

L'OSSATURE METALLIQUE

UNIVERSITEIT GENT
AFDELING voor SOUWKUNST
3000 SINT-PIETERSSTRAAT, GENT

14^e ANNÉE

4

A V R I L
1 9 4 9

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

LA BRUGEOISE
ET NICAISE
& DELCUVE



STUDIO SIMAR STEVENS

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 (2 lignes)
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

14^e ANNÉE

N° 4

AVRIL 1949

S O M M A I R E

Etançonnements métalliques utilisés pour l'exécution du tunnel de la Jonction Nord-Midi, par V. Roisin	173
Les récentes conceptions soudées en matière de châssis dans la construction des camions automobiles, par Ed. Henrion	183
La charpente métallique soudée de la Halle aux marchandises sous voie, de la nouvelle Gare de Bruxelles-Midi, par P. Picalausa	189
Passerelles en tubes d'acier en Grande-Bretagne	196
Plaques d'envol	198
Maisons préfabriquées américaines	200
Calcul analytique des arcs à 2 articulations à ligne moyenne circulaire, par I. Toth	204
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois de février 1949. - Centre National de Recherches Métallurgiques. - Foire internationale de Liège 1949. - Echos et Nouvelles	215
BIBLIOTHÈQUE	219
BIBLIOGRAPHIE	220

ABONNEMENTS 1949 (11 numéros) :

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

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

Etats-Unis d'Amérique et leurs possessions : 8 dollars, payables à M. Léon G. RUCQUOI, Technical Consultant to the Steel and Mechanical 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**.



TOUS LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

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

Tél. 26.98.10 (plusieurs lignes)

Tél. 26.98.17 (deux lignes)

Tél. 43.72.69 - 43.72.70

C. C. P. 87.61

R. C. B. 10.741

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Président d'Honneur : M. Albert D'HEUR

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

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

Vice-Président :

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

Administrateur-Conseil :

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

Membres :

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

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{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, Directeur Général de la Fabrique de Fer de Charleroi,
M. François PEROT, Administrateur-Délégué de la S. A. d'Ougrée-Marihaye, Vice-Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges,
M. Henri ROGER, Directeur Général des H. A. D. I. R., à Luxembourg.

Liste des Membres

ACIÉRIES BELGES

Usines Gustave Boël, S. A., à La Louvière.
Fabrique de Fer de Charleroi, S. A., à Charleroi.
Forges de Clabecq, S. A., à Clabecq.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
Métallurgique d'Espérance Longdoz, S. A., 1, rue de Huy, Liège.
Usines Gilson, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.
Forges et Laminoirs de Jemappes, S. A., à Jemappes.
Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.
Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.
Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.
Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

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

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
Emalleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.
Usines Gilson, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croÿère, Bois-d'Haine.
La Métal-Autogène, S. A., 490, rue Saint-Léonard, Liège.
Usines de Moncheret, à Acoz, Division de la S. A. des Aciéries et Minières de la Sambre.
Laminoirs de l'Ourthe, S. A., Sauheid-lez-Chênée.
Phénix Works, S. A., 1, rue Paul Borguet, Flémalle-Haute.
Laminoirs et Boulonneries du Ruau, S. A., à Monceau-sur-Sambre.
Travail Mécanique de la Tôle, S. A., 100, avenue des Anciens Etangs, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst réunis, à Mortsels-lez-Anvers.
Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de la Croÿère, Seneffe et Godarville, S. A., à La Croÿère.
Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.
Mécanique et Chaudronnerie de Bouffioulx, Bouffioulx-lez-Châtelineau.

ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

Ateliers de Construction de la Basse-Sambre, S. A., à Moustier-sur-Sambre.

Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.

Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis, S. A., 249-253 chaussée de Vleurgat, Bruxelles.

Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.

Société Anonyme Anciennes Usines Canon-Légrand, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.

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.

Chaurobel, S. A., à Huyssinghen.

John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.

