint-Pietersstraat, GENT

15^e ANNÉE

1

JANVIER 1950

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



CHAUDRONNERIE

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



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

ENGHIEN-S^t ELOI

ENGHIEN-BELGIQUE



S. A.

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

154, avenue Louise, Bruxelles - Téléphone : 47.54.99-98
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

15^e ANNÉE

N° 1

JANVIER 1950

S O M M A I R E

La reconstruction du pont de France, à Namur, par R. Perpète	1
Les charpentes métalliques de la nouvelle tôlerie à la S. A. d'Espérance-Longdoz, par F. Hébrant	7
Halls de laminoirs en charpente métallique	13
Les nouveaux bâtiments de la Société Ferblatil à Tilleur	18
Nouvelles installations de laminoirs à bandes de la S. A. Phenix Works	21
Reconstruction du pont de la Planchette à Lobbes (Belgique)	23
Grues de chemin de fer, système Cockerill, d'une force de 85 tonnes, par A. Vandeghen & A. Delvenne	25
Le soudage sous flux Unionmelt (Les réalisations belges), par R. Spée	31
Le coupage oxy-cinétique, par A.-E. Leduc	37
Cintres métalliques pour grandes voûtes, par J. Verdeyen	42
Stabilité des engins de levage contre le renversement, par L. Baes	52
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois de novembre 1949. - Activité de l'Institut Belge de la Soudure. - Travaux à l'Institut Belge de Normalisation. - Pose de la première pierre du Palais de la Métallurgie à la Foire Internationale de Liège. - Echos et Nouvelles	60
BIBLIOTHÈQUE	65

ABONNEMENTS 1950 (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^o, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

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

Autres pays : 350 francs belges.

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

PRIX DU NUMÉRO :

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

SPÉCIALISTES
des grands travaux...



LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE



SOCIÉTÉ ANONYME

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

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 Lamineurs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence,

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{ie}, Délégué de la Chambre Syndicale des Marchands de Fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique,

M. 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, Administrateur-Délégué 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 Lamineurs de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Lamineurs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

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

TRANSFORMATEURS

Lamineurs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Lamineurs 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.
Lamineurs 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.
Lamineurs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chênée.
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borquet, Flémalle-Haute.
Lamineurs 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 Mortsels-lez-Anvers.
Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de la Croÿère, Senefte et Godarville, S. A., à La Croÿère.
Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.
Ateliers de Construction de la Basse-Sambre, S. A., à Moustier-sur-Sambre.
Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis, S. A., 249-251, chaussée de Vleurgat, Bruxelles.
Mécanique et Chaudronnerie de Bouffloulx, Bouffloulx-lez-Châtelineau.
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., 64, avenue Rittweger, Haren-Bruxelles.

« **Cribla** », S. A., Construction de Criblages et Lavoirs à charbon, 31, rue du Lombard, Bruxelles.

Compagnie Centrale de Construction, S. A., à Haine-Saint-Pierre.

Les Ateliers De Meestere Frères, Heule-lez-Courtrai.

Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.

Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.

Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est, S. A., Marchienne-au-Pont.

Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamen-court et C^{ie}, 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, Auvelais.

L'Industrielle Boraine, S. A., Quiévrain.

Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes-Namur.

Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse, S. A., Anc. Ateliers Georges Dubois, à Jemeppe-sur-Meuse.

Ateliers de Construction J. Kihn, Rumelange (G.-D.).

Société Anonyme des Ateliers de La Louvière-Bouvy, La Louvière.

Usines Lauffer Frères, S. P. R. L., Hermalle s./Argenteau.

Leemans L. et Fils, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.

Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, Malines.

La Manutention Automatique, S. A., Machelen.

Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.

Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).

Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.

Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.

Ateliers Sainte-Barbe, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.

Chaudronnerie A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.

Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.

Etablissements D. Steyart-Heene, à Eecloo.

Ateliers du Thiriau, S. A., La Crovière.

Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont, S. A., à Tirlemont.

Compagnie Belge des Freins Westinghouse, S. A., 105, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.

Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, à Willebroeck.

Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Khignesse & 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 St-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 Mortsel-lez-Anvers.

P. et M. Cassart, 120-124, avenue du Port, Bruxelles.

Alexandre Devis et C^{ie}, 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^{ie}, 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^o, 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.

Bureau d'Études Ir. J. Ronsse, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.

M. J. 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.



TOUS LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

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

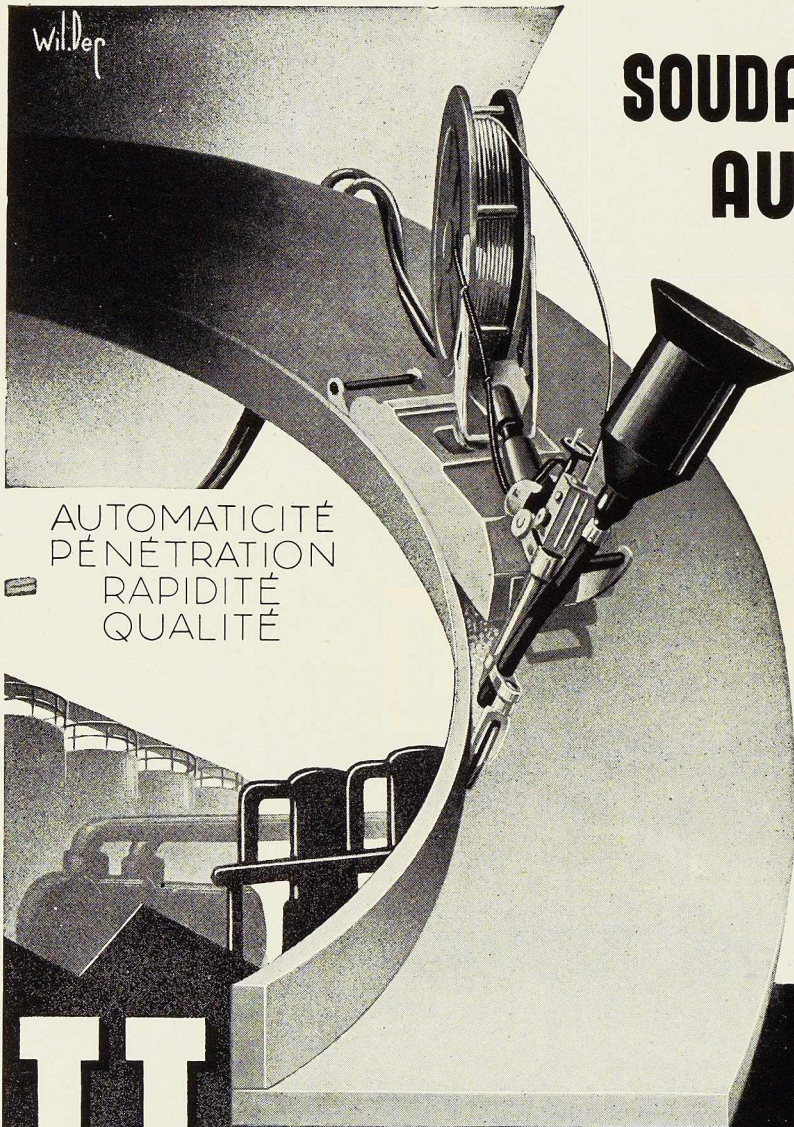
Tél. 26.98.10 (plusieurs lignes)

Tél. 26.98.17 (deux lignes)

Tél. 43.72.69 - 43.72.70

R. C. B. 10.741

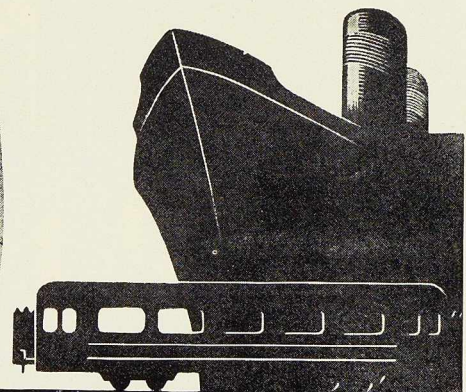
C. C. P. 87.61



SOUDAGE ÉLECTRIQUE AUTOMATIQUE

SOUS FLUX

AUTOMATICITÉ
PÉNÉTRATION
RAPIDITÉ
QUALITÉ



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

LE PROCÉDÉ UNIONMELT

S.A. FRANÇAISE "UNIONMELT"
REPRÉSENTANT EXCLUSIF POUR LA BELGIQUE, LE GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG ET LE CONGO BELGE
L'AIR LIQUIDE S.A. LIÈGE · 31, QUAI ORBAN TÉL. 665.55



L'ELECTRODE
à forte
PENETRATION

comète rouge



AGRÉÉE PAR LE LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING
ET PAR LE BUREAU VERITAS

SOUDOMETAL

SOCIÉTÉ ANONYME

83, CHAUSSEE DE RUYSBROECK • FOREST-BRUXELLES • TEL. : 43.45.65 & 44.09.02



TYPE BELVAL Z
PALPLANCHES ONDULÉES

PALPLANC

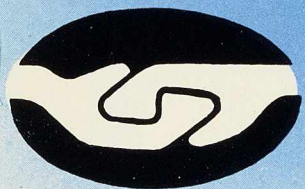
TYPE BELVAL P
PALPLANCHES PLATES

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A

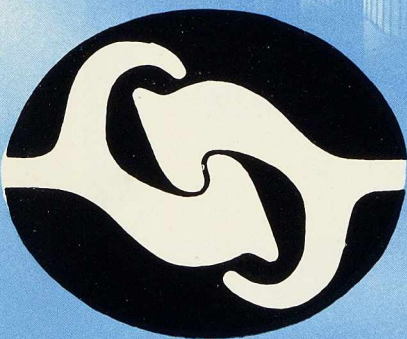
POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:

LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE

BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE

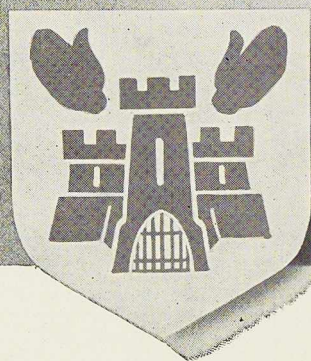
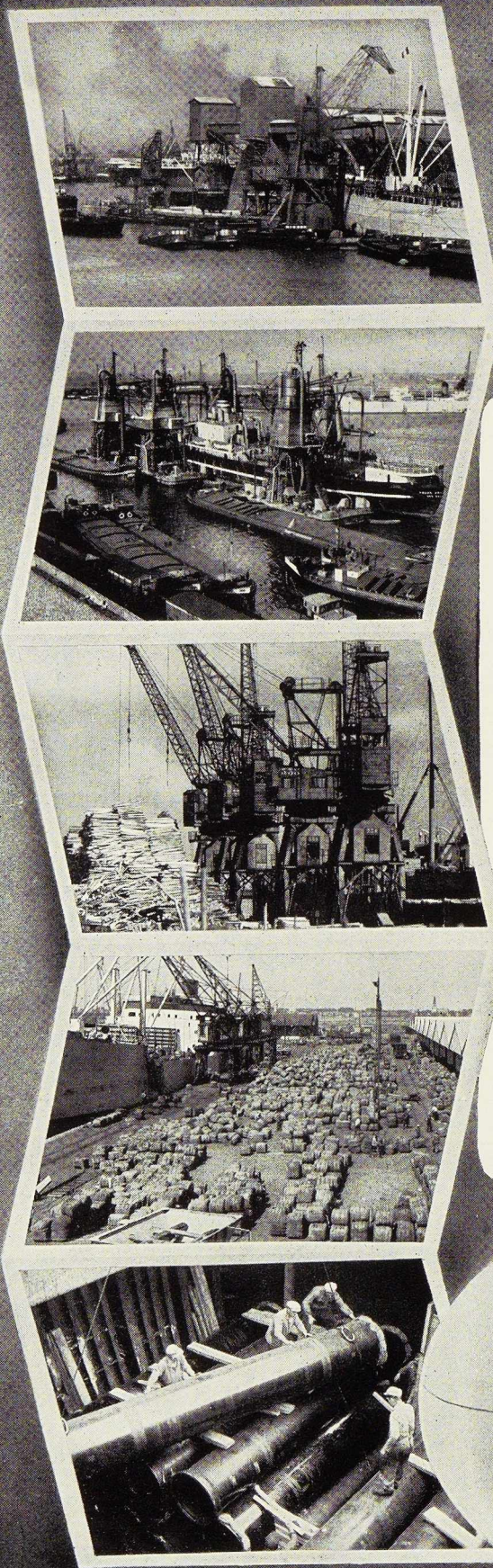


CHES ARBED-BELVAL



COLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG



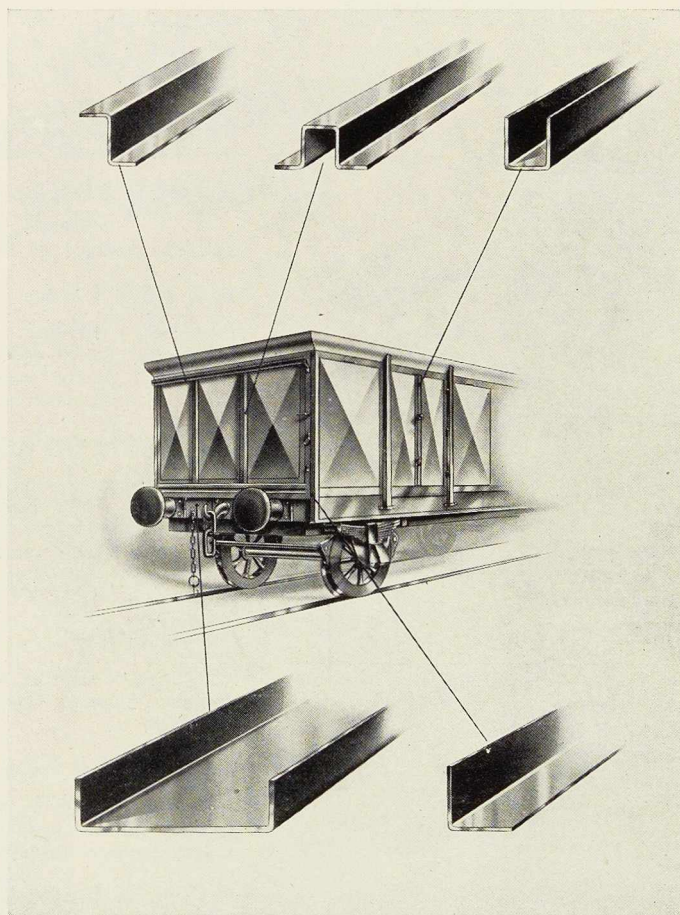
ANVERS

**PORT MARITIME
ET RHÉLAN
...**

**POINT DE CONVERGENCE
DU TRAFIC MONDIAL**

Renseignements : SERVICE ÉCONOMIQUE DU PORT
Bourse de Commerce





★

Les avantages des profils réalisés hors tôles ou feuillards sont universellement reconnus.

Toujours à l'avant-plan LONGTAIN s'est attelé à la tâche depuis de nombreuses années.

Qu'il s'agisse de charpentes métalliques, carrosseries, matériel roulant, huisserie, meubles métalliques, etc.

Notre usine peut vous offrir une gamme illimitée de sections, des plus légères aux plus lourdes.

Des fabricants de wagons ont employé nos

Z en 8 mm d'épaisseur de $80 \times 180 \times 80$ formés à froid.

★

LAMINOIRS DE LONGTAIN

TÉLÉPHONES : LA LOUVIÈRE 211.71 et 211.72
TÉLÉGRAMMES : LAMILONG, La Croÿère
CODES : Bentley et Acmé

SOCIÉTÉ ANONYME
LA CROYÈRE (BELGIQUE)

LAMINAGE A CHAUD ET PROFILAGE A FROID
DE TOUTES SECTIONS SPÉCIALES

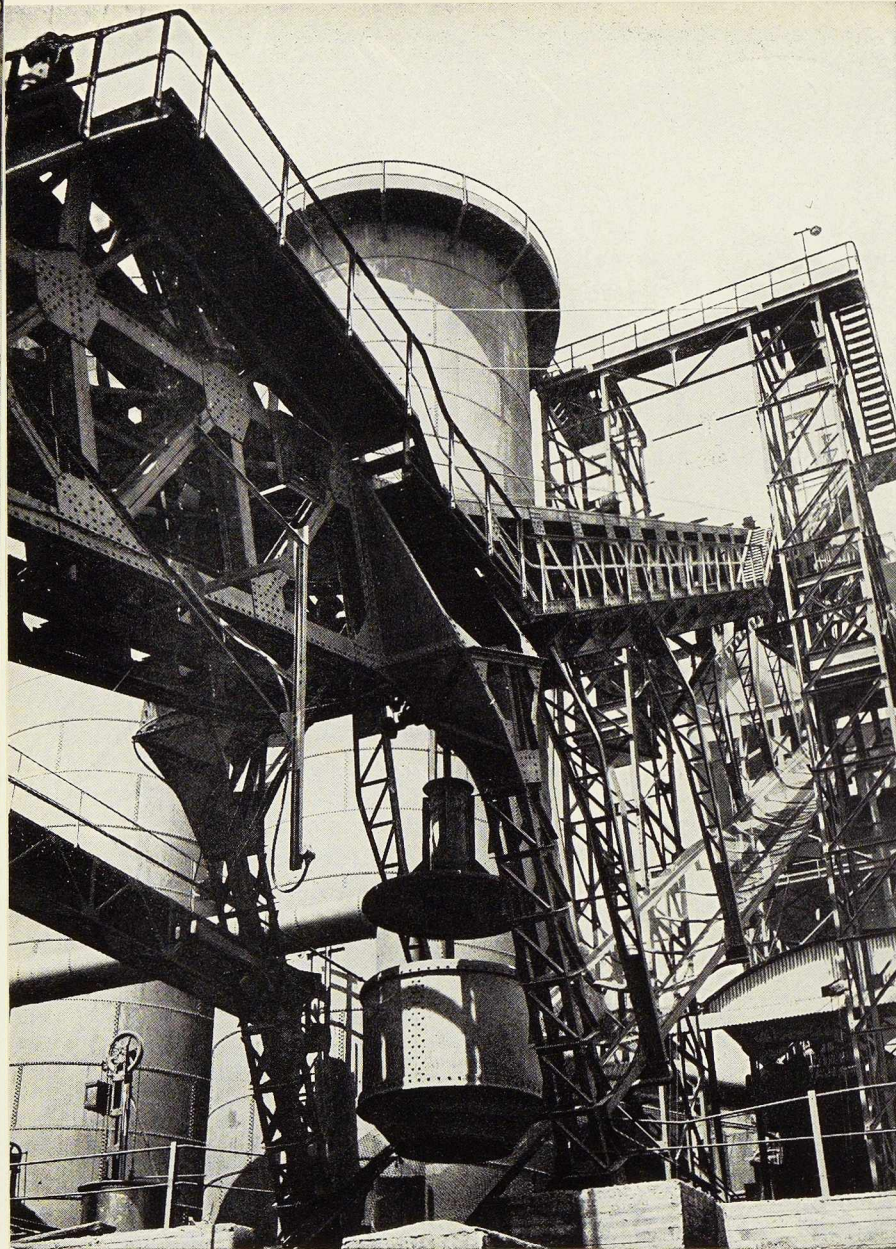


PHOTO W. KESSELS

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.

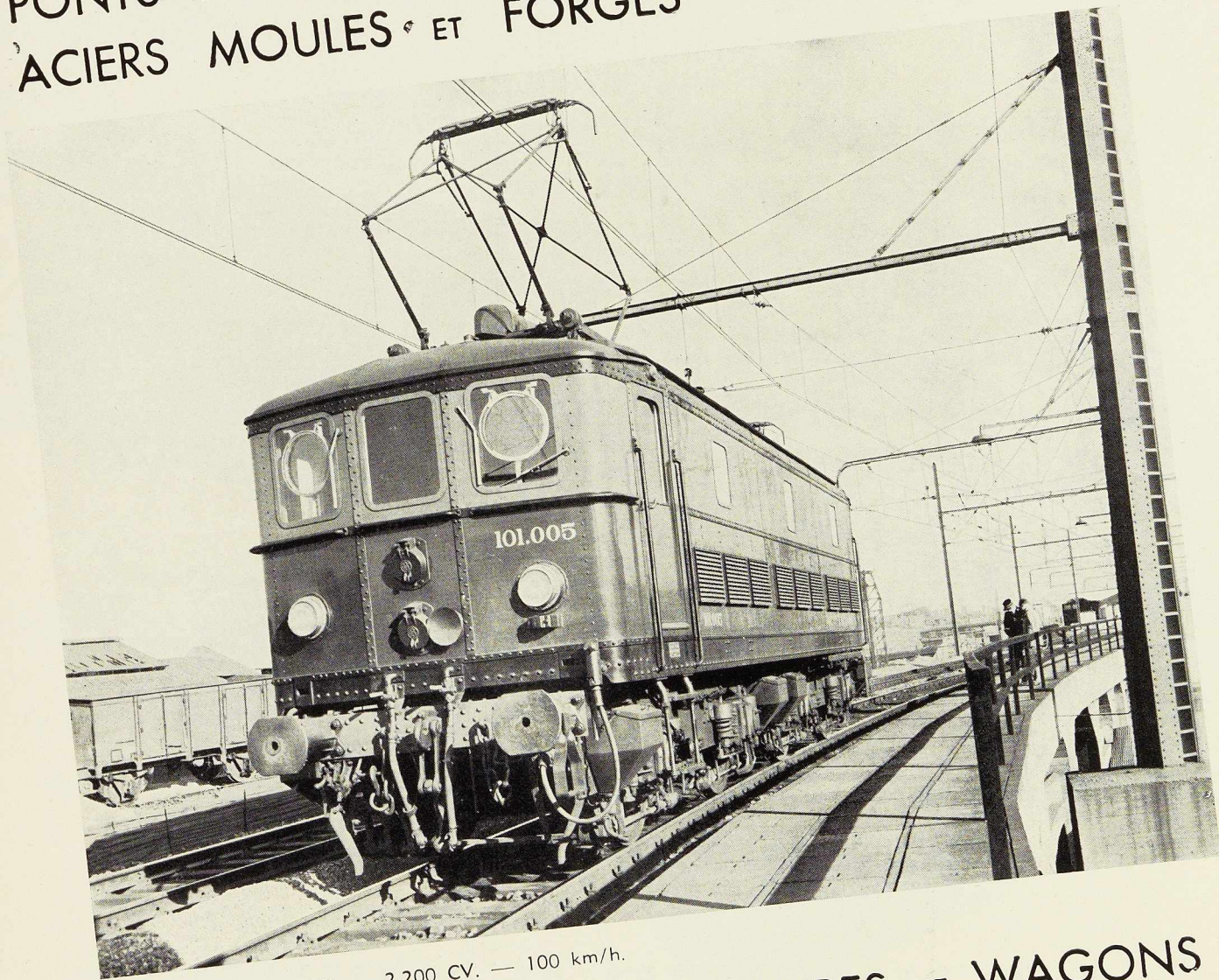
BOULONNERIES

Boulons. Crampons. Tirefonds et rivets.

**USINES
GUSTAVE**

BOËL

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



Loco électrique, type B.B. — 2.200 CV. — 100 km/h.

VOITURES ET WAGONS
AUTORAILS ET AUTOMOTRICES
LOCOMOTIVES ELECTRIQUES

BAUME & MARPENT

SOCIETE ANONYME

HAINE-SAINT-PIERRE,
MARPENT

MORLANWELZ (BELGIQUE)
(NORD-FRANCE)



LE PONT DE FRANCE, A NAMUR,
décrit dans ce numéro, pages 1 à 6,
a été construit par la

S. A. DES ATELIERS DE CONSTRUCTION

JAMBES-NAMUR

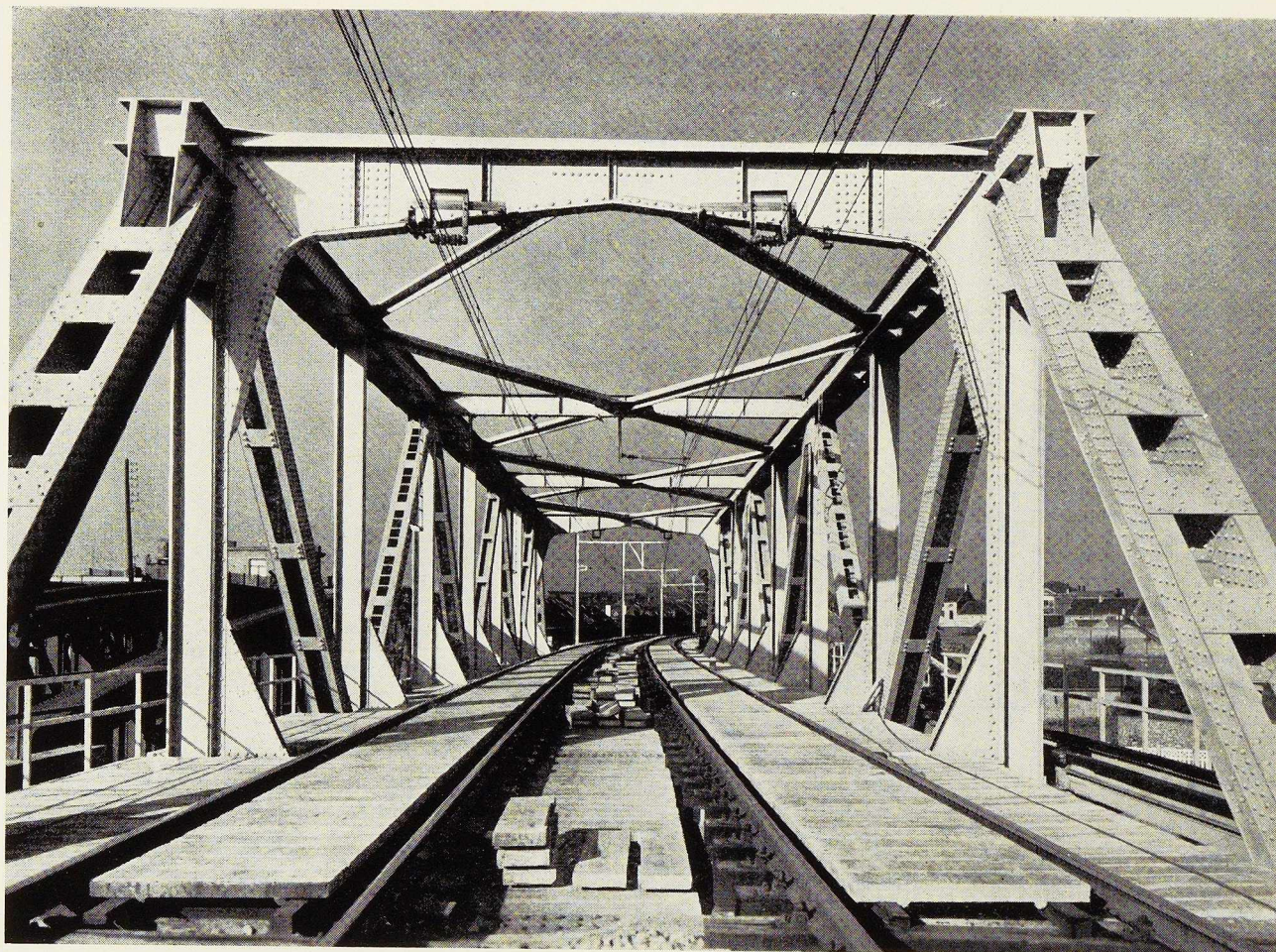
Anciens Établissements Th. FINET

JAMBES



TRAVAIL MECANIQUE *de la* TOILE

SOCIÉTÉ ANONYME • USINES A FOREST-BRUXELLES ET A GAND (BELGIQUE) • CAPITAL Frs 100.000.000



(Photo Etab. Malvaux.)

Pont-rail à double voie à passage inférieur, à Marchienne-au-Pont, sur la ligne électrique Bruxelles-Charleroi (S. N. C. B.). Portée : 61,300 m - 525 tonnes.

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

RESSORTS A LAMES A VOLUTES A BOUDINS • ACIERS MOULES BESSEMER
PIECES DE FORGE • BRIDES POUR TUYAUTERIES A HAUTES PRESSIONS
APPAREILS SOUDES POUR HAUTES PRESSIONS • TOLES GALVANISEES

LES ATELIERS METALLURGIQUES



NIVELLES

SOCIETE
ANONYME

SIEGE SOCIAL ET
DIRECTION GENERALE
NIVELLES

USINES A
NIVELLES • TUBIZE
LA SAMBRE ET MANAGE

Téléphone : Nivelles 22 • Télégr. : Métal-Nivelles



BLINDAGE DE
HAUT FOURNEAU
S. A. John Cockerill

CONSTRUCTEUR : Chaudronnerie J. Hermesse, à Jemeppe-sur-Meuse
SOUDAGE SUR PLACE : Gobiet Frères, à Seraing-sur-Meuse

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

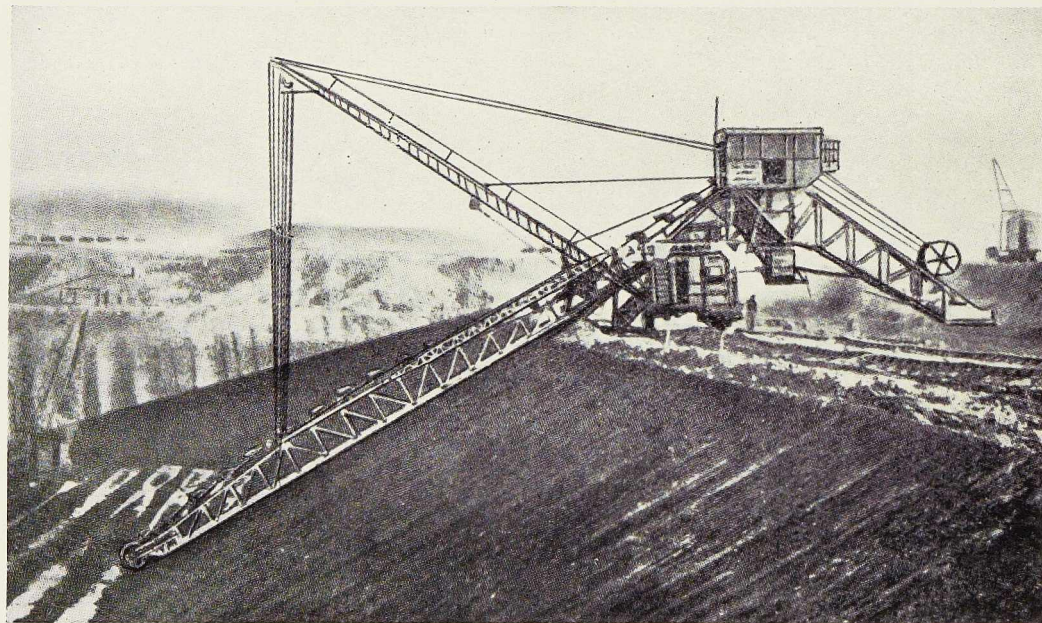
BOOMSCHIE METAALWERKEN, N. V. TRAVAUX MÉTALLIQUES DE BOOM, S. A.

BOOM (Belgique)

EXCAVATEURS

POUR TOUS USAGES,
HAUTEURS ET PROFONDEURS

- 1) Avec ou sans transporteur
- 2) Pour extraire deux ou trois couches de terre différentes
- 3) Avec trommel pour sablières
- 4) Avec installation de lavage et triage de gravier
- 5) Spéciaux pour la reprise de l'argile dans les tuileries
- 6) Sur pont roulant pour dito
- 7) Doubles travaillant simultanément en hauteur et en profondeur

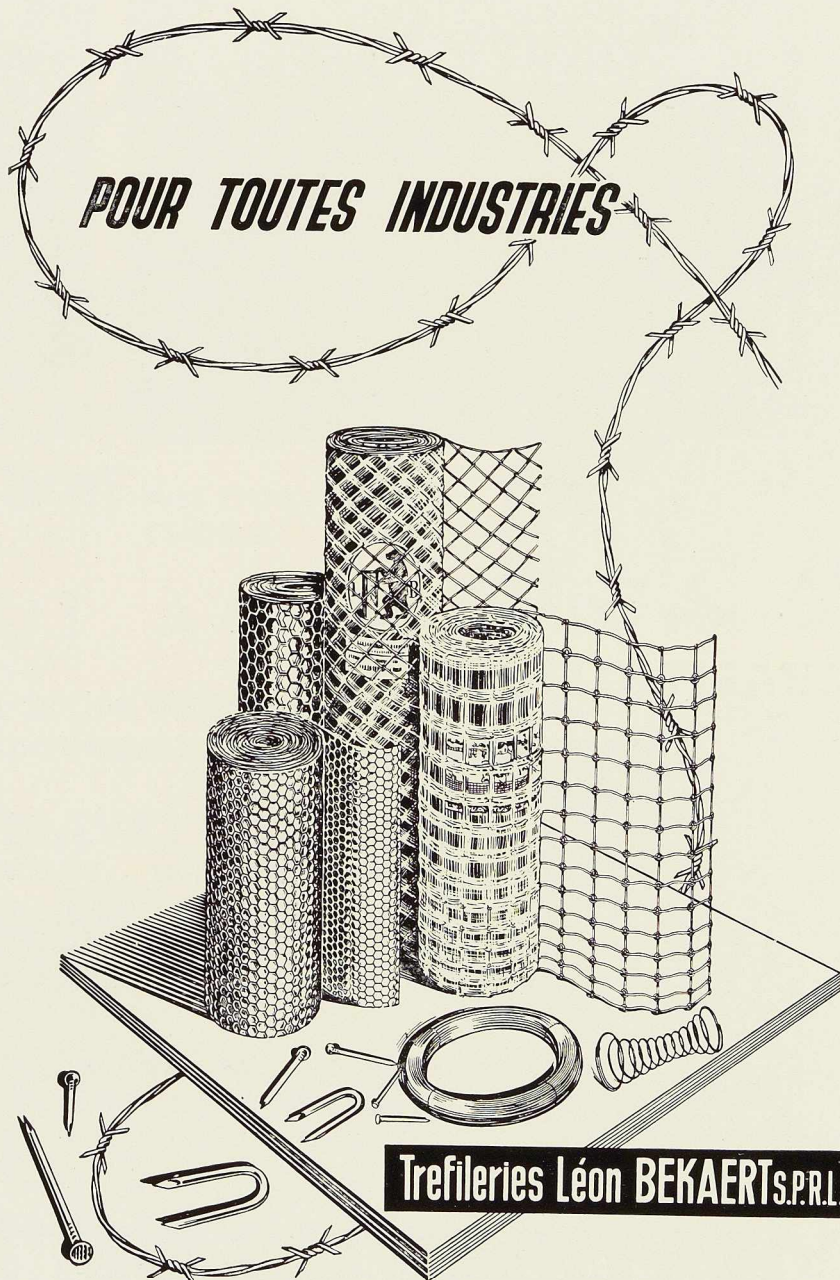


20 mètres de profondeur. Rendement horaire : 120 tonnes de craies dures

Pelles mécaniques universelles sur chenilles, transformables en dragline, fouilleuse, grue à crochet et à grappin (Diesel - électrique - vapeur)

Machines à moteur Diesel de 300/350 l., 500/600 l. et 750/1000 l. en stock

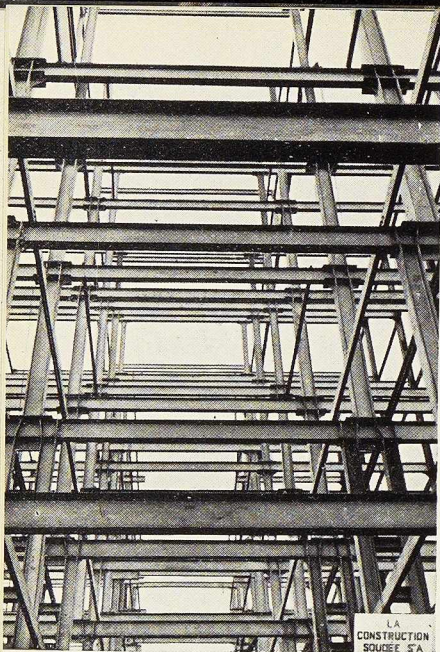
Grues à moteur Diesel sur chenilles



POUR TOUTES INDUSTRIES

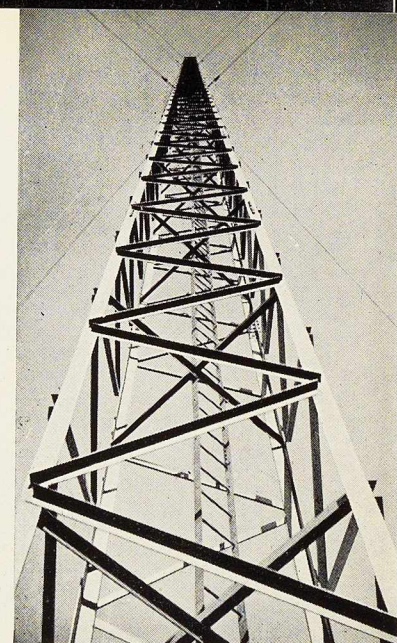
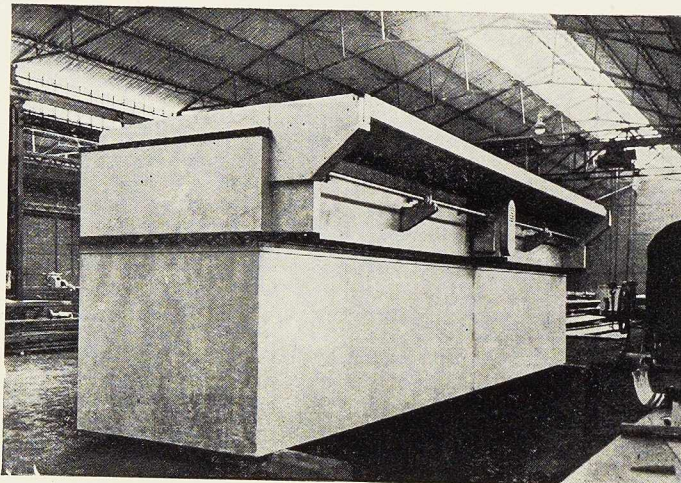
Trefileries Léon BEKAERT S.P.A.

ZWEVEGEM (BELGIQUE)



Moulins de Trois-Fontaines
Ossature soudée de 600 t.

Carcasse pour four électrique



Station de Ruysede — 4 pylones
haubannés de 125 m. de haut

PYLONES

POUR TRANSPORT DE FORCE ET T. S. F.

CHARPENTES

OSSATURES

APPAREILS DE LEVAGE

PONTS ROULANTS - PORTIQUES - DERRICKS

CHAUDRONNERIE

RÉSERVOIRS - SILOS - TRÉMIES, ETC.

SPÉCIALITE DE TOUTES LES
APPLICATIONS DE SOUDAGE A L'ARC

LA CONSTRUCTION SOUDÉE

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ANDRÉ BECKERS, S. A.

64, AVENUE RITTWEGER, HAREN-BRUXELLES

TÉLÉPHONE 15.96.62 - 16.39.04

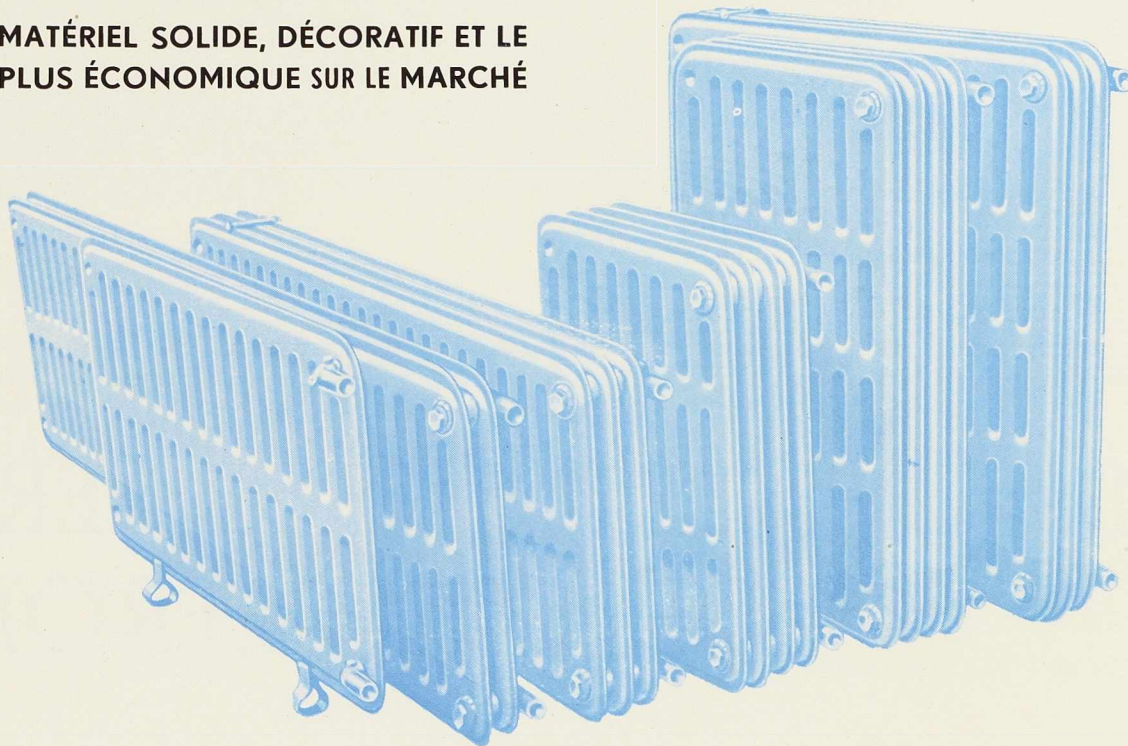
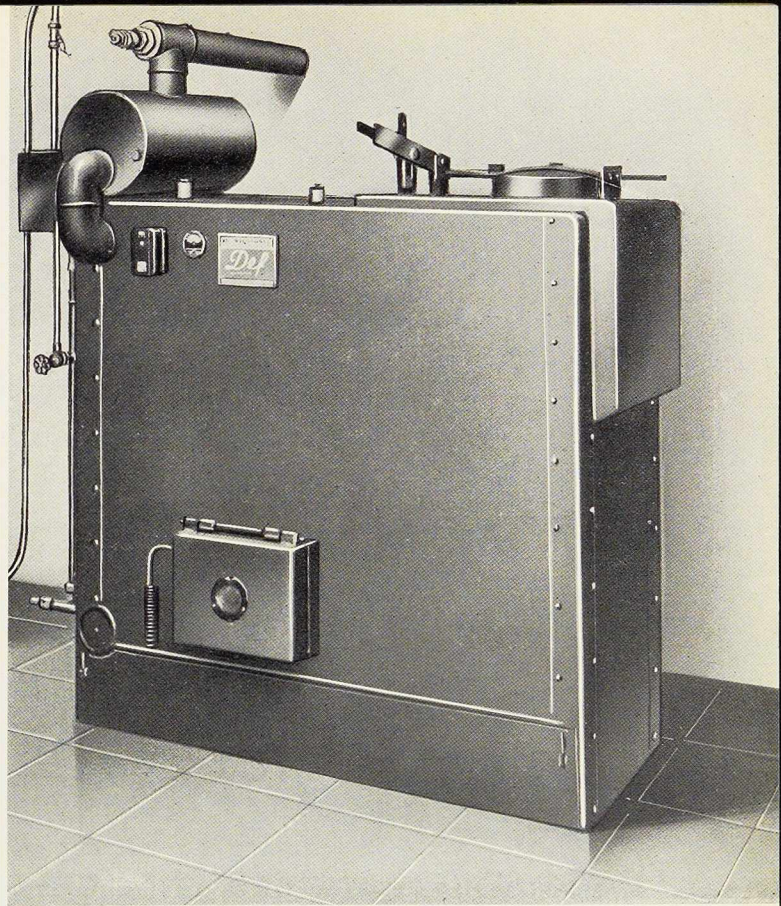
Def

CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES
AU CHARBON PETIT CALIBRE, OU
AU MAZOUT, A EAU CHAUDE OU
A VAPEUR BASSE PRESSION ET

RADIATEURS POUR CHAUFFAGE
CENTRAL

TOUT ACIER

MATÉRIEL SOLIDE, DÉCORATIF ET LE
PLUS ÉCONOMIQUE SUR LE MARCHÉ

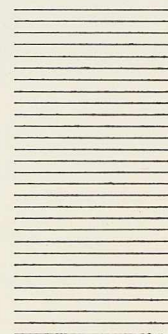


S. A. ET THOMAS DEFAWES, ROCOUR (LIÈGE)
TÉLÉPHONE : 63.45.71

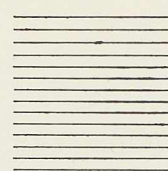
TOLES

PLATES

CHAPAS

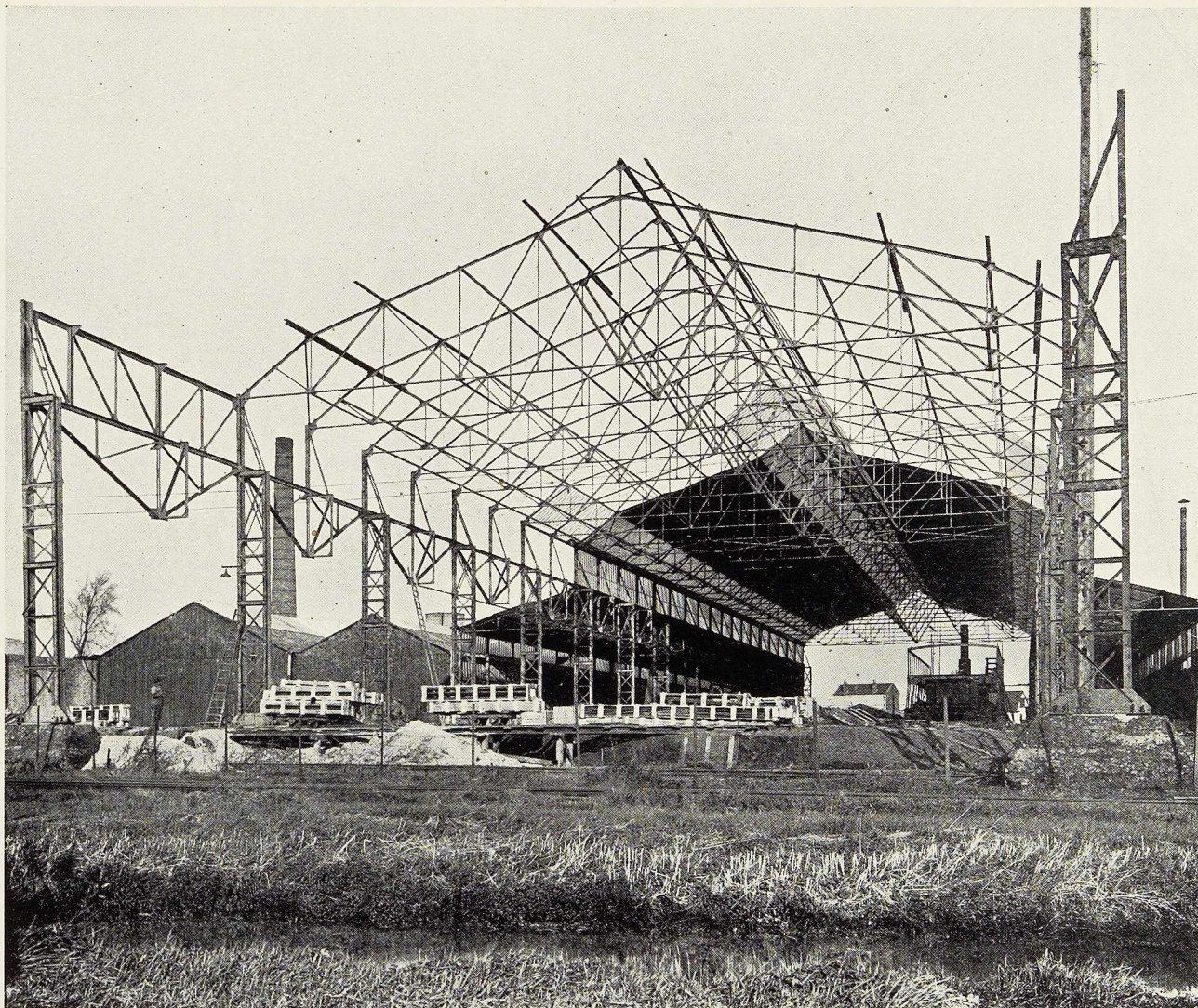


DE 1 MM JUSQU'À 200 MM D'ÉPAISSEUR
JUSQU'À 3,5 M DE LARGEUR
JUSQU'À 30 M DE LONGUEUR



S. A. FABRIQUE DE FER DE CHARLEROI

CHARLEROI (BELGIQUE)



ATELIERS DE
BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS S. A.

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

USINE A VILVORDE

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

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

USINE A BOECHOUT

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

TÔLES GALVANISÉES, ARTICLES DE
MÉNAGE, CHÂSSIS MÉTALLIQUES.



DYNASTEEL



FABRICATION BELGE

L'ACIER DE QUALITÉ
POUR L'OUTIL DE QUALITÉ



DU FOUR ELECTRIQUE
DANS VOTRE MAIN

S. A. DES USINES GILSON

LA CROYERE (Belgique)



DELENNE + MALEVEZ

L. LEEMANS

ET FILS

VILVORDE-T. 51.03.25-51.16.00

PALAIS N°3 DU CENTENAIRE
POUTRES DE 47 M. ET 55 M.
DE PORTEE

SURFACE COUVR. 8.000 M2.

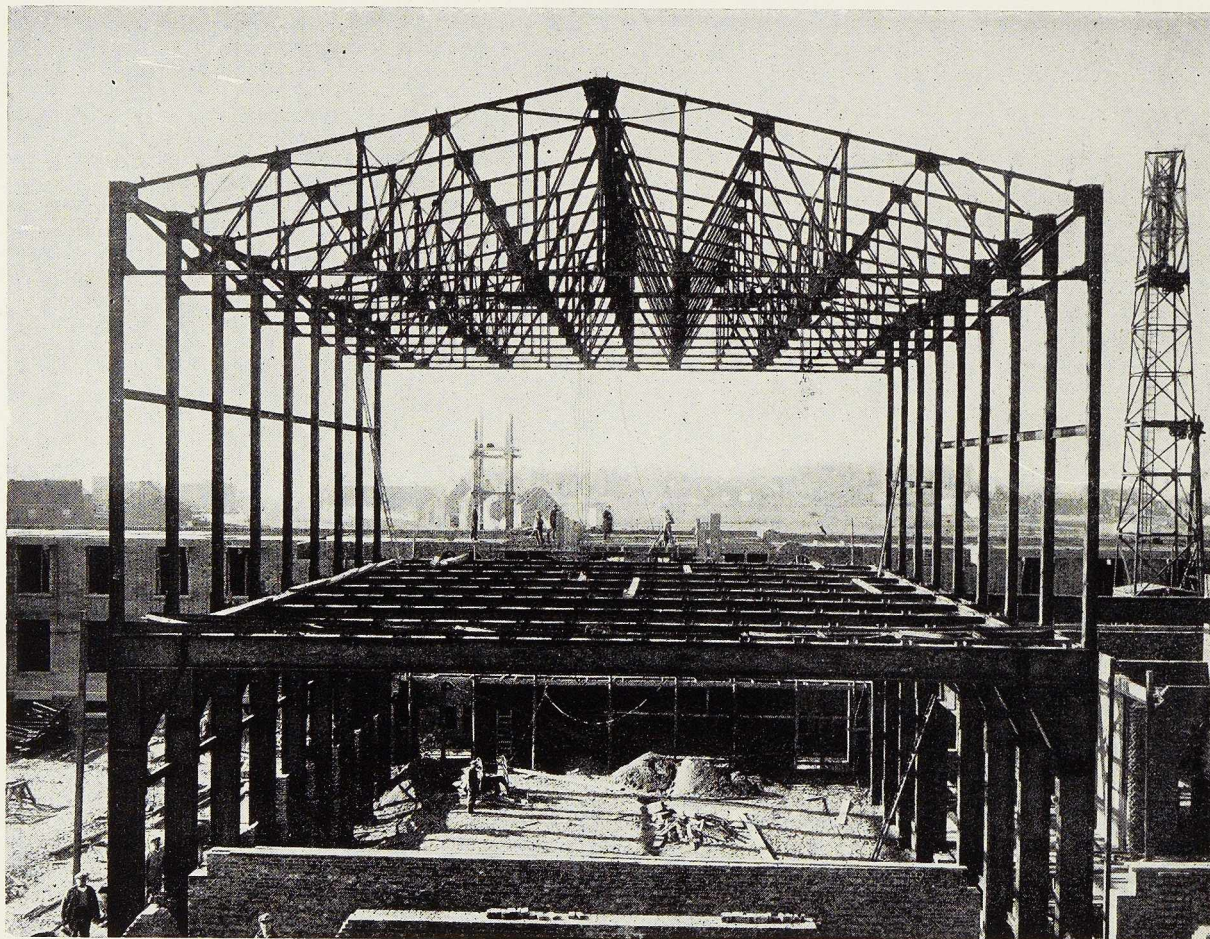
Soc. An. **ACMA**

abréviation de : ATELIERS DE CONSTRUCTION DE MORTSEL ET ÉTABLISSEMENTS
GEERTS & VAN AALST RÉUNIS

MORTSEL - LEZ - ANVERS

TÉLÉPHONES : 998.90 - 998.99

ADR. TÉLÉGR. : CONSTRUCTION-MORTSEL



DIVISION : ATELIERS DE CONSTRUCTION :

PONTS, CHARPENTES, BATIMENTS MÉTALLIQUES,
RÉSERVOIRS, INSTALLATIONS TECHNIQUES D'ABAT-
TOIRS, POTEAUX "ACMA" POUR TRAMWAYS,
TROLLEYBUS ET TRANSPORTS D'ÉLECTRICITÉ

DIVISION : FERS ET ACIERS

VENTE DE : I, U, L, T, CARRÉS, RONDS, PLATS, TOLES PLANES
ET ONDULÉES, NOIRES ET GALVANISÉES. RONDS A BETON

PHENIX WORKS

★

FLEMALLE-HAUTE (Belgique) Tél. : 33.78.19



TÔLES GALVANISÉES
PLANES ET ONDULÉES
DE 12 G. À 36 G.

TÔLES FINES
DE 12 BG. À 36 BG.

TÔLES DÉCAPÉES
POUR EMBOUTISSAGE
DE 24 BG. À 33 BG.

TÔLES PLOMBÉES
DE 14 G. À 28 G.

•
FEUILLARDS
GALVANISÉS

•
CHENEAUX,
NOCHÈRES,
GOUTTIÈRES,
COULOIRS DE MINES
NOIRS OU GALVANISÉS

•
ACCESSOIRES
GALVANISÉS
POUR TOITURES

•
PROFILS DIVERS
PLIÉS À FROID

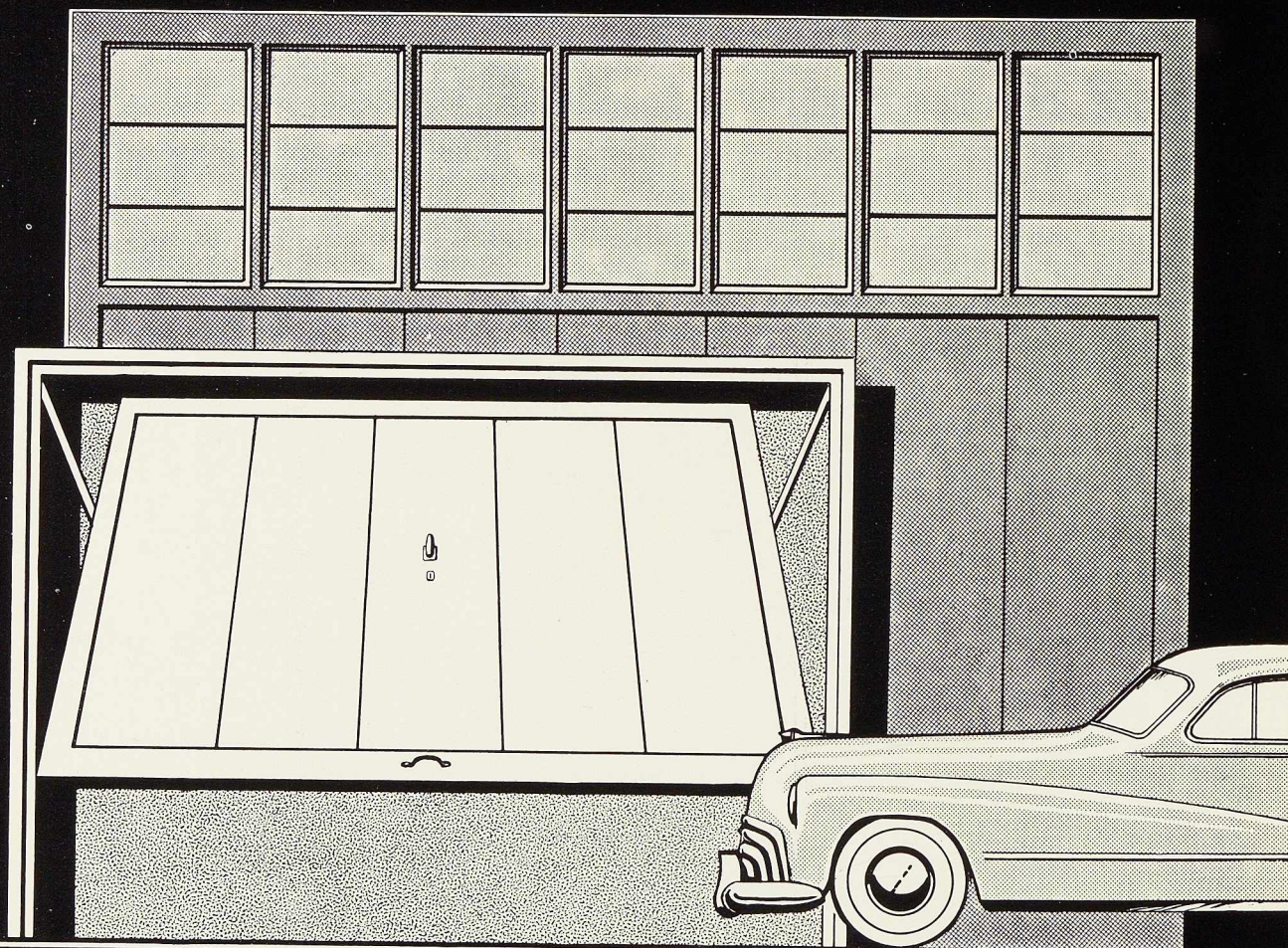
•
FER-BLANC
ET TÔLES À FER-BLANC

•
ARTICLES DE MÉNAGE
GALVANISÉS
ET ÉMAILLÉS

★

PROCHAINEMENT : TÔLES FINES LAMINÉES À FROID

Portes métalliques basculantes



VANDERPLANCK

FAYT - LEZ - MANAGE (BELGIQUE)

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

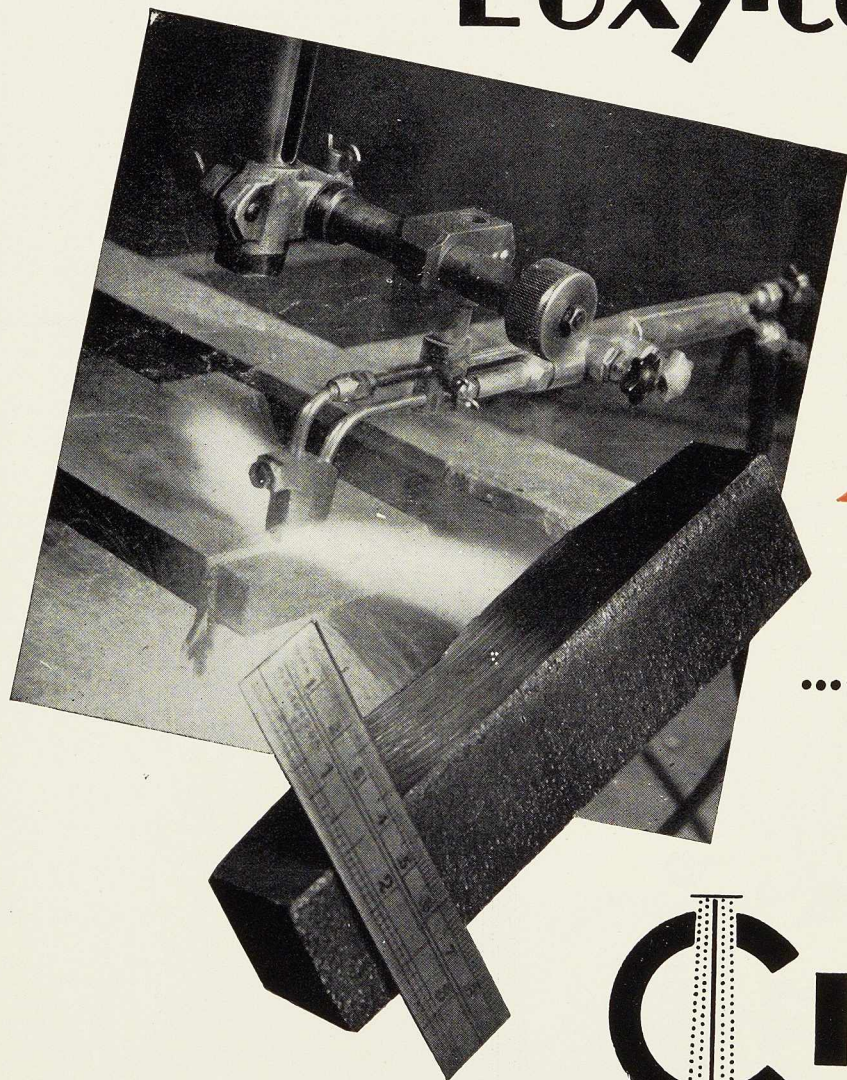
L'oxy-coupage

de

l' **ACIER
INOXYDABLE**

et de la
FONTE

...est au point!