La Construction Soudée, Anciens Etablissements André Beckers, S. A., chaussée de Buda, Haren.

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

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

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

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

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

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

Société Anonyme des Ateliers de Construction Flamencourt et C^{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, Auvélais.

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

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

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

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

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

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

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

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

La Manutention Automatique, S. A., Machelen.

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

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

Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.

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

Constructions Métalliques Hub. Simon, 148, rue de Plainevaux, Seraing-sur-Meuse.

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

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

Etablissements D. Steyart-Heene, à Eecloo.

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

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

Ateliers Vanderplanck, s. p. r. l., Fayt-lez-Manage.

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

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

Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

CHÂSSIS MÉTALLIQUES

Chamebel (Le Châssis Métallique Belge), S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.

« Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, La Louvière (Baume).

MEUBLES MÉTALLIQUES

Maison Desoer, S. A. (meubles métalliques ACIOR), 17-21, rue Ste-Véronique, Liège, 16, rue des Boiteux, Bruxelles.

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

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 Bockstael, Bruxelles.

Robert et Musette, S. A., 18A, rue de Namur, Bruxelles.

M. J. F. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U. I. Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.

MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 5, rue Jean Chapelié, 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.

: ASSURÉ MAXIMUM DE

Succès!

- OK TP pour les tôles minces.
- OK 42P pour les soudures galbées.
- OK 44P pour les positions difficiles et les joints grossièrement préparés.
- OK 47P la superélectrode
STANDARD
- OK 48P pour les soudures tenaces, en toutes positions.
- OK 50P pour les soudures de haute qualité, radiographiées.
- OK 52P pour l'acier Ac. 52.
- OK 55P la merveille de soudomé-tallurgie, pour les aciers demi-durs.



ESAB

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

PUBLIGRAPHIE
BRUXELLES



Arch. Paul Fontaine, Bruxelles

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE BAUME S. A.