PROCÉDÉ
BREVETÉ

CINOX

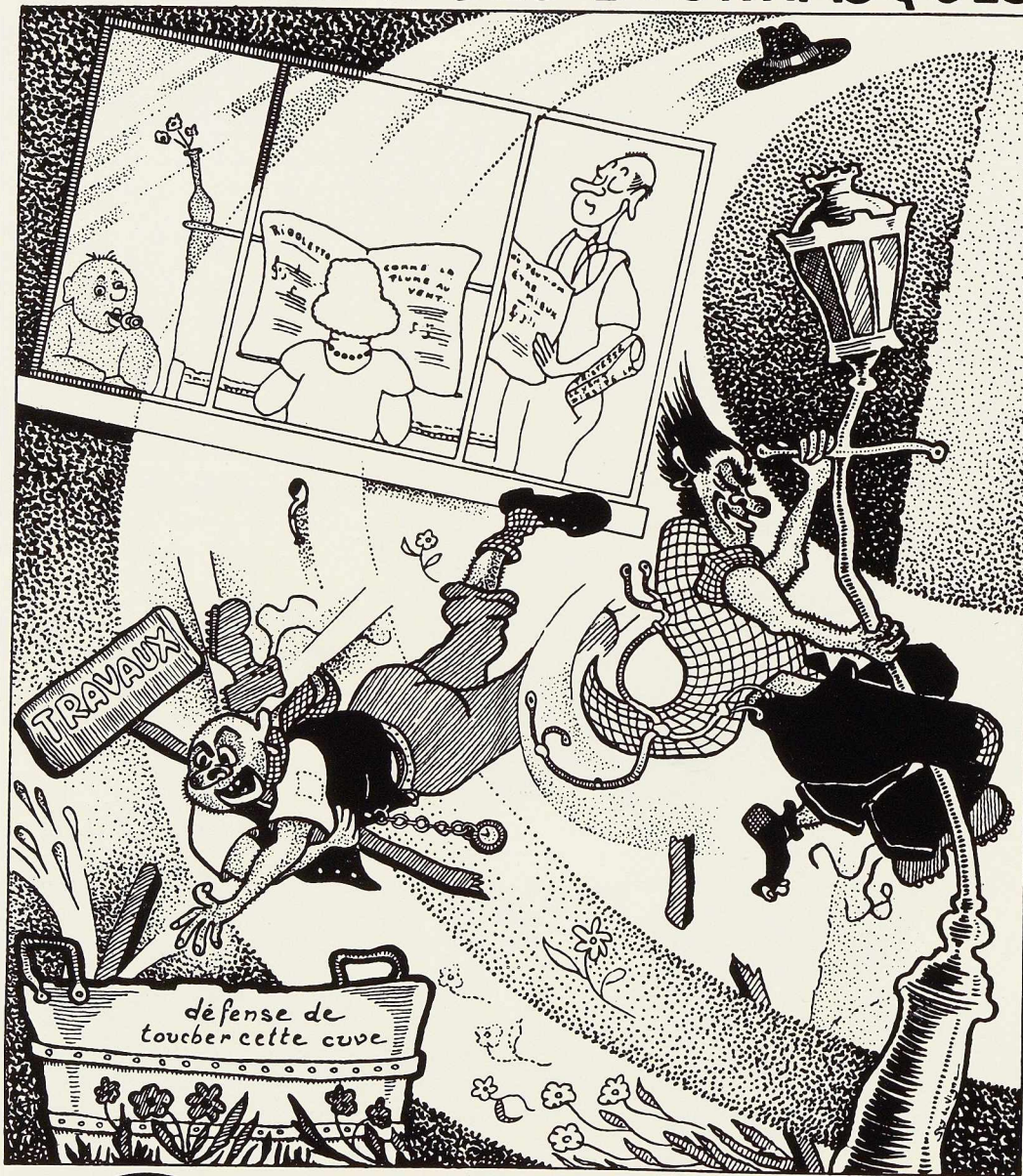
SIMPLE • ECONOMIQUE

**L' OXYHYDRIQUE
INTERNATIONALE**

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

Représentants pour le procédé en France, en Suisse, aux Pays-Bas,
au Grand-Duché de Luxembourg et en Allemagne occidentale

LES "CHAMIEBEL" SE RIENT DES BOURRASQUÉS



CHAMIEBEL

LE CHASSIS MÉTALLIQUE BELGE

SOCIÉTÉ ANONYME

VILVORDE • TÉL.: 15.84.24 - 15.99.20
BUREAUX A BRUXELLES • 27, RUE ROYALE • TÉL: 17.47.40 • 17.21.81

Exigez l'étiquette de garantie





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

Société Anonyme

Anciennement « Ateliers Georges Dubois »

Registre du Commerce : Liège 4544

Téléphone : 33.78.80-33.78.89.

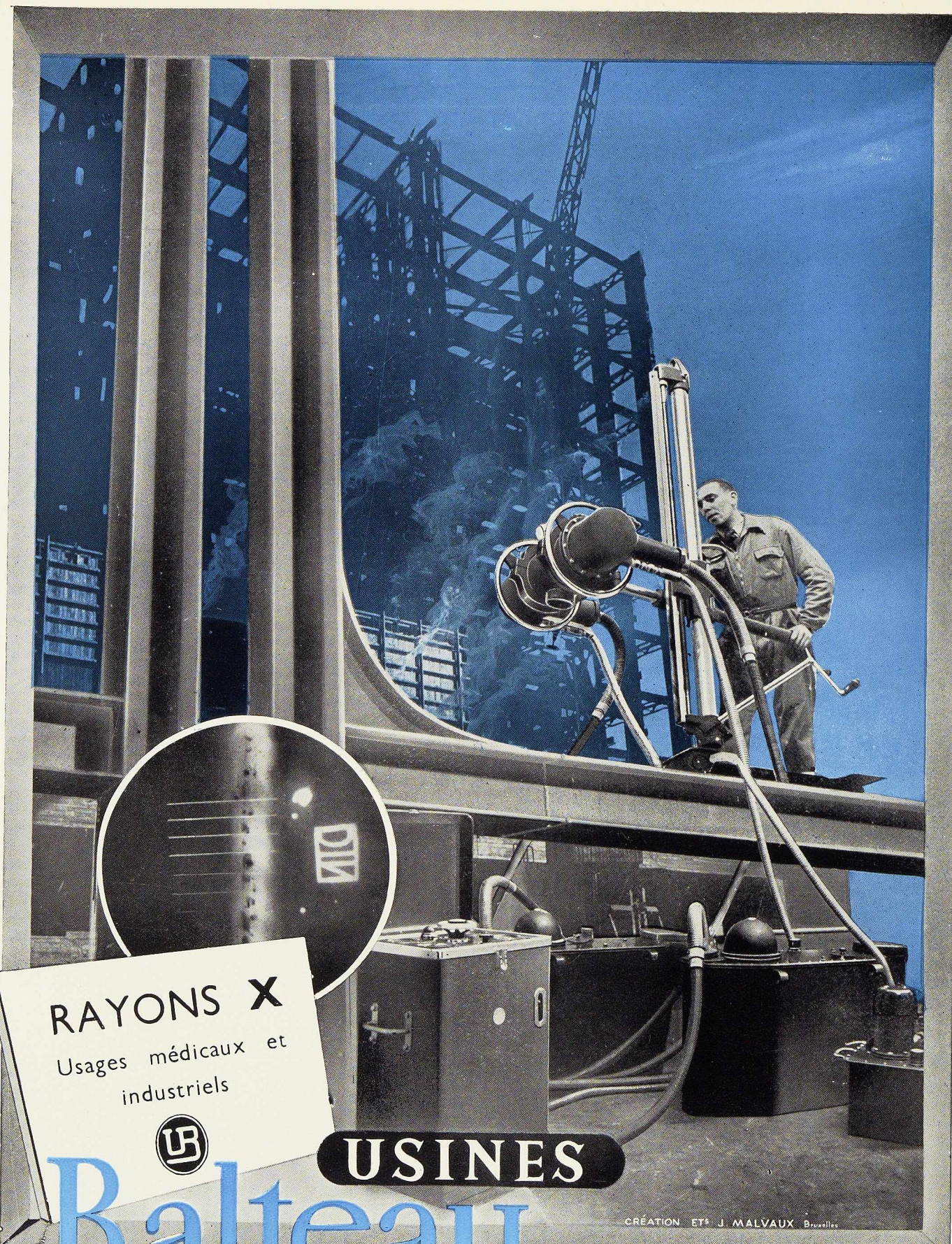
Adresse télégr.: Comeppe-Jemeppe-sur-Meuse

•
**PONTS
CHARPENTES
CHAUDRONNERIE**

BUREAU D'ETUDES
LISTE UNIQUE DE RÉFÉRENCES



C·M·J



RAYONS X

Usages médicaux et
industriels



USINES

Balteau

CRÉATION ET J. MALVAUX Bruxelles

S.A. 91, rue de Serbie, LIÈGE.

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

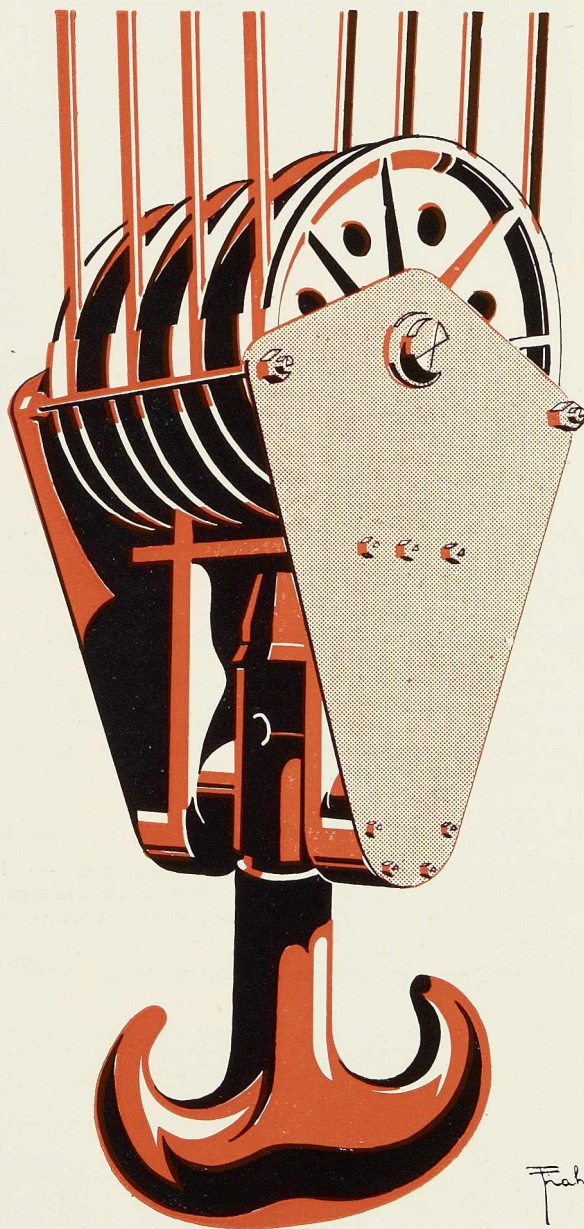
GRUES
INDUSTRIELLES
À CROCHET
ET À GRAPPIN

GRUES
DE FAÇADE
POUR
ENTREPRENEURS

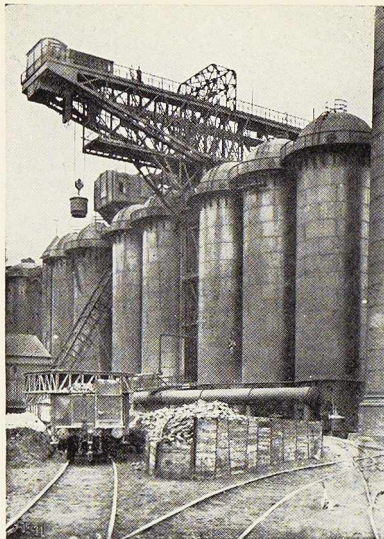
CABESTANS

GRAPPINS
AUTOMATIQUES

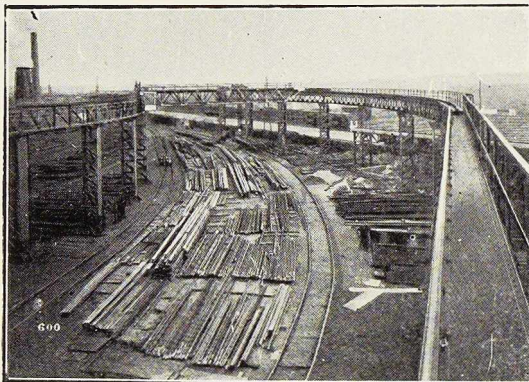
ETC.



APPAREILS DE LEVAGE ET DE TRACTION ÉLECTRIQUE



Ensemble de cowpers.
Société Métallurgique du Hainaut.



Pont roulant en courbe installé en nos usines.



Châssis à molettes
au Charbonnage André-Dumont.

AWANS-FRANÇOIS

SOCIÉTÉ ANONYME

11, RUE DE LA STATION
AWANS-BIERSSET

TÉLÉPHONE : LIÈGE 63.44.95
TÉLÉGR. : AWANSFRANÇOIS

Section des Ponts, Charpentes et Grosse Chaudronnerie d'Acier

Ponts métalliques de tous genres, en construction rivée ou soudée — Charpentes métalliques en général, en construction rivée ou soudée, pour bâtiments industriels et privés — Chaudronnerie en tôles d'acier, de cuivre et d'acier inoxydable.

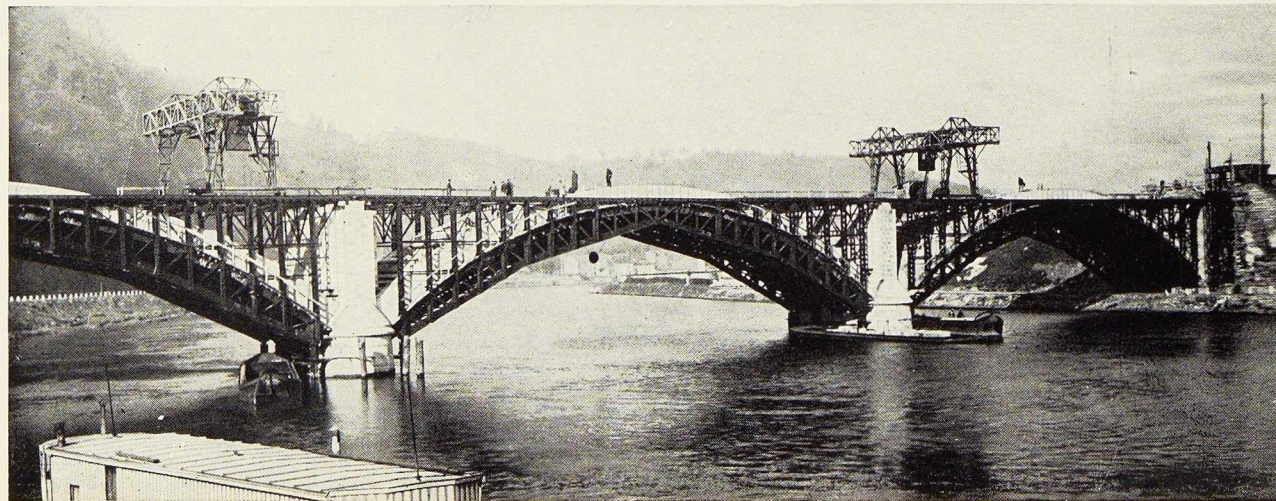
telle que : tanks, gazomètres, silos, caissons pour travaux hydrauliques, portes d'écluses, etc. — Tuyauterie en général pour haute et basse pression — Installation complète de hauts fourneaux.

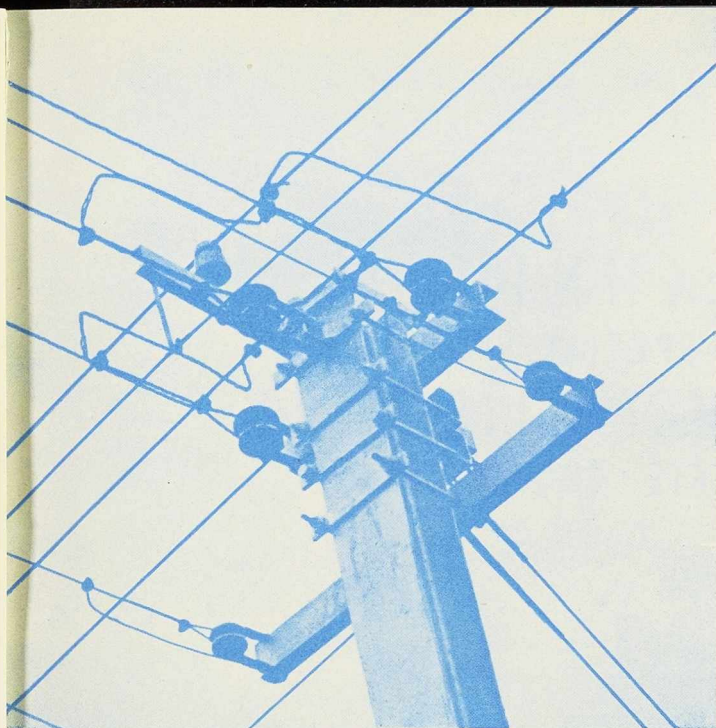
Section des Appareils de Levage et de Manutention

Tous les appareils de levage et de manutentions, tels que : ponts roulants, grues, portiques, châssis à molettes, transporteurs, élévateurs, culbuteurs,

distributeurs, etc. — Installations complètes de manutention de charbons et cokes, pour charbonnages, mines et usines métallurgiques.

Cintres métalliques du pont de Huy.



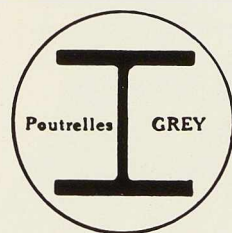


POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE

City of Bulawayo Electricity Depart.

Distributor : Messrs. SKELTON & Co, Ltd, London

Agents : Messrs. BADWINS (South Africa) Ltd, Bulawayo

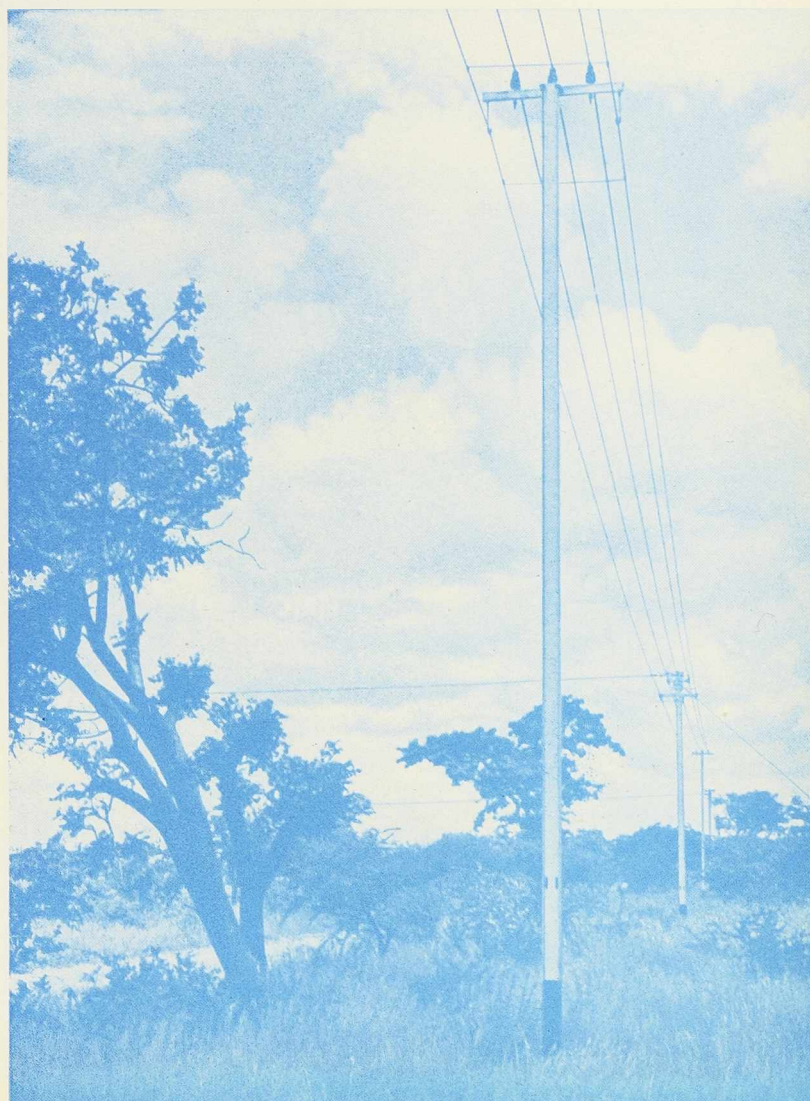


Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

DAVUM S. A.

22, RUE DES TANNEURS, ANVERS

Téléphone : 299.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport



L'UNION TECHNIQUE
DES CONSTRUCTEURS SPÉCIALISTES DE
MENUISERIE METALLIQUE
DE BELGIQUE • SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE



*réunit l'élite des constructeurs de châssis, portes,
cloisons et chambranles métalliques.*



Le but de l'Union Technique est de favoriser le développement de la menuiserie métallique par l'étude en commun de l'amélioration de sa qualité et de la standardisation en vue de la réduction de son prix de revient.



**Châssis en acier profilé, en fonte, en bronze, aluminium, etc.
Portes métalliques de tous types.**

Cloisons de tous modèles.

Chambranles.

Métallisation. Parkérisation.



Secrétariat : 31, RUE MONTAGNE-AUX-HERBES-POTAGÈRES
Téléphone : 17.54.42 BRUXELLES

JOURET

LUTTRE

Grey de Differdange



et tous les produits métallurgiques

TEL : CHARLEROI 511.31
LUTTRE 248

La qualité en continu...



SURFACE IMPECCABLE

ÉPAISSEUR UNIFORME

TEXTURE PARFAITE

TOLES FINES ET MOYENNES, laminées à Chaud et à Froid. Largeur jusqu'à 1 m. 200, toutes épaisseurs, en bobines pesant plusieurs tonnes, vous permettant de réduire vos prix de revient, en diminuant vos déchets et simplifiant votre travail.

PRODUITS BELGES nouveaux, prochainement fabriqués par la S. A. Métallurgique d'ESPÉRANCE - LONGDOZ dans ses nouvelles installations modernes, comportant notamment un "Train Semi-Continu à Chaud", et des "Trains à Froid",

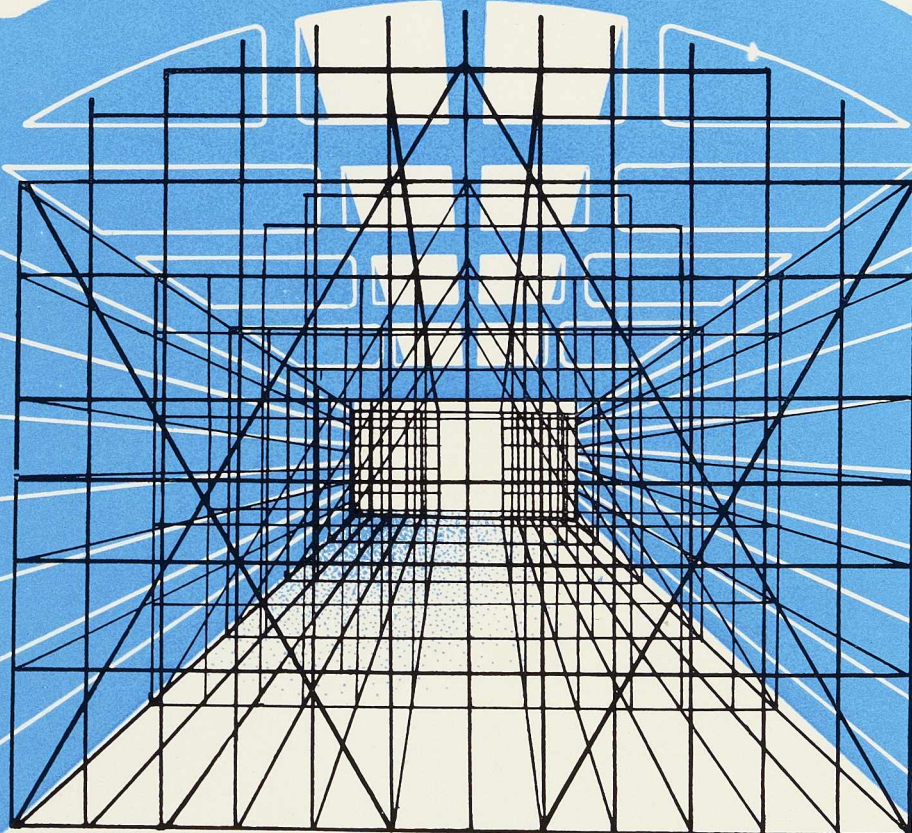


S.A.M d'ESPÉRANCE - LONGDOZ
60, RUE D'HARSCAMP, LIEGE TEL. 674.68



SOUTIEN DE COFFRAGE

200 T.



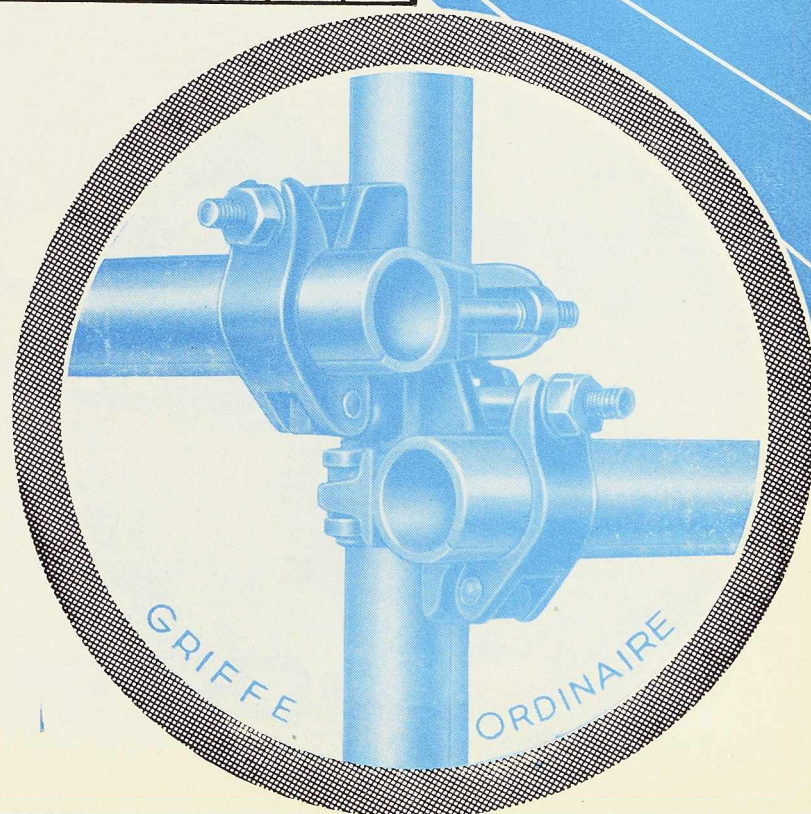
HAUTEUR 14.50 M

Alexandre
DEVIS *et*
C^o

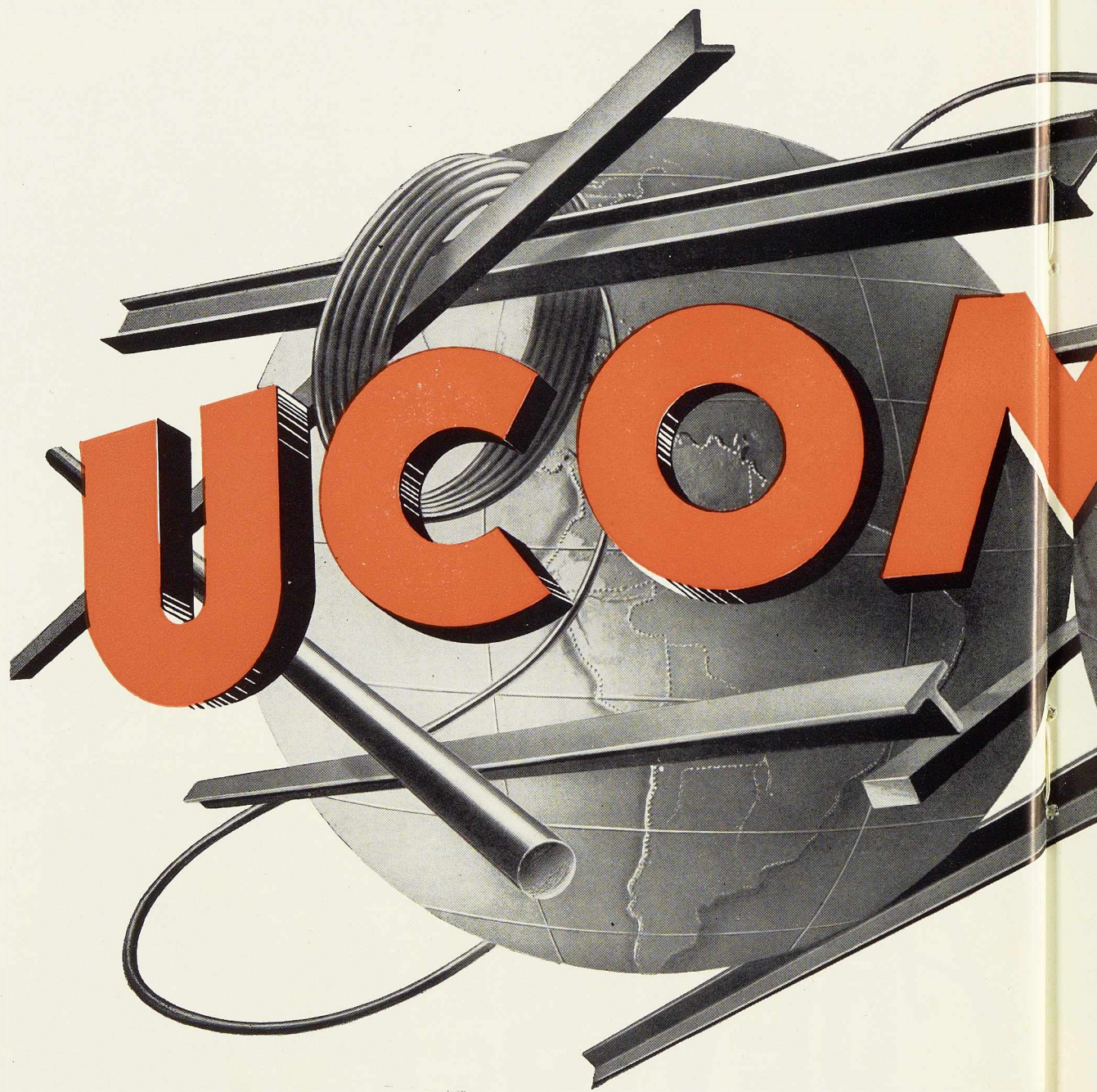
158, RUE SAINT-DENIS

B R U X E L L E S

TÉLÉPHONE 43.15.05



TOUS PRODUITS M

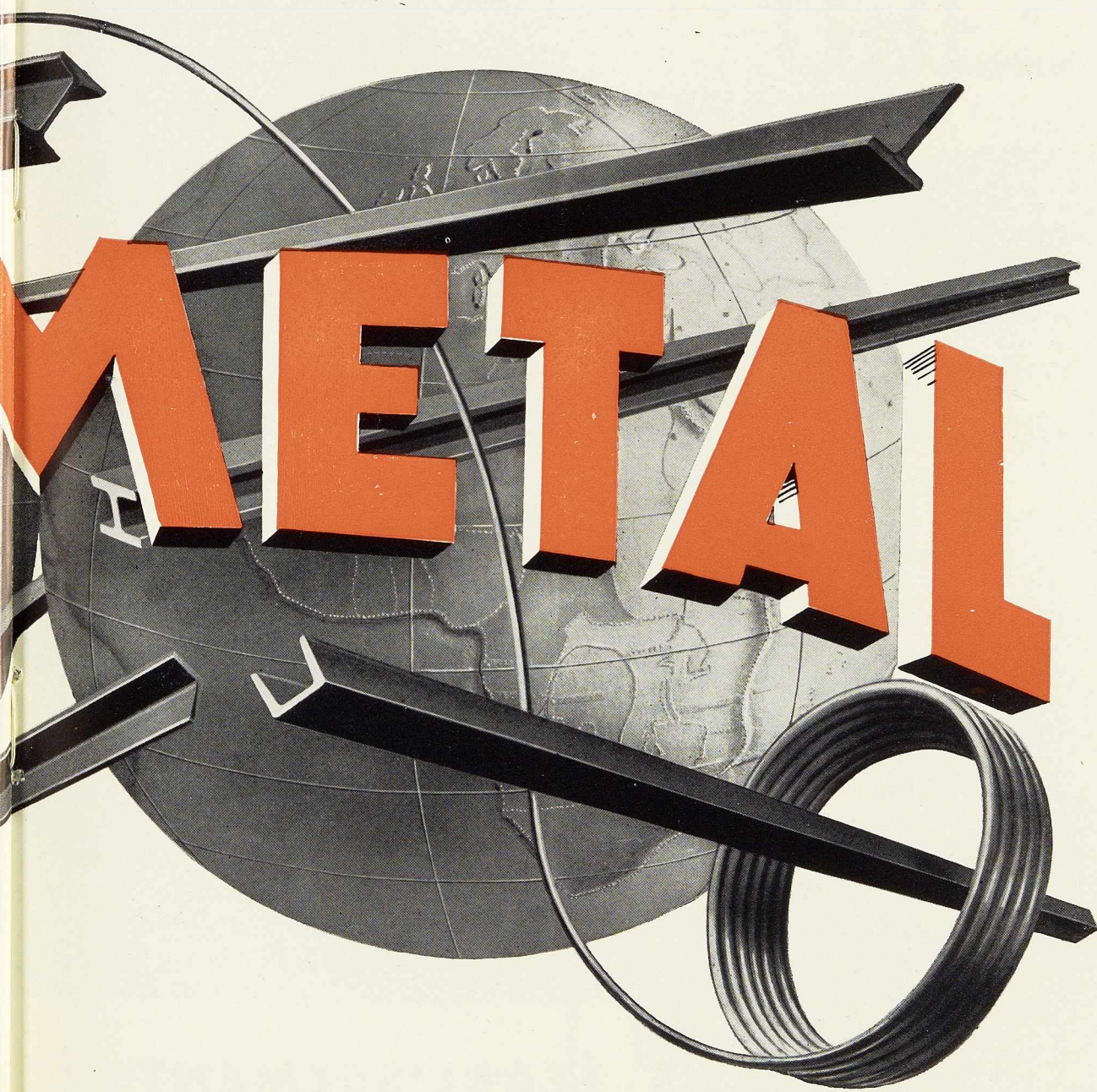


24 RUE RO
BRUXEL

COCKERILL - PROVIDENCE

C.G.P.I.

MÉTALLURGIQUES



ROYALE
ELLES

CE - SAMBRE & MOSELLE

OSSATURE
MÉTALLIQUE
D'UN
HALL DE LAMINOIR

LONGUEUR :
585 MÈTRES

LARGEUR :
2 × 30 MÈTRES

POIDS TOTAL :
9300 TONNES

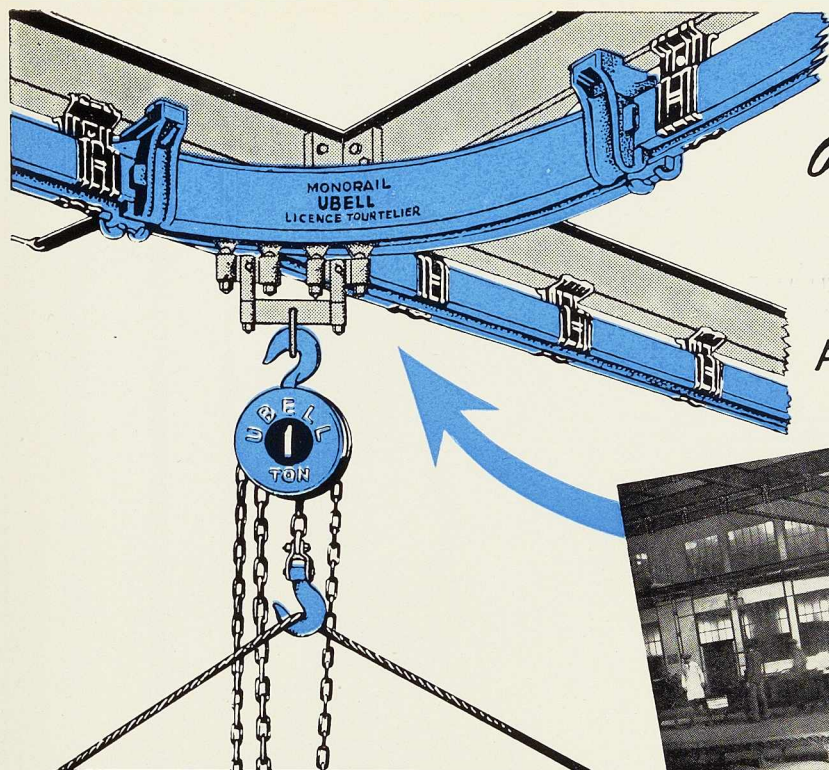


SOCIÉTÉ ANONYME DES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

PAUL WURTH
LUXEMBOURG

TÉLÉPHONE : 23.22-23.23
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE
PEWECO - LUXEMBOURG



Le monorail UBELL

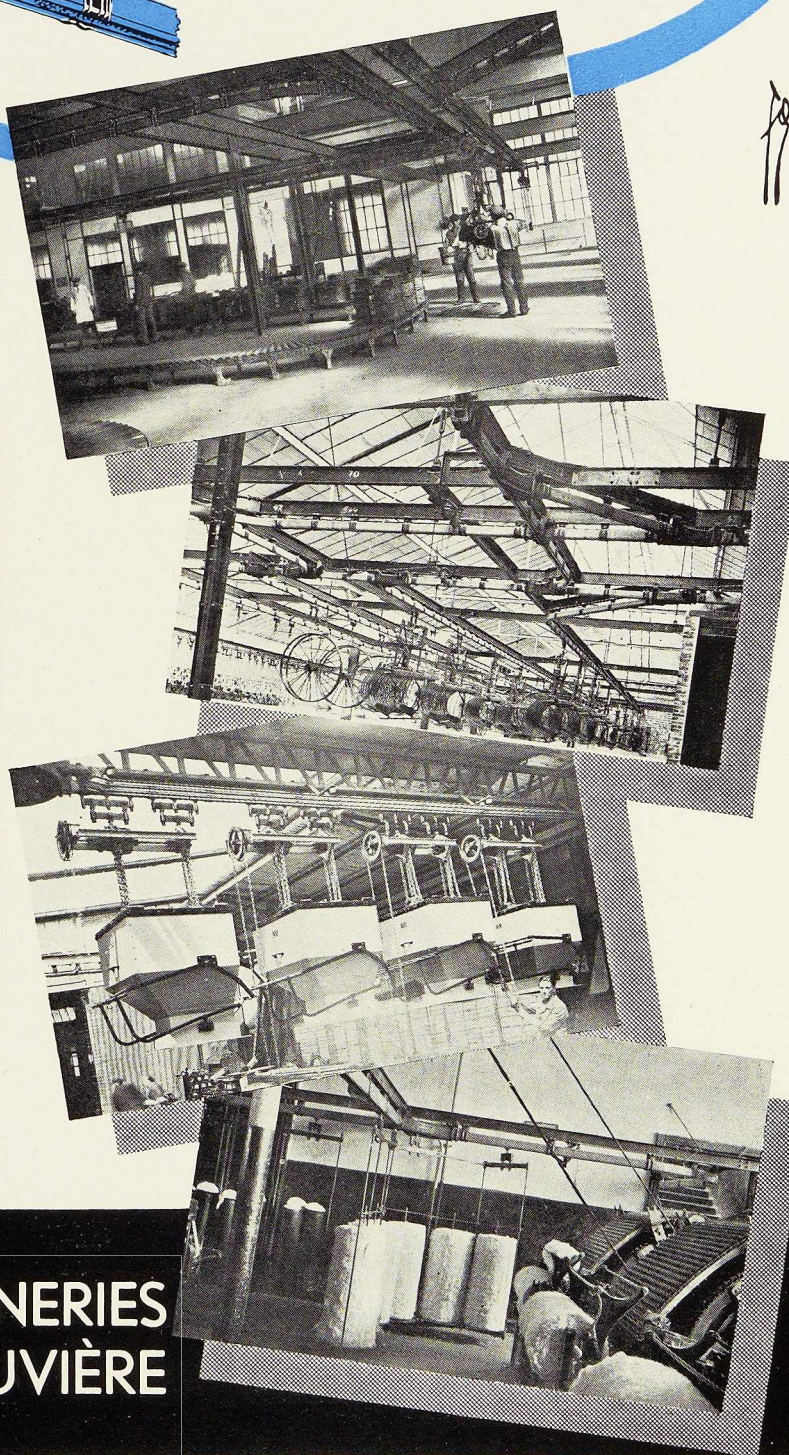
A MAIN OU ÉLECTRIFIÉ

Le Monorail Ubell est le
TRANSPORTEUR IDÉAL
pour toutes les industries.

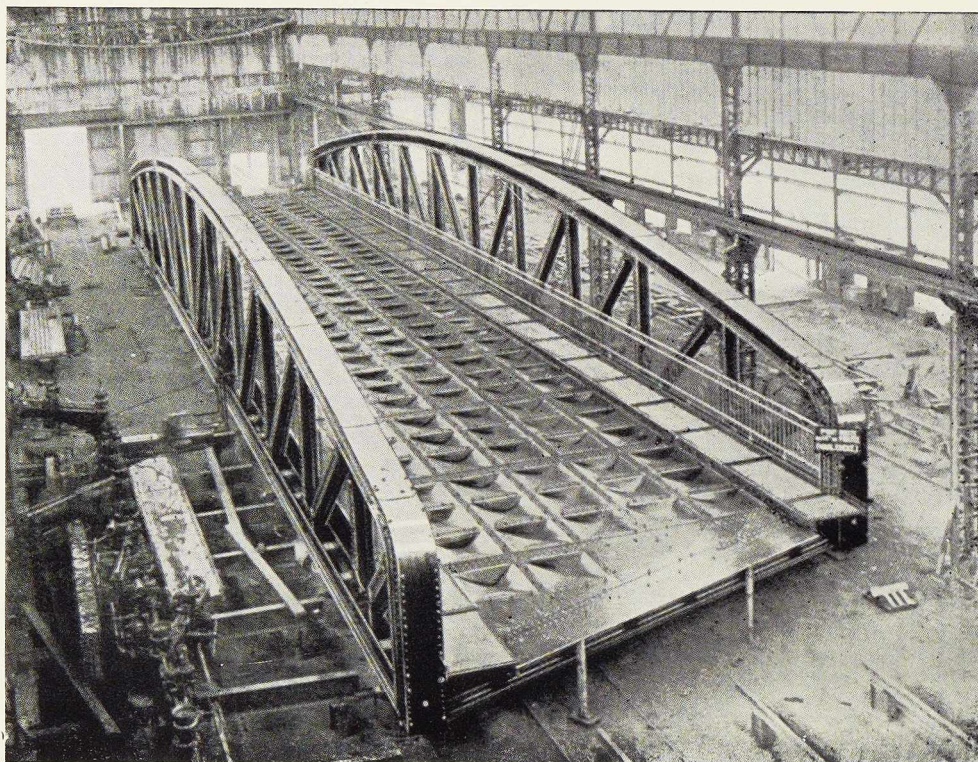
Il permet de réduire de
**50 à 85% VOS FRAIS
DE MANUTENTION.**

Avantages : Interchangea-
bilité de toutes pièces —
Roulement extrêmement
doux — Frottement minime
— Sécurité parfaite — Sim-
plicité de montage.

Combinaison de Monorails
— Ponts roulants — Ascen-
seurs — Bascules.



**S. A. USINES, BOULONNERIES
ET ÉTIRAGE • LA LOUVIÈRE**



Pont-route avec platelage en tôles embouties

- PONTS ET CHARPENTES
RESERVOIRS
TANKS

- WAGONS
VOITURES
FOURGONS

- PIECES EMBOUTIES
 - BOUTEILLES A GAZ
 - TRAINS DE ROUES
 - RESSORTS

S.A. DES ATELIERS DE LA

LOUVAIN

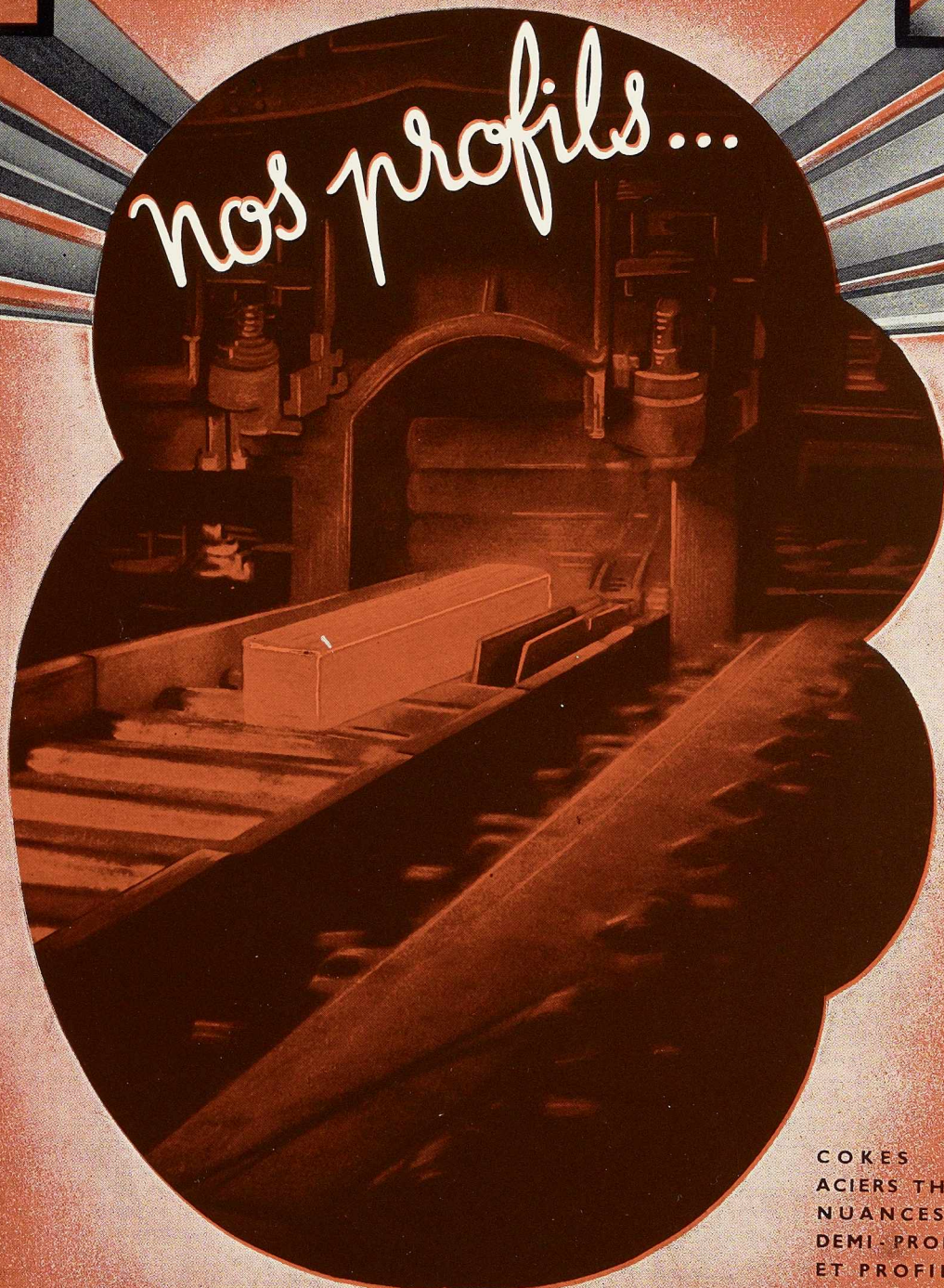
TELEPHONES: 86-2044-3012

TELEGR. ATELDYLE, LOUVAIN

DYLE

S

nos profils...



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

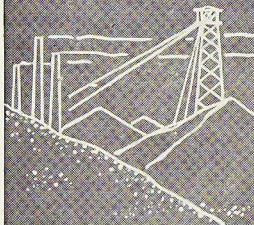
SOC. AN. DES HAUTS-FOURNEAUX FORGES & ACIERIES DE
THY-LE-CHATEAU & MARCINELLE

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

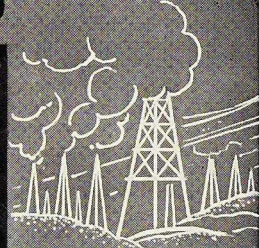
Studio-Simar-Stevens

TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

CHARBONNAGES



PÉTROLE



CANALISATIONS



TRAVAUX PUBLICS

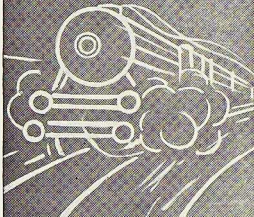


EAU

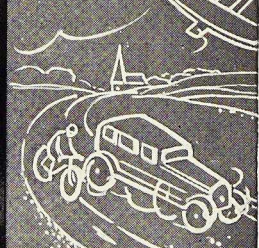


GAZ

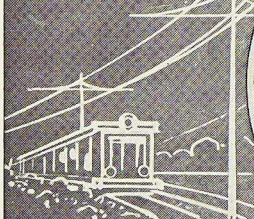
CONSTRUCTION MÉCANIQUE



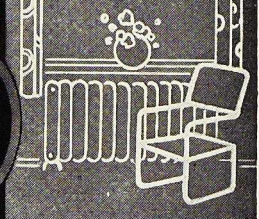
SPORTS



TRANSPORT DE FORCE



LE HOME



TOUS DIAMÈTRES
DE 3^m/_m A 1250^m/_m
ET PLUS



USINES À TUBES DE LA MEUSE

STÉ A^{ME} FLÉMALLE-HAUTE BELGIQUE

SOBELPRO

: 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

PUBLIGRAPHIE
BRUXELLES



SC SIDERUR

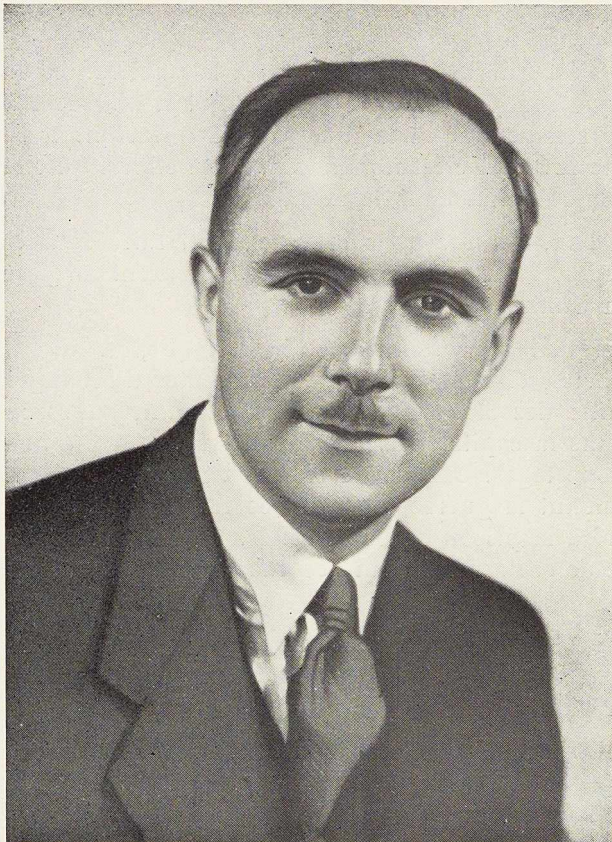
Toute la gamme des produits
sidérurgiques en acier
THOMAS - MARTIN - ELECTRIQUE

SOCIETE COMMERCIALE DE SIDERURGIE
S. A.

1a, RUE DU BASTION (ELITE HOUSE) BRUXELLES
TELEPHONES : 12.31.70 (4 LIGNES) 12.00.53 (3 LIGNES) C. C. P. : 33.79
TELEGR : SIDERUR-BRUXELLES - REG. DU COMM. : BRUXELLES 207.794

ORGANISME DE VENTE DE

SOCIETE ANONYME D'UGREE - MARIHAYE, à Ougrée
S. A. MINIERE ET METALLURGIQUE DE RODANGE, à Rodange (G.D. Luxembourg)
S. A. ACIERIES ET MINIERES DE LA SAMBRE, à Monceau-sur-Sambre
SOCIETE ANONYME LAMINOIRS D'ANVERS, à Schooten-lez-Anvers



René A. NIHOUL, 1909-1949

À la Mémoire de René A. Nihoul

Rien de plus affligeant que la disparition soudaine, à la fleur de l'âge, dans la plénitude de ses facultés, d'un jeune collègue chez qui l'on avait reconnu cet ensemble de qualités caractéristiques de l'homme d'action aux capacités constructives.

Dès l'âge de quinze ans, M. R.-A. Nihoul avait perdu son père, ingénieur également, tué dans un accident d'usine. Sa mère, docteur en sciences chimiques, acquit alors le titre de pharmacien et se mit au travail pour assurer l'éducation de ses deux enfants.

En 1933, M. Nihoul est entré en qualité d'ingénieur au Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier dont, douze ans plus tard, il

devait devenir directeur. Il s'est consacré spécialement à la publication de la revue *L'Ossature Métallique* et sa grande préoccupation était d'assurer à celle-ci la plus haute tenue scientifique et la plus grande diffusion. Il se réjouissait du succès de cette revue et c'est notamment à ses efforts qu'elle doit la place qu'elle tient aujourd'hui dans le monde.

Il avait épousé M^{lle} E. Fox, connue dans le monde littéraire sous le pseudonyme de Marie Forestier. Trois enfants, trois filles, pleurent un père qui était aussi leur meilleur camarade.

Au début de 1941, alors que la famine menaçait la Belgique, M. Nihoul fut, à l'initiative de Fabrimétal, envoyé à Moscou pour tenter d'échanger des appareils de levage contre des céréales. A son retour, il fit pour son entourage, de son séjour dans la capitale soviétique, une relation prophétique digne des meilleurs reportages. Officier de réserve de l'Armée belge, M. Nihoul a fait partie, pendant la guerre, de l'Armée secrète; arrêté par la Gestapo, il a été incarcéré à la prison de Saint-Gilles. Le Gouvernement français, en reconnaissance de ses services, lui accorda la croix de guerre française.