SOMIEBA

TÉLÉPHONES : 279 LA LOUVIÈRE
15.81.57 BRUXELLES

LA LOUVIÈRE

MENUISERIES MÉTALLIQUES

CHASSIS, PORTES, CLOISONS EN ACIER

ANTICORODAL ET BRONZE

CHAMBRANLES ET TOLERIES

SABLAGE, PARKÉRISATION

METALLISATION

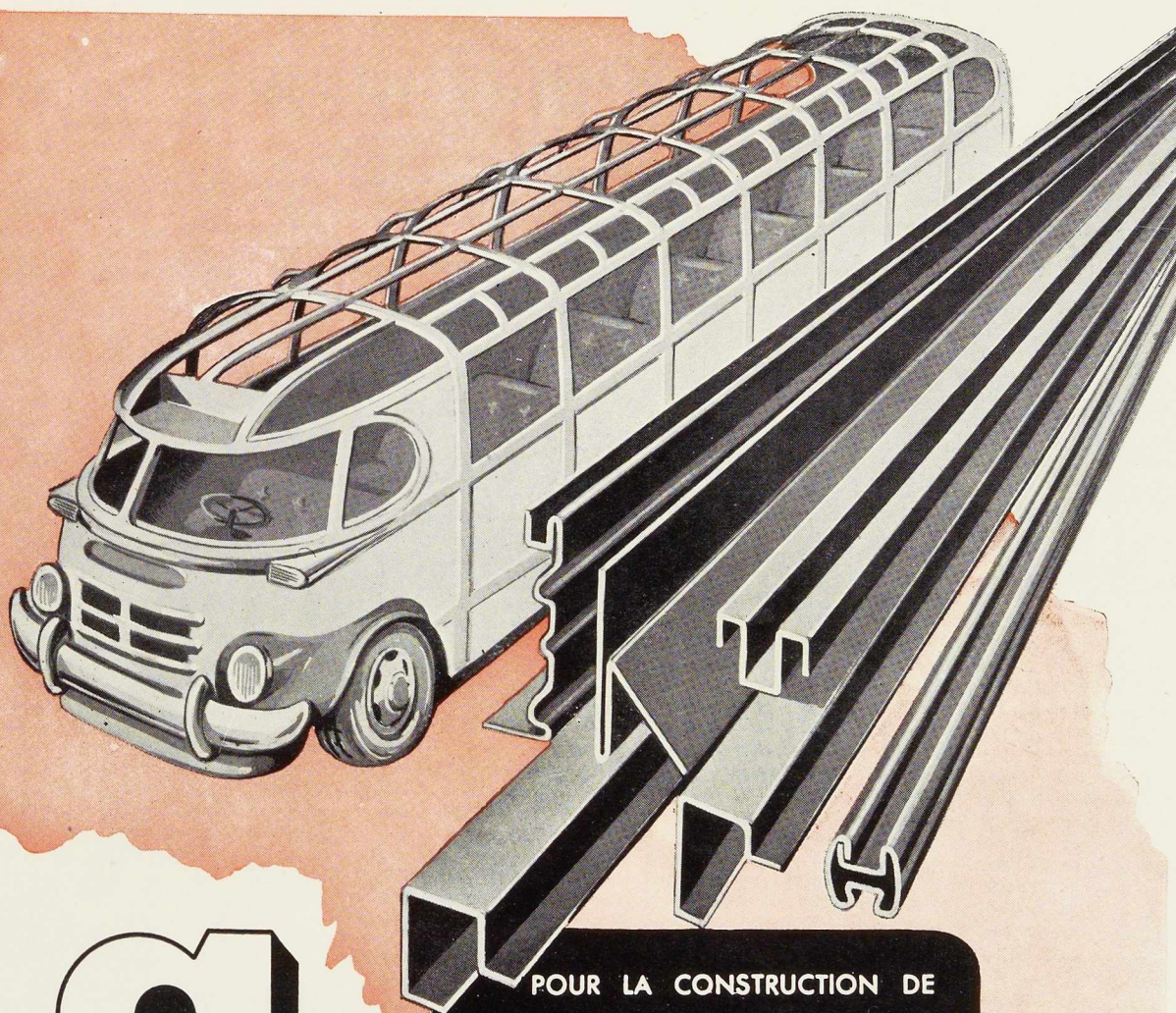
CONSTRUCTION

CHARPENTES, RÉSERVOIRS

TUYAUTERIES, POTEAUX

SOUDURE ÉLECTRIQUE

REGISTRE DE COMMERCE MONS 378



SC

SIDERUR

POUR LA CONSTRUCTION DE
 VOS VOITURES,
 VOS AUTOCARS,
 VOS CAMIONS,
 VOS BENNES, etc.

VOUS OFFRE DES :
PROFILÉS MOULURÉS A FROID
 HORS FEUILLARDS LAMINÉS
 A CHAUD
 (LÉGERS - RÉSISTANTS)

SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE SIDÉRURGIE S. A.

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

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

Office Technique de Publicité - Bruxelles.