M. Nihoul a représenté la Belgique dans de nombreuses réunions internationales où ses éminentes qualités et ses dons exceptionnels lui ont permis de jouer un rôle de premier plan.

Depuis un an environ, il avait été détaché par le C. B. L. I. A. et Fabrimétal à l'Organisation européenne de Coopération économique (O. E. C. E.). M. Nihoul s'était installé à Paris, tout en gardant la direction en titre du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier.

Ardent au travail, mais homme de haute culture et distinction, M. Nihoul aimait à contempler la nature et il était sensible à la beauté sous tous les aspects. Il comptait de nombreux amis qui garderont le souvenir de ce compagnon attachant.

Le soir du 18 décembre, M. Nihoul quittait Paris pour venir à Bruxelles où il devait tenir une conférence sur l'équipement de l'Europe, selon les principes de l'O. E. C. E. A peine décollé, l'avion où il avait pris place fit une chute à Aulnay-sous-Bois, causant la mort de tous ses occupants.

Dès que le tragique accident fut connu, des témoignages de condoléance et signes de la plus vive sympathie affluèrent au C. B. L. I. A. émanant de l'Enseignement supérieur, de l'Administration publique et des milieux scientifiques, sidérurgiques et industriels du pays et de l'étranger.

Eug. FRANÇOIS,

*Professeur à l'Université de Bruxelles,
Administrateur-Conseil du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier.*

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

15^e ANNÉE - N° 1

JANVIER 1950

UNIVERSITEIT GENT
AFDELING VOOR BOUWKUNST
DE NIEUWSTRAAT, GENT

R. Perpète,
Ingénieur en chef
à la S. A. des Ateliers de
Construction de Jambes-Namur

La reconstruction du pont de France à Namur

Introduction

Le pont-route au confluent de la Sambre et de la Meuse à Namur, dont les plans ont été étudiés par l'Administration des Ponts et Chaussées, avait été construit en 1930 par les Ateliers de Construction de Hal. Sa ligne cadrerait admirablement avec les aménagements apportés à la pointe du

Grognon. Sa situation permettait une vue superbe sur Namur et sur l'avancée de la Citadelle toute proche (fig. 1). Il était destiné à remplacer un pont léger qui servait au passage des piétons et des trams vicinaux, à vapeur et électriques, de la ligne Namur-Profondeville. Détruit lors des événements de mai 1940, il fut reconstruit en 1948-1949.

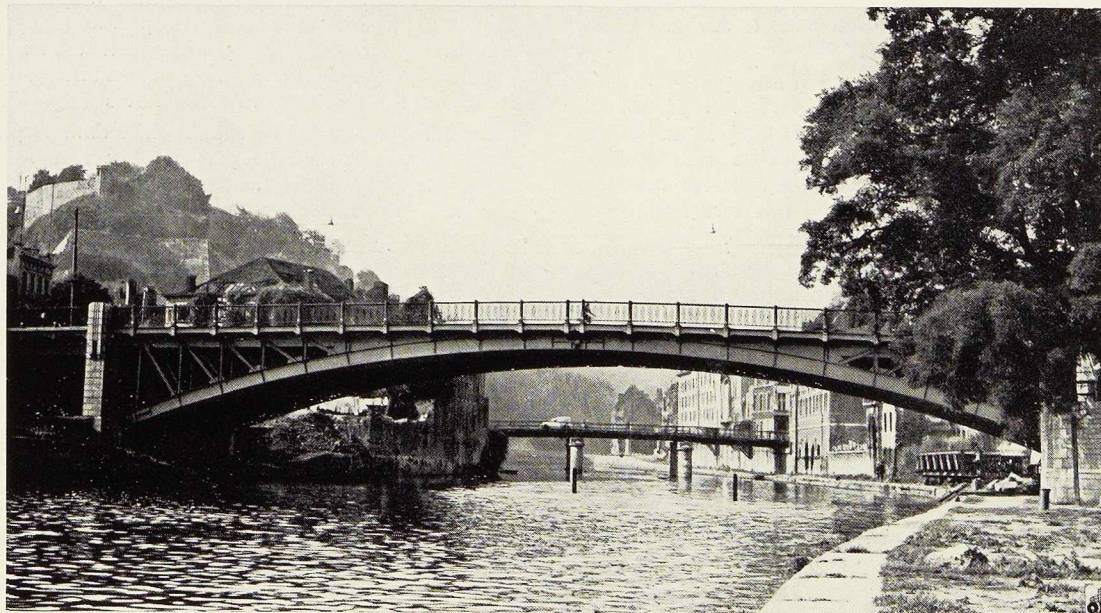


Fig. 1. Vue générale du pont de France au confluent de la Sambre et de la Meuse à Namur.

La reconstruction de l'ouvrage fut confiée à la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur qui avaient, en 1940, déblayé la Sambre et stocké dans ses dépendances tous les éléments du pont détruit. Cette société avait établi son prix pour la reconstruction en tenant compte de la récupération des éléments métalliques réutilisables. La remise en état, tant à l'atelier que sur le chantier, a été contrôlée par les agents de l'Administration des Ponts et Chaussées.

L'inauguration officielle du Pont de France a eu lieu le 11 août 1949, par M. Behogne, Ministre des Travaux publics.

Description générale

Le nouvel ouvrage est constitué d'une arche qui a une portée de 50 mètres d'axe à axe des rotules (fig. 6). La largeur de la chaussée entre bordures des trottoirs est de 11,500 m; les deux trottoirs latéraux, partiellement en porte-à-faux, ont chacun une largeur de 2,750 m (fig. 7).

La largeur totale de l'ouvrage est donc de 17 mètres d'axe à axe des garde-corps.

La sortie du pont du côté de la rive gauche va en s'évasant pour faciliter le dégagement vers les rues avoisinantes.

Le pont est du type à arc à tablier supérieur. Le système portant est composé de 11 arcs à âme pleine à trois articulations en arc de cercle (fig. 6).

La flèche des arcs a 4,650 m; le surbaissement de l'arc est donc de 1/10,75.

Chaque arc est constitué d'une poutre à âme pleine, composée d'une âme de 700×10 , de quatre cornières de $150 \times 150 \times 12$ et de semelles de 330×10 . Le nombre des semelles varie pour les arcs se trouvant sous les voies du tram. A la partie supérieure, les arcs font corps avec la membrure supérieure.

Au droit des montants verticaux, supportant le platelage, il a été prévu des diaphragmes d'entretoisement situés normalement aux arcs dans la partie inférieure et verticalement dans la partie supérieure.

L'écartement entre arcs est de 1,500 m (fig. 7). Les demi-arcs comprennent un joint de montage situé entre les montants 5 et 6 (chaque demi-arc a été effectué en deux tronçons plus un tronçon de membrure supérieure).

Les couvre-joints ont été réalisés :

a) Par des tôles d'une épaisseur de 12 mm pour les âmes;

b) Par des cornières de $135 \times 135 \times 15$ pour les cornières brides;

c) Par des larges plats de 330×10 pour les semelles.

Les membrures supérieures sont composées d'une âme de 550×10 , de deux cornières de $150 \times 150 \times 12$, deux semelles de 300×10 et une semelle de 450×14 .

Les tôles embouties de platelage ont été fixées sur cette dernière semelle.

Chaque demi-arc porte six montants verticaux et des diagonales écartées de 2,240 m d'axe à axe. Les montants, dans une même section transversale, sont réunis en tête par une traverse horizontale.

La composition des montants et des diagonales est une âme de 200 mm de largeur ainsi que quatre cornières (fig. 4) dont l'importance varie suivant la longueur théorique des barres.

La fixation des montants et des diagonales se fait directement sur l'âme des arcs qui a été découpé pour former gousset. On a, de plus, ajouté des cornières contre-attaches. A la partie supérieure l'attache se fait directement sur la membrure supérieure.

Les deux montants extérieurs dans une même section transversale portent chacun une console destinée à supporter le platelage des trottoirs.

La chaussée proprement dite repose sur une surface continue de tôles embouties de 8 mm d'épaisseur et le revêtement des trottoirs sur une surface continue de tôles de 8 mm d'épaisseur. Ces tôles planes et embouties prennent appui sur un quadrillage de poutres qui sont : les poutres principales, les entretoisements supérieurs et les traverses intermédiaires (fig. 5).

Les têtes des montants sont réunies dans le plan transversal de l'ouvrage par des traverses ayant une portée égale à l'écartement des arcs : 1,500 m. Ces traverses sont faites d'une poutrelle de $254 \times 152 \times 8$, sauf celles des extrémités qui sont faites de quatre cornières et d'une tôle dans laquelle on a prévu des ouvertures circulaires pour le passage des conduites d'eau, de gaz, d'électricité, etc. Intermédiairement et à mi-distance des précédentes, il a été placé des traverses en poutrelles I de $254 \times 152 \times 8$.

Le tablier des trottoirs comprend :

a) Les entretoises avec ouverture circulaire;

b) Une série de consoles attachées à la tête des montants dont l'écartement est de 2,420 m et réunies intérieurement par des poutres placées sous garde-corps;

c) Parallèlement aux poutres principales et entre deux entretoises, une longrine en poutrelle I de $203 \times 152 \times 8$.





Fig. 2. Vue partielle du pont de France montrant les arcs, les entretoises et le contreventement.

Il résulte de l'assemblage de tous ces éléments de la chaussée et des trottoirs que l'ensemble des tabliers est constitué d'une série de rectangles sur lesquels les tôles embouties et les tôles planes sous trottoirs sont rivées (fig. 6).

Les principaux éléments du pont sont fortement entretoisés entre eux par des contreventements transversaux et horizontaux.

Contreventements transversaux

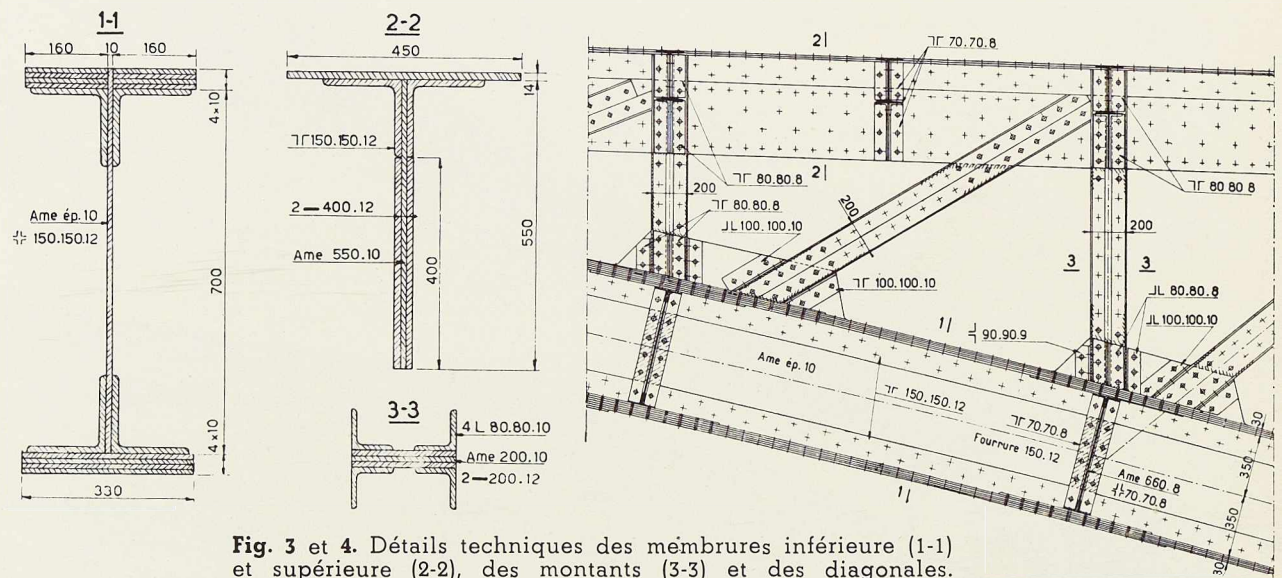
Les arcs sont reliés entre eux aux droits des montants par un entretoisement intéressant la

hauteur de l'arc (700 mm) constitué d'une tôle pleine et de quatre cornières.

Dans le plan des montants 1, les barres de contreventement sont composées d'une âme de 200 mm et de quatre cornières.

Dans le plan des montants 3, 4, 5, les barres sont composées de deux cornières accolées formant un fer T.

A partir du montant 6, jusqu'au montant 11, le contreventement est réalisé par des entretoisements à âme pleine avec cornières.



Contreventements horizontaux

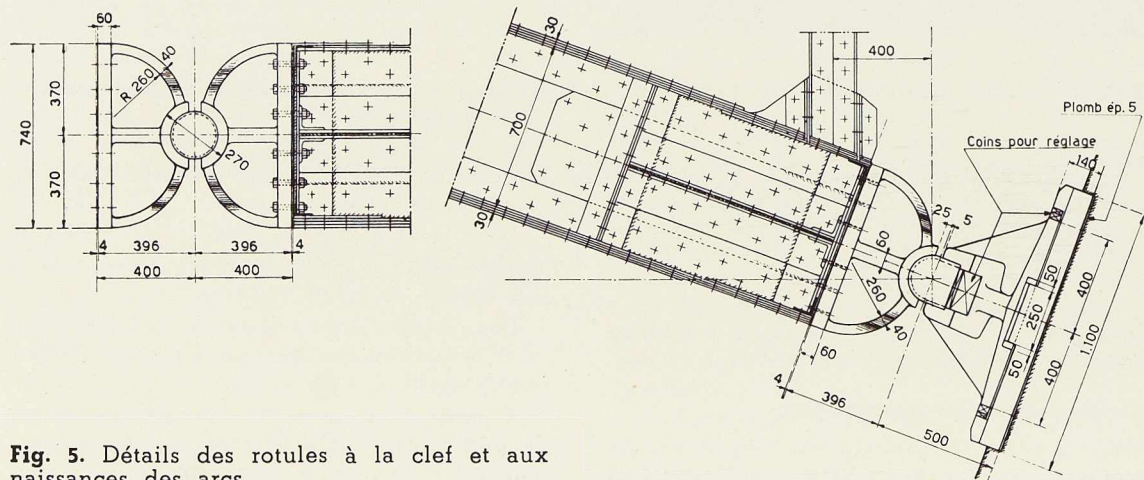
Du point 1 jusqu'au point 7, les arcs sont contentés par des cornières diagonales dans leur plan supérieur et inférieur; du point 7 au point 11, le contreventement n'est nécessaire que dans le plan inférieur, celui de la partie supérieure étant réalisé par le tablier et le platelage en tôles.

La figure 5 montre les articulations aux naissances et à la clé réalisées par une rotule en acier

forgé, assurée entre deux forts sabots en acier coulé.

A la retombée des arcs, un réglage est rendu possible par le fait que la rotule repose sur deux coins obliques (fig. 5). Les sabots de ces appuis sont encastés dans une pierre de taille, sur une feuille de plomb de 5 mm d'épaisseur.

Le garde-corps complète avantageusement l'ouvrage métallique; les colonnes et les mains courantes sont en acier moulé tandis que les panneaux décoratifs sont en fer forgé soudé.



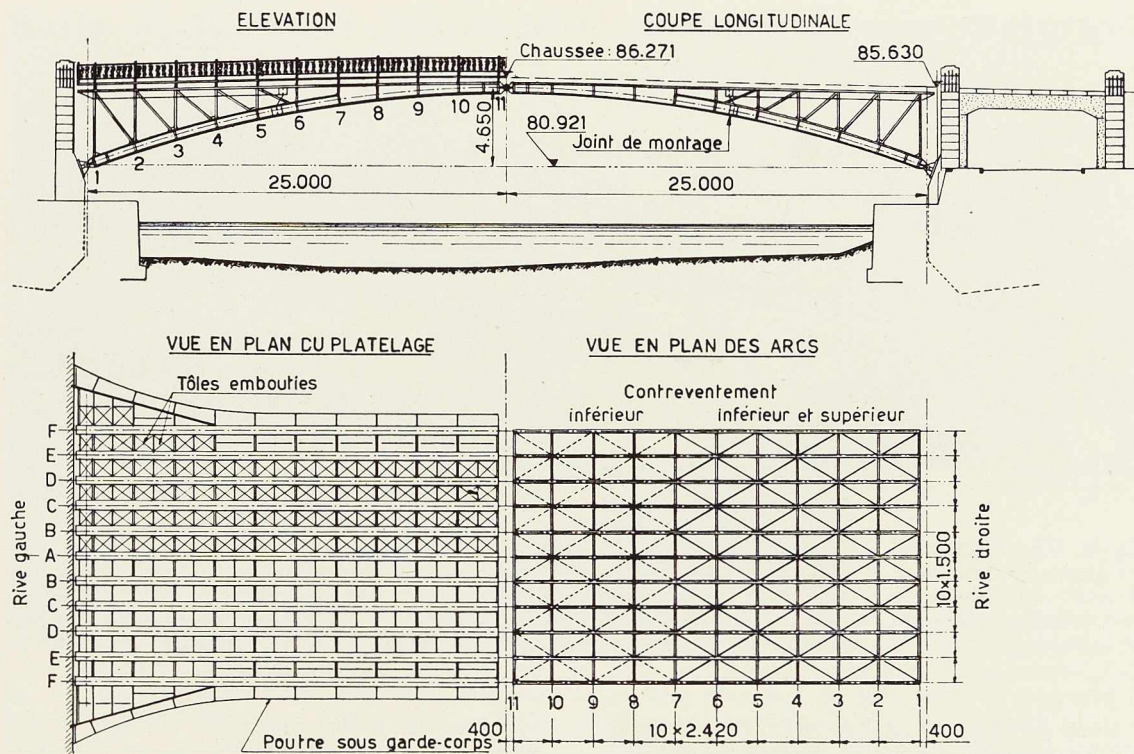


Fig. 6. Elévation et vue en plan du pont de France à Namur.

Montage

Les éléments du pont ont été transportés par camion de l'usine de Jambes jusqu'à pied d'œuvre.

Les trois éléments des poutres principales avec les montants et les diagonales ont été assemblés et rivés sur les berges. Ils ont été ensuite levés par une bigue flottante et mis en place directement en les appuyant à une extrémité sur les rotules des naissances et à l'autre extrémité sur une palée de montage établie dans l'axe de la rivière.

Grâce à ce procédé, il a été possible de mettre un demi-arc en place en 30 minutes.

Le poids d'un demi-arc complet varie entre 11 500 et 16 500 kg.

On procéda ensuite au réglage de la rotule à la clé.

Les montants, les entretoises, les éléments de platelage, y compris les tôles embouties, ont été placés et assemblés par rivure.

Le montage sur place a été exécuté par les monteurs des Ateliers de Construction de Jambes-

Namur. Il a nécessité la mise en œuvre de 60 000 rivets.

Poids de l'ouvrage

Ainsi qu'il a été dit précédemment les Ateliers de Construction de Jambes-Namur se sont attachés à récupérer le plus grand nombre possible d'éléments provenant de l'ancien pont.

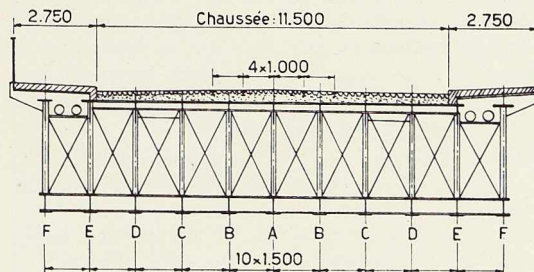


Fig. 7. Coupe transversale du pont.

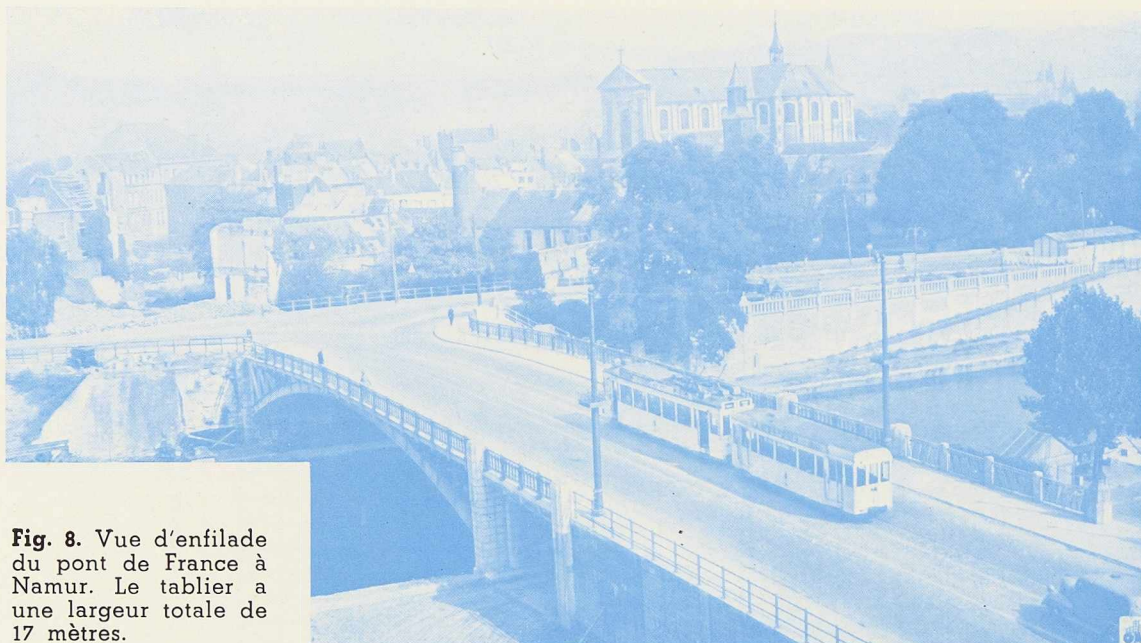


Fig. 8. Vue d'enfilade du pont de France à Namur. Le tablier a une largeur totale de 17 mètres.

Aussi, sur le poids total de 588 225 kg, le poids des parties neuves a été de 205 742 kg et celui des parties récupérées de 382 483 kg, soit 65 %, se répartissant comme suit :

	Parties récupérées	Parties neuves	Poids totaux
Partie métallique .	348.795	164.529	513.324
Appuis et rotules .	17.587	37.562	55.149
Garde-corps . . .	16.101	1.992	18.093
Plomb	—	1.659	1.659
TOTAUX . .	382.483	205.742	588.225

Éléments détruits et remplacés au cours de la reconstruction

Plusieurs éléments de l'ouvrage détruit pendant la guerre ont dû être remplacés au cours de la reconstruction du pont.

On en trouvera ci-après la nomenclature :

- La partie inférieure des arcs depuis le nœud 1 jusqu'au nœud 3 pour les 22 demi-arcs;
- La partie extrême de la membrure supérieure sous chaussée pour plusieurs poutres;
- Une grande partie des montants et des diagonales surtout ceux d'about vers les culées;

- Tous les contreventements verticaux et une partie des entretoisements;
- Une grande partie des contreventements horizontaux;
- Une partie des tôles de platelage et des poutrelles les supportant;
- Une partie des appuis;
- Une partie des garde-corps;
- Le plomb à feuille sous les appuis;
- Pour certains arcs, des nouveaux joints ont dû être réalisés.

Au nœud 8 les pièces ayant été coupées entièrement lors du déblaiement de la rivière en 1940.

Qualités des aciers utilisés

L'acier utilisé pour la construction du pont de France est un acier laminé de type courant de l'Administration des Ponts et Chaussées.

Il présente une résistance à la rupture de 38 à 44 kg/mm² et un allongement à la rupture de 25 % minimum.

L'acier moulé donne 45 à 55 kg/mm² de résistance à la rupture et 20 % d'allongement.

Quant à l'acier forgé, il répond aux conditions suivantes : résistance à la rupture 45 à 55 kg/mm², limite élastique 30 kg/mm², allongement 20 %.

R. P.



Halls industriels construits récemment en Belgique et au Luxembourg

F. Hébrant,
Ingénieur A. I. Lg.,
Secrétaire technique
de la Société Métallurgique
d'Enghien-Saint-Eloi

Les charpentes métalliques de la nouvelle tôlerie à la S. A. d'Espérance-Longdoz (Liège)

Introduction

Les bâtiments actuellement érigés ou en cours de montage, fournis pour la grosse majorité par la S. A. Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, abriteront les premiers éléments d'une tôlerie moderne complète, conçue sur les principes de laminage de la tôle fine en bandes.

Cette tôlerie comportera deux divisions principales :

1° Les laminoirs à chaud qui transformeront le lingot en une tôle d'environ 2 mm d'épaisseur en une seule bande terminée et bobinée à chaud.

2° Les laminoirs à froid qui produiront les tôles fines de toutes épaisseurs, jusqu'aux plus fines demandées et pour toutes les largeurs jusqu'à 1,200 m.

Le schéma d'implantation de l'usine dans sa première phase (fig. 9) prévoit pour le train à chaud un grand hall D de 437 m de longueur et 24 m de largeur ainsi qu'un hall-annexe de 330 m \times 15 m (A₁-A₂-A₃). Le grand hall D abritera les fours de réchauffage des lingots, le train à bandes composé essentiellement d'une cage dégrossisseuse, duo universel réversible et de cinq cages quarto travaillant en continu, les transporteurs correspondants, les cisailles et bobineuses. Le hall-annexe comprendra la salle des machines et les services auxiliaires d'entretien. Entre le train à chaud (hall D) et les trains à froid (hall C), la décaperie continue occupera un hall spécial de 200 mètres de longueur et 15 mètres de largeur.

Les bobines décapées seront conduites au moyen de chariots porteurs vers le train à froid dont les diverses opérations s'échelonnent tout au long d'un hall de 350 mètres de longueur et 25 mètres de largeur avec une annexe pour le recuit en vase clos : laminoir Sendzimir dégraissage, réenroulement, recuit, revêtement, redresserie, cisailage, fenderie et magasins.

Dispositions générales des bâtiments (fig. 9 et 11)

Le premier bâtiment, construit en 1947 par la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, est le hall C du train à froid, de 350 m \times 25 m et de 11,750 m de hauteur libre. La toiture est composée d'une série de sheds de 10 m de portée avec versants vitrés à 60° et versants à 30° recouverts de plaques ondulées Eternit et pourvus d'une sous-toiture en plaques planes Eternit. Les longs-pans sont constitués par des éléments creux en terre cuite de 18 cm d'épaisseur armés de barres d'acier, franchissant d'une seule portée sans ossature métallique la distance de 10 mètres séparant les colonnes principales. Les pignons en maçonnerie ordinaire d'une brique d'épaisseur avec ossature métallique, comportent chacun deux portes métalliques roulantes de 5,40 m \times 5 m.

Deux ponts roulants de 20 tonnes de force au crochet circulent sur toute la longueur du hall. Celui-ci est divisé en 7 tronçons de 50 m séparés par des joints de dilatation prévus dans les chemins de roulement; chacun de ces tronçons com-



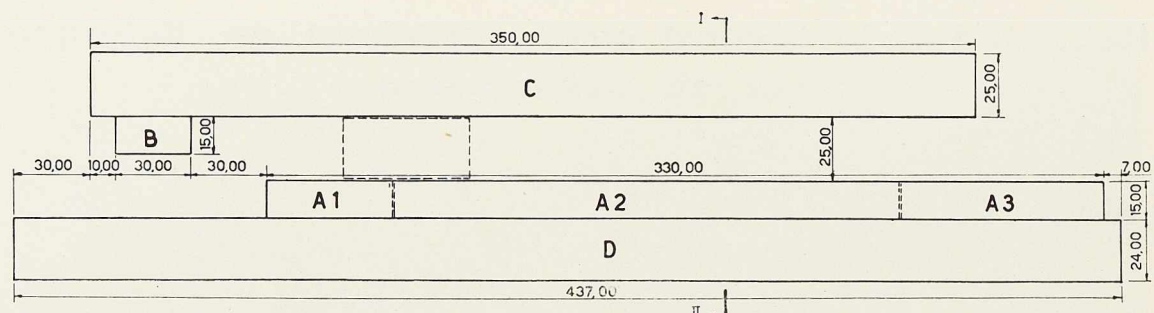


Fig. 9. Schéma d'exploitation de l'usine de la S. A. d'Espérance-Longdoz :
A1, A2, A3 : halls annexe, B : petit bâtiment annexe, C : halls des trains à froid, D : hall du train à chaud.

porte dans les deux files de colonnes un portique reprenant les efforts longitudinaux dus au vent et aux ponts roulants.

Le hall-annexe accolé au hall des trains à chaud, de $330\text{ m} \times 15\text{ m}$ et de $12,975\text{ m}$ de hauteur libre est construit avec une toiture en sheds de 10 mètres de portée, des pignons et un long-pan extérieur identiques à ceux du hall précédent. Il est subdivisé en trois halls A_1 , A_2 et A_3 destinés aux services auxiliaires d'entretien et à la salle des machines, dans lesquels circulent des ponts roulants dont un pont de 10 tonnes dans le hall A_1 , un de 50 tonnes dans le hall A_2 et un de 15 tonnes dans le hall A_3 . Les colonnes sont en général écartées de 10 mètres sauf en un endroit où il était nécessaire de ménager un passage de 20 mètres de largeur. Des dispositions spéciales ont été adoptées pour franchir cette travée telles que l'emploi de poutres au vent au niveau des toitures et au niveau inférieur du long pan situé au-dessus de la baie, de poutres en treillis de grande hauteur pour supporter les maçonneries, le renforcement de la poutre de roulement et de la poutre de freinage correspondante. Dix-huit des colonnes principales reposent sur des chevalets métalliques d'environ $3,900\text{ m}$ de hauteur ajoutés en cours de construction pour permettre de descendre le niveau de fondation et ménager ainsi des pas-

sages indispensables pour le logement des machineries.

Conçu avec une toiture à deux versants, avec lanterneaux vitrés, le hall D du train à chaud comporte trente-deux travées de 10 mètres et neuf travées de 13 mètres groupés en cinq tronçons, séparés par des joints de dilatation et comportant chacun un portique stabilisateur. Les poutres de roulement en profil composé livrent passage à deux ponts roulants pour four et un pont roulant de 70 tonnes.

Ce hall bien qu'accolé au grand hall en est complètement indépendant jusqu'aux fondations; 18 de ses colonnes de la rangée mitoyenne prennent appui sur les chevalets mentionnés ci-dessus. Le long-pan extérieur est réalisé de la même façon que dans les autres constructions c'est-à-dire avec éléments creux armés franchissant 10 ou 13 mètres de portée; les pignons sont en maçonnerie d'une brique d'épaisseur. La hauteur libre sous entrain est de $16,446\text{ m}$.

Signalons en passant la construction d'un petit bâtiment-annexe B de $30\text{ m} \times 15,5\text{ m}$ avec toiture en shed du type déjà décrit et de deux cheminées de section rectangulaire, l'une d'entrée d'air de $7,70\text{ m} \times 1\text{ m}$ à trois compartiments, de 17 mètres de hauteur et l'autre de sortie d'air de $9\text{ m} \times 1\text{ m}$ à quatre compartiments, de 20 mètres de hauteur. Ces cheminées sont indépendantes des bâtiments au point de vue stabilité, les parois latérales et intermédiaires de 1 mètre de largeur étant conçues en forme de colonnes à profil composé, ancrées au niveau des

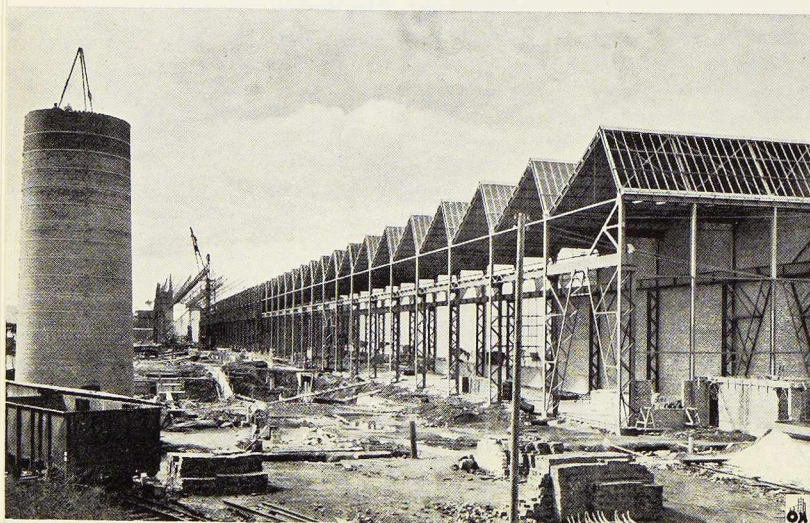


Fig. 10. Vue des charpentes de toiture en shed des halls conçus de façon à supprimer toute barre - triangulation apparente une fois la sous-toiture placée.

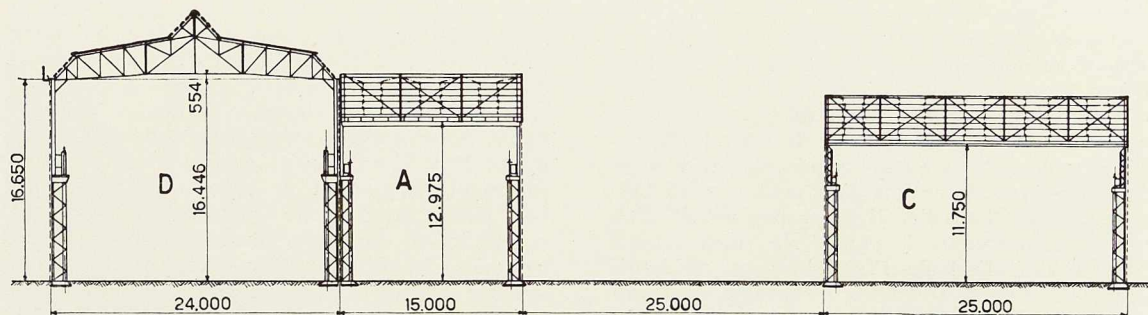


Fig. 11. Schéma montrant le système portant des halls A, C, D.

fondations. Le revêtement des parois extérieures est en tôle de 4 mm sauf sur la hauteur du bâtiment contre lequel ces cheminées sont adossées où il est prévu des joints en tôle flexible assurant l'étanchéité.

Conception des charpentes métalliques

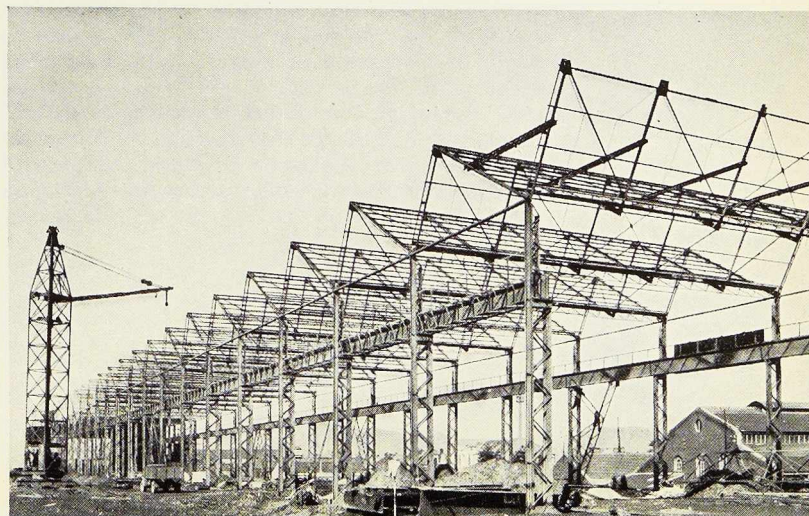
Les charpentes de toitures en sheds des halls de 350 m \times 25 m, 330 m \times 15 m et 30 m \times 15 m sont conçues de telle sorte qu'il n'y ait aucune barre de triangulation apparente une fois la sous-toiture placée (fig. 10). Elles ont été étudiées par le bureau d'études Robert et Musette, de Bruxelles, qui en a établi les calculs et les plans de détails. Le principe adopté consiste à supporter toutes les charges dues au poids mort, à la neige et au vent par les poutres en treillis situées dans les versants à 60° et à 30° (fig. 12). Les poutres ont comme membrures inférieures les pannes en fer U du bas des versants tandis que leurs membrures supérieures, comprimées, sont formées de deux pannes en fer U de faite, sérieusement entretoisées en vue d'éviter le flambage et disposées judicieusement de façon à faciliter le montage. Les fermes sont de simples fers U assemblés les uns aux autres aux faites et sous les chéneaux de façon à réaliser des angles rigides. Il en résulte que chaque file de fermes, schématisée par une ligne brisée, est calculée comme poutre continue sur appuis multiples, d'où un allègement notable de la charpente avec la possibilité de maintenir les flèches dans des limites admissibles.

Fig. 12. Vue des charpentes de toitures en shed en cours de construction. Toutes les charges dues au poids mort, à la neige et au vent sont supportées par les poutres en treillis situées dans les versants à 60° et à 30°.

Les fermes de long pan spécialement conçues pour couvrir la maçonnerie constituent les montants extrêmes des poutres porteuses et viennent s'assembler sur les têtes des colonnes principales. Celles-ci sont réunies deux à deux dans le sens transversal du hall par une poutre sous chéneau transmettant les efforts horizontaux dus au vent et au pont roulant, et dans chaque long pan par une filière passant au niveau des angles inférieurs sous chéneau, de façon à intéresser toutes les colonnes situées entre deux joints de dilatation dans la résistance aux efforts longitudinaux et à reporter ces efforts sur le portique stabilisateur correspondant. La sous-toiture est supportée par des fers T suspendus aux pannes du type Cantilever. Les barres à vitrage des versants à 60° qui sont constituées de profils spéciaux « Aluminex » en métal léger de la firme Chamibel, de Vilvorde, s'appuient sur des pannes métalliques également du type Cantilever.

Le hall du train à froid actuellement terminé permet de se rendre compte de l'aspect net et dégagé qu'offre le genre de toiture qui donne pour le surplus un éclairage uniforme et bien réparti et ne nécessite que des frais d'entretien minimes.

La toiture du hall du train à chaud est composée de dalles creuses en terre cuite recouvertes de roofing reposant sur des pannes en profilés du type Cantilever. Les fermes écartées de 5 m (4,33 m dans les travées de 13 mètres) sont en treillis



ordinaire rivé, mais leur dessin à larges mailles et leur hauteur judicieusement choisie leur confèrent un aspect harmonieux et simple donnant par contraste avec les colonnes et les chemins de roulement, une impression de légèreté (fig 6). L'ensemble de cette toiture représente un exemple caractéristique de ce que l'on peut appeler l'esthétique fonctionnelle. Il n'est pas abusif d'en parler croyons-nous à propos de constructions industrielles, l'art de l'Ingénieur ne réside-t-il pas en effet dans la création d'ouvrages au dessin rationnel, capables de susciter le sentiment du beau. La recherche d'une conception comprise dans ce sens est à n'en pas douter une garantie de succès et une source de satisfaction intérieure offerte à l'Ingénieur absorbé par la longue théorie des calculs arides. Trop souvent ce point de vue est négligé alors qu'il coïncide avec le souci majeur de l'auteur d'un projet, c'est-à-dire l'économie.

Les fermes sont entretoisées par trois cours de contreventements et reposent soit sur des colonnes, soit sur des sablières de long-pan. Les efforts dus au vent sont reportés au sommet des colonnes par les poutres au vent situées dans le plan des entrails.

Les colonnes des bâtiments principaux sont de conception soudée. Une étude préalable a permis d'évaluer l'économie à réaliser par rapport au type rivé à 13 % environ, économie à la fois de matière et de main-d'œuvre.

Le schéma en est simple. Il est composé d'un fût en poutrelle Grey situé sous les chemins de roulement et d'un fût montant jusqu'au pied des fermes, de structure variable suivant les bâtiments (fig. 14).

Dans le hall du train à froid construit en premier lieu (fig. 12) les colonnes sont constituées d'un fer U recevant les diagonales du treillis et d'une I PN placée de façon à servir d'emboîtement à la maçonnerie. Ces deux profils sont solidarisés par traits de soudure et nervures horizontales. Au-dessus de l'assise des chemins de roulement, ce profil n'étant pas suffisant est renforcé par un fer U qui lui est associé pour former poutre en treillis et qui est solidement encasté dans le gousset de tête. Le treillis est constitué de L disposées en V et soudées sur les fûts. La raideur de ceux-ci permet de supporter les tensions secondaires provenant de la non concordance de leur axe avec ceux des diagonales. Les assises sont conçues en vue de transmettre les réactions intégralement aux massifs de fondation. Dans les autres bâtiments le fût sous-ferme est renforcé par une poutrelle Grey (fig. 13), ce qui simplifie encore le travail mais augmente légèrement le poids.

Dans la recherche d'une solution économique ce sont les deux éléments : poids et main d'œuvre dont les variations se font presque toujours en sens contraire, qu'il s'agit d'évaluer et de combiner. La simplicité s'acquiert au détriment du poids. Il y a une limite que l'expérience et le jugement permettent de déceler. Une colonne, une ferme, une poutre quelconque peuvent se concevoir de multiples manières. Il n'en est qu'une seule qui allie à l'économie maximum un schéma rationnel. L'Ingénieur, auteur d'un projet, doit trouver dans cette recherche l'occasion de déployer toutes ses connaissances, de faire appel à son esprit d'analyse, de façon à déterminer le plus sûrement possible les sollicitations, d'éliminer ce qu'il est convenu d'appeler le coefficient d'ignorance qui peut grever le projet et d'exploiter en toute connaissance de cause et au maximum la résistance de la matière. Ce point est de première importance si l'on en juge par la concurrence de plus en plus sévère que livrent à l'acier d'autres matériaux de construction. Il n'en reste pas moins vrai cependant que les efforts du constructeur sont de toute façon limités par les caractéristiques de l'acier mis à sa disposition et l'on conçoit aisément qu'une amélioration de l'acier ordinaire dans le sens d'une homogénéisation des caractéristiques et la possibilité d'obtenir des aciers à haute résistance à des prix raisonnables, en permettant un relèvement des tensions admissibles, communiqueraient par le fait même une nouvelle impulsion à l'industrie de la construction métallique.

Les chemins de roulement sont étudiés également dans ce sens. Les poutres de roulement proprement dit sont en profil Grey dans les halls du train à froid et le hall-annexe là où circulent les ponts roulants de 10 tonnes, 15 tonnes et 50 tonnes de force au crochet. Dans le hall du train à chaud, elles ont été conçues en poutres composées rivées à âme pleine, les ponts donnant des réactions par galets de l'ordre de 29 tonnes pour les ponts pour four Pits et 57 tonnes pour le pont de 70 tonnes de force. Etant donné le danger d'affaissement minier, toutes ces poutres sont calculées comme éléments sur deux appuis. Les efforts de freinage transversaux sont repris par des poutres de freinage horizontales qui avec les poutres de rive et les contreventements horizontaux inférieurs forment des caissons offrant une bonne rigidité dans le sens transversal.

Les aciers employés sont ceux de la qualité Thomas ordinaire sans essais de réception et désignés dans les normes de l'I. B. N. (Institut Belge de Normalisation) sous le symbole A00.

Les calculs ont été exécutés suivant les pres-



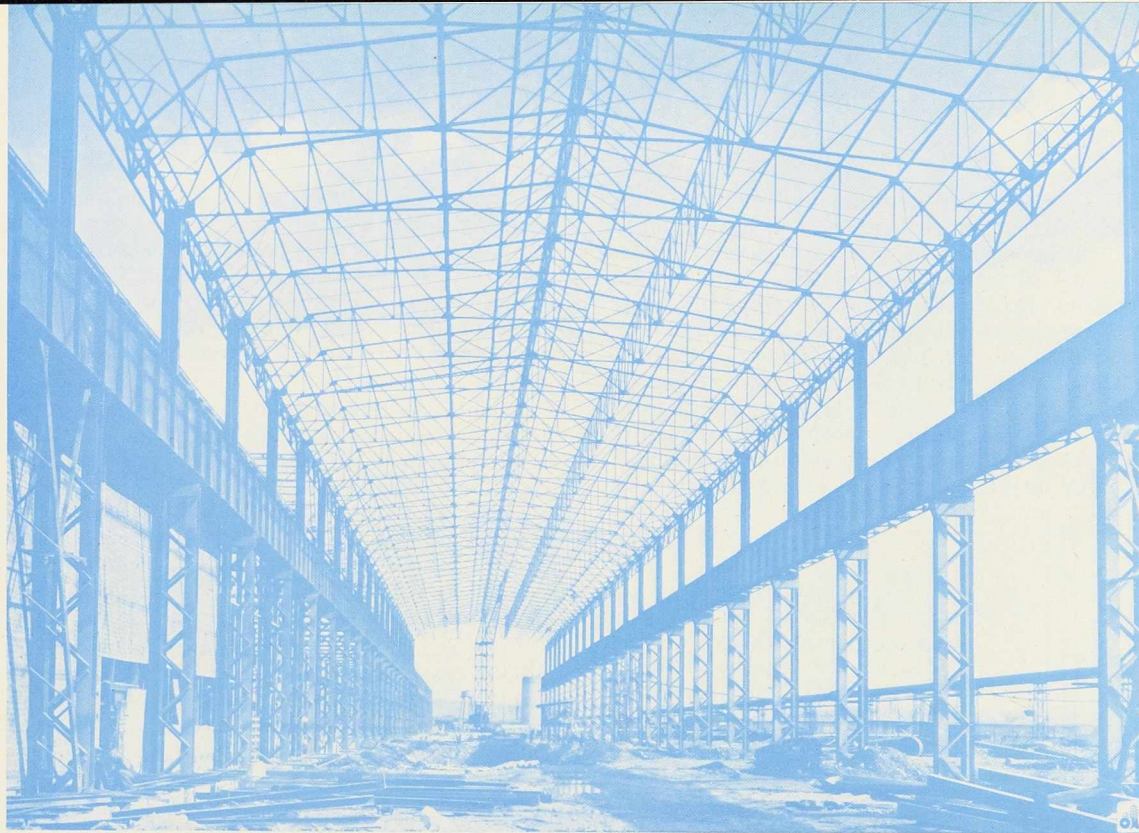


Fig. 13. Vue générale de la charpente de la nouvelle tôlerie de la S. A. d'Espérance-Longdoz à Liège (Hall D).

criptions de la Norme NBN 1 de l'I. B. N., Edition 1937 (Anciennement A. B. S. Association Belge de Standardisation) et actuellement en cours de révision.

Les tensions maxima admises sont 14 kg/mm² dans le cas I de sollicitation et de 16 kg/mm² dans le cas II de sollicitation (1).

L'ensemble des constructions ainsi décrites couvre 24 000 m² avec un poids total de 3.035 tonnes, soit un poids d'environ 125 kg/m², se décomposant comme suit :

Hall du train à froid (C)	795 t; 91 kg/m ²
Hall-annexe (A)	680 t; 137 kg/m ²
Hall du train à chaud (D).	1 560 t; 148 kg/m ² .

Montage sur chantier

Chronologiquement l'ordre de montage sur chantier des halls s'établit comme suit :

(1) Cas I de sollicitation : Effet simultané de la charge permanente, des surcharges statiques et dynamiques, d'impact, des efforts de freinage ou de biais des engins de levage ou de manutention.

Cas II de sollicitation : Effet simultané des sollicitations du cas I augmente de l'effet simultané ou non de l'action du vent et de la surcharge de neige.

Hall de train à froid 350 × 25 m, hall-annexe 330 × 15 m, hall 437 × 24 m.

Les travaux ont été confiés par la S. A. d'Espérance-Longdoz à la firme Albert Pirson et fils, de Sauheid-Embourg.

La conception des toitures en sheds posait au monteur un problème spécial, les poutres porteuses se trouvant dans les versants. Il fallait, ou mettre en place une des poutres, l'élançonner et monter ensuite élément par élément l'autre versant, ou adopter une solution plus originale, plus efficace aussi comme il a été prouvé par la suite, qui consiste à mettre en place toute une travée en une fois. Chaque grand versant est donc assemblé complètement à terre, à plat, avec pannes et chaînages; on vient ensuite y adjoindre le petit versant de la travée suivante, c'est-à-dire celui s'assemblant au bas du grand versant, muni également des pannes mais sans les barres à vitrage. L'ensemble formant une poutre en V de 10 mètres d'ouverture et de 25 mètres ou 15 mètres de portée devant être manipulé avec un minimum de déformation, on créa trois jeux de bracons, chacun de ceux-ci composés de deux U servant à entretoiser à mi-hauteur environ les fermes et à permettre l'attache du palonnier spé-

cial. Ce palonnier, de forme triangulaire, suspendu aux câbles de l'engin de manutention, a été calculé et dessiné pour supporter le poids total de la travée ainsi soulevée, soit environ 8 tonnes. En vue de réduire le temps nécessaire à l'accrochage du palonnier aux entretoises, la fixation se fait par tiges filetées articulées, solidaires des bracons et se logeant dans les encoches des brides du palonnier. Les bracons sont percés de plusieurs trous pour permettre l'accrochage au centre de gravité de l'ensemble. A partir du premier versant monté et étauçonné

provisoirement, l'ensemble en V est présenté par son angle inférieur sur la tête des colonnes et est fixé par un boulon permettant le pivotement vers la travée précédente en attente. Les assemblages sont alors réalisés par des ouvriers placés à chaque ferme. Le palonnier est alors libéré et prêt à reprendre un autre ensemble préparé au sol.

L'engin de levage adopté est constitué d'une tour sur laquelle s'articule une flèche relevable. Il est pourvu de treuils de levage et de relevage de flèche et d'un mécanisme de giration actionnés électriquement ainsi que d'un mécanisme de translation à main. La portée de la flèche allant jusqu'à 10 mètres a permis de lever en une fois les travées en shed dont l'encombrement était de 10 mètres en largeur.

Le montage du premier bâtiment s'est effectué avec l'engin à l'extérieur; le rythme du travail est passé rapidement d'une travée par semaine au début, à 5 travées par semaine.

Pour le deuxième bâtiment, le même procédé a été employé avec l'engin dans l'axe du bâtiment pour les nonante premiers mètres et à l'extérieur pour les 240 mètres restant, une cave de 200 mètres de longueur et 5 mètres de profondeur empêchant de tenir l'axe. Les fondations des machines s'exécutant concurremment, il fallut dresser un mât supplémentaire pour le montage des chevalets, des colonnes et longerons côté Meuse.

Malgré des difficultés de tous genres, malgré le manque d'espace disponible pour la préparation du travail à terre, ce hall entamé le 3 mai a été terminé début juillet.

Le hall du train à chaud a été monté en commençant par les colonnes côté halls-annexes à partir de la colonne B₁₁ vers l'origine, puis à partir de l'origine en avançant normalement avec la grue dans l'axe. A partir de la vingtième travée il a fallu, pour maintenir l'axe, passer au-dessus des massifs et des caves de fondations des laminiers en franchissant des portées allant jusqu'à 20 mètres.

Ces divers bâtiments constituent un ensemble dont la réalisation représente déjà en soi un effort considérable; il n'est cependant qu'une partie de la tâche que s'est assignée la S. A. d'Espérance-Longdoz qui doit pourvoir à tout l'équipement de cette installation. En l'entreprenant elle a prouvé sa foi en l'avenir de l'industrie belge, qui sera ainsi maintenue au premier rang de l'industrie européenne.

F. H.

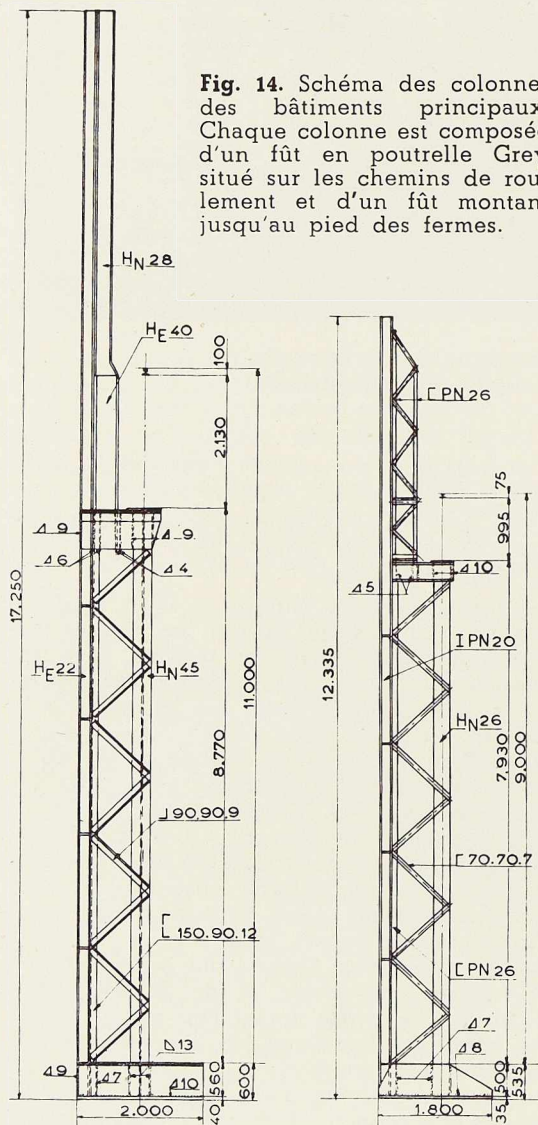
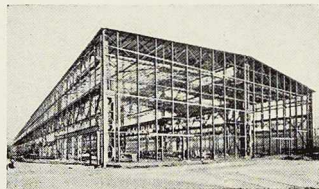


Fig. 14. Schéma des colonnes des bâtiments principaux. Chaque colonne est composée d'un fût en poutrelle Grey situé sur les chemins de roulement et d'un fût montant jusqu'au pied des fermes.





Halls de laminaires en charpente métallique

Pour abriter les nouveaux laminaires à tôles fines de ses usines de Dudelange (G.-D. de Luxembourg), la Société Arbed vient de construire une charpente métallique de dimensions exceptionnelles dont la réalisation fut confiée à la S. A. des Anciens Etablissements Paul Wurth à Luxembourg.

L'ouvrage comporte principalement un hall central de 585 mètres de longueur et de 2×30 mètres de largeur ainsi qu'un hall latéral de 310 mètres de longueur et de 12 mètres de largeur.

La surface couverte est d'environ 40 000 mètres carrés et le poids des charpentes est de 8 500 tonnes.

La vue de la vignette a été prise quand la moitié seulement de l'ouvrage était montée.

L'emplacement disponible dans l'usine existante était suffisant pour l'installation prévue à condition d'être utilisé au maximum; il fallait réduire l'encombrement des colonnes autant que possible.

Les fondations étant à établir dans un terrain se composant de remblai et de gravier argileux imbibé d'eau souterraine, le maître de l'œuvre voulait en réduire le nombre; la distance des colonnes a été fixée à 30 mètres pour autant que la disposition des fours et des machines le permettait.

Les chemins de roulement étaient à prévoir pour des ponts roulants de montage de 70, 50 et 40 tonnes de force au crochet principal et un levage auxiliaire de 20 tonnes, des ponts roulants

de production, d'une capacité de 20 tonnes et des ponts-roulants spéciaux pour le chargement de produits laminés à traverse tournante et à bec tournant.

L'équipement comprenait ainsi au total 10 engins de levage commandés en même temps que les charpentes et construits de pair avec celles-ci.

Systèmes transversal et longitudinal

Etant donné la nature du sous-sol, un tassement différentiel des fondations était à craindre; il fallait donc éviter la liaison rigide des éléments de charpente entre eux.

Dans le sens transversal, les fermes sont articulées en tête des colonnes et celles-ci, encastrées à leurs pieds, reprennent proportionnellement à leur moment d'inertie l'action du vent sur les longs pans et les efforts que les ponts roulants exercent perpendiculairement aux rails de roulement.

Dans les colonnes médianes normales, le système des diagonales est interrompu deux fois par des cadres rigides, l'un livrant passage à une conduite de gaz de 1 600 mm de diamètre, l'autre assurant la continuité de la passerelle d'accès aux ponts roulants.

Dans le sens longitudinal, l'action du vent sur le pignon est reprise par des portiques dans la première travée.

Plus loin dans le hall, il fallait éviter cet encombrement. Les efforts dus au freinage des ponts

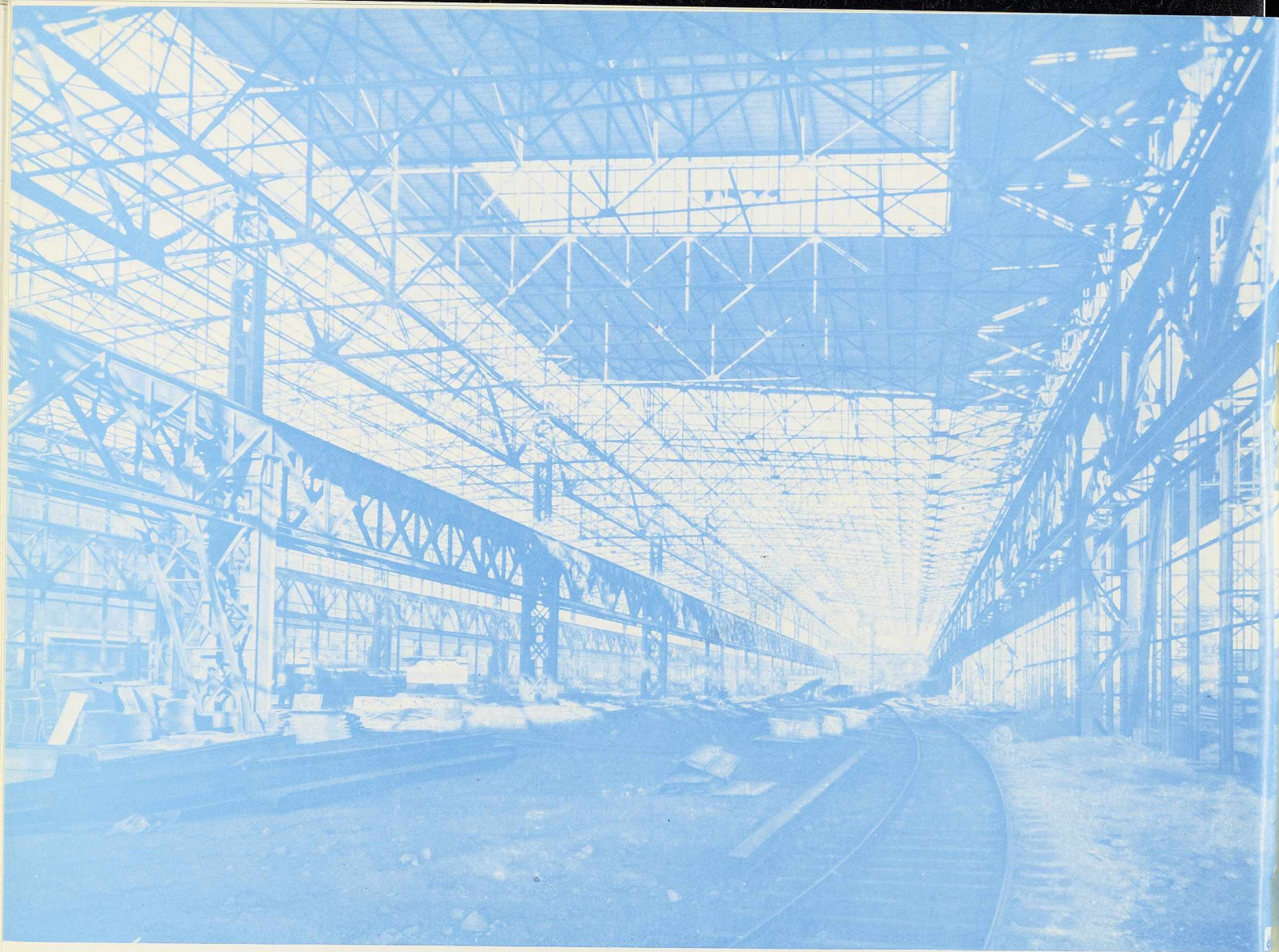


Fig. 16. Vue intérieure des nouveaux halls de laminoir de la Société Arbed à Dudelange (G.-D. de Luxembourg).

roulants et à la poussée du vent sur les lanternaux transversaux sont transmis aux fondations par l'encastrement des colonnes à leurs pieds (fig. 19).

Les joints de dilatation sont disposés d'après le schéma de la figure 19 dans les chemins de roulement et les sablières. Ils continuent à travers les parois et la toiture de façon que la partie du bâtiment entre deux joints soit complètement indépendante des parties adjacentes. Les déformations longitudinales qui proviennent des variations de température sont reprises élastiquement par les colonnes *b* et *c*. Elles provoquent des déplacements relatifs en *a* et en *d*, mais l'alignement des rails est garanti et les efforts transversaux, quelque soit leur sens, sont transmis aux colonnes qui les reportent vers leurs pieds encastrés.

L'appui de la poutre principale d'un chemin de roulement constitué par une coupe de rail de roulement est guidé latéralement par son support en acier moulé.

Les semelles de la membrure supérieure amenées à même largeur devant la colonne sont renforcées par deux plats qui glissent dans un guide fixé à la colonne (fig. 17).

Les membrures de la poutre secondaire peuvent se déplacer sur des consoles munies de boutonnières dans le sens longitudinal.

Les joints de dilatation dans les sablières sont établis d'après le même principe, alors que ceux des parois et pannes transmettant des efforts de

moindre importance sont réalisés uniquement par boutonnières.

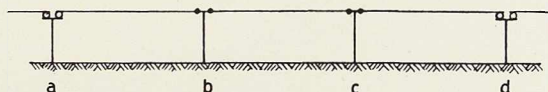


Fig. 18. Disposition des joints de dilatation.

Parois

Les parois extérieures sont constituées par des cloisons d'une demi-brique d'épaisseur. Elles ne sont pas attachées au chemin de roulement, pour éviter que la déformation de ceux-ci ne casse les vitres.

Les montants sont articulés au sol et s'appuient sur deux contreventements, partant des deux membrures de la sablière extérieure et se trouvant dans les plans de deux membrures des fermes. Ils sont reliés par boutonnières verticales à la sablière, pour permettre la flèche de celle-ci.

Vu la faible largeur des colonnes et leur grande distance, il n'était pas possible de placer un contreventement de dimensions convenables sous les poutres de roulement; les montants sont donc libres depuis le sol jusqu'au niveau de 14 mètres et il fallait recourir aux poutrelles à larges ailes, l'espace disponible étant insuffisant pour placer des poutrelles I P.N. de dimensions suffisantes.

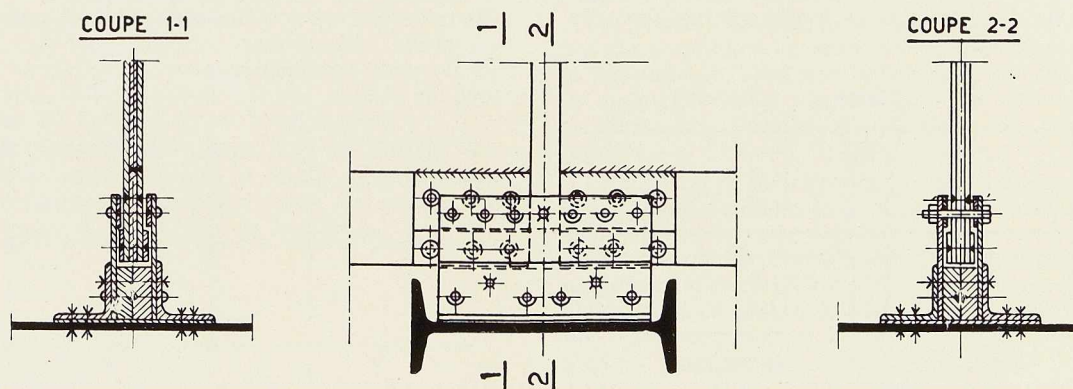


Fig. 17. Joints de dilatation des chemins de roulement.



Fig. 19. Vue de la charpente des halls de laminoir.

Eclairage

Le hall principal ayant 60 mètres de largeur, l'éclairage devait en partie se faire par la toiture, d'autant plus que les fenêtres n'étaient en général réalisables qu'à la partie supérieure des parois. Sur la moitié de sa longueur, le hall est flanqué de deux appentis. Plus loin un côté est libre, tandis que l'autre forme pignon des halls existants dont certains ont la même hauteur que lui.

Pour autant que cela était possible, les constructeurs ont placé dans les longs pans une bande vitrée inférieure allant du niveau de 3 mètres au niveau de 9 mètres, interrompue en face des

colonnes par un pan de mur de 5 mètres de long, et une bande vitrée supérieure ininterrompue allant du niveau de 11 mètres au niveau de 15 mètres.

La disposition adoptée pour la toiture est indiquée à la figure 21. Le lanterneau central a dû être réservé à la ventilation. Celle-ci est assurée par jalousies fixes. Les lanterneaux latéraux sont vitrés de trois côtés; la hauteur du vitrage étant de 4 mètres (voir fig. 20).

L'éclairage théorique du plan de travail supposé à 1 mètre au-dessus du sol a été établi par la méthode des projections sphériques.

Dans le cas, où les fenêtres inférieures n'exis-

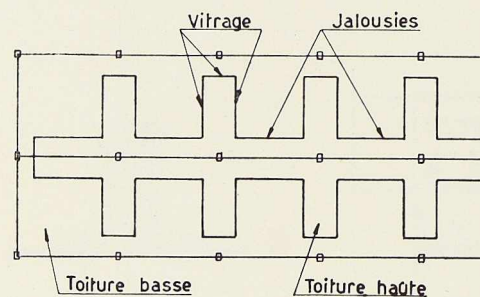


Fig. 20. Disposition adoptée pour la toiture.

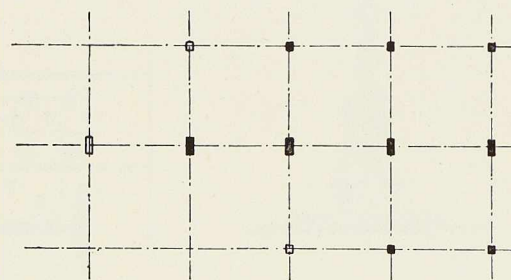
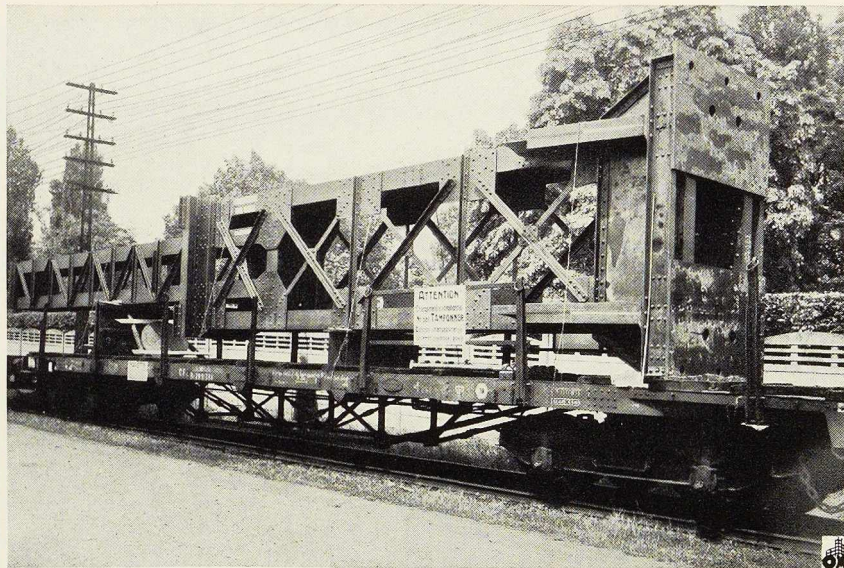


Fig. 21. Schéma de montage de la charpente métallique des halls de laminoir.



Fig. 22. Vue d'une des colonnes métalliques chargées sur wagon spécial pour transport à pied d'œuvre.



tent pas, l'éclairage est assez régulier et varie de 11,5 % à 7,7 %. A l'endroit où un long pan a deux bandes vitrées alors que l'autre n'en a pas, le coefficient d'éclairage passe de 27 % à proximité des fenêtres par 6,5 % au milieu à environ 3 % à proximité de la paroi sans fenêtre, ce qui est encore suffisant pour le travail au train dégrossisseur qui se trouve à cet endroit.

Toiture

Malgré la faible pente la couverture a été exécutée en tôles cannelées, galvanisées, fabriquées par les Arbed; le recouvrement des tôles est de 300 mm. Elle est posée sur des pannes en poutrelles du type I P.N. ou à larges ailes.

Les cheneaux de grande largeur ont été exécutés en tôles de 5 mm et munis de garde-corps pour faciliter la circulation lors des travaux de nettoyage et d'entretien de la toiture.

Construction et montage

L'exécution des charpentes à l'atelier posait surtout des problèmes d'organisation compliquée par les difficultés d'approvisionnement.

Pour satisfaire aux exigences du maître de l'œuvre, il fallait fabriquer et monter une travée tous les 15 jours. Le planning très détaillé, établi pour tous les éléments a été respecté.

Malgré l'encombrement des pieds des colonnes, il a été possible de les assembler complètement à l'atelier. Les colonnes ont été chargées sur wagon spécial (fig. 22) et acheminées comme transport exceptionnel.

Pendant un an, deux wagons étaient réservés à la S. A. Paul Wurth et faisaient la navette entre le raccordement des Arbed et le raccordement de l'atelier de construction.

Les poutres de roulement, sablières et fermes ont été assemblées au chantier. Le déchargement et l'assemblage, ainsi que le transport des engins de montage sur le chantier ont été fortement accélérés par l'emploi d'une grue sur pneus jumelés.

Le montage a été effectué par six équipes qui travaillaient parallèlement et qui pouvaient se déployer sur la vaste étendue du chantier; trois équipes montaient les colonnes, les chemins de roulement et les sablières, celle de la rangée médiane étant en avance d'une ou de deux travées sur celles des rangées latérales (fig. 21); deux équipes plaçaient les fermes et pannes, l'une devant l'autre d'une travée; une sixième équipe s'occupait des parois et des travaux de finissage.

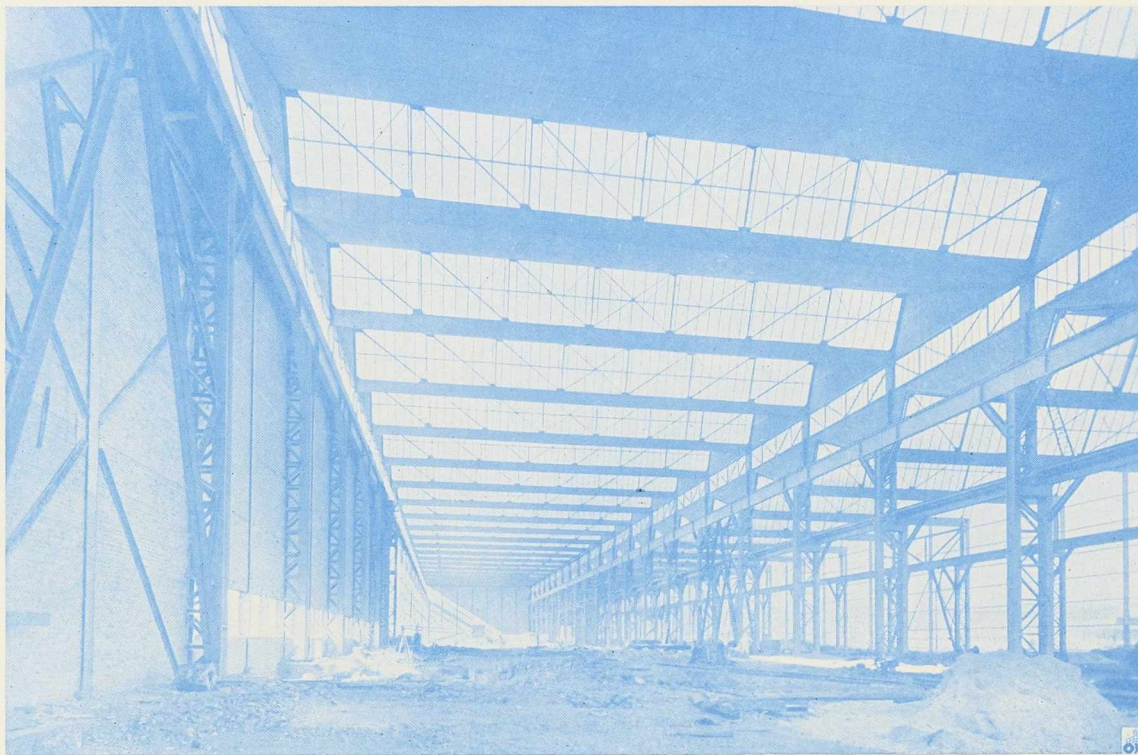


Fig. 23. Vue intérieure du bâtiment de 31 mètres; à droite on aperçoit le bâtiment latéral de 20 mètres

Photos E. Sergysels.

Les nouveaux bâtiments de la Société Ferblatil à Tilleur

En vue de développer le programme de ses activités et de moderniser son département des tôles fines, la Société Cockerill a créé en 1948 une société filiale, la Compagnie des fers-blancs et tôles à froid « Ferblatil » qui s'implante sur des terrains en bordure de la Meuse à Tilleur, face aux usines Cockerill à Seraing.

Pour ses bâtiments principaux, la Société Ferblatil a fait choix de la forme en « sheds » qui lui paraissait se prêter de façon particulière-

ment heureuse aux dispositions envisagées pour les différents stades de sa fabrication.

Cette toiture réalisait d'ailleurs un éclairage bien réparti sur toute la surface des bâtiments.

La charpente de la toiture d'un type spécialement allégé, fit l'objet d'une étude du Bureau d'études Robert & Musette, de Bruxelles, qui a réalisé une belle application de son type en sheds à versants portants.

L'étude et la construction de l'ensemble de ces



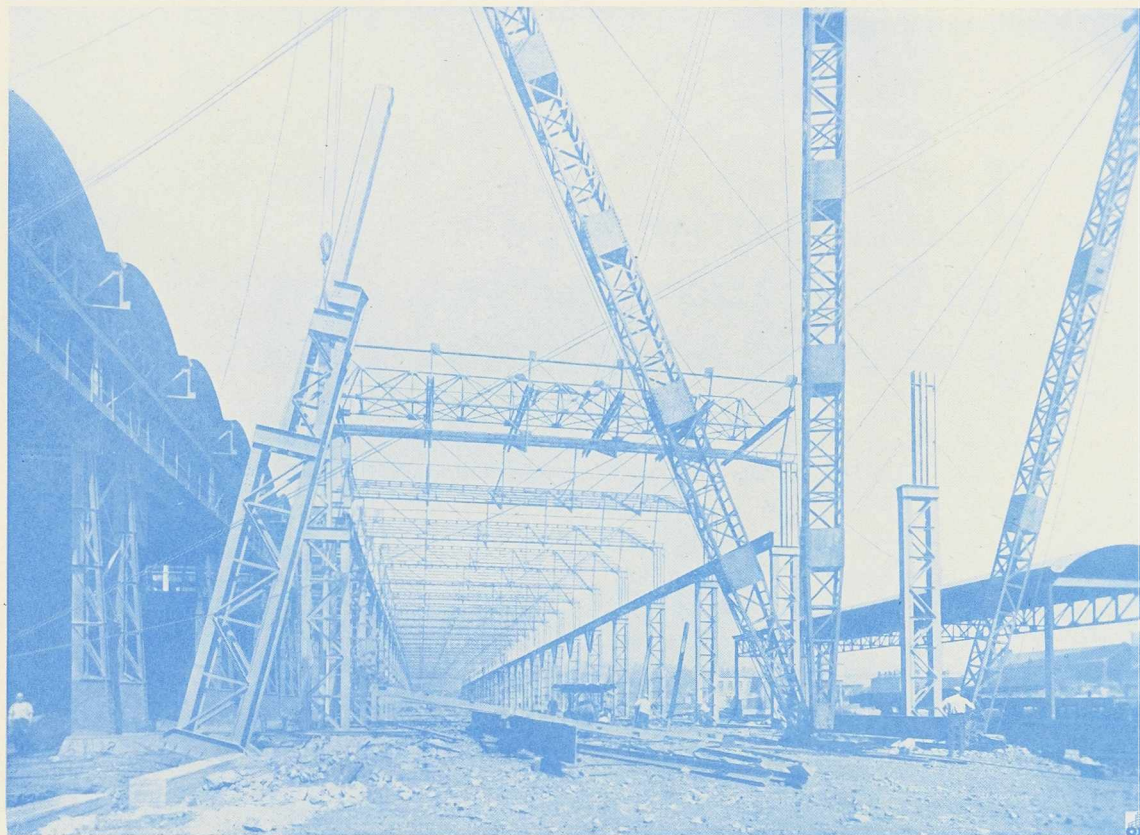


Fig. 24. Vue des colonnes en cours de montage. Les colonnes encastrées à la base et articulées à la tête ont été réalisées en poutrelles à larges ailes jumelées avec treillis en cornières.

bâtiments ont été confiées aux Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman S. A. à Saint-Nicolas.

La portée des fermes, de chéneau à chéneau, est presque partout égale à 10 mètres à l'exception de quelques fermes dont la portée atteint 12 mètres.

La couverture est constituée par des tôles ondulées galvanisées de 1 mm d'épaisseur. Une sous-toiture du type « Treatex » de 12 mm d'épaisseur est disposée sous les arbalétriers donnant un aspect très satisfaisant. Le vitrage en verre martelé est posé sur des fers T de

40 × 40 × 4 mm. Les chéneaux ont été réalisés en tôle galvanisée.

L'inclinaison des versants perpendiculaires entre eux est de 22° et de 68°.

La surface couverte de 21 200 m² se décompose comme suit :

Un bâtiment central de 334 m × 31 m d'une hauteur sous entrain de 16,50 m; un bâtiment de rive Est de 382 m × 20 m d'une hauteur de 10,95 m; un bâtiment de rive Ouest de 140 m × 23 m d'une hauteur de 10,50 m (côté Meuse).

Le montage des charpentes de toiture s'est effectué de la façon suivante :

Une travée complète destinée à couvrir un

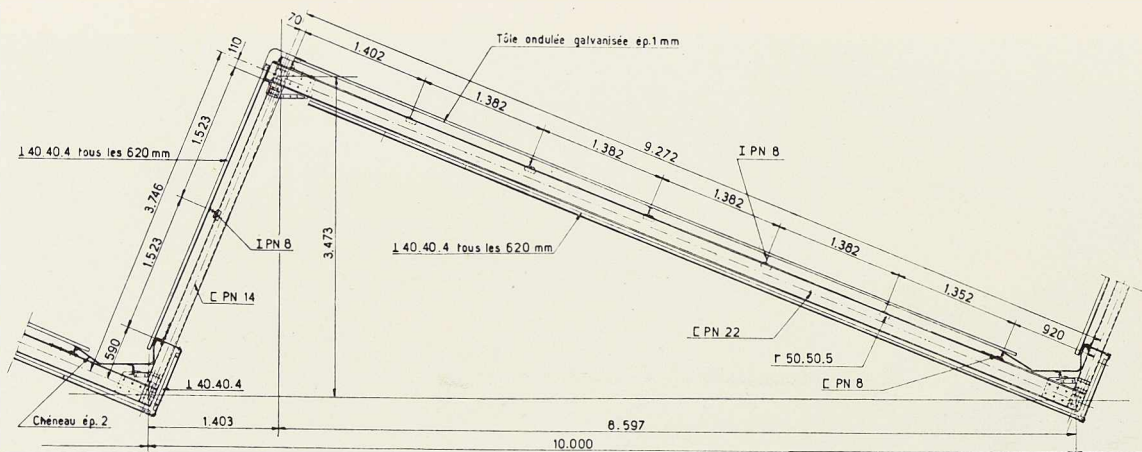


Fig. 25. Détails des fermes du hall de 23 mètres.

rectangle ayant comme côtés : la largeur du bâtiment d'une part, soit 31 mètres pour le bâtiment central, et la portée des fermes 10 ou 12 mètres d'autre part, fut montée entièrement à terre,

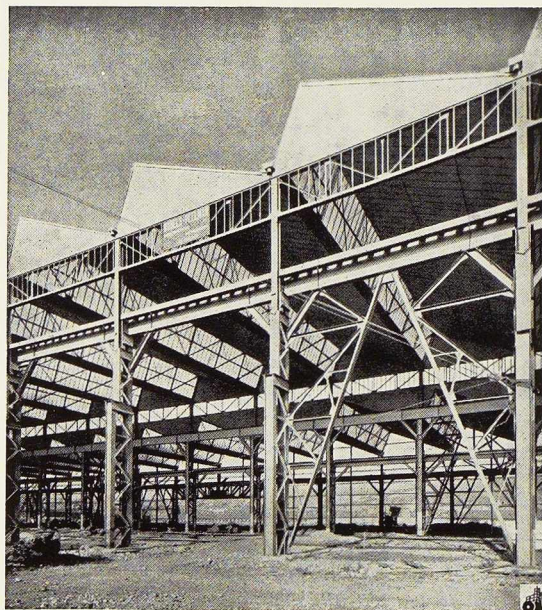


Photo E. Sergysels.

Fig. 26. Vue latérale sur les bâtiments en montage.

autour d'une poutre-gabarit. L'ensemble pesant 15 tonnes est élevé jusqu'au sommet des colonnes et assemblé à celles-ci ainsi qu'à la partie de la construction déjà montée.

Cette méthode a permis de faire l'économie d'une main-d'œuvre coûteuse due à la pose à grande hauteur d'un nombre considérable de petits boulons.

La travée centrale est prévue pour deux ponts roulants de 50 tonnes; la travée latérale côté Meuse pour un pont roulant de 5 tonnes et la travée opposée pour deux ponts de 20 tonnes; les trois derniers ponts sont du type « Acierie ».

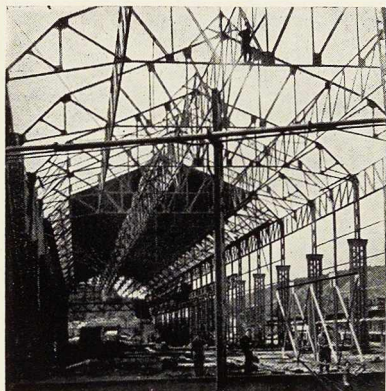
Sauf à l'endroit des baies spéciales où ils sont conçus en treillis, les chemins de roulement sont exécutés en poutrelles à larges ailes avec pous-sards; ceux-ci réduisent sérieusement la portée des chemins de roulement et en assurent une rigidité renforcée. Les contreventements entre colonnes et chemins de roulement sont exécutés en portiques.

Les colonnes encastrées à la base et simplement articulées à la tête ont été réalisées en poutrelles à larges ailes jumelées avec treillis en cornières; leur fût supérieur est constitué par une poutrelle à larges ailes simple, tandis que les colonnes ont été assemblées par soudure.

Pour tenir compte des affaissements possibles du terrain en cours d'exploitation des bâtiments, tous les ancrages sont réglables de façon à permettre au maître de l'œuvre un réglage ultérieur.

Les parois des nouveaux bâtiments ont été exécutées en briques de laitier de 24 cm d'épaisseur.





Nouvelles installations de laminoirs à bandes de la S. A. Phenix Works

La S. A. Phenix Works a construit récemment pour ses installations de laminoirs à bandes, un hall de 22 mètres de largeur sur 250 mètres de longueur muni d'un pont roulant de 50/10 tonnes et de deux ponts de 10 tonnes.

Un autre hall de 18 mètres de largeur sur 220 mètres de longueur muni de deux ponts de 10 tonnes sera destiné au décapage continu des bandes.

Les installations complètes seront en marche dans le deuxième semestre de 1950.

La construction complète de ces halls a été réalisée dans les ateliers de soudure-chaudronnerie de la Société.

Les charpentes de ces halls sont réalisées par assemblages mixtes, la soudure ayant été préférée aux endroits où son emploi apparaissait le plus judicieux. Tous les goussets ont été découpés par oxy-coupage.

Les ponts roulants circulant dans ces halls ont été étudiés et construits également par la Société, sauf le pont de 50/10 tonnes du laminoir dont la

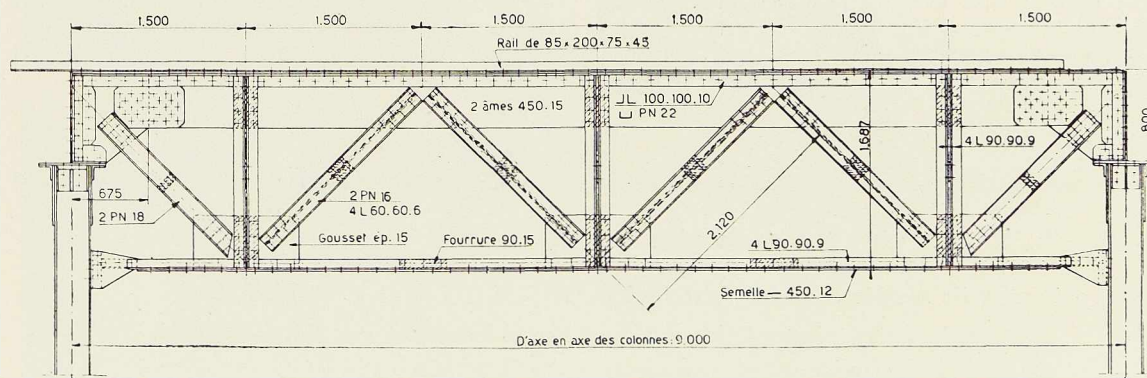


Fig. 28. Détail d'une poutre de roulement du hall de 22 mètres.

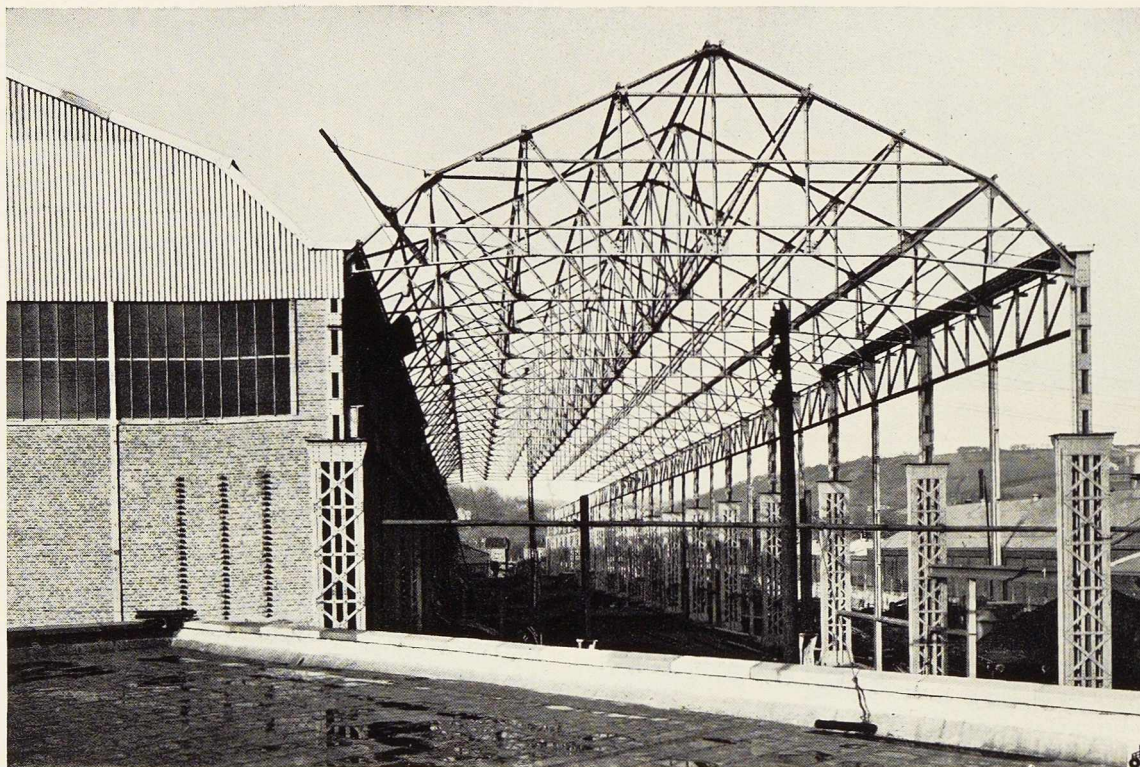


Fig. 29. Vue de la charpente métallique du nouveau laminoir à bandes de la S. A. Phenix Works.

réalisation a été confiée à la Société Heuze, Malevez et Simon réunis à Auvélais. Le montage de ces deux bâtiments est sur le point d'être achevé.

La charpente du hall de 22 mètres de largeur représentant un poids d'environ 750 tonnes fut réalisée et montée en six mois, pont roulant compris. Celle du hall de 18 mètres de largeur, pesant environ 560 tonnes, a pris quatre mois.

Un temps appréciable a été gagné par le planning rationnel des travaux notamment en ce

qui concerne les fondations et les maçonneries.

De ce fait, la mise à disposition de ces deux halls suivra de très près la sortie des derniers éléments de charpente des ateliers.

Tout le matériel des nouvelles installations de laminage autre que les parties mécaniques et électriques tels que bacs de décapage, de stockage, les passerelles, les tuyauteries de grands diamètres, etc. ont également été réalisés par la Société.

Articles à paraître prochainement :

Ponts-rails soudés de la région Nord de la S. N. C. F., par P. WIDMAN.

Construction d'un réservoir à pression de grand volume, par Ed. HENRION.

Le nouveau bâtiment de la Bank of Montreal à Toronto (Canada).



Reconstruction du pont de la Planchette à Lobbes (Belgique)

Poursuivant sa politique de reconstruction des ouvrages d'art du réseau ferroviaire détruits pendant la guerre, la Société Nationale des Chemins de fer belges (S. N. C. B.) a procédé récemment à la remise en état du pont de la Planchette situé au kilomètre 11,632 de la ligne de Fauroeux à Lobbes. Cet ouvrage détruit par le génie militaire en mai 1940 a été remplacé par une travée provisoire en poutrelles à âme pleine posées sur échafaudages établis sur pieux à côté de l'emplacement du pont définitif.

L'entreprise fut confiée à la S. A. Baume et Marpent à Haine-Saint-Pierre qui en a assumé toutes les phases y compris la mise en place de l'ouvrage et les essais de charge. Le pont, d'une ouverture totale de 42 mètres entre parements

des culées, franchit la Sambre ainsi qu'un chemin de halage. La voie qu'il supporte passe à environ 15 mètres de hauteur au-dessus des eaux de la Sambre et sa plateforme sur les rives se trouve fortement limitée en largeur par le remblai et les abords boisés.

En raison de la faible résistance du métal de l'ancien pont en treillis, il a été décidé de construire un ouvrage entièrement nouveau sans aucune récupération des matériaux de l'ouvrage sinistré. Le nouveau pont a une ouverture de 42 mètres entre culées et une portée d'axe en axe des appuis de 44 mètres. Les maitresses-poutres en treillis ont une hauteur de 4,50 m et un écartement d'axe en axe de 3 mètres. Le pont est complété par deux passerelles pour piétons à la

Fig. 30.





Fig. 31. Vue du pont de la Planchette en cours de montage.

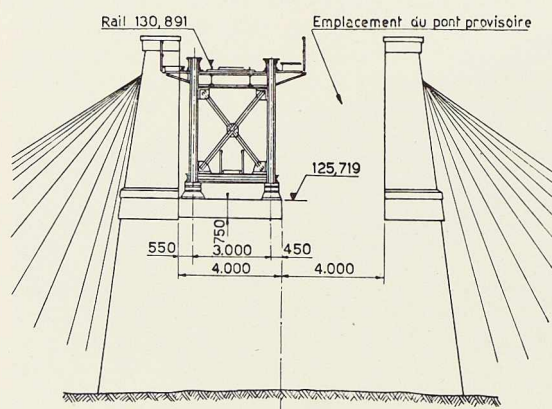


Fig. 32. Coupe transversale du pont montrant l'emplacement du pont provisoire et la charpente du nouveau pont.

partie supérieure qui supportent en même temps les câbles et les tuyauteries alimentant la station de Lobbes ainsi qu'une passerelle inférieure pour la visite des appuis.

Le tonnage total de l'acier mis en œuvre pour la construction du nouveau pont est de 170 tonnes.

Le montage et la mise en place de la superstructure métallique a donné lieu à certaines difficultés en raison de la configuration des lieux. Le stockage de matériaux et l'assemblage ont été effectués à côté de la voie, sans nuire à la circulation. En particulier, le montage de la passerelle côté voie existante a dû être réservé jusqu'après la mise en place définitive.

Le premier ripage, le lancement et le deuxième ripage ont nécessité deux journées incluses dans une période d'interruption de trafic d'environ trois semaines nécessaires à la S. N. C. B. pour effectuer l'ensemble des travaux d'aménagement de cette voie.



A. Vandeghen,
A. I. Lg.,
Chef de Service
à la Société John Cockerill

&

A. Delvenne,
Chef de la Section
des Appareils de levage
au
Service des Etudes Mécaniques
de la Société John Cockerill

Grues de chemin de fer, système Cockerill, d'une force de 85 tonnes

La nécessité de relever en un temps très court des matériels déraillés, de poids parfois très élevé, a conduit les grands réseaux à posséder un certain nombre de puissantes grues roulantes.

Il n'existe qu'un très petit nombre de firmes spécialisées dans la construction de ces engins parmi lesquelles la Belgique est représentée par la Société Cockerill.

Une puissante grue de chemin de fer, surtout lorsqu'elle est destinée à un réseau n'admettant sur les essieux que des charges très modérées et un gabarit le plus souvent assez réduit, pose au constructeur un problème complexe et difficile.

D'une part, le levage d'une forte charge à une grande portée — accompagné souvent de circonstances aggravantes telles que la nécessité d'ad-

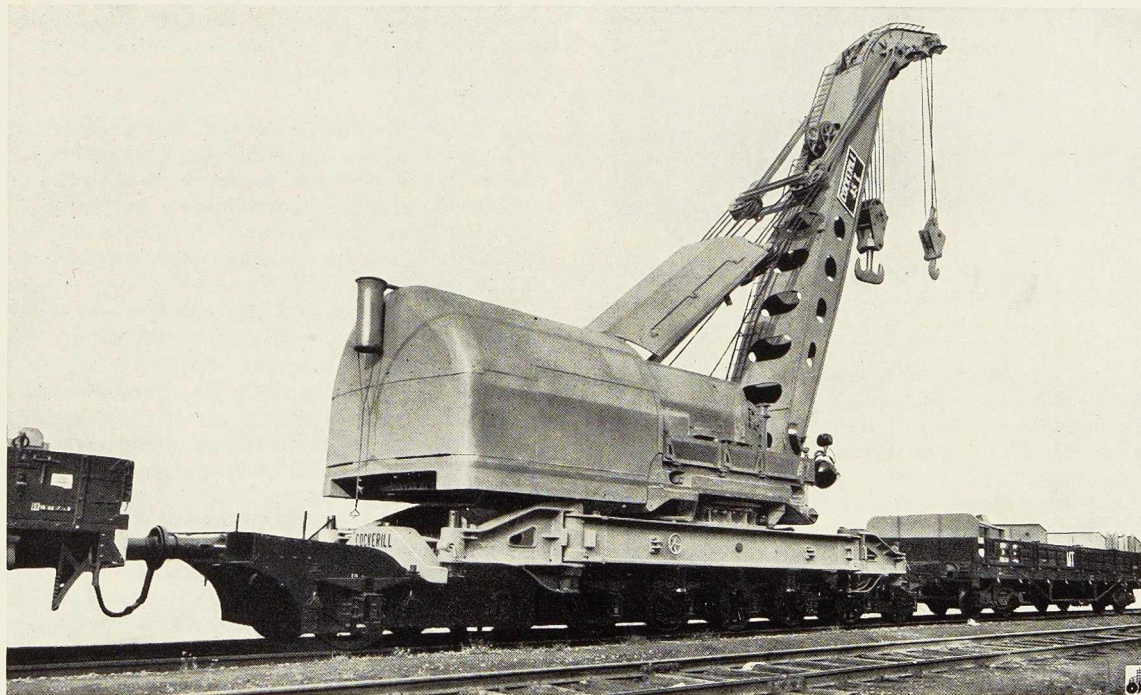


Fig. 33. Vue de la grue du chemin de fer système Cockerill d'une force de 85 tonnes.

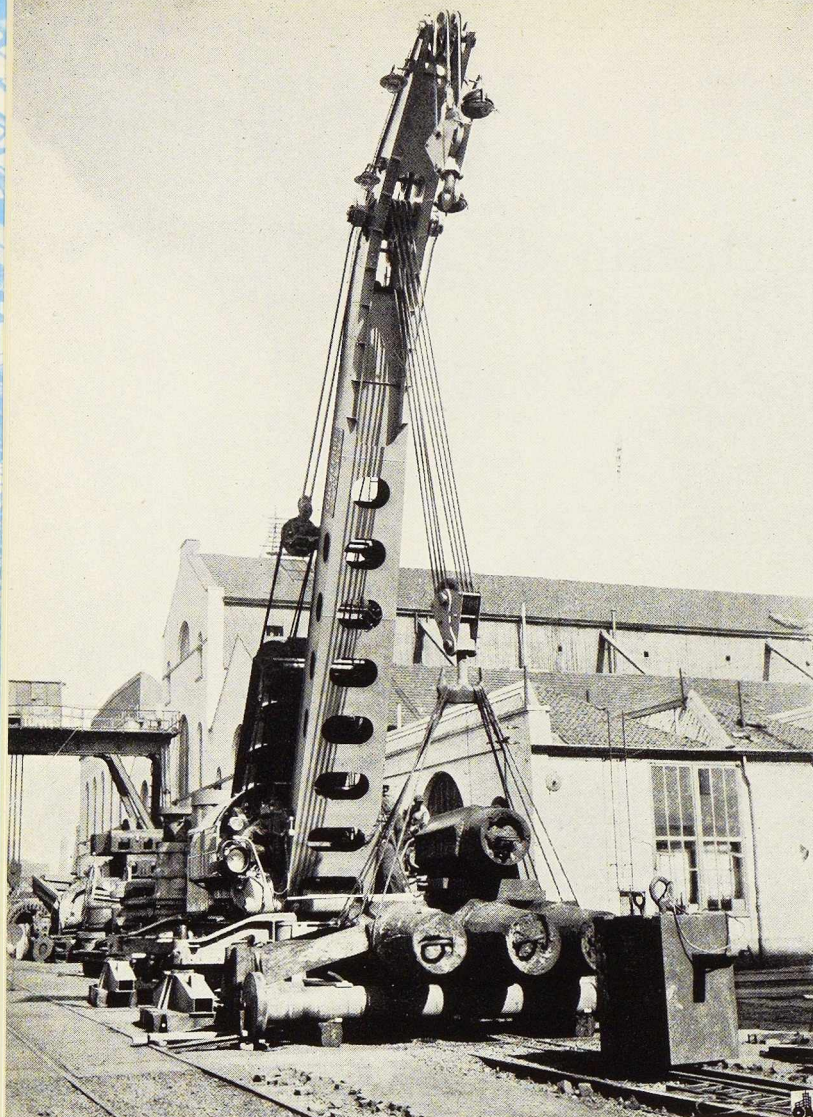


Fig. 34. Vue de la grue levant obliquement une charge d'essai.

mettre une traction oblique sur les câbles lorsque la locomotive déraillée doit être ripée ou dégagée en biais — entraîne sur les organes essentiels de la grue (flèche, châssis, galets d'assise, couronne de giration, appuis fixes, etc.) d'énormes efforts — atteignant, dans certains cas, plusieurs centaines de tonnes. Par ailleurs, la stabilité de l'engin exige couramment qu'il porte un lest de l'ordre de vingt à trente tonnes.

D'autre part, les charges par essieu et par mètre courant doivent souvent être basses pour permettre à la grue de passer sur tous les ouvrages d'art et toutes les voies, même les plus faibles. La grue doit aussi être courte, car il est évident qu'un engin de grande longueur ne pour-

rait s'approcher suffisamment près du matériel déraillé, à moins d'être muni d'une flèche démesurée.

Ces exigences sont contradictoires, puisque l'une conduit à un poids élevé et l'autre à un poids relativement très réduit.

On les concilie dans une certaine mesure :

1) en rendant amovible tout ou partie du lest que l'on place sur un wagon auxiliaire lorsque la grue n'est pas en batterie;

2) en supprimant ou déplaçant les essieux extérieurs de la grue avant d'opérer le levage.

On tombe alors dans une autre difficulté : ces opérations allongent considérablement le temps nécessaire à mettre la grue en batterie avant le levage et à lui faire reprendre sa position de convoi après le travail.

Les constructeurs de grues pour les réseaux américains qui autorisent de très fortes charges par essieu ne connaissent pas ces difficultés; mais il n'en est pas de même des constructeurs de grues pour les autres réseaux (par exemple : européens, coloniaux, etc.).

Enfin, il reste à comprimer tous les organes — flèche, treuil, mécanismes variés, moteur, châssis et organes de roulement — dans l'espace limité par le gabarit du réseau.

La Société Nationale des Chemins de Fer Français ayant décidé l'achat d'une première tranche de quatre grues capables de lever 85 tonnes à la portée de 6,600 m, consulta les constructeurs spécialistes.

La Société Cockerill avait, en 1937-1938, étudié et livré au réseau du P.O.-Midi (actuellement : Région du Sud-Ouest de la S. N. C. F.) une grue d'une force de 130 tonnes à la portée de 6,250 m. C'est encore à la Société Cockerill que les Chemins de Fer français passèrent la commande des nouveaux engins.

Cette grue diffère des réalisations précédentes par une série de dispositions constructives qui la rendent capable de performances proportionnellement plus élevées. Il a été néanmoins possible de réduire son poids à un niveau tellement bas que le lest peut être fixé à demeure sur la grue, ce qui économise le temps du montage et du démontage. En outre, lorsque la grue est en batterie, sa longueur est ramenée à celle d'un châssis très court, grâce à l'enlèvement d'un ou deux bogies extérieurs, opération qui ne prend que quelques minutes; les bogies sont déchargés par un dispositif commandé par huile sous pression, et la grue elle-même les enlève de la voie.

Enfin, une série de mesures ont été prises pour raccourcir considérablement le temps des opérations auxiliaires, telles que manutention des pièces



de calage par la grue, alimentation du moteur par de la vapeur auxiliaire pendant la mise en pression de la chaudière, etc...

La grue est capable de rouler en convoi à 80 km/h.; elle est munie d'un mouvement de translation autonome lui permettant de se déplacer sur le chantier de travail à la vitesse de 8 km/h. Elle est équipée de deux levages, l'un de 85 tonnes en tête du fût de la flèche, l'autre de 35 tonnes au bout du bec de flèche. Elle possède aussi un mouvement de variation de portée de la flèche et un mouvement de giration de toute la partie supérieure.

On voit sur la figure 34 que la grue repose sur des bras pivotants terminés par des vérins à vis prenant assise sur des piles de pièces de calage répartissant la charge sur le terrain. Il n'est pas possible, en effet, de lever de fortes charges en s'appuyant seulement sur l'ensemble des trains de roues et toutes les grues de chemins de fer font usage d'appuis extérieurs.

Le châssis central de la grue est composé de deux longerons en caissons dont la paroi intérieure, prolongée vers le bas, forme cage pour les boîtes à huile des essieux. Ces longerons sont entretoisés par des traverses centrales recevant le chemin de roulement de la partie supérieure et par des traverses d'extrémité portant des bras d'appui pivotants.

Les bogies sont constitués de deux longerons en forte tôle, réunis par une traverse en acier moulé en caisson, et formant au centre le cylindre d'un vérin hydraulique de mise en charge.

Le bâti de la partie tournante supérieure est en acier moulé à haute résistance, de construction cloisonnée, conciliant un poids modéré et la résistance à de grands efforts. Il porte à l'avant l'articulation de pied de flèche et à l'arrière les pivots d'assemblage d'un bâti indépendant qui reçoit la chaudière, les soutes et le contre poids fixe. La partie supérieure porte les mécanismes de levage, de relevage de flèche, de giration et de translation.

La grue est munie de tous les appareils rendant plus commodes et plus rapides le levage et la déposition de charges importantes et d'une manutention malaisée : doubles freins de descente des charges (à friction et à contre-vapeur), éclairage du chantier par des phares puissants (les uns suspendus à la flèche, les autres orientables à l'avant de la plate-forme de manœuvre) alimentés par un groupe turbo-générateur porté par la grue, et généralement tous les accessoires faisant de la grue un engin autonome.

La lubrification du moteur à vapeur à deux cylindres est assurée par un graisseur mécanique;

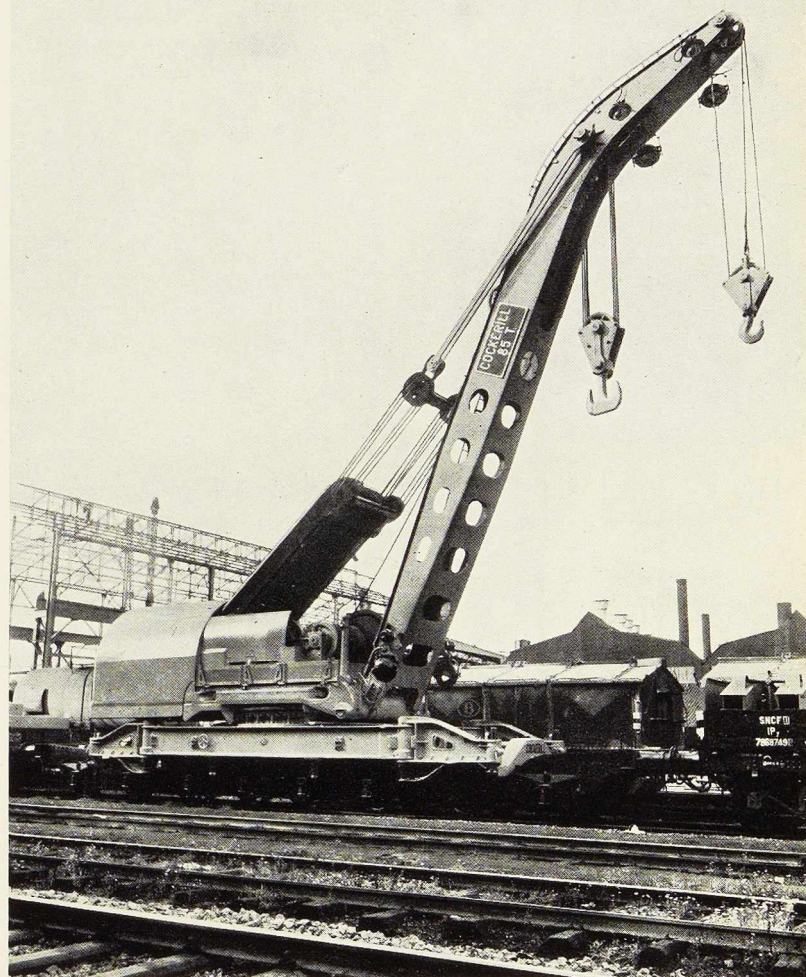


Fig. 35. Vue de la grue, flèche levée.

les autres mouvements sont alimentés par des batteries de Técalémit.

En position de convoi, la grue est encadrée de deux wagons d'accompagnement portant les palans, les pièces de calage, les élingues et appareils de levage, les soutes de réserve, etc...

Notre but n'est pas de décrire la grue en détail. Nous nous contenterons d'attirer l'attention sur deux organes particulièrement intéressants du point de vue de la construction métallique, à savoir la flèche et le châssis principal.

Quand l'axe du crochet est contenu dans le plan de symétrie de la flèche, celle-ci est soumise seulement à des sollicitations de compression et de flexion dans ce plan. Par contre, dans le cas

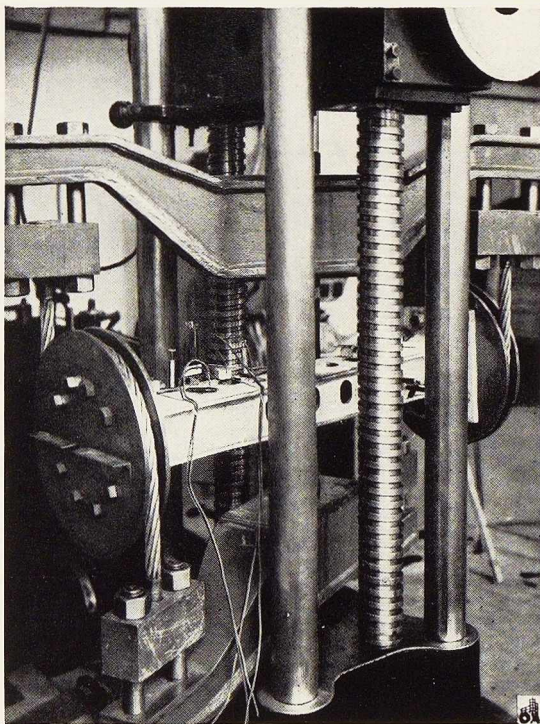


Fig. 36. Caisson muni d'extensomètres montés dans un dispositif permettant d'essayer d'énormes couples de torsion au moyen d'une machine de traction.

d'un levage oblique, il y a, en plus, de la flexion transversale, éventuellement accompagnée de torsion. Les sollicitations de la flèche sont donc élevées et complexes.

Il est néanmoins essentiel de réduire au minimum le poids de la flèche, lequel intervient au premier chef dans la stabilité de la grue; toute réduction de ce poids s'accompagne d'une réduction du lest, celle-ci étant un multiple de celle-là.

La seule section résistant bien à la torsion est le caisson (ou plus généralement la section fermée). En application de ce principe, la flèche est donc constituée essentiellement d'un fût en caisson. Aux endroits où le passage des câbles a ouvert largement deux des parois de la flèche, il a été maintenu deux caissons latéraux, la transition entre ces caissons étroits et le fût proprement dit étant ménagée avec soin, toujours au moyen de section fermées.

La présence de trous d'homme étant inévitable, il fut procédé à des études sur la concentration

des tensions autour de ces trous. Pour la traction et la compression, les coefficients de concentration étaient connus; pour la torsion, une étude théorique faite par la Société Cockerill fut suivie d'essais exécutés aux Laboratoires du Génie Civil de l'Université de Liège sur des caissons dans lesquels avaient été pratiqués des trous isolés ou alignés. La figure 36 montre un des caissons muni d'extensomètres et monté dans un dispositif imaginé par l'un des auteurs et permettant d'exercer d'énormes couples de torsion au moyen d'une machine de traction.

L'acier choisi est de la nuance A 52 HS suivant la norme belge N B N 154. C'est un acier à haute limite élastique, dont les caractéristiques principales en travers sont pour les tôles :

Résistance à la rupture : 52-62 kg/mm².

Limite élastique : 36 kg/mm² minimum jusqu'à 16 mm d'épaisseur; 34 kg/mm² minimum de 16 à 30 mm d'épaisseur.

Coefficient de qualité : $R + 2,5 A' = 98$ jusqu'à 16 mm d'épaisseur; $R + 2,5 A' = 96$ de 16 à 30 mm d'épaisseur.

Pliage à froid : 180° sur $3 \times$ épaisseur.

Il répond aux exigences de la haute soudabilité nécessitées par la difficulté constructive de la soudure. Dans ce but, les teneurs en C et Mn ont été limitées respectivement à 0,20 % et 1,50 %.

La fourniture des tôles en acier A 52 HS a été confiée à l'Usine Métallurgique de Seraing de la Société Cockerill.

Les épaisseurs mises en œuvre dans la flèche sont seulement de 10 et 12 mm. Elles suffisent, grâce au taux de travail élevé permis par l'usage de l'acier A 52 HS, au grand développement des caissons et au calcul très soigné qui serre de très près la répartition réelle des tensions; il a été soigneusement vérifié l'absence du danger de flambage local de ces parois de faible épaisseur.

Les diaphragmes et accessoires divers sont en acier doux.

La flèche est complètement soudée, ce qui lui donne une belle netteté. Les électrodes utilisées sont les *Tenacito 55*, de la firme belge Soudométal. Ces électrodes sont particulièrement bien appropriées à la soudure des aciers demi-durs intervenant dans des constructions soudées à soudabilité structurale basse (fortes épaisseurs, sollicitations sévères, assemblages encastrés, tensions de retrait élevées).

Les caractéristiques mécaniques du métal déposé sont les suivantes :

Résistance à la rupture	52-57 kg/mm ²
Allongement A 5	32-29 %
Résilience Charpy	18-15 kgm/cm ²
Cohérence Schnadt	12- 9 kgm/cm ²

Bien que la longueur de la flèche soit de 13,860 m, les déformations dues au soudage ont été si faibles que la déviation de l'axe par rapport au plan de symétrie théorique n'a excédé nulle part 3 mm. Ce résultat est extrêmement remarquable.

Au cours des essais de la grue, la Société Cockerill a procédé à la mesure des tensions en de nombreux points de la flèche au moyen de strain-gages. Les résultats ont parfaitement confirmé les prévisions fournies par le calcul.

Une autre pièce essentielle de la grue est le châssis principal, en forme de parallépipède dont l'encombrement est de

7,000 × 3,050 × 1,360 m (fig. 38).

A chacune de ses arêtes verticales est articulé un bras en acier moulé à haute résistance, servant de support à la vis d'appui sur les calages.

La partie centrale supporte le chemin de roulement de la partie supérieure ainsi que la colonne servant de pivot central.

Vers le bas, le châssis encadre les boîtes d'essieux et les supports des pendules de frein et des organes de suspension.

Enfin, sur sa face inférieure et dans les vides de l'ossature sont logés une partie des mécanismes de translation et l'équipement de freinage.

Les sollicitations de cet ensemble sont très élevées; les réactions sur les galets de rotation atteignent, par exemple, un total de 450 tonnes.

Le châssis constitue un organe hyperstatique soumis à la fois à la torsion et à la flexion ⁽¹⁾.

Pour la construction du châssis, il a encore été fait usage de sections en caisson, la répartition des épaisseurs ayant été étudiée pour que le poids soit minimum sans que les taux dépassent le maximum admis.

Il eût été possible de réaliser en construction soudée les douilles d'articulation des bras piv-

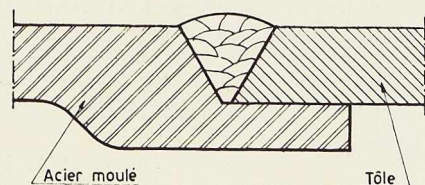


Fig. 37. Cordon de soudure en V dont la base élargie est soutenue par un appendice venu de fonderie.

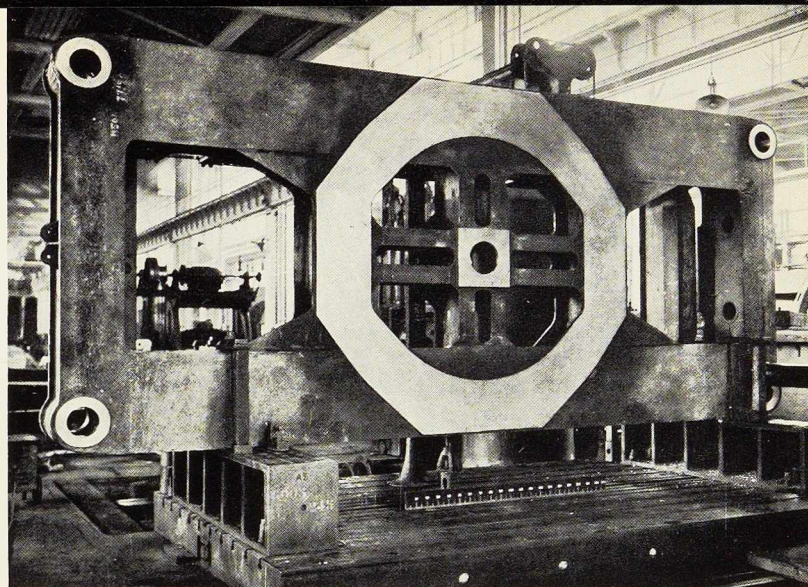


Fig. 38. Châssis principal de la grue.

tants. Mais il fut jugé plus logique de faire usage d'acier moulé pour ces pièces épaisses et de forme relativement compliquée. Par ailleurs, l'emploi de l'acier A 52 HS était tout indiqué pour les parties fortement sollicitées et de forme simple. Pour ce dernier matériau, l'épaisseur des produits mis en œuvre (jusqu'à 35 mm) exigeait un recuit de normalisation. Ces tôles furent également fournies par la Société Cockerill.

Le châssis est donc de construction mixte : les abouts sont en acier moulé, les longerons principaux et entretoises principales sont des caissons en acier à haute résistance et haute soudabilité, une des parois verticales de chaque longeron étant prolongée vers le bas pour former les cages de boîtes d'essieu; le croisillon central est en acier doux.

Les raccords des divers éléments ont été soigneusement étudiés. En particulier, il a été prévu des goussets de grand rayon.

La fermeture des caissons exigeait des soudures faites exclusivement de l'extérieur, dont la racine ne pouvait être reprise ni même examinée. Il fut procédé, avec plein succès, à des essais préliminaires de torsion sur des modèles de caissons soudés de cette manière.

Les cordons d'assemblage des parties soudées et moulées ont été dessinés avec une attention toute spéciale : ce sont des V dont la base élargie est soutenue par un appendice venu de fonderie (fig. 37).

Ce type de joint est particulièrement intéress-

(1) Le mode de calcul applicable à ce genre de construction a été exposé dans *L'Ossature Métallique* de septembre 1937, pages 419 à 425 par MM. A. Vandeghen et E. Dorlet.

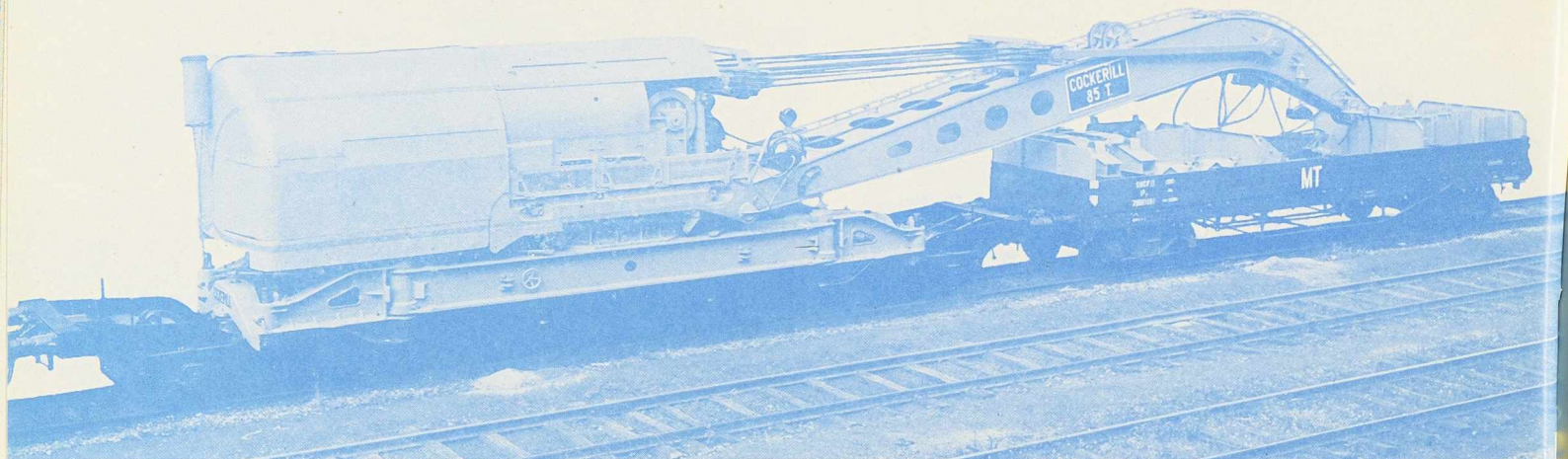


Fig. 39. Vue de la grue de chemin de fer en position de convoi.

sant pour la soudure de pièces massives d'acier coulé avec des éléments laminés. En voici les raisons :

1° La présence de l'appendice venu de fonderie permet l'exécution d'un joint ne nécessitant pas de reprise à l'envers; celle-ci n'était d'ailleurs pas réalisable dans le cas de la grue;

2° Le dépôt des premières passes de soudure, directement sur l'appendice, aide à créer au départ un régime thermique nettement plus favorable, grâce à l'échauffement de l'acier coulé; ceci est intéressant lorsque la construction est très rigide et présente des encastremets;

3° Dans le cas où la reprise à l'envers n'est pas possible et où le joint en V est le seul concevable, la présence de l'appendice permet de réaliser une soudure sans dénivellation extérieure et de l'amorcer suivant la ligne neutre de la pièce coulée, ce qui atténue sensiblement les tensions

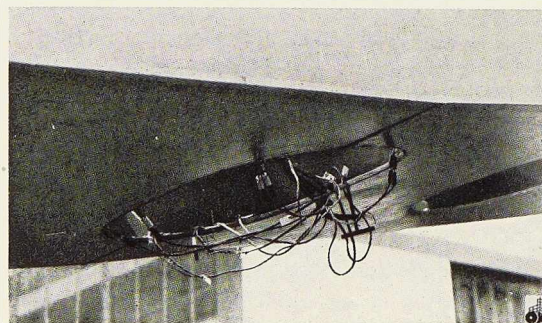


Fig. 40. Extensomètres placés autour d'un trou d'homme de la flèche de la grue.

internes de flexion créées lors du dépôt des premières passes.

Pendant les essais de la grue, le châssis a été ausculté au moyen de strain-gages et d'extensomètres mécaniques, et les données du calcul ont été trouvées en bon accord avec les résultats expérimentaux.

Signalons enfin qu'il a été largement fait usage dans la grue d'aciers spéciaux ou semi-spéciaux. Outre la nuance A 52 HS dont il a été question ci-dessus, nous citerons l'acier moulé à haute résistance pour une série de pièces telles que les engrenages, le bâti de la partie tournante, le chemin de roulement et les bras de vérins, et des aciers alliés pour divers organes mécaniques.

Les figures 33, 35 et 39 montrent les proportions harmonieuses de l'engin. A aucun moment de l'étude, les préoccupations esthétiques n'ont été absentes; néanmoins, à aucun moment non plus, les convenances mécaniques ne leur ont été sacrifiées. Il n'a été fait aucun effort pour « tricher » et donner artificiellement à la machine une silhouette jugée satisfaisante au moyen de formes ou de carénages sans nécessité technique et purement inspirés par la mode.

La ligne puissante, sobre, satisfaisante à la fois pour l'esprit du mécanicien et pour un œil exigeant et délicat, est sortie tout naturellement d'un dessin strictement inspiré par les nécessités constructives. Elle fait saisir sur le vif cet étonnant et mystérieux accord entre la beauté architecturale et la satisfaction des exigences techniques (1).

A. V. et A. D.

(1) Nous publierons dans un prochain numéro de *L'Ossature Métallique* un article décrivant des grues de chemins de fer de 62,5 tonnes.



R. Spée,
Ingénieur A. I. Lg. et E. S. S. A.,
Ingénieur au
Service Technique Applications
de la S. A. L'Air Liquide

Le soudage sous flux Unionmelt Les réalisations belges

Le procédé de soudage sous flux Unionmelt est d'inspiration relativement ancienne puisque les premiers brevets belges relatifs à ce procédé datent de 1934. Depuis lors, il en a été fait une application à une très grande échelle aux Etats-Unis où, à la fin des hostilités, 4 000 installations étaient en service. Parallèlement, en Europe occidentale et particulièrement en France sous l'impulsion de la Société Unionmelt, les applications se sont multipliées d'une manière très intéressante. En ce qui concerne la Belgique, la première installation a fonctionné industriellement en 1946.

Depuis lors, l'emploi du procédé s'est étendu dans notre pays, mais il semble que son champ d'application peut encore être élargi. C'est pourquoi il est utile de donner un aperçu de ce qui y a été réalisé, en laissant entrevoir les possibilités variées d'applications à la construction métallique belge.

Rappelons tout d'abord l'essentiel du principe de base.

On sait qu'il n'est pas possible d'utiliser, en soudure à l'arc manuel, une électrode à des intensités dépassant sensiblement une valeur en ampères égale à 40 fois le diamètre exprimé en millimètres. En effet, si cette valeur est dépassée, une faible partie du métal est déposée dans le joint, les pertes par projection sont importantes, l'aspect du cordon est déplorable et les propriétés mécaniques du dépôt sont médiocres.

Or, la réalisation de vitesses de soudage élevées ne peut être obtenue qu'en mettant en jeu des puissances électriques importantes. Atteindre ce but, tout en supprimant les inconvénients signalés, tel est le résultat de l'application du procédé Unionmelt.

Une poudre spéciale, composée essentiellement de silicates traités au four électrique, dans laquelle plonge le fil électrode nu et sous laquelle

a lieu la fusion du métal d'apport et du métal de base, joue un rôle prépondérant dans ce procédé de soudage (fig. 41). Son rôle est multiple :

Elle est conductrice du courant à chaud, agit sur le métal en fusion pour le protéger contre l'oxydation et la nitruration, l'affiner et éventuellement l'enrichir en certains éléments.

L'arc semble ainsi disparaître, la fusion du fil électrode est calme et régulière.

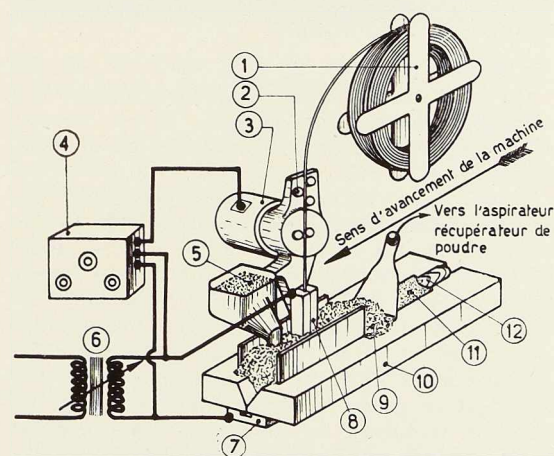


Fig. 41. Schéma de fonctionnement du procédé Unionmelt :

1. dévidoir du fil électrode; 2. galets redresseurs de fils électrode; 3. tête de soudure; 4. dispositif de contrôle;
5. réserve de poudre; 6. transformateur de soudure; 7. support de soudure; 8. glissière d'amenée de courant;
9. poudre Unionmelt; 10. pièces à assembler; 11. laitier;
12. cordon de soudure.

Après refroidissement sous le laitier formé par la poudre fondue et sous l'excès de poudre qui n'a pas participé à la réaction, le cordon de soudure apparaît lisse et régulier.

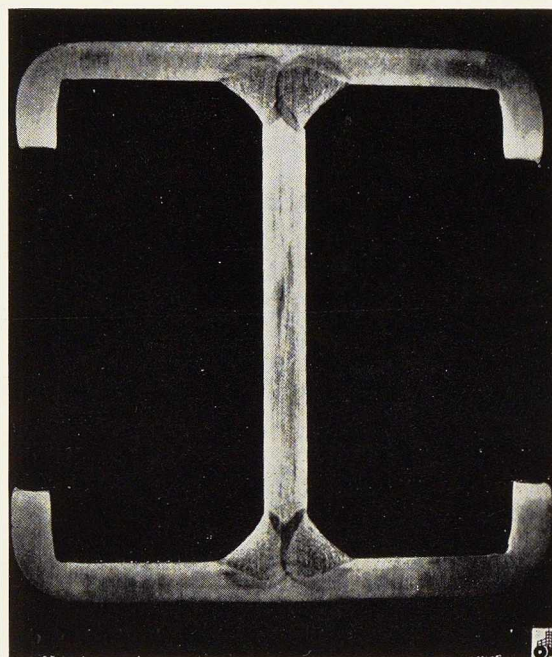


Fig. 42. Macrographie de soudure exécutée par le procédé Unionmelt.

On peut ainsi utiliser sans inconvénient des intensités élevées. Par exemple, il est normal d'imposer un courant de soudage de 600 ampères à un fil de 4 mm de diamètre.

Pour obtenir un métal déposé présentant des qualités satisfaisantes, il est indispensable de lier les compositions chimiques de la poudre et du fil électrode, en fonction de la nature du travail et de la composition de l'acier à souder.

Les poudres utilisées en Belgique donnent des laitiers acides; on les emploie conjointement avec des électrodes chargées en manganèse.

Il faut se garder de croire que la poudre ne fait que remplacer les enrobages des électrodes pour soudure manuelle. Son emploi change les phénomènes électriques et thermiques créés par le passage du courant dans la zone de soudage. L'arc paraît pratiquement étouffé tandis que le laitier, conducteur à chaud, est le siège d'une transformation de l'énergie électrique en chaleur. La pénétration de la fusion dans le métal de base est plus forte, toutes choses égales, que celle que l'on obtiendrait avec une électrode enrobée de soudure à l'arc (fig. 42).

On peut considérer que le rapport entre le poids d'électrode et le poids de métal de la pièce fondus, est notablement inférieur en sou-

de Unionmelt qu'en d'autres procédés de soudure.

En définitive, le procédé se caractérise par la possibilité d'emploi de puissances électriques plus élevées que celles utilisées dans les méthodes classiques, par de fortes pénétrations, et par un bon rendement thermique. Pratiquement, il permet de réaliser de grandes vitesses de soudage, quelle que soit l'épaisseur envisagée, de réduire les temps de soudage et d'obtenir des soudures de bonne qualité.

L'appareillage essentiel d'une installation de soudage Unionmelt, comprend (fig. 41) :

La tête de soudage dont le moteur doit entraîner le fil électrode; on lui adjoint un dévidoir de fil et un conduit de déversement de la poudre sur le joint à souder;

Un dispositif de réglage automatique de la vitesse de dévidage du fil électrode;

Le matériel d'alimentation en courant de soudage : génératrices de courant continu ou transformateurs à fuites. Ces appareils, construits sur les mêmes principes que les postes de soudage à l'arc, sont généralement plus puissants;

Les organes de déplacement relatif de la tête et de la pièce à souder.

Ces éléments principaux sont accompagnés d'un appareillage auxiliaire :

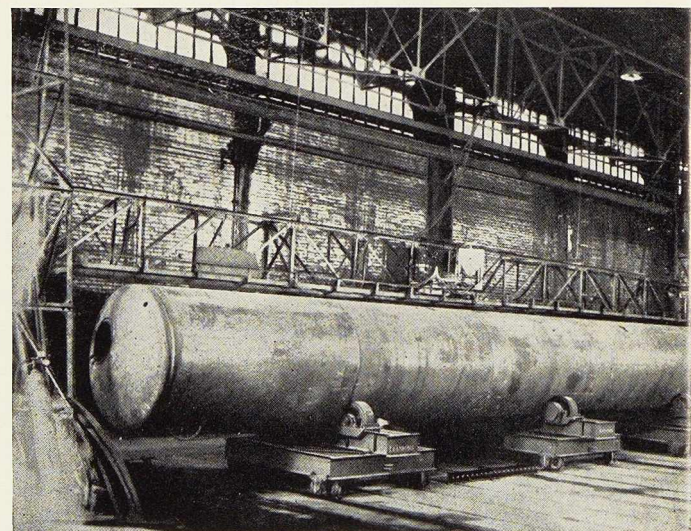


Fig. 43. Soudage de réservoirs, en tôle de 7 mm d'épaisseur. La tête de soudage est placée sur une charpente, le réservoir est posé sur un montage pour l'exécution des soudures circulaires. (Constructeur : John Cockerill à Seraing.)



Aspirateur-récupérateur de poudre Unionmelt;
Appareils de mesure.

Il existe trois types de têtes automatiques, qui se distinguent par les intensités maxima du courant de soudage qu'elles peuvent supporter : la tête 4 000 ampères, la tête 2 000 ampères et la tête 1 000 ampères.

Les deux premières sont les plus anciennes en date, et on les employait sur des montages très importants qui les déplaçaient par rapport à la pièce à souder. Elles servaient surtout à souder des pièces de forte épaisseur, de l'ordre de plusieurs dizaines de millimètres.

Au cours de la guerre, le procédé a évolué

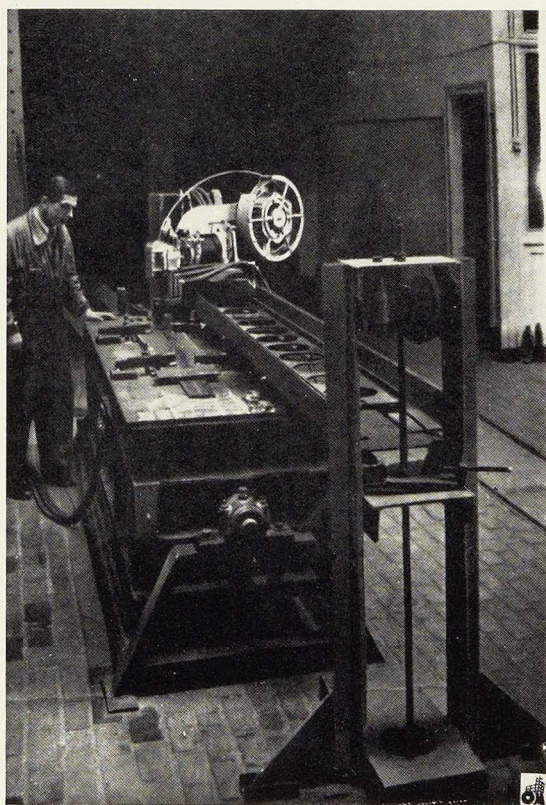


Fig. 44. Tête de 2 000 ampères montée sur chariots.

d'une manière sensible et l'on a soudé des tôles de faible épaisseur. Par exemple, on a soudé des boîtes à obus de 15/10 mm d'épaisseur (fig. 45).

Cette extension de l'emploi du procédé pour les tôles d'épaisseur moyenne a conduit à mettre

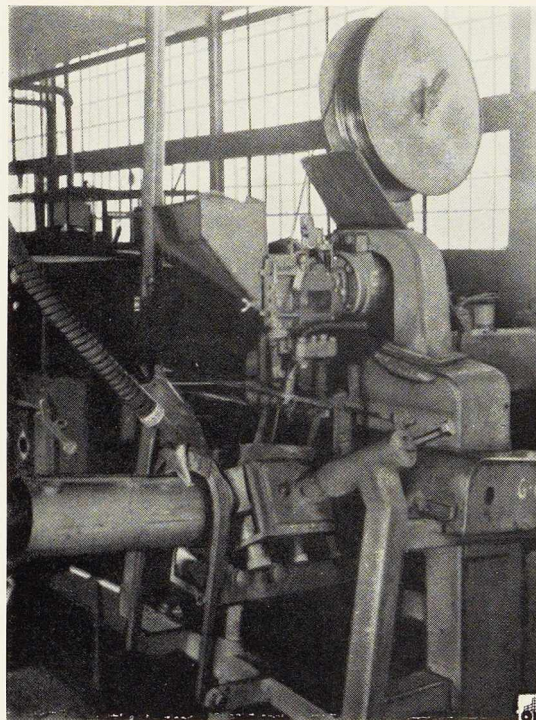


Fig. 45. Machine pour le soudage des boîtes à obus de 1,5 mm d'épaisseur.

au point la tête 1 000 ampères qui s'est avérée convenable pour la plupart des besoins de la construction métallique courante.

C'est ce type qui s'est le plus répandu en Belgique.

Ceci s'explique aisément par le fait que les ateliers belges ont généralement plutôt besoin d'un appareillage léger, souple et maniable, qui puisse facilement s'adapter à la diversité de leur fabrication, plutôt que d'un matériel permettant d'assurer des productions massives de quelques types de pièces.

Le principe du procédé étant succinctement décrit, nous allons examiner les réalisations actuelles, en Belgique et au Grand Duché de Luxembourg.

Classant ces applications par ordre décroissant, de l'épaisseur des tôles soudées, on trouve tout d'abord les cuves parallélépipédiques, employées notamment en galvanisation.

Ces pièces sont généralement constituées en tôles d'acier Siemens-Martin extra-doux, dont l'épaisseur est de l'ordre de 30 à 40 mm.

Les soudures du fond sur le corps sont des soudures en angle, pour lesquelles on utilise les

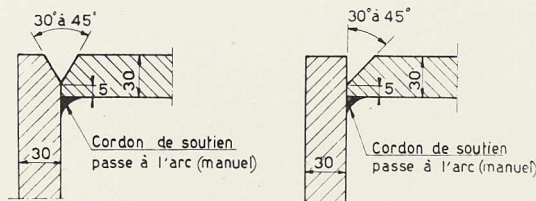


Fig. 46. Préparations pour la soudure d'angle de tôles de 30 mm d'épaisseur.

préparations de la figure 46. Une passe de soutien est effectuée à l'arc manuel, le chanfrein est rempli par le procédé Unionmelt en plusieurs passes (deux ou trois). On utilise du fil de 3/16" sous une intensité de 800 ampères. La vitesse de soudage est de 25 cm par minute.

Même si le nombre de pièces est très réduit, le procédé est parfaitement rentable. Qu'il nous suffise de dire en effet que, par comparaison au soudage à l'arc, le temps de soudage, par pièce, est ramené de plusieurs jours à quelques heures; la proportion est souvent de 8 à 1. Si l'on tient compte de ce que le prix des matières premières (fil et poudre) équivaut à celui des électrodes de bonne qualité, on arrive à un prix de revient de l'ordre de 40 % de celui de l'arc manuel.

En construction de charpentes, une application intéressante réside dans la fabrication de colonnes à partir de poutrelles ou profilés. C'est le cas notamment pour le soudage de colonnes de 21 mètres de long, constituées de 2 poutrelles soudées par les ailes, l'épaisseur de celles-ci étant de 25 mm. L'arête étant cassée sur une profondeur de 5 mm et les bords à assembler préalablement blanchis à la meule, la soudure était effectuée en une passe, étant donné qu'une pénétration totale n'était pas exigée. La vitesse était de 30 cm à la minute, le diamètre du fil utilisé étant de 3/16". La soudure de cette construction en acier Thomas était parfaitement saine. Le temps de soudage brut, compte tenu des manipulations pour réaliser les séquences convenables, a été de 3 heures environ par pièce.

Dans le domaine du matériel roulant, une usine s'est équipée d'une tête de 2 000 ampères, pour le soudage de citernes de wagons. Ces citernes sont constituées de 4 tôles de 13 mm, assemblées à clin.

Il est intéressant de noter à ce sujet que les têtes Unionmelt sont conçues de telle manière que les soudures à clin ou en angle intérieur, sont réalisables avec autant de facilité que les soudures bout à bout. Des articulations sont prévues qui permettent de présenter l'électrode dans un plan parallèle au plan bissecteur de l'angle à souder.

Plusieurs chaudronneries traitant des épaisseurs de 8 à 10 mm, ont également fait appel au procédé.

On soude en Belgique des réservoirs de stockage de 7 mm d'épaisseur, destinés à l'industrie alimentaire. Les soudures sont supportées intérieurement par un cordon à l'arc manuel. La soudure extérieure est faite en une passe, avec du fil de 3/16" sous une intensité de 500 ampères.

La vitesse de soudage est de l'ordre de 40 cm par minute. Cette vitesse est relativement faible pour le procédé. On est obligé de s'y tenir parce que l'acier utilisé présentait de fortes irrégularités dans la teneur en soufre. Il importe dès lors, pour permettre la dégazéification du bain et éviter ainsi la formation de soufflures, de ralentir la solidification. On y parvient en diminuant la vitesse de soudage normale et en utilisant une poudre de composition appropriée.

Dans ces épaisseurs, une autre application consiste dans l'exécution de la soudure longitudinale de tubes de 300 mm de diamètre et de 8 mm d'épaisseur. Dans ce cas il n'est évidemment pas possible d'effectuer une passe intérieure à l'arc manuel comme cordon de soutien. On utilise alors un support constitué par un lit de poudre Unionmelt (fig. 47). Cette poudre est appliquée contre l'envers de la soudure au moyen d'air comprimé introduit dans le tuyau flexible.

Plusieurs milliers de tuyaux ont ainsi été soudés par ce procédé et ont subi avec succès les épreuves imposées par les différents cahiers des charges. La machine employée pour cette application est une tête 4 000 ampères fixe montée sur portique, le tuyau défilant à la vitesse appro-

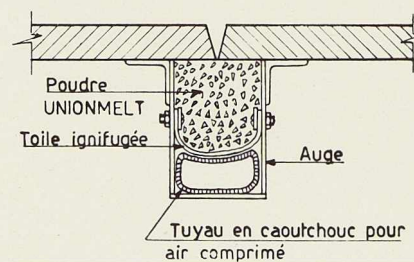


Fig. 47. Exécution de la soudure longitudinale du tube.

priée sous l'électrode. Au point de vue intensité requise, cette tête est de capacité beaucoup plus forte que celle qui serait strictement nécessaire. Mais, dans tous les cas où le coefficient d'utilisation de la machine est très élevé, on a intérêt à prévoir une réserve de puissance.



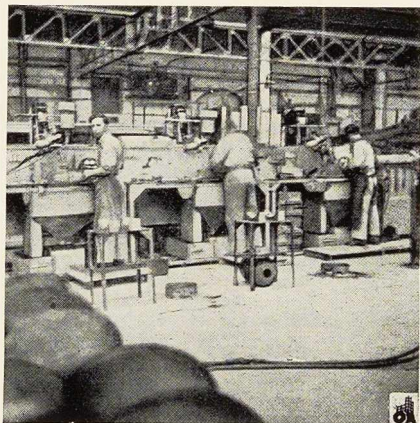
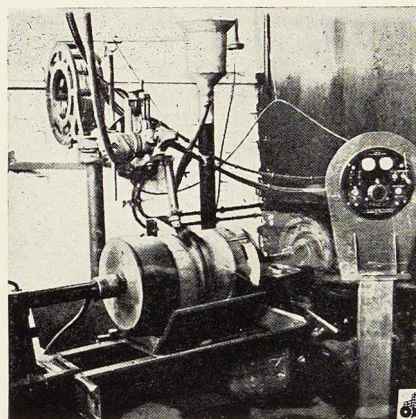


Fig. 48 et 48bis.
Fabrication des
bouteilles à butane.
A gauche : installa-
tion de soudage de
bouteilles à butane
(Ateliers Comet à
Malines). A droite :
soudage des deux
demi - emboutis
(Usines Standard à
Lierre).



Abordant maintenant le soudage des faibles épaisseurs nous nous trouvons, aussi paradoxal que cela puisse paraître, dans le domaine où le procédé s'est le plus répandu. A ce jour, neuf installations 1 000 ampères sont en service pour la fabrication des bouteilles à butane (En France, une trentaine sont en fonctionnement pour cet usage). Ces récipients sont fabriqués à partir de deux demi-emboutis de 3,25 mm d'épaisseur, en acier Siemens-Martin; on les soude suivant une circonférence (fig. 48 et 48bis). Plusieurs préparations sont adoptées (fig. 49) suivant l'outillage dont disposent les fabricants.

Suivant cette préparation, on emploie du fil de 1/8", 5/32" ou 3/16". Les intensités mises en œuvre sont de l'ordre de 500 ampères. Certains utilisateurs soudent en courant continu, d'autres en courant alternatif.

Une machine, conduite par un seul homme, soude environ 15 bouteilles par heure. Le temps net de soudage est de l'ordre de une minute, alors que par le procédé oxyacétylénique ce temps est de 20 minutes environ.

Quoique cela puisse paraître anormal, on soude cette faible épaisseur en deux passes consécutives. Ceci est dû au fait que, aussi poussé que soit le dégraissage des pièces avant soudure, des traces de graisse peuvent subsister et donner lieu à des soufflures imperceptibles. On réalise une seconde passe, que nous pouvons appeler « passe

de sécurité » afin de supprimer les soufflures éventuelles de la première passe. De cette manière, le nombre de pièces refusées à la première épreuve hydraulique n'est que de 1 à 2 %. Compte tenu de ces deux passes la consommation de fil est de l'ordre de 130 à 150 grammes par mètre courant de soudure.

Les essais mécaniques et les radiographies réalisées par l'Association des Propriétaires des Récipients à Gaz Comprimé (Apragaz), ont donné toute satisfaction.

Certains fabricants utilisent le procédé pour réaliser la soudure du porte-vanne, appelé couramment embase, à la partie supérieure de la bouteille. Dans ce cas, on travaille sur support de cuivre. La pièce est animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe vertical. On emploie du fil de 1/8" de diamètre. La soudure est faite en 20 secondes environ, encore ce temps doit-il être respecté pour que le laitier du début du cordon soit refroidi et puisse être éliminé lorsque ce début repasse sous le fil électrode pour terminer la soudure.

Il semblerait que, compte tenu de la faible épaisseur, le procédé fût moins rentable que pour la chaudronnerie lourde. Cependant, tout en tenant compte des frais entraînés par la préparation (dégraissage soigné, rognage des bords au tour, fabrication du slip-joint) on arrive à un prix de revient égal à 60 % du prix du même travail réalisé au chalumeau oxy-acétylénique.

Toutes les réalisations décrites ressortent du domaine du soudage automatique, caractérisé par le déroulement automatique du fil électrode et par la réalisation mécanique du déplacement relatif de la tête de soudage et de la pièce à souder.



Fig. 49. Soudure des récipients à pression.
Diverses préparations.

Il est des cas cependant, où tout en désirant profiter des grandes vitesses de soudage du procédé, c'est-à-dire déposer en peu de temps de grandes quantités de métal, on ne peut réaliser mécaniquement le mouvement assurant la vitesse de soudage, par exemple à cause de la forme irrégulière du joint. Dans ce cas, on utilise un appareil semi-automatique (fig. 50) comportant tous les organes principaux de la tête 1 000 ampères, mais muni d'un tuyau flexible à travers lequel se déroule le fil électrode, tandis que la poudre est propulsée dans ce même tuyau par l'air comprimé. Ce tuyau se termine par une buse guide-fil que l'on conduit manuellement.

Un tel appareil est utilisé par une usine belge pour la fabrication des bâtis de machines électriques.

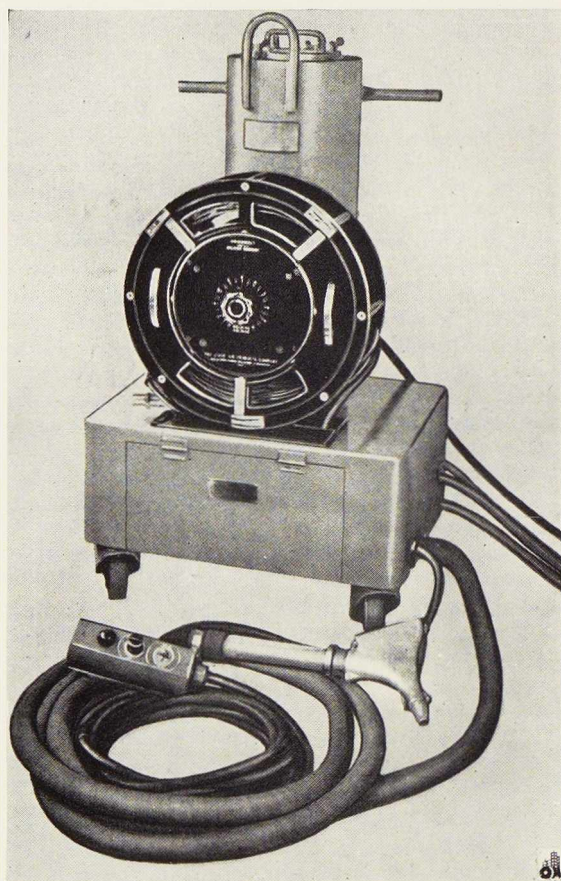


Fig. 50. Appareil semi-automatique pour le soudage par le procédé Unionmelt.

Toutes les applications citées jusqu'à présent sont effectives en Belgique; elles sont donc mises au point dans le domaine industriel.

Nous avons préféré consacrer cet article aux réalisations belges plutôt que de nous appuyer sur des exemples puisés dans l'expérience américaine ou française. Le champ eût été plus vaste, mais on aurait pu nous objecter que le procédé Unionmelt n'était pas nécessairement susceptible de s'appliquer d'une manière intensive à notre industrie.

À côté des réalisations actuelles, il nous est certes permis de parler d'autres applications qui sont imminentes, telles que la soudure d'ailettes longitudinales sur tubes moyennant un montage spécialement mis au point par le constructeur.

Un autre domaine dans lequel nous espérons voir pénétrer prochainement le procédé Unionmelt, est celui des rechargement, par ce procédé, de bandages de roues diverses.

Cette technique est également parfaitement mise au point et les caractéristiques, tant du matériel, du mode opératoire que du fil électrode, ont été déterminées expérimentalement.

On utilise des têtes robustes, de manière à ce qu'elles puissent être utilisées longtemps sans risque de panne, avec le minimum d'entretien. La tête est fixe et la roue est montée sur un dispositif tournant approprié, par exemple, un tour usagé. Aucune préparation de la pièce n'est nécessaire: il suffit que la surface à recharger soit propre, exempte de rouille ou de trace d'huile. On utilise comme métal d'apport un fil donnant un dépôt de dureté comprise entre 150 et 175 Brinell. De cette manière l'usinage est aisé et la surface se durcit rapidement en service. La durée d'une roue rechargée est parfois plus longue que celle d'une roue neuve. Le dépôt obtenu est toujours parfaitement sain, exempt de soufflures et de porosités.

Nous pensons avoir pu montrer, par ces quelques exemples, que le procédé Unionmelt peut trouver sa place dans de nombreuses industries: chaudronnerie, construction navale, fabrication de récipients à pression, de conduites, etc.

En résumé, on peut affirmer que le procédé est rentable dans deux grandes classes de travaux:

Le soudage des fortes épaisseurs, même si le nombre des pièces est assez réduit;

Le soudage des faibles épaisseurs, dès que la longueur des joints à souder est importante, soit qu'il s'agisse de joints de grande longueur, ou d'un grand nombre de joints de longueur réduite.

R. S.



Le coupage oxy-cinétique

L'oxy-coupage de l'acier inoxydable

Lorsqu'on essaye de couper de l'acier inoxydable par l'oxy-coupage classique, on se heurte à un obstacle infranchissable; les laitiers sont trop visqueux, adhèrent aux bords de coupe et l'oxygène seul est impuissant à les évacuer.

Pour obvier à ce grave inconvénient, divers procédés ont été envisagés, en particulier :

Le procédé Airco où l'on injecte dans la saignée du carbonate et du bicarbonate de sodium pour fluidifier les laitiers par dissolution.

Le procédé Linde, où l'on injecte des particules de métal qui par oxydation dégageront une certaine quantité de chaleur supplémentaire dans la saignée et donneront des produits d'oxydation qui agiront par dissolution sur les laitiers.

En 1948 l'Oxydrique Internationale s'intéressa au problème et envisagea la possibilité d'évacuer les laitiers visqueux et adhérents en chargeant le jet d'oxygène de coupe de particules solides qui devaient agir uniquement par action mécanique.

Les premiers essais furent concluants, des essais plus poussés furent entrepris; le procédé de coupage oxy-cinétique naissait.

Le coupage oxy-cinétique

Celui-ci consiste donc à charger le jet d'oxygène de coupe au moyen de particules solides conve-
nables.

Les bons résultats obtenus avec ce procédé comparés aux résultats décevants obtenus par l'oxy-coupage classique montrent que le jet d'oxygène employé seul est impuissant à chasser les laitiers visqueux et adhérents formés au cours du coupage classique tandis que les particules solides, qui dans le procédé oxy-cinétique sont lancées par l'oxygène, développent, elles, une force suffisante pour expulser ces laitiers de la saignée.

Cela tient à ce que l'efficacité de l'énergie cinétique apportée par le jet d'oxygène est fortement accrue par la présence dans ce jet de particules solides animées par lui.

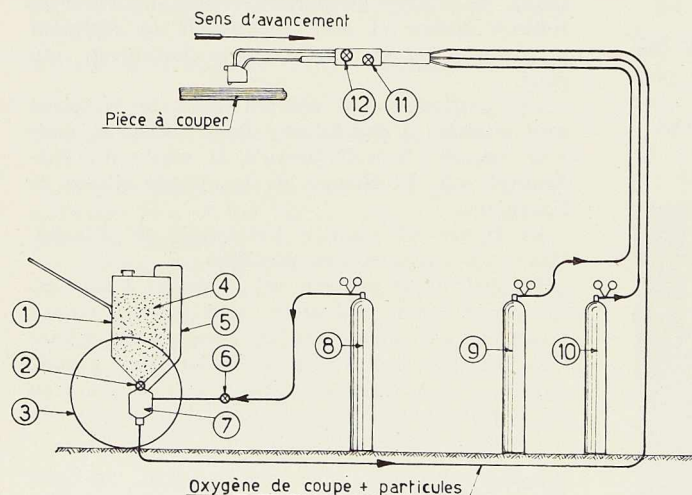


Fig. 51. Schéma de l'appareillage utilisé pour le coupage oxy-cinétique :

1. Réservoir;
2. Robinet spécial doseur de particules;
3. Roues caoutchoutées;
4. Particules;
5. Tube d'équilibre;
6. Robinet oxygène de coupe;
7. Bouteille d'injection de particules;
8. Bonbonne oxygène de coupe;
9. Bonbonne oxygène de chauffe;
10. Bonbonne acétylène de chauffe;
11. Robinet oxygène de chauffe;
12. Robinet acétylène de chauffe.

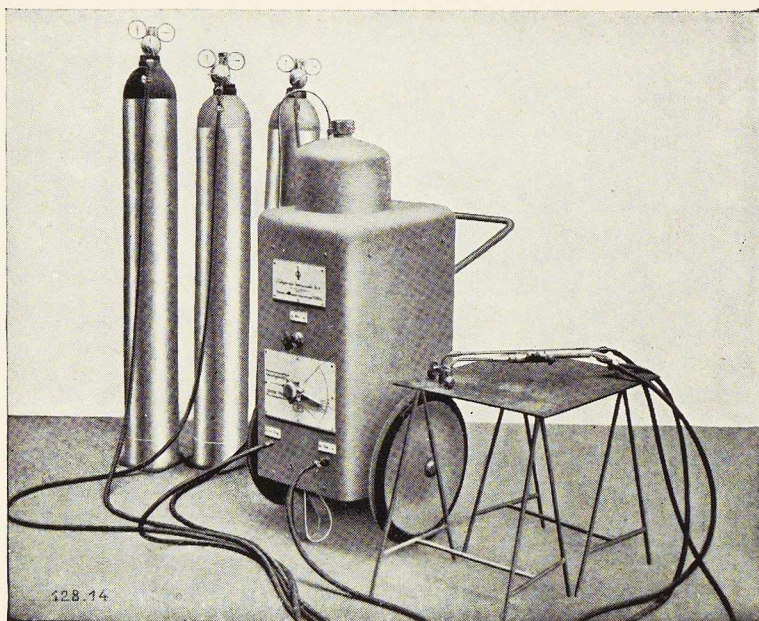


Fig. 52. L'ensemble de l'installation de coupage oxy-cinétique.

Il est certain, d'autre part, que plus la température de fusion de certains produits d'oxydation sera élevée (la température de fusion des oxydes de chrome, par exemple, est très haute) plus les laitiers dans lesquels ils interviendront en forte proportion seront visqueux.

Quoi qu'il en soit, le procédé oxy-cinétique s'est montré parfaitement capable de couper les aciers inoxydables de la classe des 18/8 et même des aciers à teneur en éléments spéciaux plus élevée.

Ce procédé s'est également révélé capable de couper la fonte. Il n'y a là rien d'étonnant; car l'oxy-coupage classique de la fonte s'était heurté comme dans le cas des aciers inoxydables, à l'inconvénient des laitiers visqueux et adhérents (à la température de l'opération).

Ce que nous venons d'exposer donne le principe du procédé; mais certains phénomènes thermiques, tels que la quantité de chaleur dégagée dans la saignée et la température de fusion des oxydes, doivent être pris en considération.

En effet, tous les aciers fortement alliés ne dégagent pas, par oxydation, la même quantité de chaleur.

Ainsi l'oxydation vive :

Du chrome en Cr_2O_3	dégage :	2 572	Cal/kg
Du chrome en Cr_2O_3	dégage :	2 692	Cal/kg
Du nickel en NiO	dégage :	877	Cal/kg
Du fer en FeO	dégage :	1 176	Cal/kg
Du fer en Fe_3O_4	dégage :	1 789	Cal/kg
Du fer en Fe_3O_4	dégage :	1 585	Cal/kg

Les laitiers seront d'autant plus fluides que la chaleur dégagée dans la saignée sera plus importante, ainsi par exemple une forte teneur en nickel dans un acier allié sera défavorable.

L'application du procédé

A. L'appareillage

L'appareillage se compose essentiellement d'un distributeur de particules, et d'un chalumeau coupeur de conception spéciale.

Les particules sont introduites dans un distributeur statique qui est schématisé par la figure 51.

Le distributeur est constitué par un réservoir et un petit récipient, lequel est en communication avec le réservoir au moyen d'un robinet doseur et d'un tube d'équilibre de pression.

L'oxygène de coupe entre dans le petit récipient, se charge de particules que distribue le robinet doseur et sort ensuite de ce récipient pour continuer sa course vers le chalumeau coupeur.

Les particules qui coulent dans le récipient sont animées d'une faible vitesse de chute, mais leur vitesse s'accroît jusqu'à la sortie du chalumeau sous l'influence de la grande vitesse de l'oxygène.

La figure 52 montre l'ensemble de l'installation de coupage oxy-cinétique.

Le chalumeau coupeur est analogue à un chalumeau coupeur ordinaire, sauf que le circuit d'oxygène de coupe a dû être conçu pour résister à l'action abrasive des particules lancées à grande vitesse; c'est pour cette raison que le chalumeau est terminé par une tuyère spéciale. Une vue du chalumeau utilisé est donnée à la figure 53.

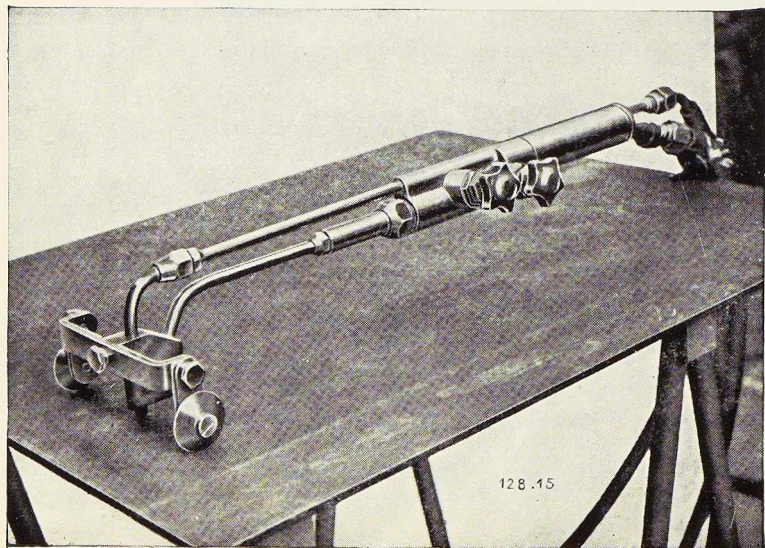


Fig. 53. Détail d'un chalumeau coupeur.

Fig. 54. Particules de sable à un grossissement de 3.

B. Les particules

En principe, la nature des particules a peu d'importance; cependant, il faut faire un choix pour des raisons accessoires.

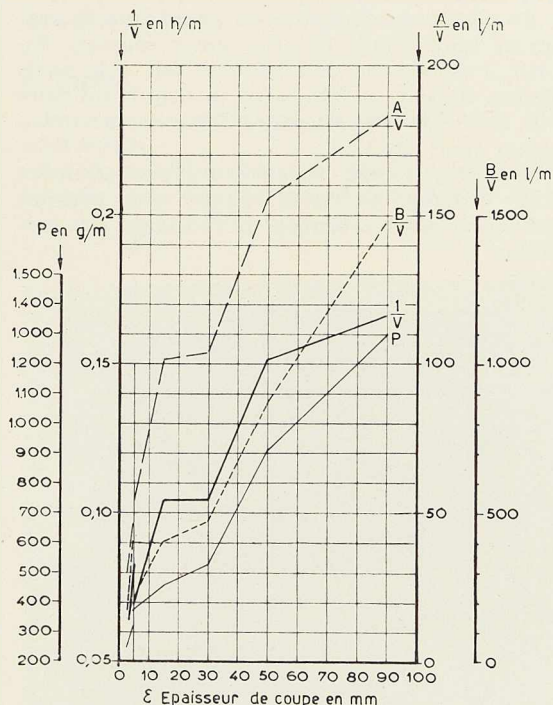


Fig. 55. Coupage oxy-cinétique (Cinox) (acier inoxydable 18/8) :

V = vitesse de coupe en m/h; $\frac{A}{V}$ = acétylène en l/m de coupe; P = particules en g/m de coupe; $\frac{P}{V}$ = oxygène total en l/m de coupe; E = épaisseur de coupe en mm.

En effet, elles doivent résister au choc, ne pas s'effriter sous l'effet de ce choc et de la température combinés, etc.

Le sable, qui est une matière courante, convient très bien, mais il est évident qu'on ne peut utiliser un sable quelconque puisque les particules devront passer, d'une manière continue et régulière, par des orifices de très petit diamètre. Cela implique l'emploi d'un sable homogène et d'une granulométrie bien définie.

Fig. 56. Coupe d'une tôle d'acier inoxydable 18/8 de 30 mm.



La figure 54 montre les particules de sable à un grossissement 3.

Sur cette photo, on peut observer la régularité des dimensions des particules, l'absence de fines poussières et de matières étrangères. On conçoit que des particules semblables ne puissent être obtenues que par un traitement nécessitant de nombreuses opérations minutieuses entraînant de fortes pertes de matière première.

C. Mode opératoire

Le mode opératoire est analogue à celui de l'oxy-coupage classique. A l'amorçage succède, après ouverture du circuit d'oxygène de coupe (emportant avec lui les particules) la phase de coupage proprement dite.

Le chalumeau peut être conduit à la main ou à la machine.

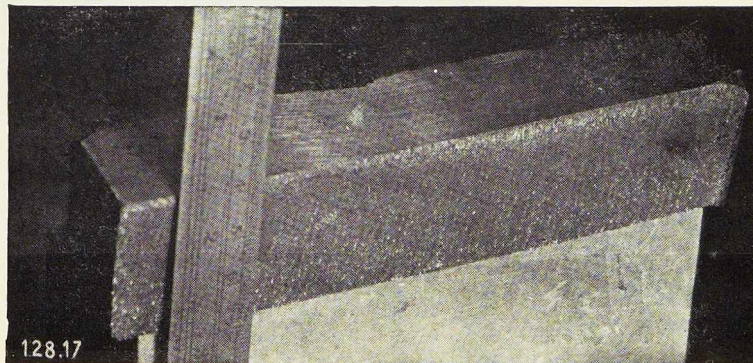
Notons en passant que le coupage oxy-cinétique peut être pratiqué sur des tôles en paquets, même sur des tôles épaisses disposées les unes sur les autres, et cela sans prendre de précautions spéciales pour les rendre jointives.

Les résultats

A. Aciers inoxydables

Le procédé oxy-cinétique appliqué au coupage de ces aciers a donné d'excellents résultats tant au point de vue de la netteté des coupes qu'au point de vue prix de revient et altération des bords de coupe.

La figure 56 montre que les coupes obtenues ont un très bel aspect et qu'il n'y a pratiquement pas de fusion d'arête.



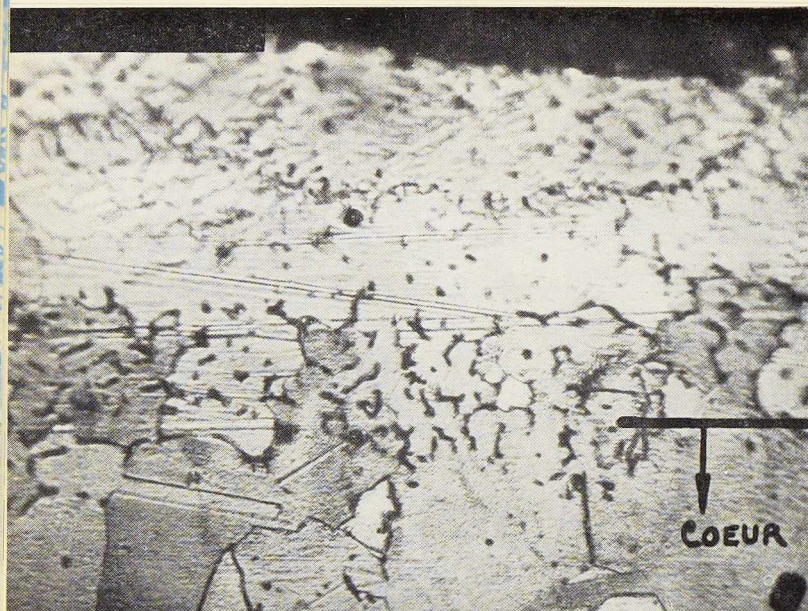


Fig. 57. Micrographie montrant le bas de coupe des aciers stabilisés. (Grossissement : $\times 325$.)

On a constaté également une décroissance de la dureté en direction du bord de coupe; ainsi un acier stabilisé d'une dureté Brinell égale à 200 présente sur le bord de coupe une dureté égale à environ 140 unités Brinell.

Ce phénomène présente un grand intérêt lorsqu'on veut usiner la pièce après coupage. En effet, l'usinage ne doit pas être fait à la rectifieuse; il peut se faire alors à l'outil ordinaire sur des machines courantes (étau-limeur, raboteuse, tour, etc.).

Pour l'acier non stabilisé, on peut craindre une certaine altération locale qui pourrait influencer défavorablement la résistance à la corrosion.

La figure 58, d'autre part, montre que les saignées réalisées sont étroites.

La figure 55 concrétise la valeur des résultats obtenus au point de vue économique.

En ce qui concerne l'altération des bords de coupe, dans le coupage des aciers inoxydables de la classe 18/8, nous devons envisager deux cas : celui des aciers stabilisés, qui contiennent du niobium (colombium) ou du titane, dont le but est d'éviter toute modification structurale, par chauffage, et celui des aciers non stabilisés.

Nos laboratoires ont examiné attentivement les bords de coupe des aciers stabilisés et l'examen des nombreuses microphotographies dont la figure 57 donne un exemple a montré nettement que l'altération cessait à 0,6...1 mm (maximum) du bord de coupe.

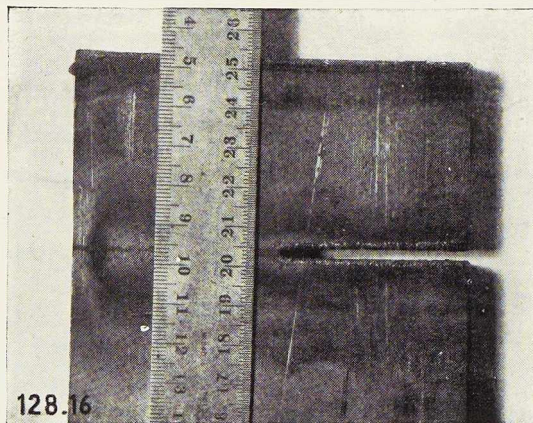


Fig. 58. Coupe sur acier inoxydable de 15 mm.

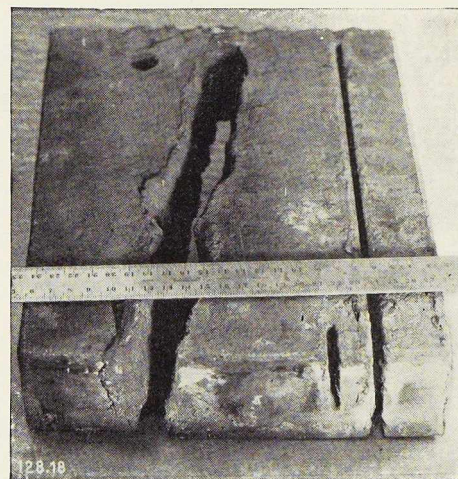


Fig. 59. Coupes sur fonte de 40 mm (à gauche : au chalumeau coupeur de fonte; à droite : par le procédé « Cinox »).

Pour remédier à cet inconvénient, nous avons étudié un dispositif d'arrosage placé immédiatement derrière le jet de coupe de façon à tremper les bords de la saignée et à rendre ainsi au métal sa structure austénitique initiale.

Il faut cependant remarquer qu'une légère altération superficielle de structure n'a, en général, aucune importance; c'est le cas, notamment, lorsque les pièces coupées doivent être ultérieurement soudées, parce que la soudure apporte des modifications structurales beaucoup plus considérables.



Fig. 60. Bord de coupe Cinox sur fonte.
(Grossissement : $\times 65$.)

Enfin il est intéressant de noter que nous avons coupé industriellement des aciers inoxydables jusqu'à des épaisseurs de l'ordre de 200 mm (sans que cette valeur puisse, cependant, être considérée comme une limite).

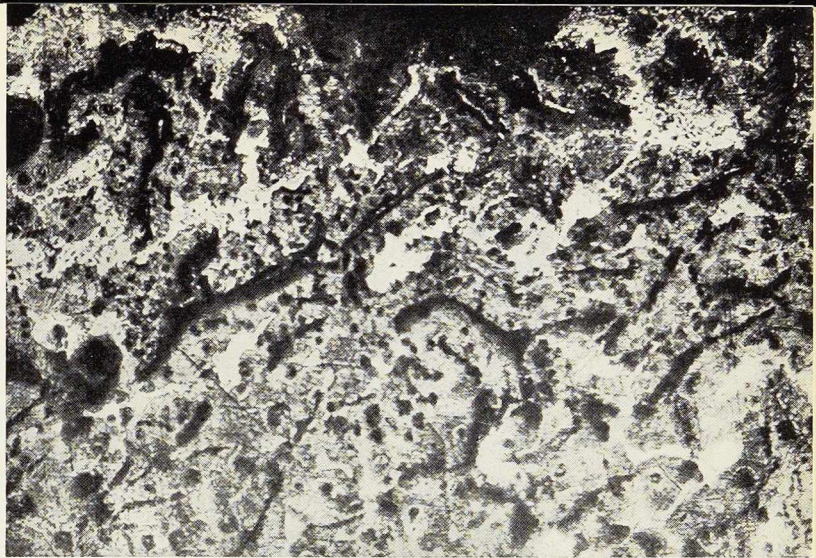
B. Fontes

Dans ce cas également, les résultats sont très intéressants.

La figure 59 montre, à gauche, une coupe réalisée avec un chalumeau coupeur de fonte



Fig. 61. Coupe sur fonte de 85 mm.



à chauffe renforcée, appareil utilisé couramment jusqu'ici pour ce genre de travail et, à droite, une coupe réalisée par le procédé oxy-cinétique. Elle se passe de commentaires; il faut cependant attirer ici l'attention sur le fait que la simple comparaison des largeurs de saignée permet de conclure directement à l'avantage économique très marqué du coupage oxy-cinétique par rapport à l'ancien procédé.

La figure 61 montre comment se présentent généralement les bords de coupe obtenus par le procédé oxy-cinétique.

En ce qui concerne la structure, l'altération des bords de coupe est aussi localisée que dans le cas des aciers inoxydables; elle n'est perceptible que jusqu'à 1 mm du bord. On peut se rendre compte de cette faible altération des bords de coupe par l'examen de la figure 60.

Enfin, il nous reste à signaler que nous avons coupé des épaisseurs de fonte de l'ordre de 200 mm, mais bien entendu, ce n'est pas là une limite.

Conclusions

Le coupage oxy-cinétique semble appelé à un bel avenir; l'aspect des coupes obtenues est très bon et les conditions d'application du procédé sont des plus économiques.

Au point de vue industriel il rendra de réels services dans les ateliers de construction, les aciéries, les fonderies, etc.

Au point de vue théorique, la création de ce procédé a ouvert de nouveaux horizons dans l'étude du coupage à l'oxygène et donnera vraisemblablement lieu dans l'avenir à des développements intéressants.

A. L.

J. Verdeyen,
Ingénieur-Conseil A. I. Br.,
Professeur
à l'Université de Bruxelles

Cintres métalliques pour grandes voûtes

La construction d'une grande voûte est un problème complexe tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique. Lorsque l'on a déterminé l'emplacement et les proportions générales d'un pont ou viaduc, c'est-à-dire lorsque l'on a choisi le nombre des piles et culées, la forme et les dimensions des voûtes, on procède aux calculs définitifs de l'ouvrage et on lui donne un aspect architectural ou monumental plus ou moins réussi. On dispose alors de tous les éléments nécessaires pour passer à la construction proprement dite et les procédés d'exécution peuvent être étudiés, en particulier le cintre et le procédé de décintrement.

Principes généraux

Le cintre est le moule de la voûte, c'est l'ouvrage qui doit la soutenir pendant sa construction, jusqu'au moment où elle peut se soutenir elle-même. Le décintrement est l'opération qui consiste à libérer la voûte de son cintre. Le cintre est donc un matériel temporaire, c'est un ouvrage essentiellement provisoire. Il s'agit de porter, avec le minimum de frais, un poids qui peut atteindre plusieurs milliers de tonnes pendant la seule durée de la construction.

On le réalise par des fermes en charpente disposées dans des plans verticaux parallèles normaux aux génératrices de la voûte et supportant un platelage qui reproduit la forme de l'intrados de la voûte.

Les charpentes de cintres peuvent être en bois ou en métal. Le bois est surtout employé pour les ouvrages légers de faibles dimensions ou dans les régions difficilement accessibles, où il est plus facile de construire sur place une charpente en bois que d'amener une charpente métallique.

Les cintres en charpentes métalliques sont de

plus en plus employés pour les grandes voûtes, car l'acier supporte mieux les fortes charges et son calcul est plus sûr.

Le cintre doit être calculé pour supporter son poids propre, l'effet du vent pendant la période de construction et les charges dues à la voûte. Le calcul doit être fait avec beaucoup de soin, en appliquant les méthodes les plus exactes.

Très souvent le bétonnage de la voûte se fait par voussoirs successifs numérotés suivant un ordre déterminé et le cintre doit être conçu pour supporter les charges mobiles ainsi créées. Cependant, pour réduire ces charges, on peut construire la voûte par tranches ou rouleaux successifs. La première tranche, construite et clavée, aide le cintre à porter les autres; parfois même elle se substitue complètement au cintre et porte seule le reste de la voûte.

En France on a utilisé, pendant la dernière guerre, des cintres réalisés au moyen de rails courbés, qui peuvent être réutilisés ensuite, après redressement, comme voies. Au pont de Ville-neuve ⁽¹⁾ (voûtes de 21,75 m), le système de cintres en rails courbés étant très léger et extrêmement déformable, on a coulé d'abord un rouleau, d'épaisseur réduite, et une fois la rigidité de ce rouleau acquise, on a coulé ensuite les voussoirs dans un ordre tel que la charge soit toujours symétrique. Les deux parties étaient agrafées l'une à l'autre par des barres de liaison laissées en attente dans le béton de l'anneau.

Dans le même but d'économie, on peut également construire la voûte par anneaux. Cela revient à la diviser en deux ou plusieurs arcs jumeaux et à construire chacun des anneaux

(1) Quelques particularités de la reconstruction des ouvrages en maçonnerie et des souterrains de la S. N. C. F., par G. Haelbing. Circulaire série R n° 6 de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, Paris, 1942.



successivement. Le même cintre sert alors deux ou plusieurs fois : après la construction du premier anneau le cintre est déplacé pour permettre la construction de l'anneau suivant. Dans ce cas, on devra cependant contrôler chaque anneau de voûte au flambement transversal sous l'action des charges et aux tensions dues à l'action latérale du vent. Des dispositifs spéciaux peuvent être prévus pour remédier à ces effets.

Lors de la reconstruction, après 1940, du viaduc de Renory (Belgique) ⁽¹⁾, constitué par des voûtes en béton de 61,40 m de portée et 8 mètres de largeur, on a utilisé un cintre métallique permettant le bétonnage d'une demi-arche de 4 mètres. Le cintre, après décoffrage, était ensuite ripé pour le bétonnage suivant (fig. 62 et 63).

Lorsque les circonstances le permettent, une économie appréciable peut être obtenue en prévoyant des ouvrages de même type permettant l'utilisation d'un même cintre. C'est le cas des arcs des ponts de Lanaeken et de Kompveld, construits en 1938 sur le canal Albert (Belgique), qui présentaient des courbes paraboliques dont les rayons étaient à peu près semblables. On a pu utiliser un même cintre métallique, constitué par des arcs à trois rotules, pour leur réalisation. Les articulations des naissances étaient supportées par des appuis spéciaux aménagés dans les

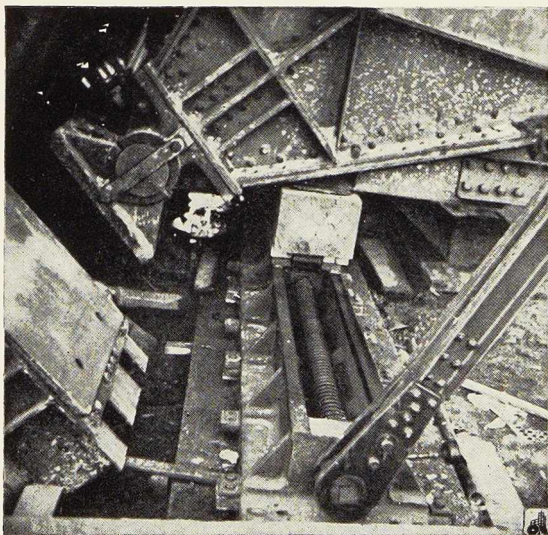


Fig. 62. Cintre du viaduc de Renory. Détail de la rotule de naissance et de la vis de ripage.

⁽¹⁾ Travaux confiés à la Compagnie belge de Chemins de Fer et d'Entreprises (Bruxelles). Parties métalliques fournies et montées par les Ateliers Awans-François, à Bierset (Liège).

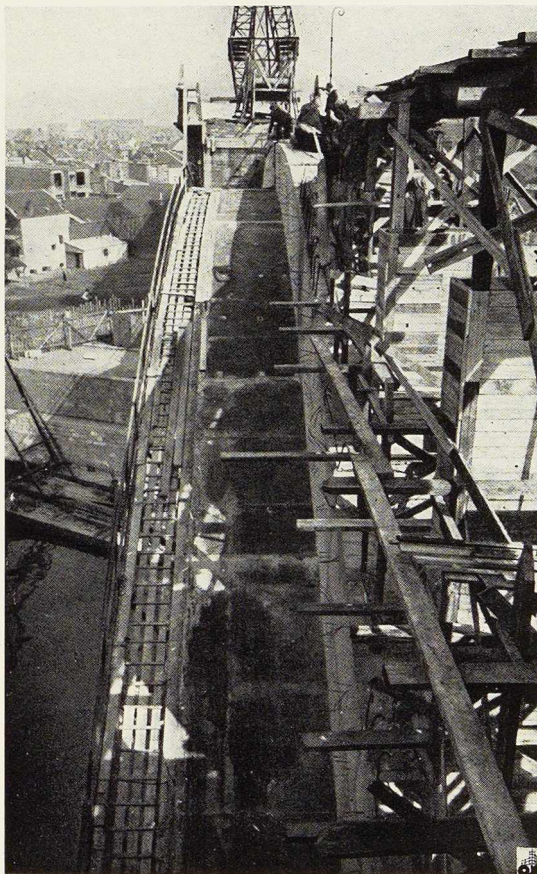


Fig. 63. Ripage du cintre du viaduc de Renory sur la Meuse.

pires et qui devaient être démolis après enlèvement du cintre.

Pour éviter des fissures dans la voûte, le cintre doit être très peu déformable. De plus, comme la voûte doit, après sa construction, occuper une position fixée par les plans, il faut dans chaque cas faire un calcul des déformations du cintre et de la voûte. Ce calcul des déformations permet de régler, avant la construction de la voûte, le cintre à une cote bien déterminée. Une erreur dans le calcul des déformations aurait des conséquences très graves. Dans certains cas on est amené à prévoir un réglage du cintre après montage comme cela a été fait pour la reconstruction du pont sur le Rhône à Vienne (France) (fig. 64) ⁽²⁾.

⁽²⁾ Voir la description de ce pont dans *Travaux*, avril 1948, par G. Dreyfuss et dans *Technique Moderne - Construction*, décembre 1947, par J. R. Robinson.



Photo Schneider et Cie.

Fig. 64. Cintre métallique du pont sur le Rhône à Vienne (France) construit par la Société Schneider et C^{ie}. La portée de l'arc principal est de 108 mètres.

L'ouvrage comportait une grande voûte de 108 mètres de portée et le bétonnage devait se faire par demi-voûte et par voussoirs sur un cintre ne comportant pas d'appui provisoire en rivière. Le cintre métallique comprenait deux parties : un arc supérieur en treillis et un tablier inférieur supporté par des tiges de suspension. L'arc est à trois articulations, avec possibilité de réaliser l'encastrement aux naissances nécessaire à l'une des phases du réglage, afin de diminuer les déformations. D'autre part, par modification des longueurs des suspentes du tablier inférieur, grâce à un appareillage à vérin hydraulique, on peut égaliser les efforts de la suspension dans une même section. Ces moyens permettaient d'obtenir le réglage de forme destiné à donner à l'arc les contreflèches compensatrices des divers raccourcissements, compte tenu, bien entendu, de celles calculées pour le décintrement et la compensation des mouvements de cintre sous l'influence de la température, prévue pour limiter les efforts correspondant à la fraction susceptible d'être tolérée par le béton des demi-voûtes pendant la prise.

Le point de vue architectural ou esthétique n'entre pas en considération dans le choix du type de charpente du cintre puisque c'est un procédé d'exécution provisoire. La plupart des cintres bien réussis sont cependant beaux, tant il est vrai qu'une construction bien proportionnée

donne toujours un bon résultat au point de vue aspect.

On distingue les cintres fixes et les cintres retroussés.

Les cintres fixes sont ceux qui prennent appui en plusieurs points convenablement choisis. Ils nécessitent des travaux de fondation souvent importants car leurs appuis doivent être invariables; ils sont donc coûteux pour les grandes voûtes. Lorsqu'ils s'exécutent en rivière, les appuis intermédiaires risquent d'être emportés par les crues et les débâcles de glace. On les prévoit pour les petites voûtes ou lorsque les appuis intermédiaires peuvent être réalisés sans difficulté. La figure 65 donne un exemple de cintre fixe réalisé pour le pont de l'Avère (France) au moyen d'un échafaudage tubulaire Mills.

Les cintres retroussés sont ceux qui sont soutenus seulement vers les extrémités. Les points d'appui sont souvent choisis sur les fondations de l'ouvrage lui-même. Ce dispositif a le double avantage de créer des appuis fixes par rapport à la voûte tout en soumettant la fondation de l'ouvrage à une mise en charge progressive et lente. La dépense relative aux fondations du cintre est ainsi réduite, mais la portée de la charpente est pratiquement égale à celle de la voûte à construire. C'est la solution la plus rationnelle et la plus sûre pour les grandes voûtes. Le cintre peut être du même type que la voûte qu'il supporte.



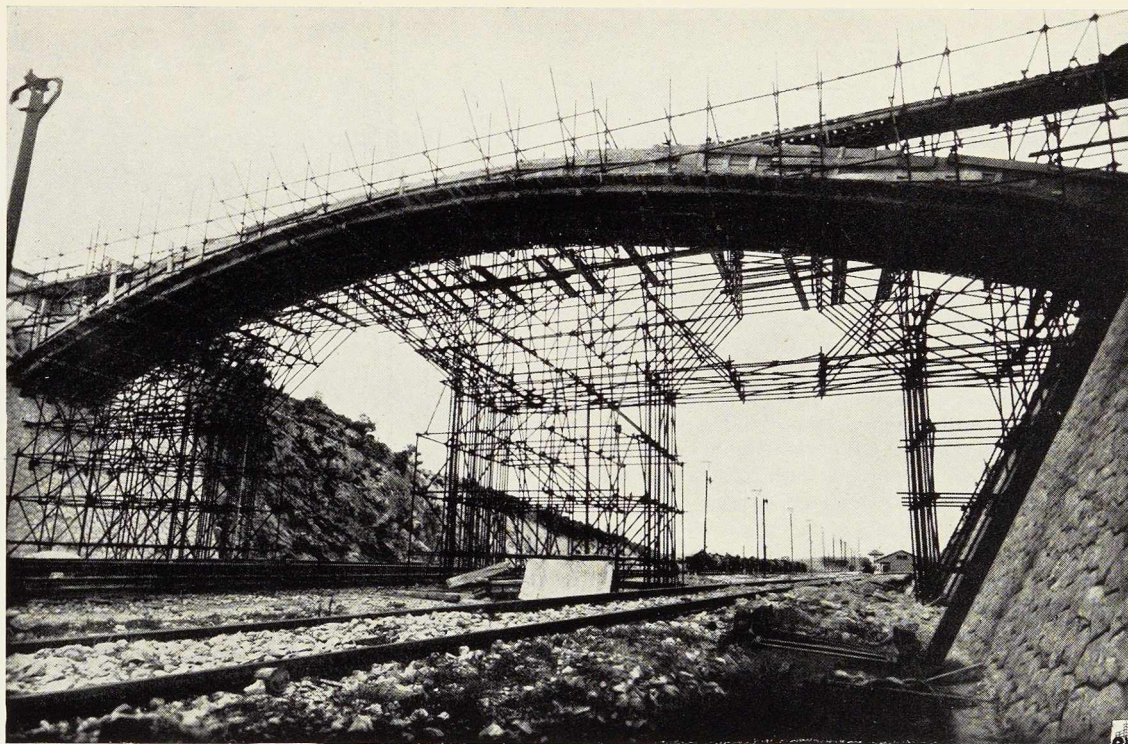


Fig. 65. Exemple de cintre fixe réalisé pour le pont de l'Avère (France) au moyen d'un échafaudage tubulaire Mills. Photo Henry Ely.

Procédés de décintrement

Le décintrement est l'opération la plus délicate. La voûte doit être libérée, décollée du cintre d'une façon lente, régulière et uniforme, sans mouvement brusque. S'il n'en était pas ainsi, des tensions dangereuses pourraient se produire dans la voûte fraîchement construite et l'apparition de fissures ou d'efforts dangereux sur les piles et les culées mettrait l'ouvrage dans une situation périlleuse.

Les procédés de décintrement consistent soit à descendre le cintre par rapport à la voûte, soit à faire monter la voûte par rapport au cintre.

Dans le premier cas, le cintre s'appuie sur des fondations par l'intermédiaire de dispositifs qui permettront de le faire descendre, après la construction de la voûte. Les dispositifs les plus employés consistent en coins en bois, en vérins à vis ou hydrauliques, en boîtes à sable, ou en câbles susceptibles d'être tendus. Pour les ouvrages importants, on utilise surtout les vérins hydrauliques et les boîtes à sable. Ces dernières sont intéressantes, dans certains cas, à condition de les utiliser sous fortes charges, comme nous avons eu l'occasion de le faire, sur les conseils de M. Caquot, Membre de l'Institut de France, au viaduc de Renory et au pont de Huy. Les

boîtes à sable de ce type (fig. 66) sont constituées par un cylindre en acier coulé rempli de sable et un piston également en acier coulé, dont la tête, formant joint, est équipée, afin d'éviter tout risque de coincement, d'un cuir replié vers le fond du cylindre, fixé au piston au moyen d'un anneau en cuivre. Sous la charge appliquée au piston, le mouvement est obtenu en retirant le sable par des orifices prévus à la base du cylindre. Le sable utilisé est du sable blanc très fin, de Moll en Campine; des essais faits à l'Université de Bruxelles, sous la direction du Professeur Baes, ont montré que ce sable pouvait supporter sans inconvénient des charges de 150 à 200 kg/cm², ce qui permet de réaliser, avec des encombrements acceptables, des boîtes à sable de 500 à 700 tonnes.

Au viaduc de Renory, les articulations de clef des charpentes à trois rotules formant cintre étaient constituées par une boîte à sable de ce type (fig. 66) qui servait au décintrement. Le maximum de la réaction à la clef du cintre pouvait atteindre 575 tonnes.

Au pont de Huy ⁽¹⁾, le pied de chaque ferme du cintre (fig. 68) reposait, d'une part, sur une

(1) Travaux confiés à la Société Blaton-Aubert (Bruxelles). Parties métalliques fournies et montées par les Ateliers Awans-François, à Bierset (Liège).

boîte à sable qui absorbe la réaction verticale de la poussée et, d'autre part, sur un secteur denté roulant sur une crémaillère adossée à la pile ou à la culée et qui absorbe la réaction horizontale. Le décintrement se faisait par descente verticale du cintre sur les boîtes à sable. Le maximum de la réaction verticale pouvait atteindre 270 tonnes et celui de la composante horizontale 330 tonnes.

Dans le second cas, lorsque l'on veut faire monter la voûte sur le cintre, on se sert de vérins que l'on intercale dans celle-ci et qui permettent, par un effort appliqué au béton, de la soulever par rapport au cintre. Ce dernier procédé a été mis au point par l'ingénieur français Freyssinet pour diverses raisons.

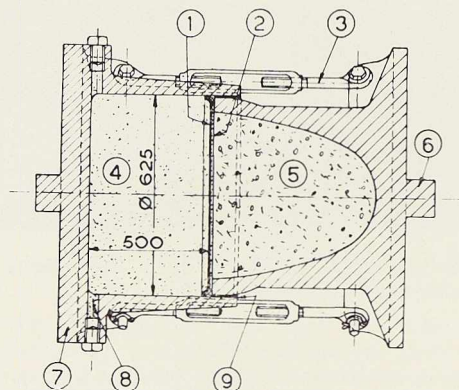


Fig. 66. Schéma d'une boîte à sable :

1. tôle mince fixée par des vis; 2. cuir embouti; 3. tendeurs pour la mise en place; 4. sable de Moll; 5. béton de ciment; 6. téton de centrage; 7. acier coulé; 8. trous; 9. garniture étanche.

Lorsque le décintrement se fait par abaissement du cintre, la voûte passe de l'état élastique créé par le mode de construction à l'état de charge en subissant une déformation. La mise en charge est obtenue indirectement. La déformation ne se produit pas tout entière au décintrement : surcharge due aux charges permanentes (murs de tête, tympans, chaussée) et surcharge proprement dite, qui peuvent être prévues et calculées, mais en plus il y a la déformation lente des bétons et les variations journalières de température. Ces déformations sont importantes. En effet :

1) *Déformations élastiques*

Si la tension moyenne de compression σ_b' vaut 40 kg/cm^2 et si le module d'élasticité du béton E_b vaut $2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ et si le raccourcissement par unité de longueur atteint :

$$\frac{40}{2 \times 10^5} = \frac{20}{100\,000}$$

soit 2 mm par 10 mètres de développement d'arc.



Fig. 67. Articulations de clefs des charpentes à 3 rotules formant cintre du viaduc de Renory, réalisées par des boîtes à sable.

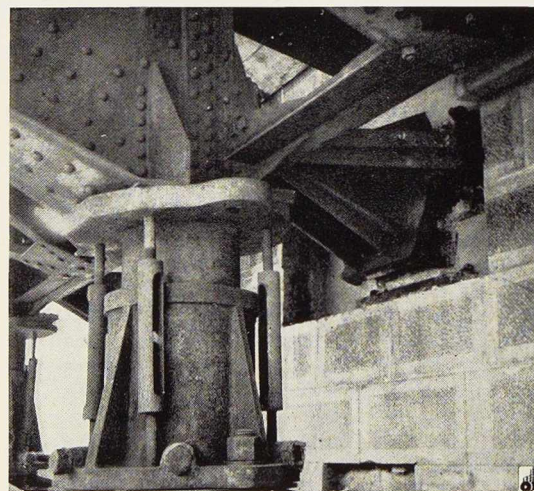


Fig. 68. Détail des pieds de ferme du cintre du pont de Huy.

2) *Retrait*

$\frac{8}{10\,000}$ à $\frac{10}{10\,000}$ soit $\frac{9}{10\,000}$ en moyenne, soit 9 mm pour 10 mètres de développement d'arc.

3) *Température*

Ecart de 20° . Coefficient de dilatation 12×10^{-6} donc pour 10 mètres : $10 \times 20^\circ \times 12 \times 10^{-6} = 2,4 \text{ mm}$ environ.



D'où, en se limitant à ces trois déformations :

1,3 cm par 10 mètres d'arc.

Dans les voûtes encastrées, il peut en résulter des tensions secondaires importantes atteignant plusieurs dizaines de kg/cm² pour des arcs de 50 mètres de portée. Pour les éviter, on peut construire des arcs articulés ou réaliser le soulèvement de la voûte sur son cintre, en ouvrant le joint de clef avec des vérins hydrauliques et en y glissant un calage dont l'épaisseur calculée corrige à l'avance les raccourcissements ultérieurs de la voûte.

Ce procédé de décintrement, qui est particulièrement indiqué pour les voûtes encastrées en béton, armé ou non, peut être employé pour des voûtes articulées également. Il est fort répandu en France et a été utilisé en Belgique pour la Grande Halle de l'Exposition de Bruxelles de 1935, pour les ponts de Vroenhoven, de Lanaeken, de Kompveld, de Landelis et pour d'autres ouvrages importants.

Le décintrement des deux ponts de Lanaeken et de Kompveld, exécuté au moyen du même cintre, s'est fait par vérins hydrauliques écartant les demi-arcs à la clef. L'effort total exercé était pour un des arcs du pont de Lanaeken de 850 tonnes; pour l'arc du pont de Kompveld 700 tonnes. Cette poussée a été réalisée à l'aide de quatre vérins hydrauliques, de 300 tonnes chacun, branchés sur un même distributeur de telle façon à obtenir des pressions équivalentes pour chacun d'entre eux. Pour centrer la poussée, un dispositif, composé de deux ménisques, ayant un rayon de courbure légèrement différent, était intercalé entre les vérins et le béton avec interposition d'une feuille de plomb.

M. Eug. Freyssinet a généralisé sa méthode pour les arcs encastrés en créant directement dans une voûte quelconque un état de tension élastique choisi au gré du constructeur parmi tous ceux qu'elle peut comporter, sous un système de charge d'ailleurs arbitrairement choisi. On peut en faisant monter la voûte d'une quantité déterminée créer des tensions arbitraires de sens inverse à celles qui se produisent lorsque la voûte est en charge. Ces tensions, qui sont des précontraintes, viennent alors réduire les tensions de calcul.

On peut également réduire les risques de flambement des arcs en faisant fléchir l'arc dans le sens horizontal en refermant son joint de clef sur des cales d'épaisseur inégale.

Cintres tubulaires retroussés

Depuis quelques années, on se sert souvent de

cintres réalisés par des tubes métalliques assemblés au moyen de colliers. Ce genre de construction a, en effet, l'avantage de s'adapter facilement à divers cas grâce à la normalisation et à la récupérabilité des éléments. De plus, les délais de fabrication et de montage sont fort réduits, si on les compare à ceux qui sont nécessaires pour l'étude, la fabrication et le montage d'une grande charpente métallique.

Etant donné le caractère spécial de ce genre de construction, on a cru intéressant d'en faire une étude particulière, basée sur les principes qui ont été adoptés par la Société des Echafaudages Tubulaires Mills.

Dans les cintres tubulaires retroussés (fig. 69), le poids de la maçonnerie ou du béton est transmis par un couchis reposant sur le cintre par l'intermédiaire de files de vaux d'égale longueur, perpendiculaires aux génératrices de la voûte. L'espacement des files de vaux est calculée en fonction de l'épaisseur du couchis et du poids de la voûte; leur longueur est déterminée en fonction de leur écartement, de leur section et de leur charge.

Les vaux sont reliés par des couvre-joints qui servent à les maintenir en position lors du montage, et à les rendre solidaires à des cales : au joint des vaux l'ensemble repose sur l'étalement par l'intermédiaire d'une cale d'appui B et d'une cale triangulaire C (fig. 70). Ces dernières prennent appui sur des madriers de bois longitudinaux parallèles aux génératrices de la voûte et ayant sa largeur. Elles sont maintenues par des fourches à vérin coiffant l'extrémité des tubes étais chargés, et transmettent axialement les charges dues aux vaux sur tubes.

La dimension des madriers longitudinaux se détermine en fonction de la charge des vaux, leur nombre et l'écartement des points d'appui.

Les tubes chargés ou étais reposent par l'intermédiaire de cales de base sur des redans des piles ou culées, ou sur tout autre dispositif (corbeaux, etc.) en tenant lieu.

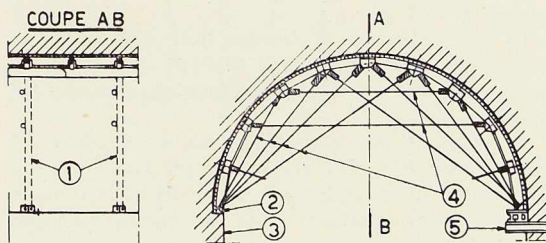


Fig. 69. Ensemble du cintre et son étalement :

1. fermes tubulaires; 2. cales de bases; 3. redan sur pile ou culée; 4. tubes chargés (étais); 5. corbeau scellé dans pile ou culée.

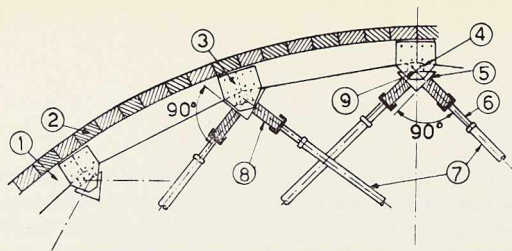


Fig. 70. Détail des étalements du cintre :
1. vau; 2. couchis; 3. couvre-joint en planches cloué reliant les vaux et les rendant solidaires des cales B et C; 4. cales d'appui B et C; 5. cales triangulaires C; 6. fourche à vérin; 7. tubes chargés; 8. madrier parallèle aux génératrices de voûte.

Par un contreventement convenable des tubes chargés on peut leur donner une longueur libre compatible avec le poids qu'ils ont à supporter.

Pour chaque alignement des joints de vaux, les tubes formant étais sont disposés de manière que leurs axes se coupent en un point situé à la base de la cale B, de façon que la décomposition des forces agissant sur le joint soit aussi rapprochée que possible de celle que fournit la règle du parallélogramme.

La stabilité d'ensemble de l'étalement dans les sens longitudinal et transversal par rapport à l'axe de la voûte est assurée par un contreventement et un moisage convenable des tubes chargés.

Le décintrement se fait par l'abaissement progressif du cintre en agissant sur les vérins des fourches.

Comme on l'a montré, la conception d'un cintre doit permettre de calculer ses déformations qui doivent être aussi réduites que possible. Etant donné que dans les constructions en matériel d'échafaudage tubulaire, les effets secondaires sont importants et qu'en conséquence il est difficile de calculer avec précision les déformations sous charges, le cintre retroussé doit être conçu de manière que :

1° Les tubes travaillant sous charge soient appuyés sur des points durs et la charge soit appliquée axialement;

2° Les effets de déformation sous charge soient rigoureusement indépendants des effets secondaires qui se manifestent dans les colliers d'assemblage ainsi que des risques de glissement de ces colliers.

La conception de l'ouvrage doit être indépendante de la position des charges et le rendre ainsi indépendant du programme de coulage des bétons.

A cet effet, on considère une arche de pont quelconque (fig. 71) et l'on se propose d'établir un cintre retroussé, du type décrit, prenant appui sur les redans O et O' des piles et destiné à supporter les fermes constituées de vaux en madriers, d'une longueur de l'ordre de 2 mètres, leurs joints étant alignés — de ferme à ferme — suivant des droites xx parallèles aux génératrices

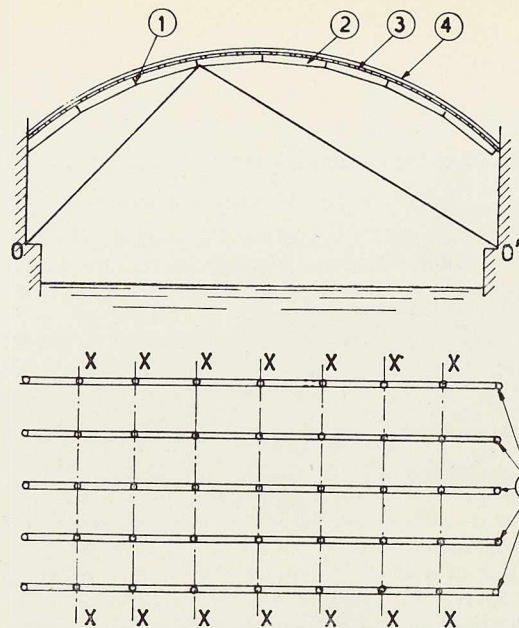


Fig. 71. Cintre retroussé d'une arche de pont :
1. fermes constituées par des madriers de champ; 2. vaux en madriers de champ; 3. couchis en chevrons; 4. platelage.

de l'intrados. On désire que chaque alignement xx constitue un appui pratiquement indéformable.

Pour cela on établit une première nappe de tubes prenant appui sur le redan O et une deuxième nappe prenant appui sur le redan O'. Tous les tubes d'une même nappe sont disposés parallèlement entre eux et dans un même plan, qui coupe l'intrados suivant une de ses génératrices; ils sont coiffés d'une fourche à vérin, les fourches d'une même nappe étant alignées parallèlement aux génératrices de l'intrados et soutenant un madrier disposé de champ par rapport au fond des fourches. Ce sont ces deux madriers (l'un faisant partie de la première nappe, l'autre de la deuxième) qui supporteront, par l'intermédiaire d'une cale découpée dans un madrier de même épaisseur que celui des vaux, les charges appliquées aux vaux (poids du béton). On s'arrange pour que la cale vienne se placer sous le joint de vau de telle manière que le plan des axes des tubes de la première nappe coupe celui des axes des tubes de la deuxième nappe suivant une droite xx. Cette disposition permet de décomposer la charge de béton intéressant la zone de l'alignement xx, suivant les directions des deux nappes et permet de calculer le nombre de tubes dont chaque nappe devra être constituée. On remarque que ce nombre est indépendant de celui des fermes et celui d'une nappe est indépendant de celui de l'autre nappe. C'est cette indépendance réciproque qui constitue l'économie du système, car elle permet d'adapter le nombre des tubes à la charge effective que chaque nappe



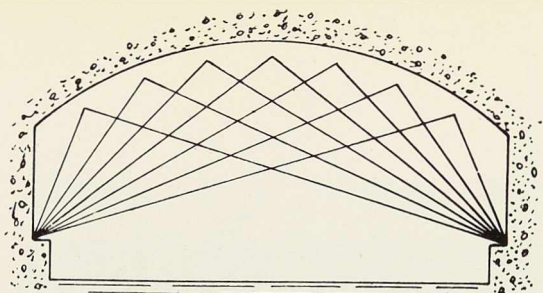


Fig. 72. Nappes de tubes utilisées pour un pont en arc.

aura à supporter. Les madriers des fourches sont sollicités en flexion comme poutre continue et sont calculés en conséquence.

On peut réaliser des nappes de tubes pour tous les alignements xx des joints, ce qui donne la disposition de la figure 72. Le dispositif d'appui de chaque alignement est indépendant de celui des autres et cette indépendance élimine toute considération de charges mobiles.

Ce schéma étant établi, il faut prévoir les moisages nécessaires pour éviter le flambage des tubes et le contreventement qui assurera la stabilité de l'ensemble. Le choix des plans de moisage est guidé, en partie, par une considération pratique qui est celle des planchers de travail nécessaires au montage. C'est ainsi qu'on sera amené, généralement, à constituer le moisage par plans horizontaux (fig. 73).

La solution la plus économique est obtenue par approximations successives en tenant compte à la fois du matériel dont on dispose et de la main-d'œuvre nécessaire au montage.

Le calcul des diagonales de contreventement nécessaires à la stabilité de l'ensemble est assez particulier.

On va examiner, en premier lieu, le cas des diagonales placées de nappe à nappe, donc disposées dans des plans verticaux normaux à l'axe de la voûte. Soit (fig. 76) un ensemble de quatre nappes. Pour être général, on suppose que les plans de moisage sont disposés d'une manière quelconque et ne sont donc pas nécessairement horizontaux. Ces plans sont définis par les nœuds A_1, A_2, A_3, A_4 (plan I) et les nœuds A_1', A_2', A_3', A_4' (plan II).

La portion de l'échafaudage comprise entre l'appui O et le plan II peut être considérée comme triangulée; on se propose de rechercher le nombre de diagonales et leur disposition la plus favorable pour assurer la stabilité de la portion comprise entre les plans I et II. A cet effet on suppose tous les nœuds articulés et on considère un déplacement virtuel infiniment petit du plan I, compatible avec les liaisons. Les points A_1, A_2, A_3, A_4 se déplaceront suivant des arcs de cercle infiniment petits ayant respectivement comme centres les points A_1', A_2', A_3', A_4' . On remarque que ces arcs de cercles peuvent être

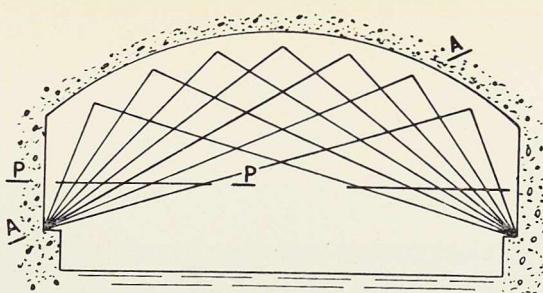


Fig. 73. Cintre du pont dont le moisage est constitué par plans horizontaux.

confondus, à des infiniment petits du second ordre près, avec ceux qui correspondraient à un déplacement virtuel autour du point O; le déplacement des points A_1, A_2, A_3, A_4 peut donc être défini comme une rotation d'angle $d\alpha$ autour de O et on a

$$A_1' A_1 \cdot d\beta = OA_1 \cdot d\alpha = A_1 B_1$$

Pendant ces déplacements, les charges P_1 appliquées en A_1 , suivant OA_1 ; P_2 appliquées en A_2 , suivant OA_2 , etc., effectuent un travail. Le déplacement de la force P_1 , par exemple (fig. 77), dans la direction de son alignement, est égal à $A_1 B_1'$.

On a

$$\begin{aligned} A_1 B_1' &= A_1' A_1 (1 - \cos d\beta_1) = \frac{1}{2} \cdot A_1' A_1 \cdot d\beta_1^2 \\ &= \frac{1}{2} A_1' A_1 \left(\frac{A_1 B_1}{A_1 A_1'} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{OA_1^2}{A_1 A_1'} d\alpha^2. \end{aligned}$$

D'où :

$$\text{Travail de la force } P_1 = \frac{P_1}{2} \cdot \frac{OA_1^2}{A_1 A_1'} \cdot d\alpha^2.$$

Le travail total de l'ensemble des forces P_1, P_2, P_3, P_4 , etc., s'écrit :

$$\frac{d\alpha^2}{2} \sum_1^n P_n \frac{OA_n^2}{A_n A_n'}. \quad (1)$$

Cela étant, si on considère une diagonale quel-

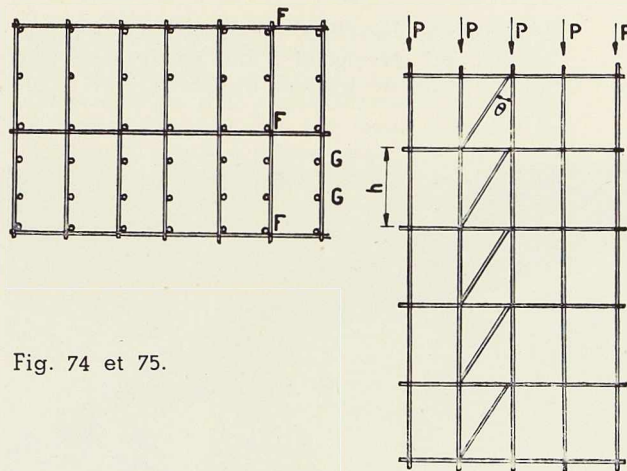


Fig. 74 et 75.

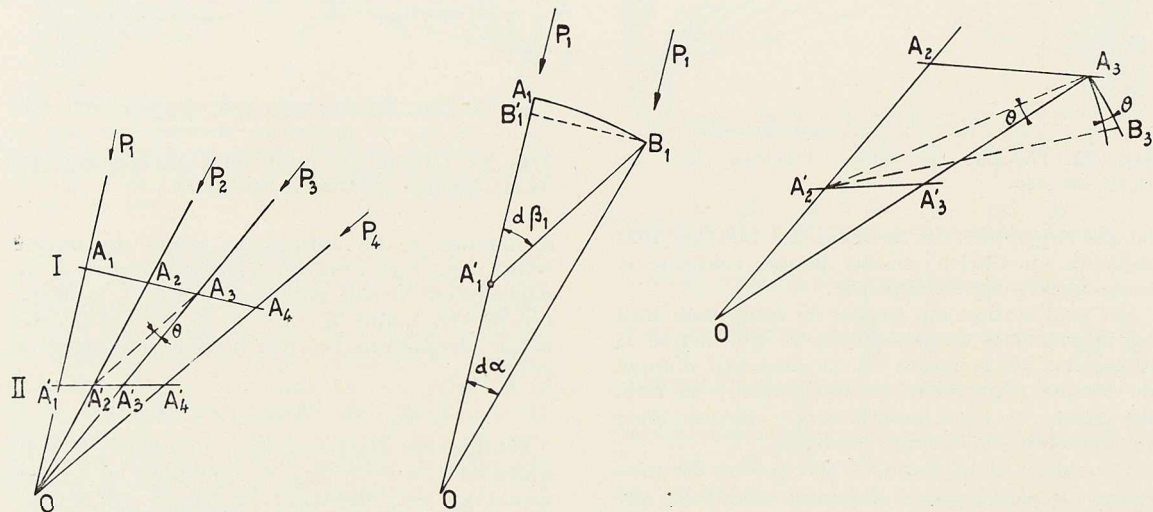


Fig. 76 à 78. Ensemble de 4 nappes (à gauche); déplacement de force P_1 (au milieu); diagonale $A_2'A_3$ constituée par un ou plusieurs tubes fixés à 2 tubes horizontaux (à droite).

conque telle que $A_2'A_3$ (fig. 76), faisant un angle θ avec la nappe $OA_3'A_3$, le déplacement virtuel envisagé amène le point A_3 en B_3 (fig. 78) suivant un arc de cercle infiniment petit A_3B_3 de centre O et de longueur $OA_3 \cdot d\alpha$. Son allongement correspondant est :

$$A_3B_3 \cdot \sin \theta = OA_3 \cdot d\alpha \cdot \sin \theta.$$

Cet allongement crée dans la diagonale une traction qui s'écrit :

$$\frac{1}{K} OA_3 \cdot d\alpha \cdot \sin \theta$$

K étant une constante, caractéristique de la diagonale, qui correspond à son allongement lorsqu'une force de traction unitaire lui est appliquée.

Le travail correspondant est donc égal à :

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left(\frac{1}{K} \cdot OA_3 \cdot d\alpha \cdot \sin \theta \right) \times (OA_3 \cdot d\alpha \cdot \sin \theta) \\ = \frac{1}{2K} OA_3^2 \cdot \sin^2 \theta \cdot d\alpha^2. \quad (2) \end{aligned}$$

Pour que le déplacement virtuel considéré ne puisse pas se produire, il faut que le travail des forces P soit inférieur au travail de la diagonale. Tenant compte de ce qui précède, cette condition s'écrit :

$$K < \frac{OA_3^2 \cdot \sin^2 \theta}{\sum_1^n P_n \frac{OA_n^2}{A_n A_n'}} \quad (3)$$

La diagonale $A_2'A_3$ est constituée par un — ou plusieurs — tube fixé aux deux tubes horizontaux passant par les nœuds A_2' et A_3 et qui sont des moises des nappes $OA_2'A_2$ et $OA_3'A_3$ (fig. 78). Cette diagonale est fixée aux moises A_2' et A_3 à l'aide de colliers à angle droit et le coefficient K peut être évalué, dans chaque cas, en tenant compte de l'élasticité des colliers, de la flexion des moises A_2' et A_3 sous l'action de la

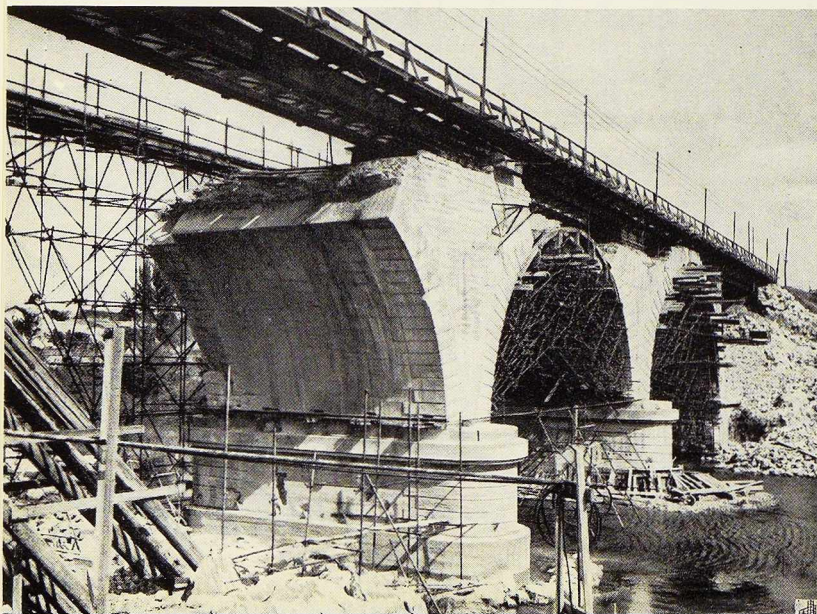


Fig. 79. Viaduc de Lez à Montpellier (France). Vue d'ensemble de l'étalement des arches 2 et 3.

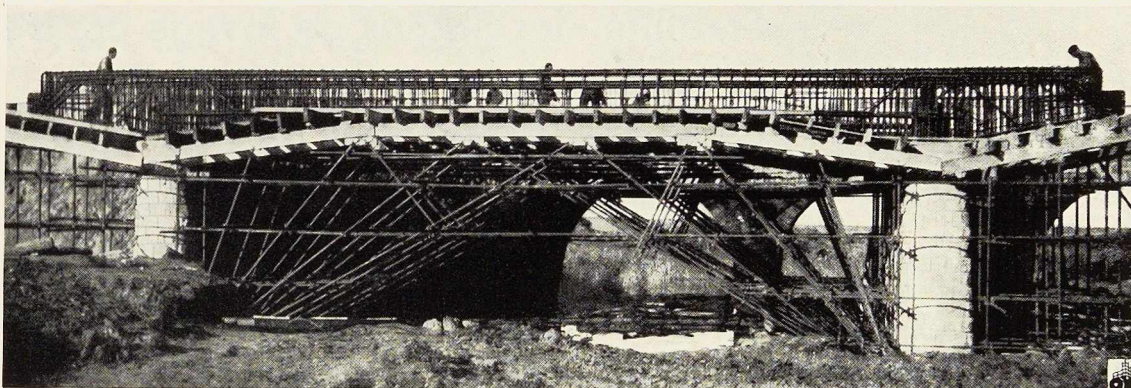


Fig. 80. Cintre en tubes Mills du pont sur l'Oued Bezirk (Tunisie). Largeur de la route, 8 mètres; portée, 14 mètres. Le cintre a résisté à une crue violente.

diagonale, et du nombre des tubes dont l'ensemble constitue la diagonale. Ce nombre devra donc être choisi de manière que la valeur de K satisfasse à l'inégalité (3).

Cette inégalité permet de plus de déterminer la position la plus favorable de la diagonale; c'est-à-dire celle qui rend son deuxième membre le plus grand possible. On pourra, par exemple, choisir, dans le cas de la figure 76, entre les diagonales $A_1'A_2$, $A_2'A_3$, $A_3'A_4$ ou A_1A_2' , A_2A_3' , A_3A_4' ou encore A_1A_3' , A_1A_4' , etc. On aura en outre soin de limiter l'élançement des diagonales et de tenir compte de l'excentricité de la force qui leur est appliquée, définie par la forme des colliers.

On va examiner, en deuxième lieu, le cas des diagonales à prévoir dans le plan de chaque nappe. La formule (3) est encore applicable en se simplifiant. En effet, chaque nappe étant constituée par des tubes parallèles entre eux, généralement équidistants, et moisés par des traverses qui leur sont perpendiculaires (fig. 75), l'inégalité devient :

$$K < \frac{h \sin^2 \theta}{\Sigma P}$$

Les n tubes d'une même nappe étant, en général, également chargés, l'inégalité peut s'écrire :

$$K < \frac{h \cdot \sin^2 \theta}{n \cdot P}$$

D'autre part, il est important de remarquer (fig. 73 et 74), en faisant une coupe suivant un plan horizontal de moilage, qu'un bon nombre de tubes porteurs des nappes ne sont fixés qu'à une seule moise, comme les tubes G, alors que

d'autres, comme les tubes F, sont fixés à deux moises. Etant donné que c'est la réaction des moises qui s'oppose au flambage des tubes chargés, il y a lieu de s'assurer dans chaque cas qu'elle est suffisante.

Dans tout ce qui précède, on a supposé que tous les tubes porteurs de nappes prenaient appui en des points OO' , ce qui permet de faire le bétonnage des voussoirs dans un ordre quelconque. Il arrive souvent que cette disposition ne permet pas de réaliser sous le cintre le gabarit imposé. Dans ce cas, il faut procéder à une mise en charge symétrique et faire passer des tubes porteurs horizontalement, comme indiqué à la figure 80.

Conclusions

Les principes généraux qui ont été énoncés et les quelques exemples qui ont été cités montrent que les problèmes relatifs à la construction des grandes voûtes sont particulièrement intéressants à étudier. On peut, par une étude raisonnée des différentes phases à prévoir, étudier et mettre au point toutes les opérations délicates successives à réaliser pour permettre le bétonnage et ensuite le décintrement des voûtes. Les ingénieurs qui ont des problèmes de ce genre à résoudre doivent faire preuve d'une grande imagination et posséder une longue pratique des chantiers et des possibilités de matériel moderne d'exécution. Ils doivent également pouvoir compter sur la collaboration d'entrepreneurs, d'ateliers de constructions métalliques et de monteurs particulièrement consciencieux et compétents.

J. V.

Stabilité des engins de levage contre le renversement

Louis Baes,
Ingénieur (I. C. M.),
Professeur
à
l'Université Libre de Bruxelles

Commentaires des prescriptions des articles 225 et 226 du règlement belge pour la construction des engins de levage, constituant la norme NBN-159 de l'Institut Belge de Normalisation (I. B. N.) ⁽¹⁾ ⁽²⁾

Introduction

Le problème de la stabilité d'ensemble des constructions simplement posées est important, notamment pour beaucoup d'engins de levage; ce problème m'a toujours préoccupé très sérieusement et je le traite assez longuement dans mon cours de stabilité des constructions. Les circonstances de la guerre 1914-1918 m'ont d'ailleurs conduit à étudier le problème de la stabilité d'ensemble contre le renversement de grands appareils et plus spécialement encore le problème de la stabilité d'ensemble contre le glissement des

engins de l'artillerie de tranchée de l'Armée belge, qui présentaient des caractères très spéciaux. Aussi est-ce avec un réel intérêt qu'à l'occasion du « règlement belge pour la construction des engins de levage », j'ai repris spécialement l'analyse de la question de la stabilité contre le renversement d'ensemble des constructions simplement posées.

Note complémentaire relative à la stabilité d'ensemble des grues roulantes, vent non compris

Ce genre de grues constitue un ensemble

⁽¹⁾ Le « Règlement pour la Construction des Engins de levage » — N.B.N. 159 — vient de sortir de presse. Le Professeur Baes a présidé la Sous-Commission « Charpentes », qui a élaboré la deuxième partie du règlement intitulée: « Prescriptions relatives aux Charpentes, y compris les chemins de roulement ». La présente note reproduit les prescriptions relatives à la question de la stabilité contre le renversement et y ajoute une étude complémentaire dont l'étendue ne permettait pas de l'insérer dans la « note explicative » des articles 225 et 226, alors que cependant elle se trouve à la base des prescriptions imposées. C'est pourquoi il est utile de présenter tout cet ensemble de façon que soit complètement extériorisée la justification des prescriptions imposées.

La Sous-Commission charpentes était constituée comme suit :

Président : M. le Professeur Baes.

Rapporteur : M. R. A. Nihoul.

Secrétaire : M. D'Havé.

Membres : MM. Barbiot, Clerckx, Cornil, Dauwe, Delord, Lemaitre, Sauvage, Vanwinkel et Verwilt.

Suite à l'enquête publique, l'ingénieur M. Vandeghem, de la Société John Cockerill, a été associé aux discussions qui ont conduit aux conclusions indiquées ci-dessus.

Notations

- Q charge utile = charge nominale augmentée du poids des éléments de suspension et d'arrimage;
P₀ partie du poids mort de l'engin, non susceptible de changer de place ou de valeur, non compris les éléments de suspension et d'arrimage;
P'_{AV} partie restante du poids mort de l'engin, à prendre en compte pour le renversement en avant;
P'_{ARR} partie restante du poids mort de l'engin, à prendre en compte pour le renversement en arrière; y compris éventuellement les approvisionnements en charbon et en eau;
b portée effective de la grue;
e écartement de la voie.
g distance du centre de gravité du poids total de l'engin à prendre en compte pour le renversement en avant;
c distance du centre de gravité du poids total de l'engin à prendre en compte pour le renversement en arrière;
a distance au rail avant de la résultante générale en charge

$$P_0 + P'_{AV} + Q.$$

⁽²⁾ Prescriptions du règlement N. B. N. 159 (1^{re} édition, septembre 1949). Stabilité contre le renversement

(Extraits)

ART. 225. — Moments de stabilité et de renversement. La stabilité contre le renversement des parties de l'engin par rapport à d'autres et la stabilité des grues dans leur ensemble doivent être assurées en service et hors service : les calculs seront effectués en tablant sur les poids réels en valeur et position.

Le coefficient de stabilité contre le renversement est le rapport le plus défavorable, pour chaque sollicitation envisagée, de la somme algébrique des moments de stabilité, à la somme algébrique des moments de renversement, les moments étant calculés par rapport à l'arête de renversement considérée.

Les moments de stabilité comprennent les moments du poids propre des diverses parties de l'engin par rapport à l'arête de renversement, à l'exclusion des poids de tous éléments dont les moments peuvent être annulés en service, soit par dépôt préalable d'accessoires, soit par enlèvement de moyens (de suspension ou) d'arrimage, soit par consommation (combustible liquide ou solide, eau des chaudières), etc.

Les moments de renversement comprennent tous les autres moments (dus à la charge, au vent, aux efforts d'accélération, au poids des moyens de suspension ou d'arrimage, etc.).

ART. 226. — Choix du coefficient de stabilité. Pour chaque cas de sollicitation le coefficient de stabilité sera au moins égal à la valeur correspondante donnée au tableau I.

En service les dispositifs non démontables n'entravant pas les mouvements de l'engin en charge (pivot central, galets d'équilibre, ancrages, étais rabattus en service pour augmenter la stabilité) seront seuls pris en compte. Toutefois, dans le cas des grues mobiles sur voie de chemin de fer normale ou étroite rendues temporairement fixes par des dispositifs tels que agrafes ou vérins, ceux-ci peuvent être pris en considération.

Hors service, les dispositifs de sécurité, même démontables, peuvent être pris en considération dans le calcul.

Pour les grues mobiles, libres ou agrafées, on suppose dans



simplement posé sur la voie de roulement; cet ensemble se trouve en réel danger de renversement et doit donc présenter un coefficient de sécurité contre toute éventualité de renversement.

Le danger de renversement est évidemment maximum lorsque la partie tournante de l'engin est orientée transversalement à la voie de roulement, auquel cas l'empattement de l'appui est réduit à la largeur même de la voie. Le cas où l'engin est accroché à la voie par des dispositifs de sécurité, ou est muni de vérins augmentant l'empattement de la base d'appui, est considéré à l'article 226 et conduit notamment à la formule (8).

Il y a évidemment à considérer l'éventualité du renversement en avant, en charge, et celle du renversement en arrière, la grue n'étant pas en charge. En principe l'une et l'autre de ces éventualités doit être couverte par un coefficient de stabilité contre le renversement, mais il n'y a aucune raison pour que ce coefficient soit le même dans les deux cas.

On sait que pour ce qui est du renversement en avant, on se couvre en imposant que le renversement ne serait tout juste sur le point de se

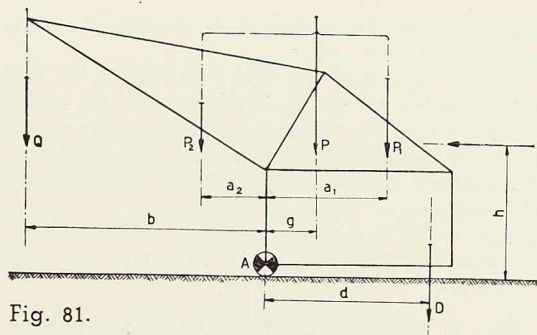


Fig. 81.

produire que si la charge utile Q (y compris le poids des éléments de suspension et d'arrimage) était amplifiée n fois, avec $n > 1$. Donc (fig. 82) :

$$\mu_r = n = \frac{P_0 \cdot g_0 + P'_{AV} \cdot g'}{Q \cdot b} \quad \text{doit être } > 1 \quad (9)$$

On sait que la valeur de n est à fixer par expérience, en basant celle-ci sur ce qui se constate comme suffisant dans la pratique déjà longue de la construction des engins de levage.

les calculs que l'arête de renversement coïncide avec l'axe du champignon du rail de roulement et, dans le cas de soutien par vérins, qu'elle coïncide avec l'alignement de ceux-ci.

Certaines grues mobiles sur voie de chemin de fer normale

ou étroite rentrent dans la colonne B ou dans la colonne C du tableau I selon que la force portante, fonction de la portée, est ou non inférieure à 4 tonnes. Les coefficients correspondants sont appliqués.

TABLEAU I

Cas de sollicitation en service	Coefficient de stabilité minimum				Cas de sollicitation hors service	Coefficient de stabilité minimum			
	A	B	C	D		A	B	C	D
1. Charge de levage maximum statique (1) sans vent	1.8	1.4	1.3	1.8	4. Engin non chargé, vent maximum normal	1.5	1.5	1.5	1.5
2. Charge de levage maximum statique (1) effets d'accélération et de freinage sans vent	—	1.3	1.2	—	5. Engin non chargé, vent maximum extrême	1.0	—	—	1.0
3. Charge de levage maximum statique (1) effets d'accélération et de freinage, vent limite de service	1.3	1.2	1.1	1.3					

(1) Il s'agit ici de la charge de levage maximum statique en service (voir art. 205) et non de la charge maximum d'essai statique (voir art. 108).

A. Tous engins à poste fixe et engins mobiles, sauf ceux repris aux autres colonnes du tableau.
 B. Grues mobiles sur voie de chemin de fer normale ou étroite, à crochet, de force portante inférieure à 4 tonnes; Grues mobiles sur voie de chemin de fer normale ou étroite, à grappin; Grues mobiles sur voie de chemin de fer normale ou étroite, rendues temporairement fixes; Engins légers employés dans le bâtiment (sapines et petits derricks); la voie n'étant ni inclinée longitudinalement, ni en devers.
 C. Grues mobiles sur voie de chemin de fer normale ou étroite, la voie n'étant ni inclinée longitudinalement, ni en devers.
 D. Grues flottantes.



μ_r est appelé le coefficient de stabilité contre le renversement en avant.

Mais pour ce qui concerne l'éventualité du renversement en arrière, le fait physique est moins simple à dégager; il faut cependant parer aussi à cette éventualité, mais la manière de considérer le problème est beaucoup plus conventionnelle (fig. 83).

1^{er} mode de considérer le renversement vers l'arrière

Pour se raccorder directement à la notion d'un coefficient de stabilité contre le renversement, certains règlements (1) imposent que le renversement vers l'arrière ne serait tout juste sur le point de se produire que lorsque, la grue étant à vide, elle serait soumise à une action vers le

(1) Voir règlement allemand: DIN 1055 (feuille 4) et ceux qui s'en sont inspirés.

Pour certaines grues, principalement pour celles de la colonne A du tableau I, des dispositions sont prises pour que, hors de service et en cas de vent fort, la partie tournante s'oriente dans le sens du vent; les coefficients du tableau I ne concernent alors que le cas du vent soufflant d'arrière. Toutefois, pour des grues de ce genre appartenant aux colonnes B et C et dans le cas de sollicitation 4, le coefficient de stabilité devra au moins être égal à 1,1 dans le cas de vent debout ou de côté.

Pour les grues à poste fixe (voir colonne A du tableau I), solidaires d'un massif de fondation, le poids du massif intervient directement dans le calcul.

Pour les grues mobiles sur voie de chemin de fer normale ou étroite (colonnes B et C du tableau I), le moment du poids de la grue à vide par rapport au rail arrière doit au moins être égal à la moitié du moment de la résultante des poids de la grue et de la charge de levage maximum statique par rapport au rail avant.

Pour les grues flottantes (colonne D du tableau I), les coefficients sont relatifs à la grue proprement dite, compte tenu de l'inclinaison maximum du ponton dont le franc-bord ne peut, en aucun cas, être réduit à moins de 300 mm et dont l'angle d'inclinaison ne peut dépasser 4° 30' dans les deux sens.

Les grues exceptionnelles et les grues de chemin de fer de force portante exceptionnelle feront l'objet de dispositions particulières entre le client et le constructeur.

Remarques générales

Les présentes prescriptions s'appliquent aussi bien aux parties de l'engin qu'à l'ensemble.

Lorsque la stabilité de l'engin n'est assurée que grâce à des dispositifs antireversants, le coefficient de stabilité imposé permet de calculer les efforts que ces dispositifs doivent pouvoir supporter, sans que les tensions résultantes ne dépassent les tensions admissibles, autorisées aux articles 215 à 218. Ces mêmes efforts interviennent notamment dans le calcul des fondations.

Note explicative (jointe aux prescriptions et mettant en évidence la nécessité de définir exactement, pour les engins de levage, la notion de stabilité contre le renversement)

La notion du coefficient de stabilité contre le renversement s'applique à un ensemble simplement posé et non accroché, qui pourrait se trouver en danger de renversement notamment autour d'une arête de renversement.

Certains estiment que cette notion est sans intérêt et peut être couverte, et donc remplacée, par un contrôle de tensions (ou de réactions sur les appuis), ou par la simple exigence

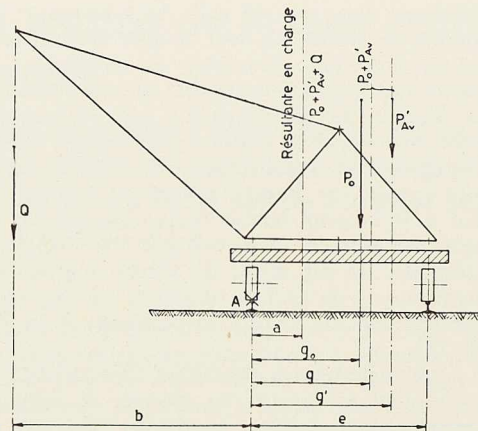


Fig. 82. En charge, Q = charge nominale augmentée du poids des éléments de suspension et d'arrimage.

que la résultante de toutes les actions tombe dans la base de sustentation.

Il n'en est pas ainsi, car constater que sous les forces effectivement à considérer les tensions (ou les réactions) ne dépassent pas les valeurs admissibles au point de vue des matériaux employés, c'est simplement constater que, sous ces charges, l'ensemble ne se désorganise pas et ne renverse pas, mais cela ne donne aucune idée quant au degré de sécurité contre le renversement.

Il pourrait en effet se faire que, la résultante tombant dans la base de sustentation, la sécurité contre le renversement serait absolument insuffisante et que, par exemple, il suffirait que les charges utiles soient augmentées de 5 % ou 10 % pour que l'ensemble se renversât.

Or une marge de 5 % ou 10 % est à ce sujet tout à fait insuffisante, de sorte que la sécurité serait précaire; le cas serait inadmissible.

On pourrait montrer aussi, et notamment pour le cas d'un engin de levage, qu'un contrôle de tensions (ou de réactions) sous les charges prévues ne permet pas de constater de combien on est éloigné ou proche du renversement.

Cette question a une certaine analogie avec le problème du flambage d'une pièce chargée de bout: le contrôle de ce que la tension moyenne de compression n'est pas excessive ne permet pas de rendre compte de combien on est éloigné ou proche du phénomène de flambage.

Or, le fait brutal du renversement est à considérer: des cheminées se renversent, des engins de levage se renversent... Il faut donc un moyen simple de parer à ce renversement; il faut un moyen de contrôler que l'on est en sécurité suffisante contre ce renversement.

Manière de procéder. — Pour l'utilisateur d'un engin de levage, la seule chose qui importe au sujet de l'éventualité du renversement d'une partie de l'appareil ou de l'ensemble est la suivante: le renversement ne se produirait que si les forces que l'utilisateur introduira sur l'engin (charges utiles et éventuellement vent, et efforts d'inertie et de freinage) et donc la valeur n'est d'ailleurs pas limitée avec certitude, étaient n fois plus grandes que celles effectivement prévues.

La valeur de n est à fixer d'après l'expérience qui se dégage de l'emploi des engins considérés.

Aussi, au point de vue de l'utilisateur et des risques qu'il court, le coefficient μ_r de sécurité contre le renversement se calculera en prenant le rapport du moment du poids propre de l'engin, contrepoids compris, et du moment de toutes les forces autres que le poids propre (charges utiles, vent, effet d'accélération). Par prudence, les éléments de suspension et d'arrimage qui peuvent être déposés, sont compris dans la charge utile.

Ainsi, dans le cas où l'on ne considère que la charge utile et le vent, figure 81.



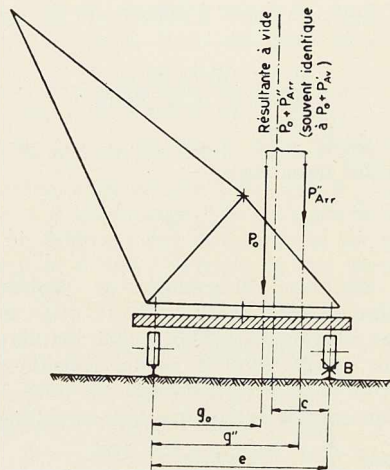


Fig. 83. A vide.

$$\mu_r = \frac{P \times g}{Q \times b + W \times h} \text{ doit être } \geq n \text{ imposé} \quad (1)$$

On peut se demander ce que deviendrait le coefficient si l'on comprenait, parmi les forces concourant au renversement, la partie P_2 du poids propre qui se trouve au delà de l'arête de renversement. On aurait alors :

$$\mu_r' = \frac{P_1 \times a_1}{Q \times b + W \times h + P_2 \times a_2} \quad (2)$$

Voici la relation entre μ_r et μ_r' ; de (1), posée en égalité :

$$Q \times b + W \times h = \frac{P \times g}{\mu_r} = \frac{P_1 \times a_1 - P_2 \times a_2}{\mu_r}$$

Donc

$$\mu_r' = \frac{P_1 \times a_1}{\frac{P_1 \times a_1 - P_2 \times a_2}{\mu_r} + P_2 \times a_2} = \frac{\mu_r}{1 + (\mu_r - 1) \frac{P_2 \times a_2}{P_1 \times a_1}} \quad (3)$$

Comme μ_r est nécessairement plus grand que 1, μ_r' est nécessairement plus petit que μ_r .

Mais, au point de vue de l'utilisateur de l'engin, μ_r' est sans intérêt, car le poids P_2 et la distance a_2 sont immuables; il ne peut être question, pour l'utilisateur, de les modifier et il lui suffit de savoir que les charges Q et W qui dépendent de lui devraient être multipliées par n pour que l'engin se renverse.

Pour le constructeur, il pourrait être parfois utile (et encore) de considérer un coefficient de stabilité contre le renversement de l'engin à vide, sans charge utile et sans vent, calculé comme suit :

$$\mu_r'' = \frac{P_1 \times a_1}{P_2 \times a_2} \quad (4)$$

Cela peut lui être utile, peut-être parce que lui, constructeur, peut agir sur la valeur de tous les éléments P_1 , P_2 , a_1 , a_2 et les modifier.

Cependant, encore une fois, au point de vue final et de l'utilisation de l'engin, seul le coefficient μ_r est utile.

Quelle est la relation entre μ_r , μ_r' , μ_r'' ?

C'est évidemment d'après (3) :

$$\mu_r' = \frac{\mu_r}{1 + \frac{\mu_r - 1}{\mu_r''}} \quad (5)$$

haut, agissant dans l'alignement de la charge utile et ayant pour valeur une fraction $\frac{1}{s}$ de la valeur de cette charge utile Q .

Pour justifier cette exigence, on évoque l'éventualité d'une rupture des éléments d'amarrage de la charge ou du dépôt brutal de la charge et le retour d'élasticité qui en serait la conséquence.

La condition imposée se traduit par l'expression :

$$\frac{1}{s} Q(b + e) \leq (P_0 + P'_{Ar})(e - g). \quad (10)$$

2^e mode

Certains estiment que le moment de réserve ρ_{Ar} contre le renversement vers l'arrière, grue à vide, doit être au moins égal au moment de réserve ρ_{Av} contre le renversement vers l'avant, grue en charge.

ou encore

$$\mu_r'' = \frac{\mu_r'(\mu_r - 1)}{\mu_r - \mu_r'} \quad (6)$$

Voici quelques valeurs :

Si l'on désire que $\mu_r = 1,5$ et si $\mu_r' = 1,15$, il faut que $\mu_r'' = 1,64$;

Si l'on désire que $\mu_r = 1,5$ et si $\mu_r' = 1,25$, il faut que $\mu_r'' = 2,50$;

Si l'on désire que $\mu_r = 1,8$ et si $\mu_r' = 1,30$, il faut que $\mu_r'' = 2,08$;

Si l'on désire que $\mu_r = 1,8$ et si $\mu_r' = 1,50$, il faut que $\mu_r'' = 4,00$.

La présente note met en évidence le caractère très relatif de la notion du coefficient de stabilité contre le renversement et la nécessité de définir bien exactement ce qu'il faut entendre par là dans le domaine des engins de levage. Il pourrait aussi se faire que le constructeur ait à se préoccuper de la stabilité à vide, vers l'arrière.

Dispositifs de sécurité. — Dans le cas où l'engin est retenu contre le renversement par des dispositifs d'accrochage de sécurité, imposer une valeur minimum pour le coefficient de sécurité contre le renversement a pour but de fixer la valeur minimum de l'effort auquel il faut calculer les dispositifs de sécurité (fig. 81).

Si D est l'effort de traction sollicitant ces dispositifs de sécurité, on aura, en effet, sous l'effet de la charge utile et du vent :

$$\mu_r = \frac{P \times g + D \times d}{Q \times b + W \times h} \quad (7)$$

donc

$$D_{\min} = \frac{1}{d} [\mu_r(Q \times b + W \times h) - P \times g]. \quad (8)$$

Valeur à attribuer au coefficient μ_r . — Cette valeur ne peut résulter que de l'expérience de l'utilisateur des engins (et donc, par ricochet, de celle du constructeur).

Le choix de la valeur à exiger est notamment dépendant de la gravité des conséquences du renversement de l'engin au point de vue, d'une part, des accidents qu'il entraînerait et, d'autre part, des dégâts qui seraient créés à l'engin lui-même.

C'est ainsi que les wagons-grues ordinaires et les petits engins de bâtiment peuvent vraisemblablement se calculer avec une valeur moindre que les engins très importants, lourdement chargés et qui risquent d'être gravement détériorés par un renversement qui d'ailleurs pourrait avoir des conséquences très graves.



La réserve ρ_{AV} est le moment de la charge totale, c'est-à-dire la charge utile Q et le poids de la grue à cet instant ($P_0 + P'_{AV}$), par rapport au rail avant; la réserve ρ_{ARR} est le moment du poids de la grue à cet instant ($P_0 + P''_{ARR}$), par rapport au rail arrière.

La condition imposée se traduit par l'expression (fig. 82 et 83) :

$$\rho_{ARR} \geq \rho_{AV}, \text{ ou } (P_0 + P''_{ARR})c \geq (P_0 + P'_{AV} + Q)a \quad (11)$$

3^e mode

Certains estiment que l'on peut se contenter de la condition que la distance c du centre de gravité à vide, au rail arrière, soit au moins égale à la distance a du centre de gravité en charge, au rail avant.

La condition est donc :

$$c \geq a \quad (12)$$

A priori, on ne voit pas bien la justification physique de cette condition, car le problème considéré est un problème de renversement, donc de moment, et non un simple problème de bras de levier.

4^e mode

On peut considérer que la comparaison des réserves vers l'avant et vers l'arrière est intéressante, mais que l'exigence de l'égalité de la réserve arrière à celle vers l'avant est exagérée.

En effet, vers l'arrière il n'y a pas à redouter l'analogie de l'aggravation inconsiderée de la charge utile ni la brutalité de la mise en charge et d'autre part les effets de reprise d'élasticité en cas de rupture des éléments de suspension ou de chute ou de dépôt brutal de la charge s'amortissent très vite.

Mais d'autre part il semble que le 3^e mode donne une sécurité insuffisante.

Le 4^e mode conduirait à n'exiger vers l'arrière qu'une réserve contre le renversement plus faible que vers l'avant.

$$\rho_{ARR} \geq \frac{1}{k} \rho_{AV}$$

donc :

$$(P_0 + P''_{ARR})c \geq \frac{1}{k} (P_0 + P'_{AV} + Q)a \quad (13)$$

$\frac{1}{k}$ étant inférieur à l'unité, mais supérieur à

$$\frac{P_0 + P''_{ARR}}{P_0 + P'_{AV} + Q}$$

Le 3^e mode ne serait d'ailleurs qu'un cas particulier du 4^e, celui où

$$\frac{1}{k} = \frac{P_0 + P''_{ARR}}{P_0 + P'_{AV} + Q}$$

Le 2^e mode n'est aussi qu'un cas particulier du 4^e, celui dans lequel

$$\frac{1}{k} = 1.$$

Pour discuter efficacement ce problème du renversement vers l'arrière il est utile de poser quelques relations valables d'une manière générale pour les 2^e, 3^e et 4^e modes considérés.

Ces trois modes ne diffèrent en effet l'un de l'autre que par la valeur que l'on adopterait pour le rapport $\frac{1}{k}$ de l'expression (13).

Les expressions de départ sont au nombre de trois :

Celle qui correspond à la détermination de la position du centre de gravité général de la grue en charge (fig. 82) :

$$(P_0 + P'_{AV})g - Q \cdot b = (P_0 + P'_{AV} + Q)a; \quad (14)$$

Celle qui correspond au coefficient de stabilité n exigé contre le renversement en avant :

$$n \cdot Q \cdot b \geq (P_0 + P'_{AV})g; \quad (15)$$

Enfin celle qui correspond à l'exigence d'une réserve contre le renversement vers l'arrière :

$$(P_0 + P''_{ARR})c \geq \frac{1}{k} (P_0 + P'_{AV} + Q)a. \quad (13 \text{ ou } 16)$$

Recherchons quelques relations qui correspondent aux exigences minima, c'est-à-dire aux expressions (15) et (16) dans lesquelles on prend le signe d'égalité des deux membres.

1. — Position du centre de gravité à vide : c

Dans ces conditions, la comparaison des équations (14) et (16) donne :

$$k(P_0 + P''_{ARR})c = (P_0 + P'_{AV})g - Q \cdot b$$

donc

$$Q = \frac{e - \left(\frac{e-g}{c} + k \frac{P_0 + P''_{ARR}}{P_0 + P'_{AV}} \right) c}{b} (P_0 + P'_{AV}). \quad (17)$$

Dès lors l'équation (15) s'écrit :

$$n \left[e - \left(\frac{e-g}{c} + k \frac{P_0 + P''_{ARR}}{P_0 + P'_{AV}} \right) c \right] = g = e - \frac{e-g}{c} c$$



d'où

$$c = \frac{(n-1)e}{(n-1)\frac{e-g}{c} + nk \frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av}}} \quad (I)$$

Si les circonstances sont telles que $P'_{Av} = P''_{Arr}$ et $c = e - g$, c'est-à-dire que les poids de la grue en jeu ne diffèrent pas de valeur ni de position en charge et à vide, l'expression (I) devient :

$$c = \frac{(n-1)e}{(n-1) + n \cdot k} \quad (I')$$

L'équation (I) peut encore s'écrire :

$$c \cdot k = \frac{n-1}{n} \frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}} g \quad (II)$$

donc si

$$\begin{aligned} P'_{Av} &= P''_{Arr} \\ c \cdot k &= \frac{n-1}{n} g \end{aligned} \quad (II')$$

Donc pour un type de grue déterminé (ce qui fixe le rapport $\frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}}$ et g , si l'on se donne la valeur du coefficient de stabilité n contre le renversement vers l'avant, le produit $c \cdot k$ est une constante; se fixer l'un des deux facteurs, fixe le second; à une valeur déterminée de k correspond une valeur déterminée de c distance vers l'arrière du centre de gravité à vide.

Ainsi, si l'on prend le cas le plus simple ou $P'_{Av} = P''_{Arr}$ et où l'expression (I') est donc applicable, si n est imposé égal à 1,40 :

pour le 2^e mode

$$(k=1): c = \frac{0,4 \times 1,5}{0,4 + 1,4} = \frac{1}{3} = 0,333 \text{ mètre,}$$

pour le 4^e mode

$$\left(\text{avec } \frac{1}{k} = \frac{1}{2}\right); c = \frac{0,4 \times 1,5}{0,4 + 1,4 \times 2} = \frac{0,60}{3,20} = 0,187 \text{ mètre.}$$

le 3^e mode donnerait une valeur intermédiaire.

2. — Position du centre de gravité général en charge : a (fig. 82)

L'équation (16) donne

$$a = k \cdot c \cdot \frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av} + Q}$$

donc en vertu de (17)

$$a = k \cdot c \cdot \frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av}} \frac{b}{b + g - k \frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av}}} c \quad (III)$$

donc si

$$P'_{Av} = P''_{Arr} \text{ et } c = e - g$$

$$a = \frac{k \cdot b \cdot c}{b + g - k \cdot c} = \frac{k \cdot b \cdot c}{b + e - (k+1)c} \quad (III')$$

Ces expressions (III) et (III') montrent que pour une grue d'un type déterminé, n et k étant imposés, la distance a n'est fonction que de la portée utile b de la grue, pour un écartement de voie e donné.

Ainsi si $P'_{Av} = P''_{Arr}$, pour l'écartement normal $e = 1,50$ m et pour $n = 1,40$:

pour le 2^e mode ($k=1$) :

$$a = \frac{b}{3b + 3,5} \text{ mètres,}$$

pour le 4^e mode (avec $\frac{1}{k} = \frac{1}{2}$) :

$$a = \frac{b}{2,67b + 2,5} \text{ mètres,}$$

3. — Loi de la charge utile Q , en fonction des poids morts $P_0 + P'_{Av}$ et $P_0 + P''_{Arr}$ et de la portée utile b de la grue

L'équation (17) donne :

$$b = \left[e - \left(\frac{e-g}{c} + k \frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av}} \right) c \right] \frac{P_0 + P'_{Av}}{Q} \quad (IV)$$

donc si $P'_{Av} = P''_{Arr}$ et $e - g = c$, cela devient :

$$b = [e - (k+1)c] \frac{P_0 + P'_{Av}}{Q} \quad (IV')$$

Donc pour un type de grue déterminé, si l'on s'impose une valeur déterminée du rapport $\frac{1}{k}$ (4^e mode), la relation entre la portée utile b et le poids mort $P_0 + P'_{Av}$ est linéaire pour chaque valeur de la charge utile Q . On peut donc dresser un abaque à droites radiantes cotées en valeur de la charge nominale Q .

La figure 4 donne un exemple d'un tel abaque.



Pour compléter les éléments de comparaison des méthodes en présence pour le problème du danger de renversement en arrière, il est utile d'exprimer la fraction $\frac{1}{s}$ de la charge utile Q à considérer comme agissant vers le haut dans le 1^{er} mode de calcul, qui conduirait au même résultat que les autres modes de calcul.

Pour le 1^{er} mode on pose l'égalité (10) :

$$\begin{aligned} \frac{1}{s} Q(b+e) &= (P_0 + P'_{Av})c \\ &= \frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}} (P_0 + P''_{Arr})c \end{aligned}$$

Si on prend l'égalité (16) on a donc

$$\frac{1}{s} Q(b+e) = \frac{1}{k} (P_0 + P'_{Av} + Q)a \frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}}$$

donc

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{k} \frac{a}{b+e} \frac{P_0 + P'_{Av} + Q}{Q} \frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}}$$

donc, en vertu de (III) et de (17) :

$$\frac{1}{s} = \frac{b}{b+e} \frac{c}{e - \left(\frac{e-g}{c} + k \frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av}} \right) c} \quad (V)$$

ce qui devient, si

$$P'_{Av} = P''_{Arr} \text{ et } e - g = c$$

$$\frac{1}{s} = \frac{b}{b+e} \frac{c}{e - (k+1)c} \quad (V')$$

Encore une fois, pour un écartement donné e et des rapports $\frac{e-g}{c}$ et $\frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av}}$ donnés, la loi de $\frac{1}{s}$ en fonction de la portée utile b est indépendante de la charge utile Q et du poids propre de la grue, le rapport $\frac{1}{k}$ ayant été choisi.

Relation directe entre le rapport $\frac{1}{s}$ et le rapport $\frac{1}{k}$:

En introduisant dans l'expression (V), le c de l'expression (I) on obtient la relation directe

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{n-1} \frac{1}{s} \frac{b+e}{b} \frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av}} \quad (VI)$$

qui devient, si

$$P'_{Av} = P''_{Arr}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{n-1} \frac{1}{s} \frac{b+e}{b} \quad (VI')$$

Ce sont là les relations qui lient le 1^{er} mode de concevoir le problème du renversement en arrière aux 2^e, 3^e et 4^e modes.

On constate donc que pour une grue déterminée, dès que l'on s'est imposé le coefficient n de stabilité contre le renversement en avant, se donner le rapport $\frac{1}{k}$ (4^e mode), c'est se donner une valeur de $\frac{1}{s}$ (1^{er} mode).

Les formules (VI) ou (VI') permettent de passer de l'un à l'autre mode.

Ces formules sont donc importantes.

On peut les trouver directement comme suit : on impose que le coefficient vers l'avant soit n , donc :

$$n \cdot Q \cdot b = (P_0 + P'_{Av})g \quad (9)$$

On pose aussi (13) (4^e mode)

$$(P_0 + P''_{Arr})c = \frac{1}{k} (P_0 + P'_{Av} + Q)a$$

et d'autre part (10) (1^{er} mode)

$$\frac{1}{s} Q(b+e) = (P_0 + P'_{Av})c$$

Donc

$$\begin{aligned} \frac{1}{s} Q(b+e) &= \frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}} (P_0 + P''_{Arr})c \\ &= \frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}} \frac{1}{k} (P_0 + P'_{Av} + Q)a \\ &= \frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}} \frac{1}{k} [(P_0 + P'_{Av})g - Q \cdot b] \\ &= \frac{P_0 + P'_{Av}}{P_0 + P''_{Arr}} \frac{1}{k} (n-1)Q \cdot b \end{aligned}$$

ce qui donne bien

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{n-1} \frac{1}{s} \frac{b+e}{b} \frac{P_0 + P''_{Arr}}{P_0 + P'_{Av}} \quad (VI)$$

Toute la question est ramenée à choisir ce qui est le plus logique, compte tenu de l'expérience acquise dans la construction des grues roulantes; ou bien choisir une valeur $\frac{1}{s}$ constante, ce que fait la DIN (règlement allemand), ou bien choisir une valeur constante pour le rapport $\frac{1}{k}$ entre la réserve contre le renversement vers l'arrière et la réserve contre le renversement avant.

Il est utile ici de donner quelques chiffres.

Si $P'_{Av} = P''_{Arr}$, pour l'écartement normal



$e = 1,50$ m, l'équation (VI) donne, si l'on s'impose n vers avant = 1,40 :

2^e mode, $k = 1$,

$$\frac{1}{s} = 0,40 \cdot \frac{b}{b + 1,5}$$

4^e mode. — Si $\frac{1}{k} = \frac{1}{2}$,

$$\frac{1}{s} = 0,20 \frac{b}{b + 1,5}$$

Donc pour une portée de $b = 2,225$ m :

$$2^{\text{e}} \text{ mode} = \frac{1}{s} = 0,24$$

$$4^{\text{e}} \text{ mode avec } \frac{1}{k} = \frac{1}{2} ; \frac{1}{s} = 0,12$$

pour une portée de $b = 5,25$ m :

$$2^{\text{e}} \text{ mode} = \frac{1}{s} = 0,31$$

$$4^{\text{e}} \text{ mode avec } \frac{1}{k} = \frac{1}{2} ; \frac{1}{s} = 0,155$$

Inversement si $P'_{Av} = P''_{Arr}$ et pour $e = 1,50$ et $n = 1,40$, cela donnerait :

Si l'on voulait $\frac{1}{s} =$	0.10	0.20	0.30 (prescript. a'lem.)
$\frac{1}{k} =$	$\frac{1}{4} \frac{b+e}{b}$	$\frac{2}{4} \frac{b+e}{b}$	$\frac{3}{4} \frac{b+e}{e}$
soit pour $b = 2,25_m$	$\frac{1}{k} =$	0.416	0.832
et pour $b = 5,25_m$	$\frac{1}{k} =$	0.322	0.644
			1.238
			0.966

On voit donc que la prescription allemande $\frac{1}{s} = 0,30$ donnerait pour $b = 5,25$ m une solution anormale, puisqu'on exigerait une réserve contre le renversement vers l'arrière plus grande que vers l'avant. Cela montre que l'exigence $\frac{1}{s} = 0,30$ est excessive.

Conclusions

La Sous-Commission de l'I. B. N., après avoir confronté de nombreuses données numériques basées sur la documentation présentée par des constructeurs de grues roulantes à une voie normale et avoir de cette documentation dégagé des valeurs de $\frac{1}{k}$ qui n'ont jamais donné lieu en service à des mécomptes, a conclu que la manière la plus logique de considérer l'éventualité du

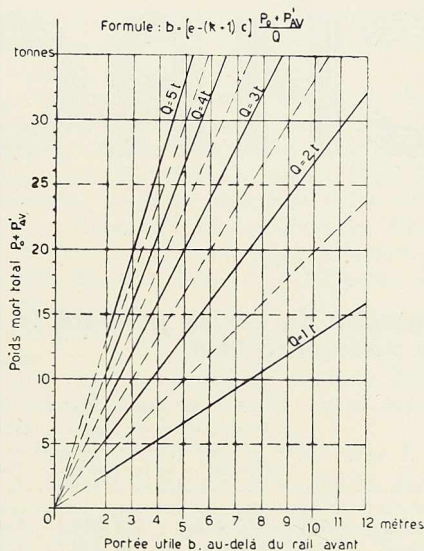


Fig. 84. Relation entre la portée utile b , le poids mort total $P_0 + P'_{av}$ et la charge Q (charge nominale augmentée du poids des moyens de suspension et d'arrimage). Ce graphique correspond au cas où le poids mort à considérer à vide et en charge est le même ($P_0 + P'_{av} = P_0 + P''_{arr}$) où la largeur de la voie $e = 1,50$ m, où $\frac{1}{k} = \frac{1}{2}$ et pour une série de grues roulantes telles que $\frac{c}{e}$ soit constante et égale à $\frac{1}{6}$.

renversement à vide en arrière est d'adopter le 4^e mode : exiger pour la réserve contre le renversement à vide vers l'arrière une certaine fraction de la réserve dont on dispose contre le renversement en charge vers l'avant, elle a adopté pour cette fraction la valeur $\frac{1}{2}$, de sorte que l'équation (13) prend la forme concrète :

$$(P_0 + P''_{arr}) c \geq \frac{1}{2} (P_0 + P'_{av} + Q) a \quad (\text{VII})$$

Cette conclusion a été introduite dans les prescriptions de N. B. N. 159 (voir le 8^e alinéa de l'article 226, page 40).

Les autres formules contenues dans la présente note permettent de calculer aisément tous les éléments du problème et de se faire une idée précise d'un cas déterminé.

L. B.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois de novembre 1949

		Production acier lingot en tonnes		
		Belgique	Luxembourg	Total
Novembre	1949	270 253	145 394	415 647
Octobre	1949	278 155	138 922	417 077
Janv.-Nov.	1949	3 402 289	2 110 071	5 592 360
Jan.-Nov.	1948	3 473 917	2 209 834	5 683 751

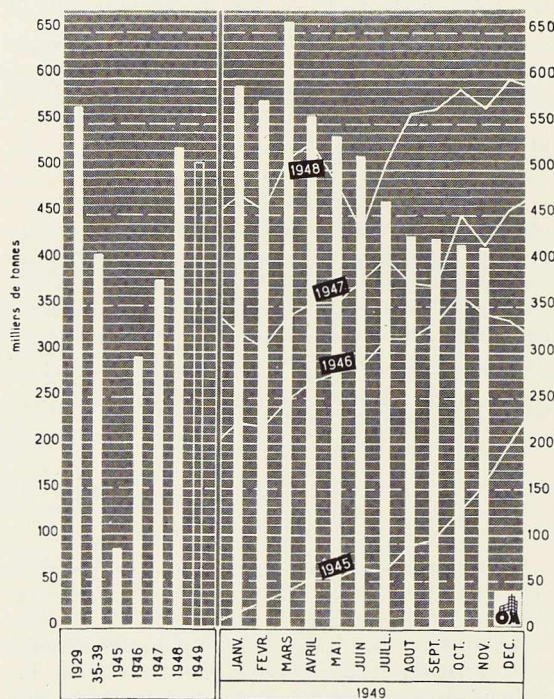


Fig. 85. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

Une légère diminution du tonnage produit en Belgique et une légère amélioration au Grand-Duché font ressortir une production totale atteignant, à 1 500 tonnes près, celle du mois précédent. Novembre comportait d'ailleurs un nombre réduit de journées de travail.

La libération du marché hollandais, la mise sous le régime du prix normal des aciers en Belgique, restée cependant sans influence sur le régime des prix, une concurrence plus forte des pays producteurs européens, l'absence d'offres américaines à l'exportation, telles ont été les caractéristiques du mois sous revue. Le manque de commandes a amené plusieurs usines à introduire un chômage intermittent. Vers la fin du mois une amélioration semblait cependant se dessiner.

Le marché des mitrailles maintient sa tendance faible. En minerais, les tonnages importés sont relativement importants. On signale un arrivage de minerai de manganèse, en provenance du Congo belge.

Marché intérieur Benelux

Nous considérons dès maintenant, dans notre Chronique, la Hollande comme faisant partie de notre marché intérieur.

Conformément aux décisions de la conférence tenue à Luxembourg entre les ministres des trois pays, la Hollande a libéré à l'importation les produits sidérurgiques et les produits Fabrimétal. La conséquence en est l'unification des prix dans les trois pays. Le Gouvernement belge, selon arrêté paru au *Moniteur* des 16-17 novembre, a mis l'acier sous le régime du prix normal. Les prix communs aux trois pays se sont maintenus à un niveau assez bas en raison de la concurrence des différentes usines.

L'Union des Tréfileries avait été menacée de dissolution mais, d'après les dernières nouvelles, sa reconduction, du moins provisoire, semble assurée.

En constructions métalliques, les expéditions



du mois d'octobre ont atteint un total de 120 465 tonnes comprenant notamment :

	oct.	sept.
Produits de la tôle	15 489	15 034
Accessoires du bâtiment	10 192	9 859
Matériel de chemin de fer et de tramways	8 798	13 694
Ponts et charpentes	12 141	11 534

Marché extérieur

Les spécifications des marchés organisés arrivent avec une certaine lenteur.

Les conversations avec l'Angleterre ont abouti et nous assurent pour le premier trimestre 1950 l'exportation de produits pour une valeur de 1 million de livres, soit environ 45 000 tonnes. Par contre les pourparlers engagés à Moscou ont été suspendus et doivent reprendre à Bruxelles, en janvier.

D'autre part, des conversations sont en cours avec le Brésil et l'Argentine. Ce dernier pays a encore reçu un fort tonnage de produits au courant du mois, en apurement de licences d'importations anciennes. Enfin, un accord avec la tri-zone comporte certaines quantités de minerai et de produits sidérurgiques.

La grève américaine, qui a trouvé sa fin vers le 20 novembre, nous a valu quelques faibles commandes directes. La perte de production de quelque 10 000 000 de tonnes d'acier américain peut cependant encore avoir des répercussions sur le marché international. Il y a notamment à prévoir une hausse des prix américains, du moins à l'intérieur du pays, et cet élément est un de ceux qui permettent d'escompter une amélioration du marché sidérurgique, au cours des prochains mois.

Travaux à l'Institut Belge de Normalisation

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

Normes NBN 100 — Nombres normaux (2^e édition). Cette norme reproduit les conclusions des décisions du Comité technique de la Fédération Internationale des Associations Nationales de Normalisation (I. S. A.).

Le but de cette norme est de servir de guide dans l'établissement des diverses normes de produits dont une ou plusieurs caractéristiques doivent être échelonnées d'une façon judicieuse.

Norme NBN 60 — Terminologie, définitions et symboles concernant la soudure et les constructions soudées en acier.

Rappelons que cette norme fait partie du code de bonne pratique relatif aux constructions soudées en acier et comportant cinq chapitres : Terminologie, définitions, symboles (NBN 60) — Appareillages, 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, ...).

D'autre part l'I. B. N. est chargé de la vente de l'ouvrage :

« Rapport sur la vitesse du vent en Belgique considérée du point de vue du calcul des constructions. »

Ce document établi par le Professeur L. Baes et M. A. Joukoff comprend entre autres quelques considérations générales sur le vent atmosphérique, les résultats d'observations continues effectuées en Belgique ainsi que des conclusions intéressant le problème de la construction.

Activité de l'Institut Belge de la Soudure (I. B. S) dans le domaine de la recherche scientifique

L'évolution rapide et les progrès techniques constants des méthodes modernes de soudure autogène et des procédés connexes nécessitent la poursuite de recherches méthodiques concernant les problèmes scientifiques et techniques qui se posent au métallurgiste et au constructeur. Aussi, l'Institut Belge de la Soudure, en dehors de ses nombreuses activités de vulgarisation, de publication et de formation technologique, consacre une attention toute particulière à la recherche scientifique.

Les techniques particulières des procédés de soudure à l'arc, à la flamme et par résistance, les problèmes relatifs aux tensions et à leur relaxation, les questions de soudabilité, les méthodes de mesure et de contrôle appliquées à la soudure ont fait l'objet d'études approfondies auxquelles l'Institut s'est attaché dès sa formation et qu'il a poursuivies avec l'appui du F. N. R. S. d'abord, actuellement avec celui de l'I. R. S. I. A.

Depuis la création de ce dernier organisme et avec le concours de celui-ci, des entreprises industrielles des grandes administrations publiques et des Universités, l'Institut Belge de la Soudure a encouragé, coordonné ou conduit les recherches suivantes :



Essais de fatigue sur rails soudés.

Cette étude est terminée et a été publiée dans la *Revue de la Soudure*, n° 1/1949.

Etude du joint en V.

Il s'agit d'un travail à caractère plutôt technique, dont les conclusions seront publiées très prochainement.

Etude de la résistance à la fatigue des assemblages soudés.

Le rapport sera déposé cette année et la publication se fera l'année prochaine dans la *Revue de la Soudure*.

Etude d'un procédé quasi non destructif pour la mesure des tensions résiduelles.

Les résultats de cette remarquable recherche ont été publiés dans la *Revue de la Soudure*, nos 4/1947 et 1/1948. D'autres revues, tant en Belgique qu'à l'étranger, ont reproduit ce travail (*L'Ossature Métallique*, *Welding Journal*, etc.).

Recherches expérimentales sur les charpentes assemblées par points soudés.

Cette étude est en cours. Elle a été retardée par des problèmes matériels,

Recherche sur la résistance mécanique des points soudés et des tôles assemblées.

Cette recherche fera prochainement l'objet d'une communication à la tribune de l'Institut Belge de la Soudure.

Mesure des tensions résiduelles en profondeur.

Après avoir conduit à surmonter de sérieuses difficultés cette recherche se poursuit normalement et on peut prévoir qu'elle aboutira dans les délais prévus.

Recherches sur des essais de soudabilité.

(Travail conduit en collaboration avec la Commissie voor Lasbaarheid de la Nederlandse Vereniging voor Lastechniek.)

Les essais sont faits exclusivement sur aciers belges; tandis qu'en Hollande ont lieu les essais dynamiques, on se limite, en Belgique, aux essais statiques.

Signalons qu'en dehors de ces travaux, des recherches sont conduites dans les laboratoires des entreprises industrielles de la soudure.

Mai 1949 marque, théoriquement du moins, la

fin du programme ci-dessus. A cette date, en effet, l'Institut International de Soudure, créé à Bruxelles en 1948, réunissait pour la première fois ses commissions techniques. La participation belge à ces réunions, tenues à Delft, a été très importante et très remarquée; dans toutes les commissions, nos délégués ont pris une part active aux discussions et, moralement tout au moins, ont engagé l'I. B. S. à exécuter certaines recherches. Mais, outre les questions soulevées à Delft et celles qu'il a présentées lui-même, l'I. B. S. doit évidemment veiller à résoudre les problèmes particuliers à l'industrie belge; il en résulte que les commissions techniques belges auront à faire un choix judicieux entre tous les problèmes posés.

Sans pouvoir préciser actuellement l'ensemble du programme belge de recherches devant s'intégrer dans le cadre de la collaboration internationale, voici quelques travaux dès à présent retenus pour faire partie de ce programme :

- Etude scientifique du phénomène d'oxy-coupage.
- Recherche sur la fatigue des assemblages soudés avec des électrodes à forte pénétration.
- Recherche expérimentale en vue de l'adaptation du contrôle ultrasonoscopique à la construction soudée.
- Etude de l'influence du recuit de détente sur le comportement des réservoirs soudés.

Pose de la première pierre du Palais de la Métallurgie à la Foire Internationale de Liège

Il a été procédé le 17 décembre 1949 à la pose de la première pierre du Palais de la Métallurgie à la Foire internationale de Liège.

Cette cérémonie eut lieu en présence de nombreuses personnalités : MM. Duvieusart, Ministre des Affaires Economiques, Buisseret, Ministre des Travaux Publics, Rey, Ministre de la Reconstruction, Tschoffen et Merlot, Ministres d'Etat; MM. Leclercq, Gouverneur de la province de Liège, Gruselin, Bourgmestre de Liège et Président d'honneur de la Foire internationale, Neef de Sainval, Président du Conseil d'Administration, Dewandre, Président exécutif de la Foire, Frankignoul, Président de l'Association du Grand Liège, etc...

Le hall qui couvrira 15 000 mètres carrés pourra dès le printemps prochain abriter les exposants de la Foire de 1950.

Le nouveau Palais de la Métallurgie est l'œuvre de l'architecte Dedoyard; il comportera une ossa-



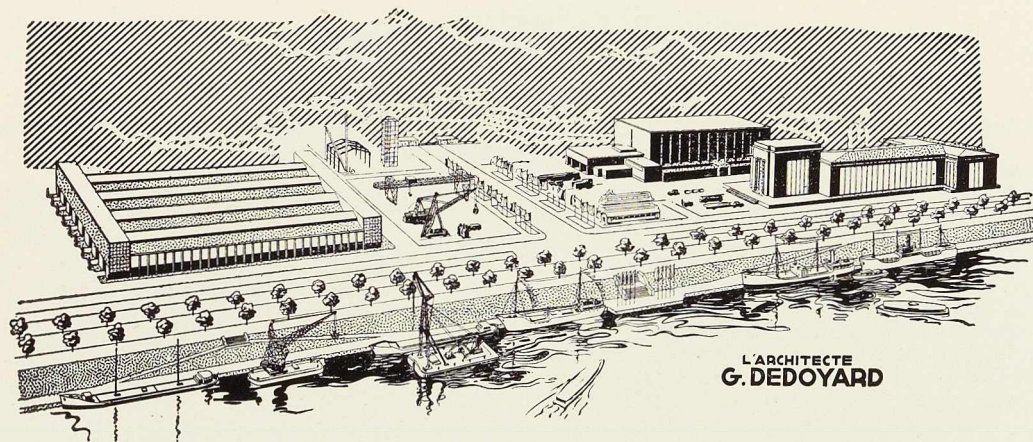


Fig. 86. Foire Internationale de Liège. A gauche, le Palais de la Métallurgie.

ture métallique qui sera réalisée d'après les plans du bureau d'études Robert & Musette par la S. A. Ougrée-Marihaye.

Après la cérémonie de la pose de la première pierre, une réception a réuni les personnalités et les représentants de la presse belge et étrangère.

Au cours de cette réception, les invités assistèrent à la projection de deux films : *L'Acier* (tourné en 1939) et *L'Age de l'Acier — Construction lourde* (qui vient d'être achevé), réalisés par le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, en accord avec l'Office du Commerce Extérieur.

ECHOS ET NOUVELLES

Pont sur le canal maritime de Terneuzen à Zelzaete

Les Etablissements D. Steyaert-Heene à Eecloo ont récemment construit et lancé un pont sur le Canal maritime de Terneuzen.

Cet ouvrage se compose uniquement d'éléments

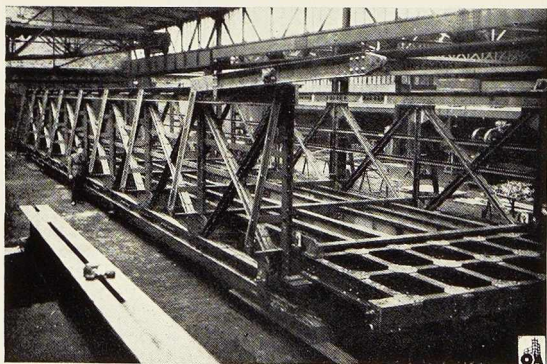


Fig. 87. Pont métallique sur le canal maritime de Terneuzen en cours de montage en atelier.

interchangeables, ce qui exclut toute opération d'alésage, tant à l'usinage qu'au montage.

Les divers éléments ont été forés sur calibre; le montage s'est fait sans broche ni autre moyen de rappel et à la mise sous charge d'essai, il a été constaté une flèche élastique inférieure à 4 mm.

La longueur totale du pont est de 74 mètres; son poids est de 120 tonnes (figure 87).

Maisons métalliques

La S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur vient de recevoir la commande de trois maisons en éléments métalliques préfabriqués auto-portants, destinées au Congo belge.

Balisage de la Côte belge à Ostende

Le nouveau phare aéro-maritime à grande puissance fourni à l'Administration de la Marine par la S. A. L'Industrielle Boraine à Quiévrain est en service définitif.

La même firme a remplacé à l'extrémité de l'estacade Ouest, le feu du port avec la tourelle métallique et la cloche de brume détruits pendant les hostilités.

Nouveaux Catalogues d'Usines

Profils légers et spéciaux « Sidérur »

Un ouvrage relié de 148 pages, format 22 × 27,5 cm, édité par la Société Commerciale de Sidérurgie (Sidérur), Bruxelles.

Ce catalogue édité par la Société Commerciale de Sidérurgie, organisme de vente des usines suivantes : Ougrée-Marihaye, Minière et Métallurgique de Rodange, Aciéries et Minières de la Sambre et Laminiers d'Anvers contient des renseignements techniques sur les profils légers et spéciaux laminés, notamment les produits suivants : cornières à branches égales et inégales, profils pour châssis métalliques, rails pour portes glissantes, profils pour marches d'escaliers, profils pour fenêtres métalliques, rails pour chemins de fer aériens, tés à branches égales, à angles vifs et arrondis, tés spéciaux pour menuiserie métallique, profils pour wagonnets, etc.

Album Général « Sidérur »

Un ouvrage relié de 171 pages, format 22 × 27,5 cm, édité par la Société Commerciale de Sidérurgie, Bruxelles.

Cet album contient les divisions suivantes : renseignements généraux, fontes, demi-produits, feuillards et bandes à tubes, poutrelles et barres U, aciers marchands, tôles, plats nervurés, rails et accessoires, bandages, essieux et trains de roues, palplanches, profils spéciaux, etc.

Palplanches. Arbed-Belval

Une brochure de 20 pages, format 21 × 25,5 cm, éditée par la Société Columeta-Luxembourg, 1949.

Cette brochure donne le programme des palplanches fabriquées par les usines Arbed-Belval.

On y trouve des renseignements techniques sur les profils ondulés type Belval Z et Terres Rouges (profils normaux, profils renforcés et profils spéciaux), le coin-cornière Belval permettant la formation économique d'angles droits très rapide ainsi que sur les palplanches plates Belval P. Ce genre de palplanches est utilisé notamment pour des constructions cellulaires autostables.

Programme de fabrication des HADIR

Une brochure de 30 pages, format 14 × 22 cm, éditée par les Usines de Differdange de la Société

des Hauts Fourneaux et Aciéries de Differdange, Saint-Ingbert et Rumelange (H. A. D. I. R.).

Ce catalogue donne les produits laminés par les usines Hadir, subdivisés en demi-produits (blooms, brames, billettes carrées et plates, largets, slabs), en aciers marchands (ronds, carrés, cornières, plats, crénelés ronds et carrés) et en profilés (poutrelles P.N., fers U, poutrelles Grey).

Usines Gustave Boël

Brochure de 55 pages, format 21,5 × 27,5 cm, éditée par la S. A. Usines Gustave Boël, La Louvière.

Le catalogue de la Société Boël illustré de nombreuses figures contient des renseignements sur les principaux fabricats de la Société : cokes métallurgiques, fontes, aciers Thomas, Martin, Bessemer, aciers électriques, demi-produits, essieux et bandages, moulage d'acier, produits de bouillonnage, etc.

Usines Gilson

Brochure de 48 pages, format 22,5 × 30 cm, éditée par la S. A. des Usines Gilson, La Croixière.

L'album des Usines Gilson contient des renseignements techniques sur les produits des aciéries et de laminiers des Usines Gilson.

On y trouve en outre différents tableaux de conversions des mesures anglaises en mesures métriques et vice-versa.

Jambes-Namur

Une brochure de 40 pages, format 21 × 29 cm, illustrée de nombreuses figures, éditée par la S. A. des Ateliers de Construction de Jambes-Namur.

Cet ouvrage contient des données sur les diverses activités de la S. A. les Ateliers de Construction de Jambes-Namur, fondée il y a un demi-siècle.

La Société comporte deux divisions : la division des constructions métalliques et la division « Locopulseurs ».

Cette brochure montre par le texte et l'image les nombreuses constructions réalisées par la Société dans le domaine des ponts, des charpentes, du matériel pour charbonnage, des chaudronneries, etc., tant en Belgique qu'à l'étranger.



Les spécialistes des grands travaux



CONSTRUCTIONS ET ENTREPRISES INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ ANONYME

ELECTRICITÉ • MÉCANIQUE • CONSTRUCTIONS CIVILES • TRAVAUX PUBLICS

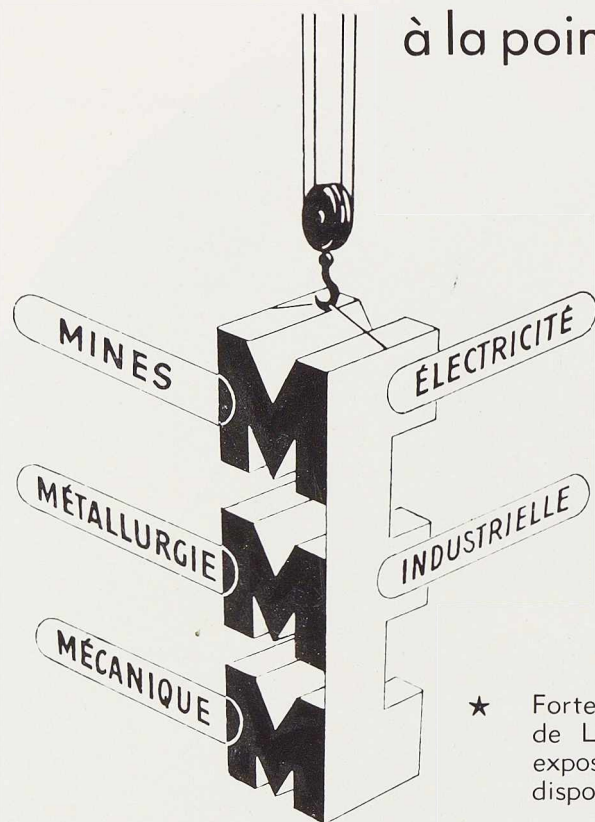
BRUXELLES

17 RUE DE LA CHANCELLERIE - TEL. 11.16.10-12.76.28

LIEGE

30, QUAI DE CORONMEUSE - TEL. 121.07-146.21

à la pointe du progrès technique



vous exposerez à
LIÈGE en 1950

- ★ Forte du succès de 1949, la Foire Internationale de Liège, afin de répondre aux demandes des exposants, a doublé la superficie mise à leur disposition.
- ★ Outre les secteurs industriels qu'elle a groupés en 1949, elle présentera une participation importante de la construction navale.
- ★ Créée par des spécialistes pour des spécialistes, la Foire Internationale de Liège ouvrira, pour ses exposants, des sources de nouveaux débouchés.

INDUSTRIELS, METTEZ-VOUS IMMÉDIATEMENT EN RAPPORT AVEC LE SERVICE DES EXPOSANTS, FOIRE INTERNATIONALE DE LIÈGE, 32, BOULEVARD DE LA SAUVENIÈRE, LIÈGE, BELGIQUE.

29 AVRIL - 14 MAI 1950

LIEGE

FOIRE INTERNATIONALE

Mines - Métallurgie - Mécanique - Electricité industrielle

Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

Les aciers de fabrication française (4^e édition)

par M. PELOU

Un volume de 143 pages, format 25 × 31 cm, illustré de nombreux graphiques et photographies et comportant 58 tableaux à volets, hors texte. Edité par Science & Industrie, Paris, 1948. Prix : 2 500 francs français.

La quatrième édition du remarquable recueil de l'ingénieur Pelou sur les aciers de fabrication française a été complètement revue et soigneusement mise à jour.

Pour tenir compte des normes publiées par le Centre d'Etudes Techniques de l'Automobile et par le Service Technique Aéronautique ainsi que des projets élaborés par les Forges et par l'AFNOR, l'auteur a dû adapter sa classification à ce fait nouveau et ajouter dans les tableaux d'aciers de construction une colonne donnant la désignation, suivant les règles de l'AFNOR, des nuances normalisées.

L'ouvrage s'est augmenté d'un appendice qui établit la correspondance entre la classification de M. Pelou et quelques normes, classifications et cahiers des charges en usage en France ou à l'étranger.

Rappelons pour terminer que les aciers du recueil sont classés en deux grandes divisions : I. Aciers de construction et II. Aciers à outils. Ces divisions sont elles-mêmes partagées en deux subdivisions :

- I. — A. Aciers d'usage général.
B. Aciers d'usages particuliers.
- II. — A. Aciers forgeables.
B. Aciers et alliages inforgeables.

L'ensemble de l'ouvrage de M. Pelou est bien conçu et bien édité.

L'année ferroviaire 1949

Un ouvrage de 234 pages, format 14 × 23 cm; illustré de plusieurs figures. Edité par Plon, Paris, 1949. Prix : 495 francs français.

Le succès des deux éditions précédentes de *L'année ferroviaire* a décidé la Librairie Plon à publier une troisième édition de cet ouvrage.

(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).

Comme dans les volumes antérieurs, la première partie de cet ouvrage contient plusieurs études intéressantes signées de personnalités éminentes : M. Emile Henriot, de l'Académie Française expose sa philosophie des Chemins de Fer, capables de nous restituer la notion humaine du temps. Le géographe M. P. Deffontaines analyse les conséquences que le développement des chemins de fer a eues depuis 100 ans sur la géographie humaine. Le Docteur Bazy présente les enseignements recueillis au cours de sa carrière de médecin-chef des chemins de fer. Les problèmes de la sécurité des chemins de fer et celui de la manutention dans les halles de marchandises sont exposés respectivement par M. Armand et M. Guibert.

La seconde partie reprend, en les mettant à jour, les rubriques et les statistiques publiées dans les précédentes éditions relatives aux chemins de fer français et étranger, aux points de vue technique, économique et social.

Théorie des Constructions

par S. TIMOSHENKO et D. H. YOUNG

Un volume relié de 552 pages, format 16 × 24 cm, illustré de 477 figures. Edité par la Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège, 1949. Prix : 420 francs belges.

Au début de l'ouvrage *Théorie des Constructions*, traduit de l'anglais par l'ingénieur F. Schell, les Professeurs Timoshenko et Young soulignent que les méthodes d'études utilisées dans ce livre ne sont qu'un prolongement des principes de la mécanique.

En se plaçant à ce point de vue, les auteurs ont récapitulé les principes de base de la statique. Le second chapitre est consacré à l'étude des triangulations isostatiques dans un plan. Le troisième chapitre traite des lignes d'influence. Le quatrième chapitre est consacré à la question de la formation et de l'étude des triangulations articulées aux nœuds, dans l'espace.

Le cinquième chapitre, comme le premier, est une récapitulation des principes généraux de la mécanique en vue des constructions hyperstatiques.

Le sixième chapitre traite des méthodes de calcul des déformations des triangulations (méthodes de Castigliano et Maxwell-Mohr, diagramme de Williot, etc.).

Dans le septième chapitre est présentée la théorie des triangulations hyperstatiques. Le huitième



chapitre traite la question de la flexion des poutres et des portiques.

Le dernier chapitre comprend une étude de la théorie des arcs.

L'ouvrage *Théorie des Constructions* porte l'empreinte des professeurs Timoshenko et Young, dont la renommée scientifique est bien connue des deux côtés de l'Atlantique.

Essential metallurgy for Engineers (Eléments de métallurgie pour ingénieurs) (3^e édition)

par A. Comley VIVIAN

Un volume relié de 180 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 36 figures. Edité par Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd, Londres, 1948. Prix : 12 s 6 d. (Envoyé par le British Council.)

L'ouvrage du D^r Vivian a pour but de donner aux étudiants des facultés techniques un traité moderne sur les possibilités qu'offre la métallurgie pour le contrôle des propriétés mécaniques des métaux. Après avoir parlé des structures amorphes et cristallines, l'auteur étudie les solutions solides et les composés métalliques. Il aborde ensuite les chapitres les plus importants de son ouvrage : Propriétés mécaniques - Diagramme d'équilibre - Aciers alliés - Résistance à la corrosion, etc.

L'intéressant livre du D^r Vivian est accompagné d'un glossaire de termes métallurgiques.

Annuaire général du Bâtiment, des Travaux publics et des Industries qui s'y rattachent (13^e édition)

Un volume de 700 pages, format 16 × 24 cm. Edité par les Anciens Etablissements A. Puvrey, Bruxelles, 1949. Prix : 120 francs.

Cet ouvrage de documentation sera utile à tous ceux que l'industrie du bâtiment intéresse. Il donne en effet les adresses de tous les architectes, entrepreneurs et fournisseurs classés par ordre alphabétique et par localité.

Techniques de l'Ingénieur

Nous avons publié dans le numéro 10-1948 de *L'Ossature Métallique*, page 453, un compte rendu de l'ouvrage *Techniques de l'Ingénieur*, publié en France sous la direction de M. C. Monteil, Directeur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures de Paris.

Ce compte rendu se rapportait aux deux premiers volumes de cette publication, « Généralités ».

Nous venons de recevoir une deuxième mise au courant qui comporte notamment plusieurs articles consacrés à la rubrique « Chaleurs ».

Cette mise au courant contient par ailleurs des pages complémentaires pour les différents sujets traités dans les volumes « Généralités ».

The Story of the Bridge (L'histoire des ponts)

par F. W. ROBINS

Un volume relié de 278 pages, format 11 × 22 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Cornish & Bros Ltd, Birmingham, 1949. Prix : £ 1.10.0.

L'histoire des ponts remonte à la plus haute antiquité. De tout temps l'homme a cherché à franchir les cours d'eau, les gorges et les ravins et a utilisé à cet effet divers matériaux de construction : la pierre, le bois, le fer et l'acier, le béton, etc. C'est cette évolution des procédés de construction des ponts chaque jour plus audacieux qui fait l'objet de l'attachant livre de F. W. Robins.

L'auteur a réussi à réunir une très intéressante documentation sur les ponts à travers les âges, ainsi que les grands bâtisseurs des ouvrages d'art célèbres, les Telford, les Stephenson, les Fowler, les Baker, les Roebling, les Séjourné, les Eiffel, les Clarke et autres.

Los Misterios de la Electrotecnia (Les mystères de l'électrotechnique)

par J. Arbide MARTINEZ

Un ouvrage de 201 pages, format 14 × 19 cm, illustré de 26 figures. Edité par Sucesores de Rivadeneira S. A., Madrid, 1949. Prix : 40 pesetas.

En publiant son livre, l'auteur avait pour but d'expliquer quelques « concepts obscurs » de l'électrotechnique tels que le magnétisme, la gravitation, l'électrostatique, la formule de Maxwell, etc.

The Stability of the Upstream Slope of Earth Dams (Stabilité du parement amont des barrages en terre)

par E. REINIUS

Un ouvrage de 107 pages, format 16 × 25 cm, illustré de 74 figures. Edité par le Comité National pour la Recherche dans la Construction, Stockholm, 1949. Prix : 6 couronnes.

Dans cet ouvrage, le Professeur Reinius analyse les causes d'accidents survenus dans les barrages en terre. Il donne une méthode pour calculer la stabilité du parement amont et indique divers moyens pour protéger ce parement contre l'action des forces qui le sollicitent.



Statistical Year Book - Tariff Supplement
(Annuaire statistique - Supplément « Tarifs »)

Un ouvrage de 207 pages, format 16 × 23 cm.
Edité par la British Iron & Steel Federation, London, 1948. Prix : 5 shillings.

Le présent supplément de l'Annuaire statistique de la Fédération britannique du fer et de l'acier donne des renseignements relatifs aux droits sur les produits ferreux dans les seize pays ayant pris part à la Conférence Internationale de Genève sur le commerce et l'emploi. Parmi les pays participants figuraient notamment l'Union Economique Belgo-Luxembourgeoise, les Pays-Bas, la Grande-Bretagne, la France et les U. S. A.

L'ouvrage donne les taux des droits adoptés à Genève ainsi que les droits en vigueur avant l'accord de Genève.

La maison dans son jardin

par R. SCHUITEN

Un ouvrage de 80 pages, format 24 × 31 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Dessart (Cadre de Vie), Bruxelles, 1949. Prix : 135 francs.

Cet ouvrage fait suite à un autre ouvrage du même auteur, *Concevoir sa maison*, analysé dans *L'Ossature Métallique* n° 9/10-1945.

L'habitation et le jardin forment un tout inséparable. L'implantation de la maison, ses volumes, son style doivent être conçus en fonction du cadre naturel, de perspectives existantes ou à créer.

Choisie avec goût et compétence, la documentation contenue dans le recueil de M. Schuiten ne manquera pas d'intéresser ses lecteurs.

Fundation und Konsolidation (Fondations et consolidation) (Volume II)

par C. F. KOLLBRUNNER.

Un volume relié de 534 pages, format 15 × 21 cm, illustré de 397 figures et 4 tableaux. Edité par S. D. V. Fachbücher, Zurich. Prix : 32 francs suisses.

Dans ce volume, le Dr Kollbrunner expose les problèmes de fondations, tels qu'ils se posent au praticien. Il a eu le mérite de présenter sous une forme claire et concise les principales données de ces importants problèmes. Son ouvrage constitue un outil de travail qui sera extrêmement utile au constructeur. Une documentation bibliographique abondante permettra à ceux qui désirent approfondir un cas, de consulter les ouvrages qui s'y rapportent.

L'ouvrage comprend quatre grandes divisions :

Préparation et consolidation du terrain — Semelles et radiers — Fondations sur pieux — Fouilles.

Fruit d'une longue expérience le traité sur les fondations du Dr Kollbrunner constitue une remarquable contribution à l'étude des délicats problèmes posés par les fondations.

Praktisches Handbuch der Lichtbogenschweißung (Manuel pratique de la soudure à l'arc électrique) (3^e édition)

par DAG DU RIETZ et KOCH.

Un volume de 300 pages, format 15 × 21 cm, illustré de 197 figures. Edité par Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1948. Prix : 13,50 D.M.

Cette troisième édition est identique à la précédente éditée en 1939; elle constitue la traduction en langue allemande de l'ouvrage suédois *Praktisk Handbok i Bågestnsning*.

Bien qu'il existait de nombreux ouvrages dans ce domaine, cette traduction fut jugée utile par suite de diverses considérations nouvelles.

La seconde édition comporte en outre quelques chapitres concernant les machines et appareillages utilisés pour la soudure à l'arc électrique ainsi que le calcul du prix de revient.

Cet ouvrage s'adresse à tous les soudeurs qui désirent connaître le processus exact des phénomènes qui leur permettra de faire face à tous les problèmes imprévus.

Il est accompagné par une liste bibliographique complète donnant 133 normes allemandes, les règlements de la Deutsche Reichsbahn, divers autres règlements et des références à 384 ouvrages traitant de la soudure.

Kunstsmeedwerk (Ferronnerie d'Art) (2^e édit.)

par J. BOERMAN et P. G. VAN DONGEN.

Ouvrage cartonné de 47 pages de texte, format 19 × 27 cm augmenté de 56 planches montrant des réalisations en fer forgé, édité par E. Kluwer-Deventer, 1948. Prix : 165 fr.

Dans tous les pays le fer a toujours tenté les artistes qui après l'avoir modelé, étiré, repoussé, tordu, dressé, troué, fendu, écrasé, ajusté et monté sont parvenus à réaliser d'innombrables chefs-d'œuvre d'architecture en fer forgé.

Après un historique du fer forgé, les auteurs donnent les différences existant entre les divers styles notamment, le roman, le gothique, le renaissance, le baroque, le rococo, pour aboutir au style moderne.

Ils donnent ensuite diverses applications suivant leur destination, appareils de chauffage, d'éclairage, utilitaires et de luxe.



Un chapitre spécial est consacré aux ferronneries religieuses; un dernier chapitre est enfin consacré à la réalisation et à la production de fer forgés.

Mauerwerk, Widerlager, Pfeiler und Gestaltung von Brücken (Maçonneries, culées, piles et conception des ponts) (4^e édition)

par G. SCHAPER.

Ouvrage de 215 pages, format 15 × 21 cm, illustré de 306 figures. Edité par Wilhelm Ernst & Sohn. Prix : 13 D.M.

Cette quatrième édition posthume révisée par M. E. Ernst, Conseiller ministériel à Bielefeld, ne comporte que peu de changement par rapport à la précédente. Cet ouvrage s'adresse à tous les constructeurs de ponts, mais alors que la première édition ne comportait que les parties maçonneries, l'auteur a jugé, dès la deuxième édition, qu'il ne pouvait ignorer la construction métallique. Ce matériau de construction a pris une importance considérable dans cette quatrième édition qui montre par de nombreux exemples ce qu'il faut faire et ce qu'il faut éviter.

Après le premier chapitre traitant des piles et culées en maçonnerie, l'auteur envisage le cas de ponts en superstructure métallique et examine les détails d'exécution de ceux-ci.

La table des matières ci-après donne un aperçu de la matière traitée dans cet ouvrage : Maçonnerie — Conception des appuis pour ponts en maçonnerie et ponts métalliques — Conception des ponts avec superstructure métallique — Conception des piles de ponts métalliques — Conception des superstructures métalliques — Parachèvement des ponts métalliques — Parachèvement des piles métalliques.

Simplification du travail

Un ouvrage de 116 pages, format 15 × 23 cm, illustré de 101 figures et graphiques. Edité par Desoer, Liège, 1949. Prix : 100 francs.

Cet ouvrage constitue une adaptation d'un manuel américain, publié pendant la guerre à l'intention des ouvriers d'une importante usine de construction aéronautique.

Dans ses chapitres, le manuel contient d'intéressantes données sur la suppression du gaspillage, la succession des opérations, l'utilisation du matériel, la standardisation des fabrications, la sécurité, etc.

Technologie industrielle appliquée aux constructions mécaniques et métalliques

par A. POUILLOT.

Un ouvrage de 331 pages, format 17 × 24 cm,

illustré de 269 figures. Edité par Eyrolles, Paris 1949. Prix : 1 500 francs français.

Dans ce cours M. Pouillot a eu surtout en vue la description des organes de machines et des matières utilisées dans les diverses constructions mécaniques et métalliques. La première partie de l'ouvrage est consacrée aux métaux utilisés dans les constructions mécaniques et métalliques. La deuxième partie est relative à l'étude des organes de machines. La troisième partie traite les matières diverses pouvant être accessoirement utilisées dans les constructions.

Steel and its heat treatment (Acier et ses traitements thermiques) (5^e édition)

par D. K. BULLENS.

Un volume de 606 pages, format 15 × 23 cm, illustré de 283 figures. Edité par John Wiley & Sons, New-York, 1949. Prix : \$ 7.50.

Ce volume constitue le troisième volume de la série d'ouvrages consacrés aux traitements thermiques des aciers.

Il est réservé plus spécialement aux aciers mécaniques et aciers spéciaux.

Les principaux chapitres de cet important volume, rédigé par des spécialistes dont la compétence se reflète à travers tout le livre, sont les suivantes : Effets d'éléments alliés dans les aciers sur les diagrammes d'équilibre et de déséquilibre — Eléments d'alliage existant en très faible teneur — Comportement et coût de quelques éléments alliés — Aciers alliés normalisés — Aciers alliés souples — Aciers alliés complexes — Moulages d'acier — Dureté et trempe — Aciers alliés carburés — Aciers pour emploi aux basses températures — Aciers ferritiques et aciers austénitiques pour emplois aux hautes températures — Aciers résistant à la corrosion et à l'usure, etc.

The Ferrous Metal Industry in Germany during the period 1939-1945 (L'industrie sidérurgique en Allemagne pendant la période 1939-1945)

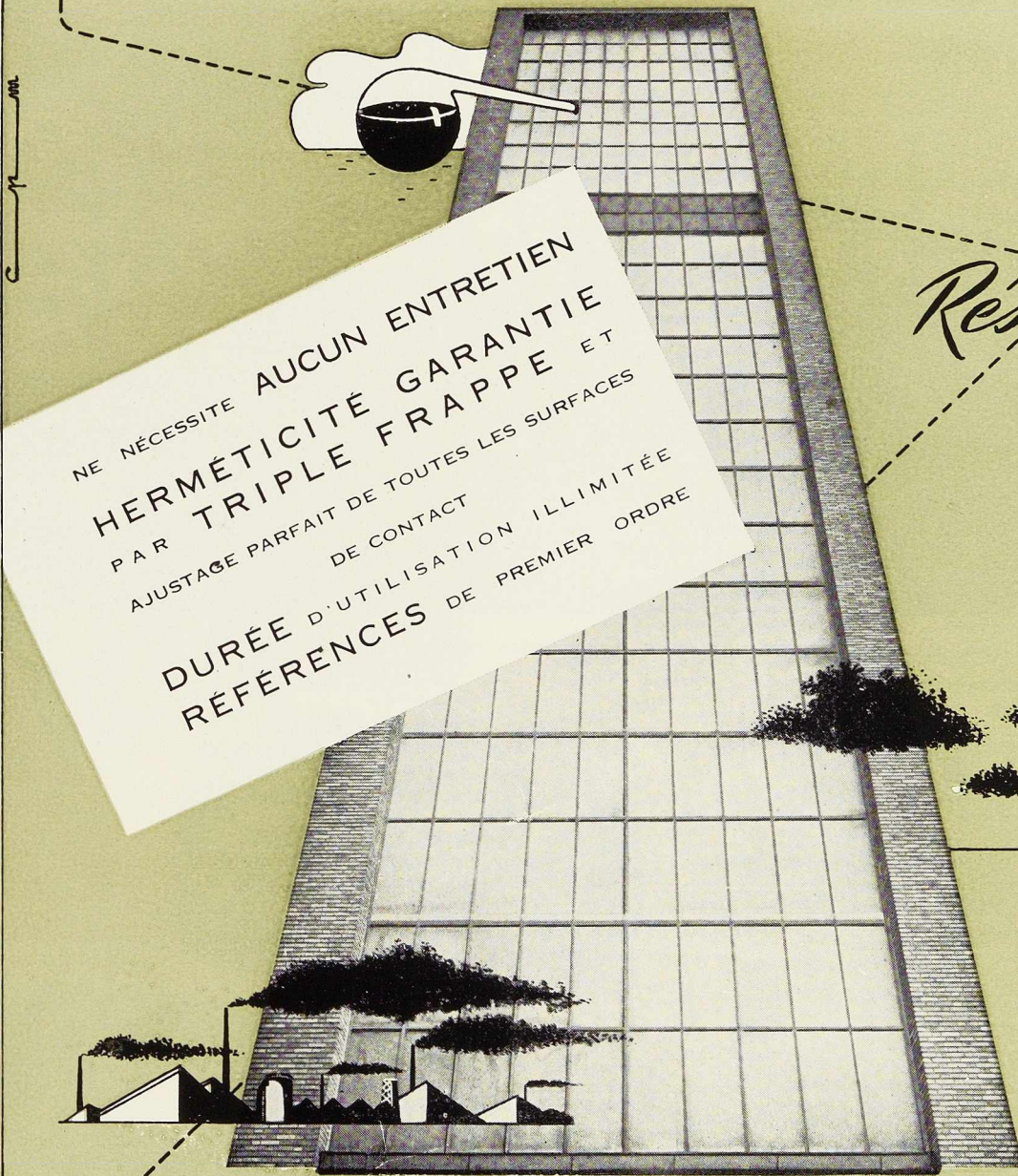
Un ouvrage de 270 pages, format 15 × 24 cm. Edité par H. M. Stationery Office, Londres, 1949. Prix : 4 s. 6 d.

Le rapport publié par les Autorités britanniques sur les activités de guerre de la sidérurgie allemande contient d'intéressantes indications sur les sujets suivants : Hauts fourneaux — Elaboration de l'acier — Traitements mécaniques — Fonderie, aciers, ferro-alliages et métaux durs — Traitements thermiques — Découpage et assemblage — Revêtements protecteurs — Recherche et essais, etc.



"ZELITH"

LE CHASSIS DE FENÊTRE
EN FONTE D'ART
RIGIDE ET HERMÉTIQUE

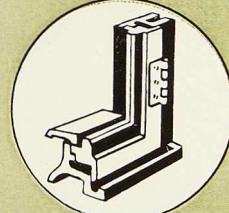


NE NÉCESSITE AUCUN ENTRETIEN
HERMÉTICITÉ GARANTIE
PAR TRIPLE FRAPPE ET
AJUSTAGE PARFAIT DE TOUTES LES SURFACES
DE CONTACT
DURÉE D'UTILISATION ILLIMITÉE
RÉFÉRENCES DE PREMIER ORDRE

Résiste

à toute **CORROSION!**

PROFILS VARIÉS A L'INFINI
ET D'UNE LIGNE IMPECCABLE



ATELIERS D'ART ET FONDERIES DE ZELEM
MOENS & C^o S. A.
23, Chaussée de Charleroi - BRUXELLES Usines et Fonderies - ZELEM (Limbourg)



Batterie Lecoq de 70 fours, mise en service en 1949.

COKERIES

MÉTALLURGIQUES ET GAZIÈRES

USINES A SEMI-COKE

USINES A GAZ

FOURS VERTICAUX ET CORNUES

USINES DE RÉCUPÉRATION

GOUDRON, BENZOL, AMMONIAQUE

ÉPURATION DU GAZ

VOIE SÈCHE OU HUMIDE

**USINES A SULFATE,
DE COCKERIE OU DE SYNTHÈSE**

USINES A ENGRAIS COMPOSÉS

FOURS INDUSTRIELS

MÉTALLURGIQUES, FORGES, MÉCANIQUES
CÉRAMIQUES, EMAILLE, ETC.

GAZOGÈNES

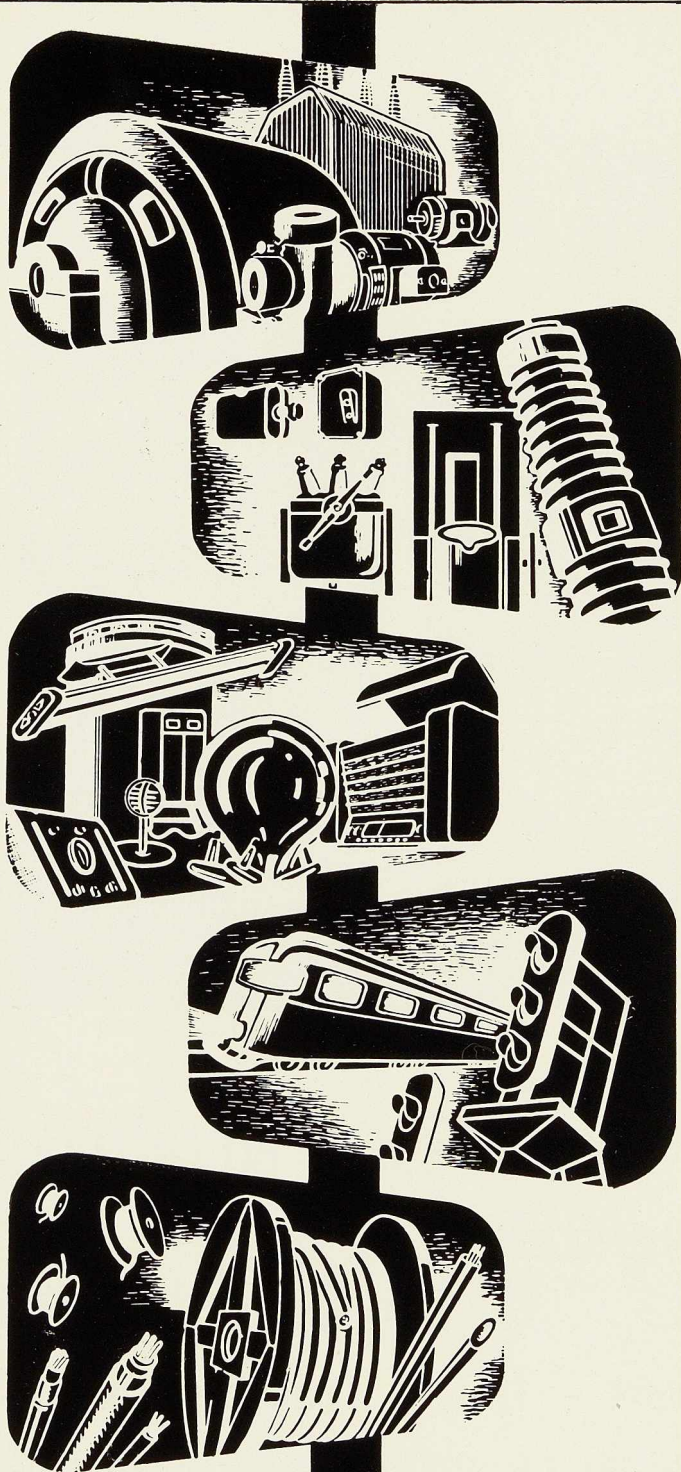
GAZ PAUVRE, GAZ A L'EAU, CONVERSION

GAZOMÈTRES

**LES
FOURS LECOQ**

SOCIÉTÉ ANONYME

215, Chaussée d'Alseberg,
UCCLE I (BRUXELLES)



Les **ACEC**
construisent...

**MACHINES ÉLECTRIQUES
ET MATÉRIEL MÉCANIQUE**

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

APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES

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

MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE

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

SIGNALISATION ÉLECTRIQUE

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

CABLERIE

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

4 USINES

Superficie totale : 100 hectares.

Ateliers et bureaux : 220.000 m².

11.600 ouvriers, employés et ingénieurs.

**ATELIERS DE CONSTRUCTIONS
ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI
BELGIQUE**





Utilisez les

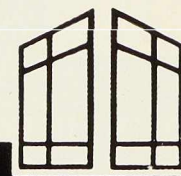
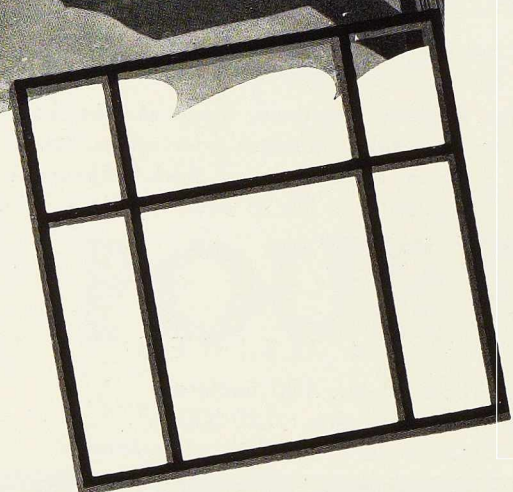
Châssis métalliques

fabriqués par

La S.A. Métal Autogène

Portes - Volets - Chambranles métalliques

PLANS ET OFFRES SANS ENGAGEMENT



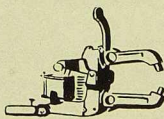
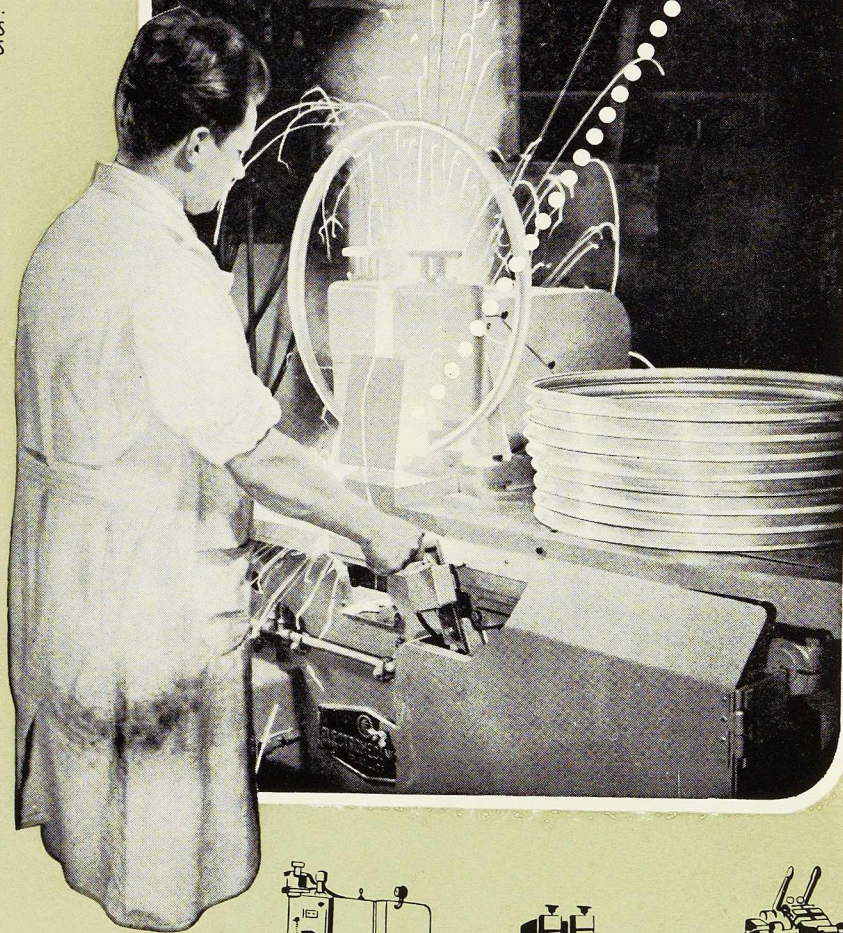
S. A. LA METAL AUTOGENE

490, rue Saint-Léonard, LIÈGE - Tél. 604.50 (2 lignes) - Télégr. LAMETAL

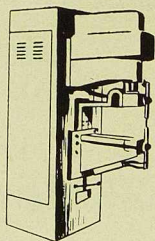
REALISATION PUBLIGRAPHIE - BRUXELLES

SOUEZ PAR RESISTANCE... VOUS REDUIREZ VOS PRIX DE REVIENT.....

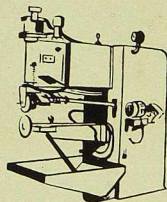
SOUEUSE AUTOMATIQUE POUR LA FABRICATION DE JANTES EN ALLIAGES LÉGERS (DURALUMIN et autres)



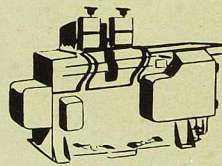
PINCES A SOUDER POUR CARROSSERIES POUR MEUBLES MÉTALLIQUES, ETC.



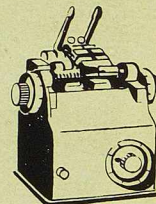
SOUEUSES AU POINT DE 12 A 175 KVA
SOUEUSES-PRESSES ETC.



SOUEUSES AU GALET
SOUEUSES TRANSVERSALES ET LONGITUDINALES



SOUEUSES EN BOUT DE 6 A 300 KVA
SOUEUSES POUR CHASSIS
SOUEUSES POUR FEUILLARDS, ETC.



SOUEUSES POUR TRÉFILERIES POUR L'ACIER, LE CUIVRE, L'ALUMINIUM ET LE LAITON

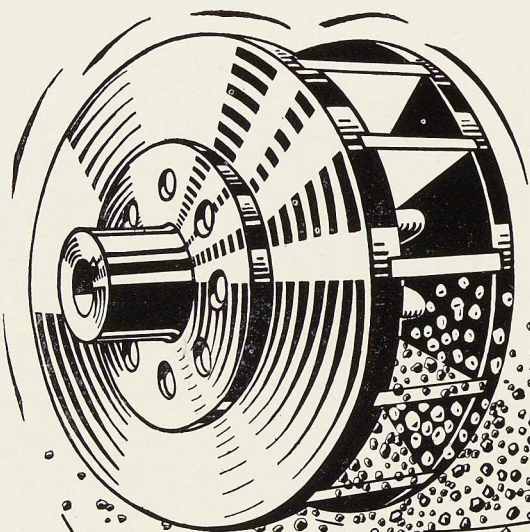


S.A.
N.V.

ELECTROMECHANIQUE BRUXELLES BELGIUM

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

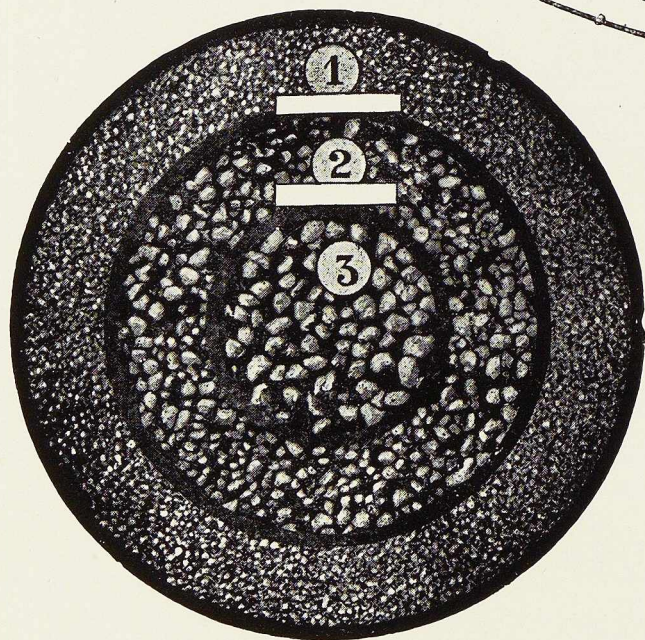
DÉCAPAGE
DÉSABLAGE
par ...



LES

GRENAILLES

BEECKMANS



*Les plus résistantes,
les plus régulières*

GRENAILLES D'ACIER RONDES
ET ANGULAIRES
EN TOUS CALIBRES

GALETS DE MER CONCASSÉS,
CALIBRÉS, DÉPOUSSIÉRÉS

SILEX ET QUARTZ

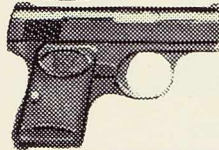
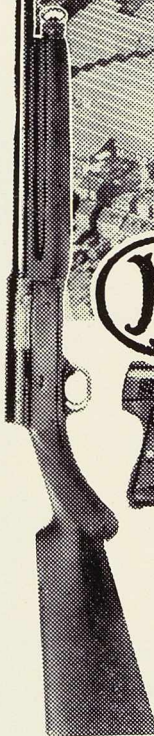
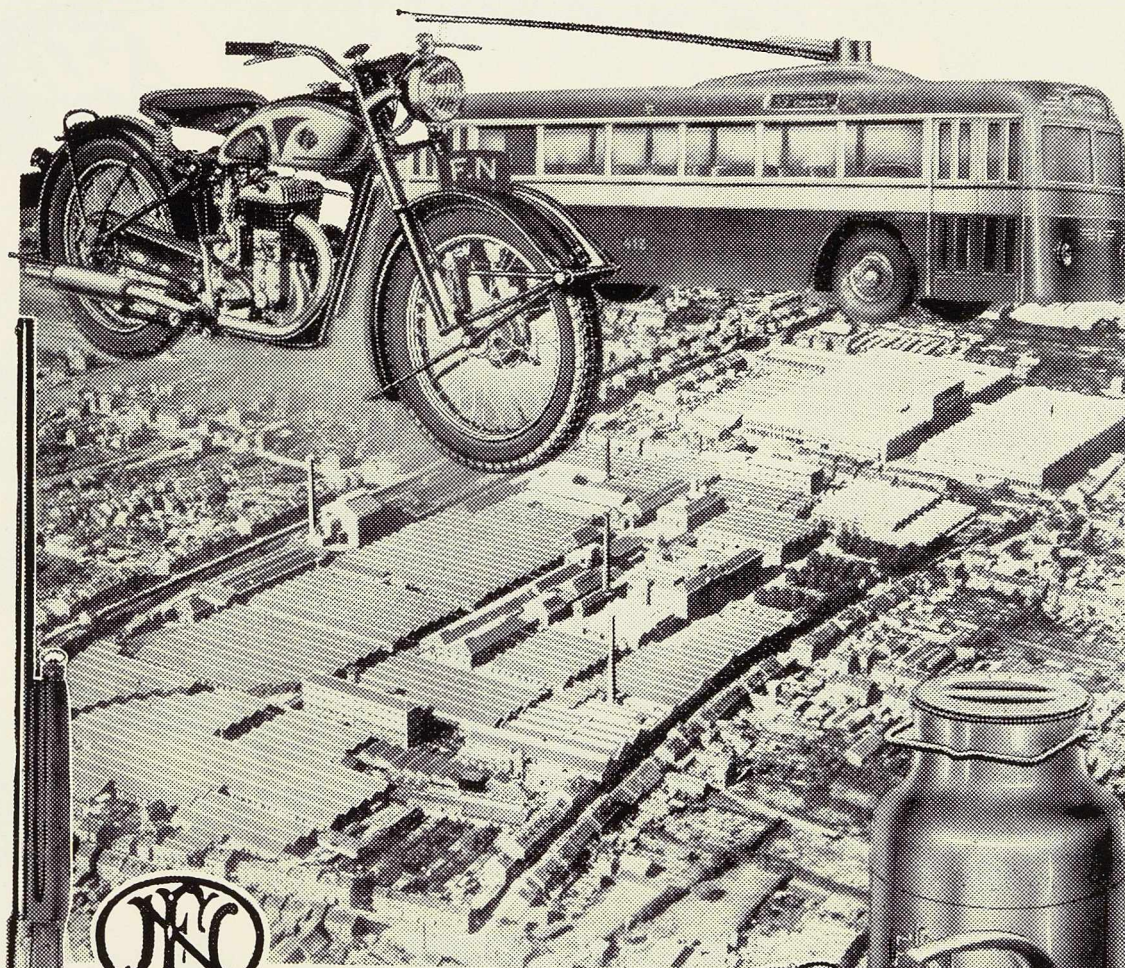
SABLE DU RHIN

S. A. J. BEECKMANS

75-77, RUE DE MARCHIENNE, JUMET-LEZ-CHARLEROI - Tél. 134.30 Charleroi



40 HECTARES - 8.000 OUVRIERS
7.500 MACHINES-OUTILS - 8.000 HP



ARMES ET MUNITIONS

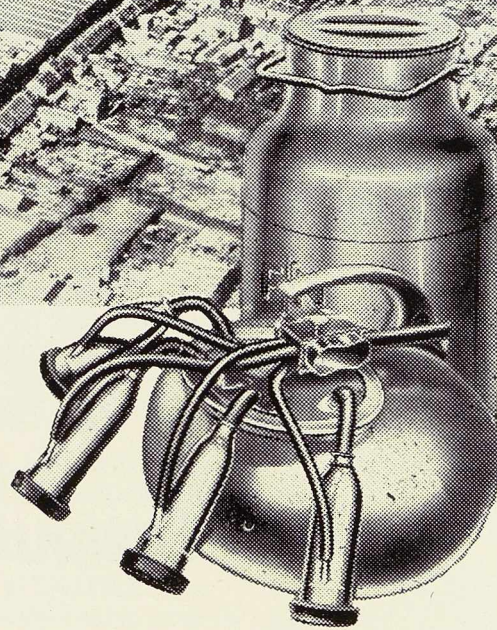
FUSILS, CARABINES, PISTOLETS
MUNITIONS DE CHASSE ET DE DEFENSE

VEHICULES

CAMIONS, TRACTEURS, MOTOCYCLETTES
TROLLEYBUS, VEHICULES SPECIAUX

MATERIEL AGRICOLE

MACHINES A TRAIRE, CRUCHES A LAIT



CARBURES METALLIQUES : MITIA F. N.
FORGE - FONDERIE : ALLIAGES

★ TRAITEMENTS THERMIQUES
LEGERES ET ULTRA-LEGERES

FABRIQUE NATIONALE D'ARMES DE GUERRE, S. A., HERSTAL (BELGIQUE)

OSTENDE-QUAI
tél. 725.26



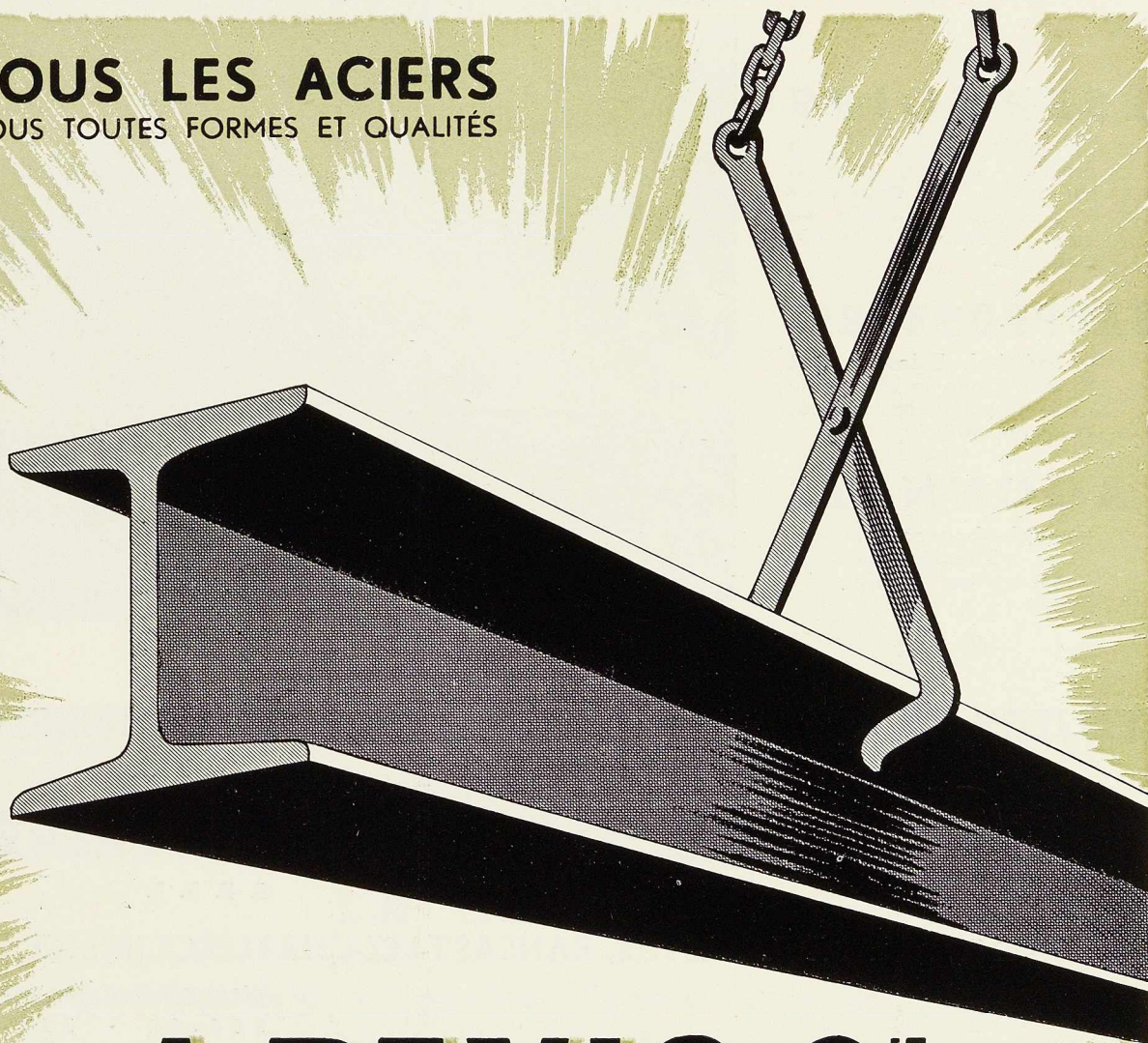
SI PRATIQUE!

*Un simple coup de téléphone suffit
pour réserver un emplacement
pour votre VOITURE
à bord des paquebots de la ligne*

Ostende-Douvres

Demandez nos conditions pour le transport de marchandises en
EXPRESS, G. V. ET P. V. — TEL. BRUXELLES : 12.51.65 — SERVICE DES PAQUEBOTS

TOUS LES ACIERS
SOUS TOUTES FORMES ET QUALITÉS



A. DEVIS & C^{IE}

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.)

RESERVOIRS

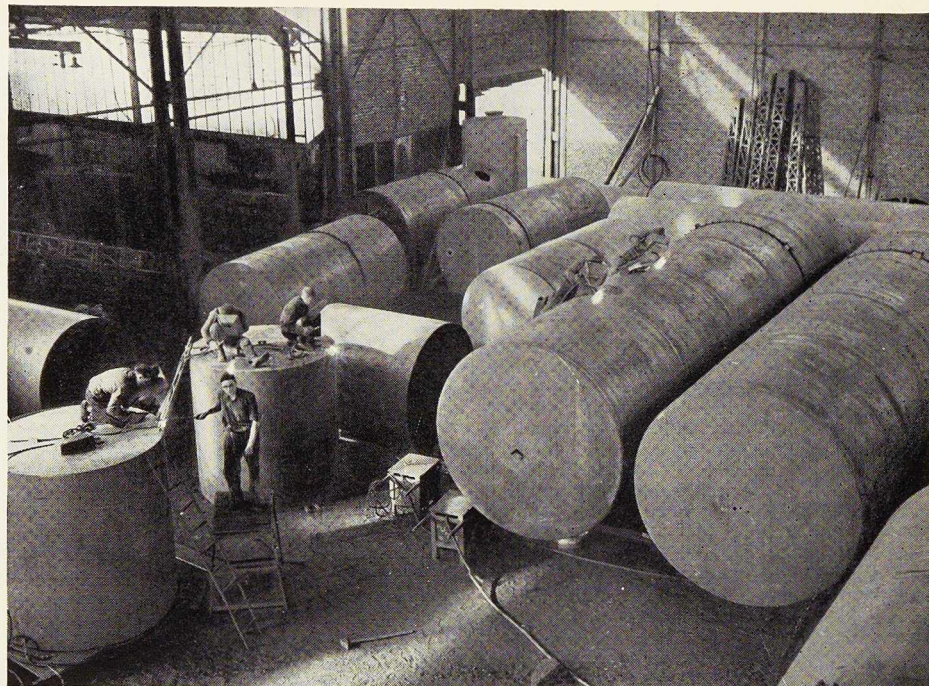
de toute capacité, pour essence, mazout, produits chimiques, etc. Réservoirs à pression. Réservoirs en acier inoxydable et en Birmabright.

CHAUDRONNERIE

en général. Tôles de 3 à 30 mm. Toute la chaudronnerie en aciers inoxydables et en cuivre.

WAGONNETS

pour charbonnages et carrières. Trémies, bouloirs transporteurs, chaînes à godets.



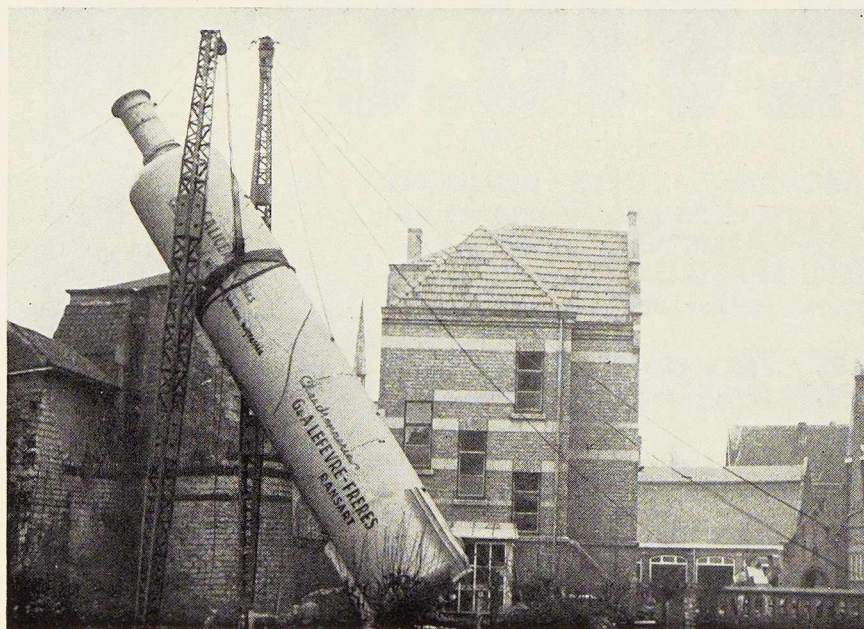
ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ET CHAUDRONNERIES

G. ET A. LEFEVRE FRERES

S. P. R. L.

111, RUE PAUL PASTUR, RANSART-LEZ-CHARLEROI (BELGIQUE)

TÉLÉPHONE : CHARLEROI
5 0 6 . 4 2 - 5 2 6 . 3 5



WAGONS-CITERNES

calorifugés, en acier inoxydable et en Birmabright. Réparation de tous les types de wagons.

←
Ci-contre : accumulateur fonctionnant à la pression de 13 kg/cm².

Caractéristiques :

Diamètre : 3 000 mm

Hauteur : 16 000 mm

Poids : 37 tonnes.

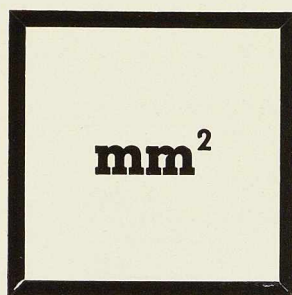
Les solutions modernes exigent des diminutions de poids

Les sections se réduisent,

Dès lors...

Quand...

chaque...



compte...

CONSULTEZ LA

S. A. DES USINES GILSON
LA CROYERE

qui trouvera, dans sa gamme d'aciers éprouvés, la qualité
qu'il vous faut

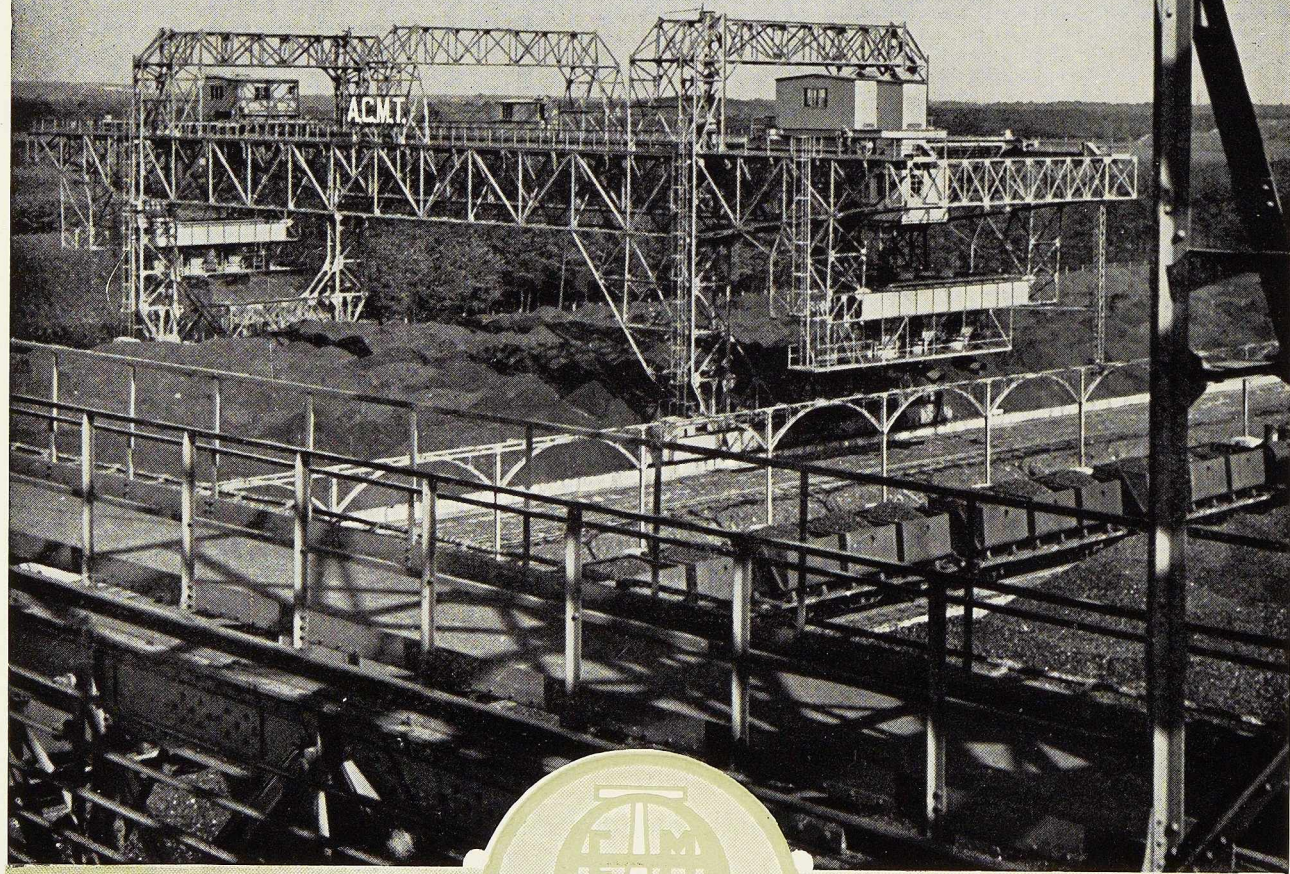
ACIERS SPECIAUX, S-M ET ELECTRIQUES
ACIERS ALLIES

de construction, cémentation et outillage
livrés laminés ou forgés, à l'état brut ou
parachevé, recuit ou traité.

RONDS RECTIFIES, POLIS AU 1/100 mm

PONTS PORTIQUES

A.C.M.T.



**ATELIERS DE CONSTRUCTION
MECANIQUE DE TIRLEMONT**

Anciennement Ateliers J. J. Gilain

TÉLÉGRAMMES : GILAIN - TIRLEMONT - TÉLÉPHONE : 12

U.T.C.B.

UNION DES TRÉFILERIES ET CLOUTERIES BELGES

Société Coopérative

54, rue de Namur

BRUXELLES

Adresse télégraphique : UTECEBE

Téléphones :

12.31.15, 12.31.14, 11.67.84, 11.93.07

Registre du comm. Bruxelles n° 56208

Compte chèques postaux n° 96.64

Usines affiliées :

- | | |
|--|---|
| S. A. Clout. et Tréfil. des Flandres, Gentbrugge | S. A. Clouteries Alex. Baudoux, à Font.-l'Ev. |
| Soc. des Tréfileries Léon Bekaert à Zwevegem | S. A. Usines Dercq, à Fontaine-l'Evêque |
| S. A. Sambre-Escout, à Hemixem | S. A. Franco-Belge des Laminoirs et Tréfileries
d'Anvers, 1, rue Rubens, à Anvers. |
| S. A. des Forges de Clabecq, à Clabecq | S. A. Clouterie et Tréfilerie des Flandres, div.
Otlet, à Fontaine-l'Evêque |
| S. A. Ougrée-Marihaye (div. Tréf.), à Hemixem | S. A. Métallurgique de et à Bissen (G.-D. Lux.) |
| S. A. La Fontainoise, à Fontaine-l'Evêque | |
| S. A. Us. et Ac. Allard, à Mt-sur-Marchienne | |

TOUS LES PRODUITS DE TRÉFILERIE ET DE CLOUTERIE :

Fils en acier Thomas ou Siemens-Martin clairs, recuits, cuivrés, vernis, galvanisés, étamés. — Ronces artificielles. — Torons. — Câbles pour linge. — Ressorts de lits et de meubles, cuivrés ou galvanisés. — Treillage triple torsion. — Treillage simple torsion. — Pointes de Paris, Crampons (clous cavaliers), Crochets d'ardoises, Clous hors fil et hors tôle, Clous de souliers, etc.

USINES METALLURGIQUES DU HAINAUT



HAUTS FOURNEAUX - ACIÉRIES
LAMINOIRS
ATELIERS DE CONSTRUCTION
LOCOMOTIVES

Chaudronnerie - Grosse Mécanique

Siège social : COUILLET (Belgique)

Registre du Commerce : Charleroi 1596



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

A N V E R S	399.50
BRUXELLES	12.30.00
LI È G E	TELEX 41
G A N D	609.10
	584.75

TARIFS ET CAHIERS DE FORMULAIRES FOURNIS GRATUITEMENT



PONTS FIXES ET MOBILES, CHARPENTES
DE TOUS GENRES ET PORTEES, OSSATURES
METALLIQUES POUR USINES ET MAISONS,
HANGARS, PYLONES, TANKS, RESER-
VOIRS, MATERIEL FIXE POUR CHEMIN DE
FER, PORTES, ESCALIERS, ETC., ETC.



EECLOO (Belgique)

ETABLISSEMENTS D. STEYAERT-HEENE

LIÈGE

★ PORT MARITIME ET FLUVIAL ★

Plaque tournante
de l'Europe occidentale

IMPORTATION - TRANSIT - EXPORTATION

Relations fluviales avec :

Anvers, Gand, Bruxelles, la Hollande;
Charleroi, le Borinage, les Ardennes françaises, Paris et la
Lorraine;
La Ruhr, la Sarre, Strasbourg, l'Alsace, Bâle et la Suisse.

Communications maritimes avec :

L'Angleterre, l'Irlande, les pays nordiques et baltes;
Les côtes de la Manche et de l'Atlantique;
Les pays méditerranéens et l'Afrique du Nord.

TRANSITS DIRECTS ET INTERROMPUS — DÉDOUANEMENTS — ENTREPÔTS — TRANSBORDEMENTS —
CHARGEMENT ET DÉCHARGEMENT — STOCKAGE — INSTALLATIONS MODERNES POUR LA MANU-
TENTION DES GRAINS

Bureaux : 14, quai de Maestricht, LIÈGE - Téléphone 23.98.20

BUREAU TECHNIQUE
DE CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES
RENÉ LEBOUTTE

ING. TECHN. I.G.Lg.

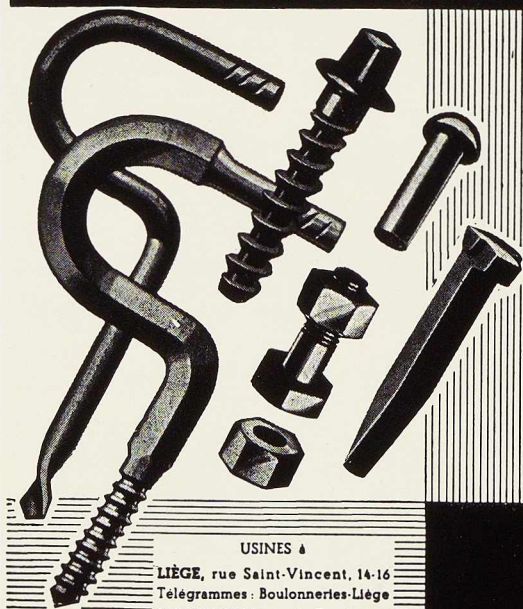
6, rue Joseph-Delbœuf, 6
LIÈGE. - Tél. 43.03.33

Charpentes métalliques
Béton armé

25 ANS DE PRATIQUE
IMPORTANTES RÉFÉRENCES

— sa devise... **SERVIR**

**SYSTÈME DES BOULONNERIES DE LIÈGE
ET DE LA BLANCHISSERIE**



USINES à

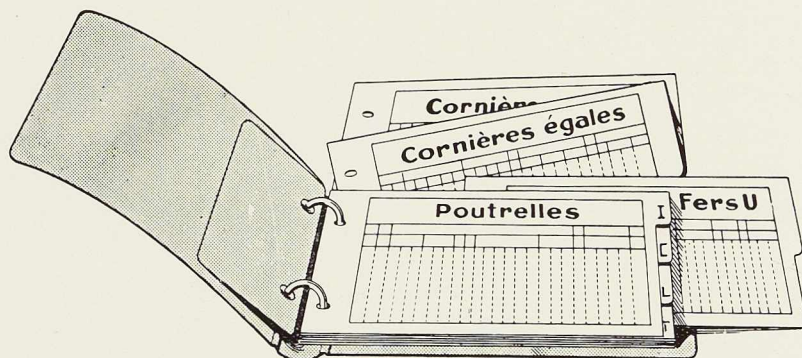
LIÈGE, rue Saint-Vincent, 14-16
Télégrammes : Boulonneries-Liège
MARCINELLE, rue de Couillet, 82
Telegr. : Boulonneries - Charleroi



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

CATALOGUE DES PROFILES

laminés par les usines belges et luxembourgeoises



Prix du catalogue : 100 francs

Autres publications du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier

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	épuisé
Catalogue des Aciers pour constructions mécaniques , par la Commission Mixte des Aciers	Fr. 60,—
Calcul des constructions mixtes acier-béton , par V. Forestier	Fr. 90,—

EN PRÉPARATION :

Calcul des fermes métalliques , par V. BATAILLE	Fr. 90,—
--	----------

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



INDUSTRIELS,

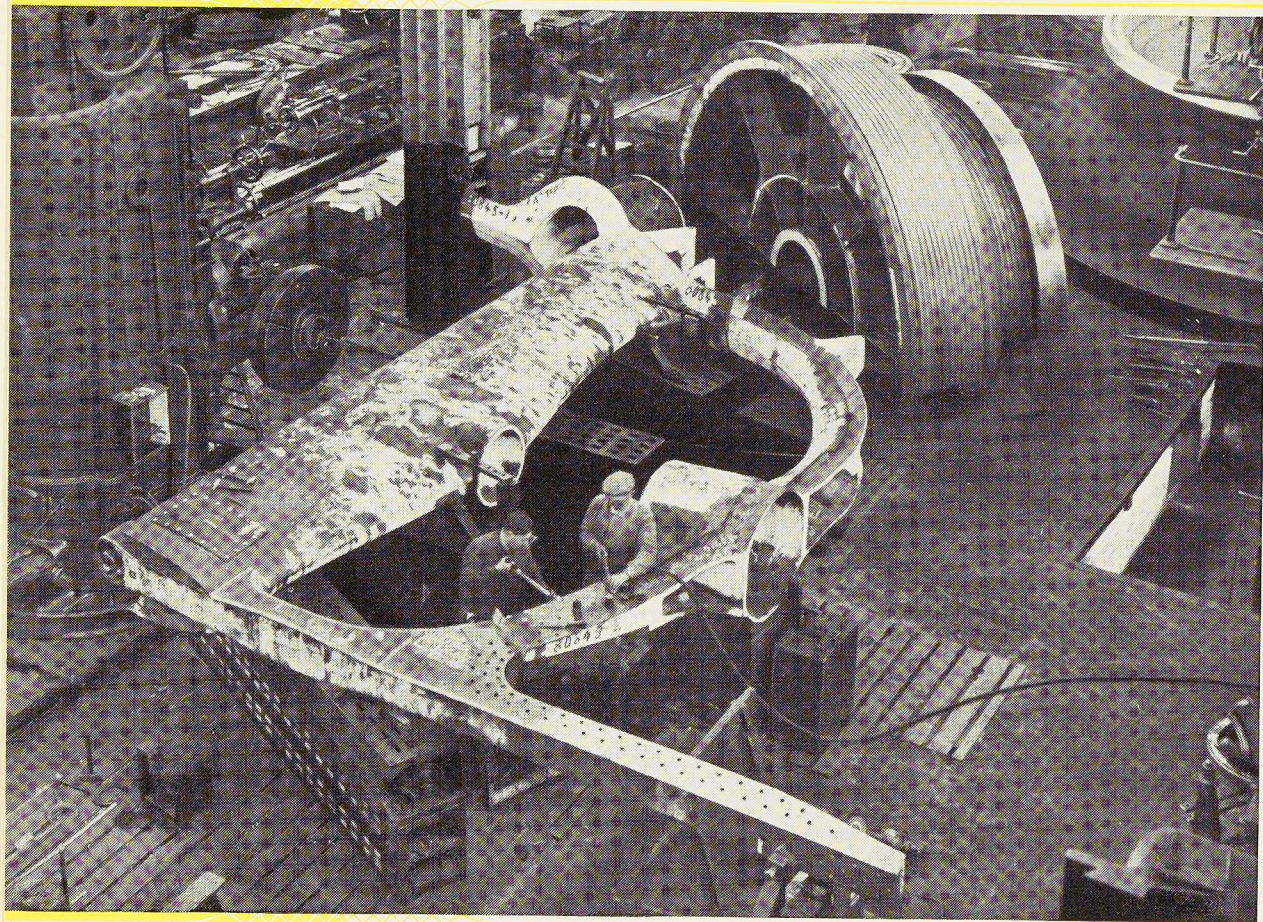
**La concurrence s'annonce âpre.
Abaissez vos prix de revient !**

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



Usinage sur plancher américain
d'un étambot pour bateau de
10 000 tonnes

Ensemble de 3 pièces, dont
2 en acier coulé et une en
acier forgé

METALLURGIE • CONSTRUCTIONS
MECANIQUES & METALLIQUES
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING • BELGIQUE

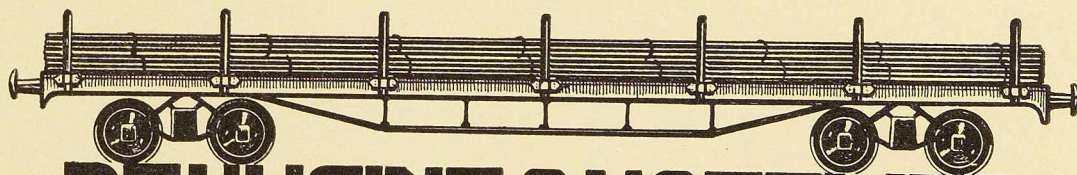
CRÉATION ET. JEAN MALVAUX, S. A., BRUXELLES

gil.

GETTE REVUE EST TIRÉE PAR L'IMPRIMERIE G. THONE A LIÈGE

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A		J	
A. C. E. C.	53	S. A. Ateliers de Construction Jambes	
Acma, S. A.	26	Namur	14
A. C. M. T.	62	Atelier de Construction de Jemeppe-	
L'Air Liquide	6	sur-Meuse	31
Administration Communale d' Anvers	10	Jouret	37
Arcos , « La Soudure Electrique Auto-		L	
gène »	17	R. Leboutte	66
Ateliers Métallurgiques Nivelles	16	L. Leemans & Fils, S. A.	25
Awans-François, S. A.	34	Lefèvre Frères	60
B		Laminoirs de Longtain	11
Balteau	32	M	
Baume et Marpent	13	Administration de la Marine	58
Beekmans	56	Métal-Autogène	54
B. E. I.	67	G. Moens & C^o	51
Tréfileries Léon Békaert	19	N	
Belradio	64	Nobels-Pelman	couv. IV
Usines Gustave Boël	12	O	
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis	23	L'Oxydrique Internationale	29
Boulonnerie de Liège et de la Blanchis-		P	
serie	66	Phénix-Works	27
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve	2	Port de Liège	66
C		S	
P. & M. Cassart	5	Siderur	48
C. E. I.	49	S. N. C. B.	couv. III
C. B. L. I. A.	67	Soudométal	7
Chamébel	30	Steyaert-Heene	65
Cockerill	68	T	
Columeta	8-9	Imprimerie G. Thone	69
La Construction soudée, S. A.	20	S. A. des Hauts Fourneaux et Aciéries de	
D		Thy-le-Château et Marcinelle	45
Dayum	35	Le Titan Anversois, S. A.	33
Etabl. Thomas Defawes	21	Travail Mécanique de la Tôle	15
Alexandre Devis & C^o	39-59	Travaux Métalliques de Boom	18
Ateliers de la Dyle	44	Usines à Tubes de la Meuse	46
E		U	
Electromécanique	55	Ubell	43
Société Métallurgique d'Enghien Saint-		Ucométal	40-41
Eloi	couv. II	Usines Métallurgiques du Hainaut	64
E. S. A. B.	47	U. T. C. B.	63
S. A. Métallurgique d'Espérance Longdoz	38	U. T. M. M.	36
F		V	
Fabrique de Fer	22	Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L.	28
Fabrique Nationale d'Armes de Guerre	57	W	
Foire Internationale de Liège	50	Anciens Ets Paul Würth	42
Fours Lecocq	52		
G			
Usines Gilson, S. A.	24-61		



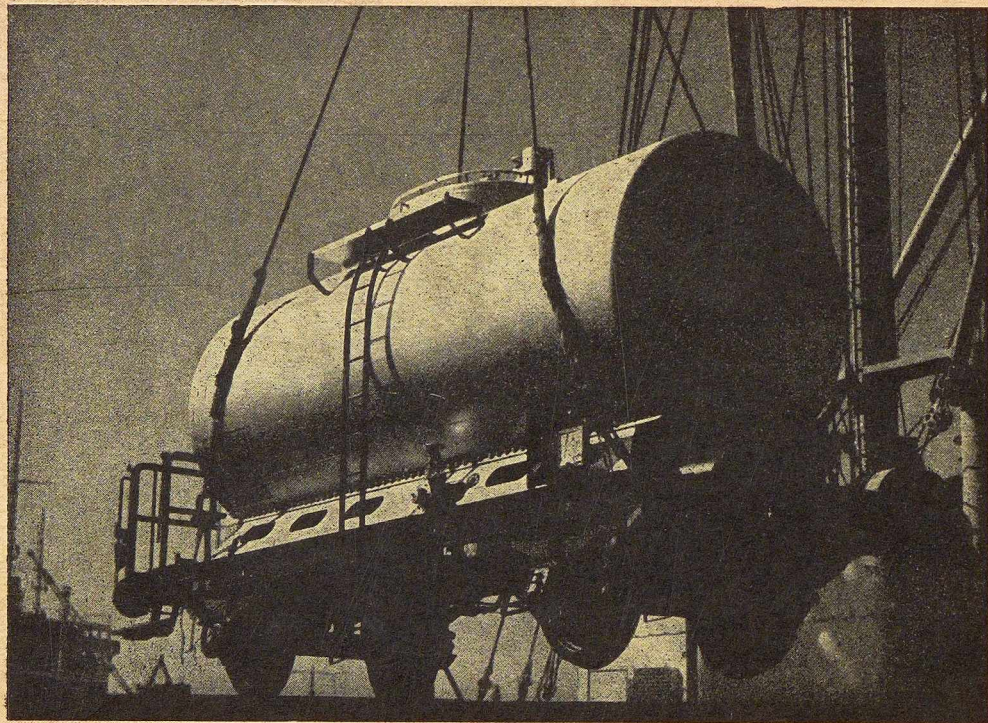
DE L'USINE A L'ATELIER DE L'ATELIER A U CHANTIER

Transport de produits métallurgiques: poutrelles, ronds
à béton, etc., au moindre prix et avec le maximum de
célérité, par les soins de la

SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES

Renseignements: S.N.C.B.-Bureau 61-31, 17, rue de Louvain, Bruxelles. Tél. 12.30.50. poste 36.15

NOBELS-PEELMAN



ANC. ETABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES (S. A.)

Téléphones : 13 et 235

ST-NIKLAAS

BELGIQUE

METAALWERKHUIZEN VOORHEER (N. V.)

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

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