POUR CONSTRUCTIONS CELLULAIRES AUTOSTABLES

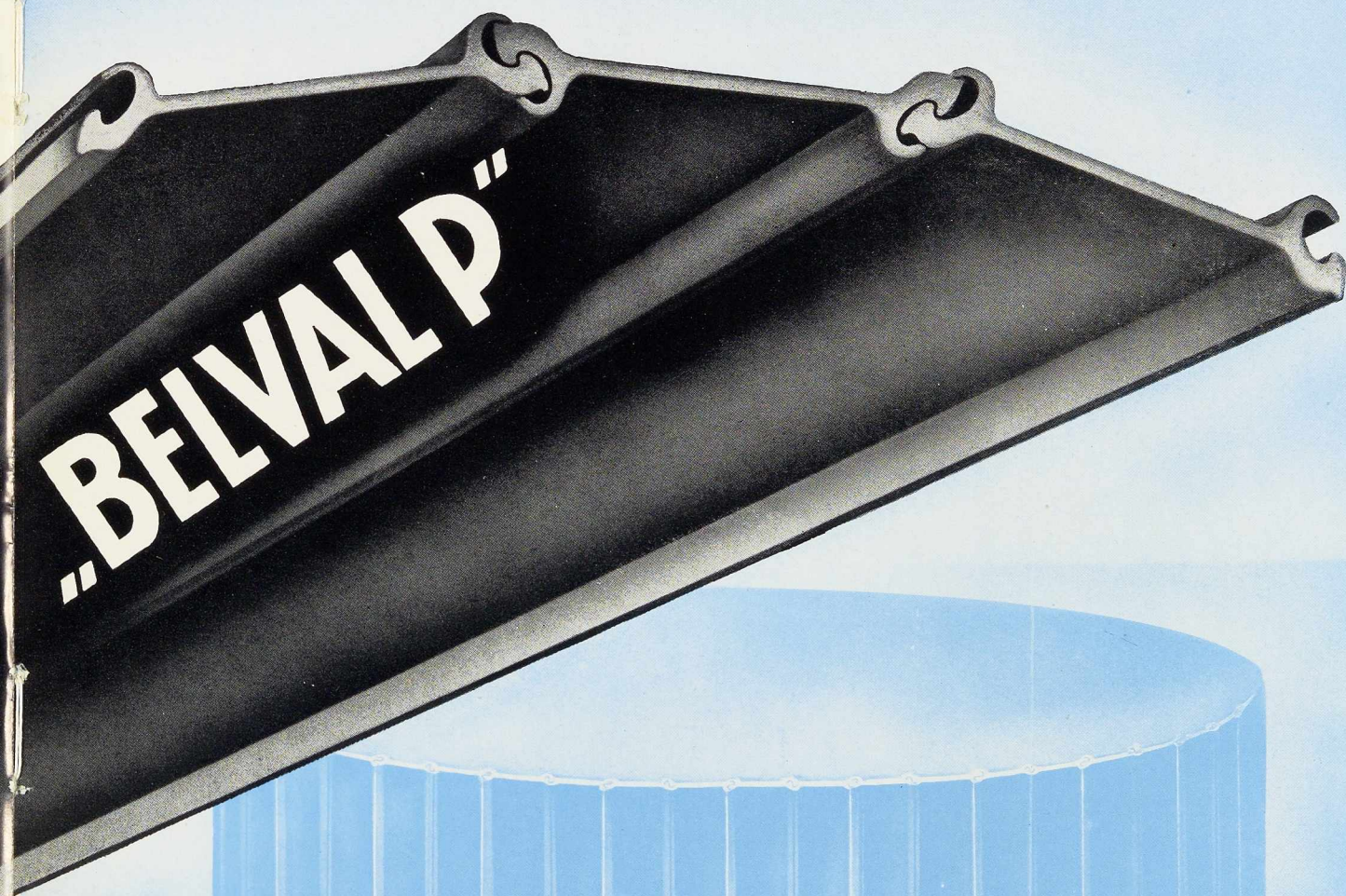
GABIONNÉES
CIRCULAIRES
EN FEUILLE
DE TRÉFLE

PALPLANCHES PLATES

POUR TOUTS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A :

POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE:
LA BELGO-LUXEMBOURGEOISE
BRUXELLES • 11, QUAI DU COMMERCE





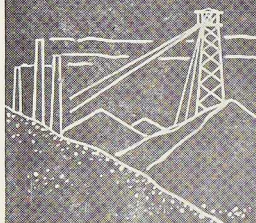
R A:

COLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG

TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

CHARBONNAGES



CANALISATIONS

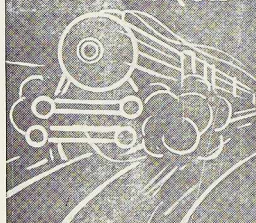


EAU

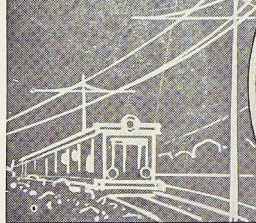


GAZ

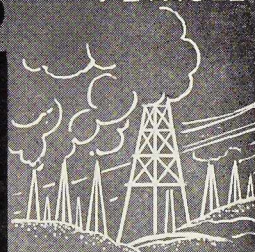
CONSTRUCTION MÉCANIQUE



TRANSPORT DE FORCE



PÉTROLE



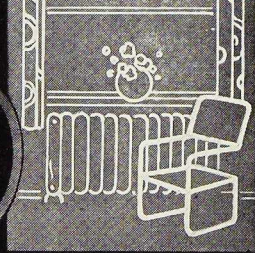
TRAVAUX PUBLICS



SPORTS



LE HOME



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



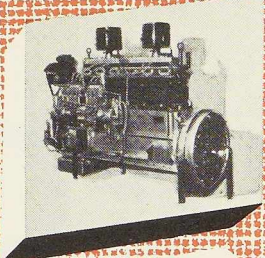
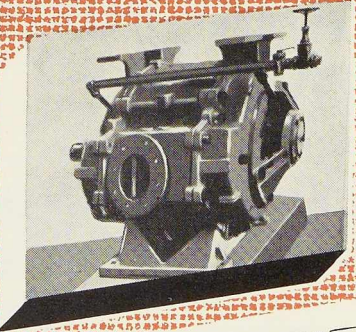
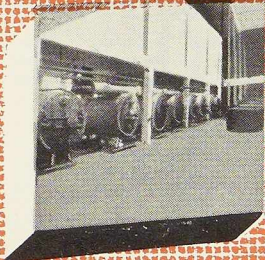
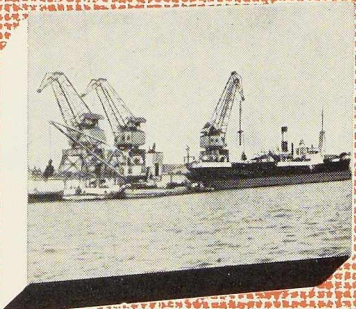
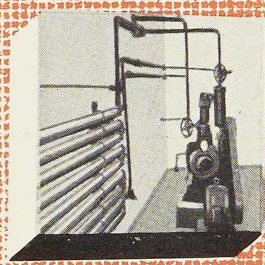
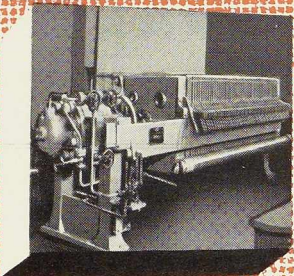
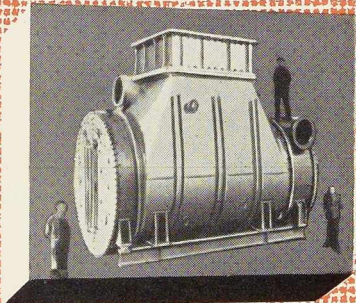
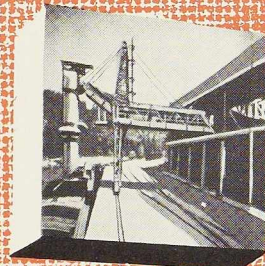
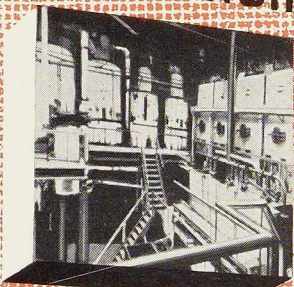
USINES À TUBES DE LA MEUSE

STÉ A ME FLEMALLE-HAUTE BELGIQUE

SOBELPRO

ACMT

SPECIALITÉS PRINCIPALES



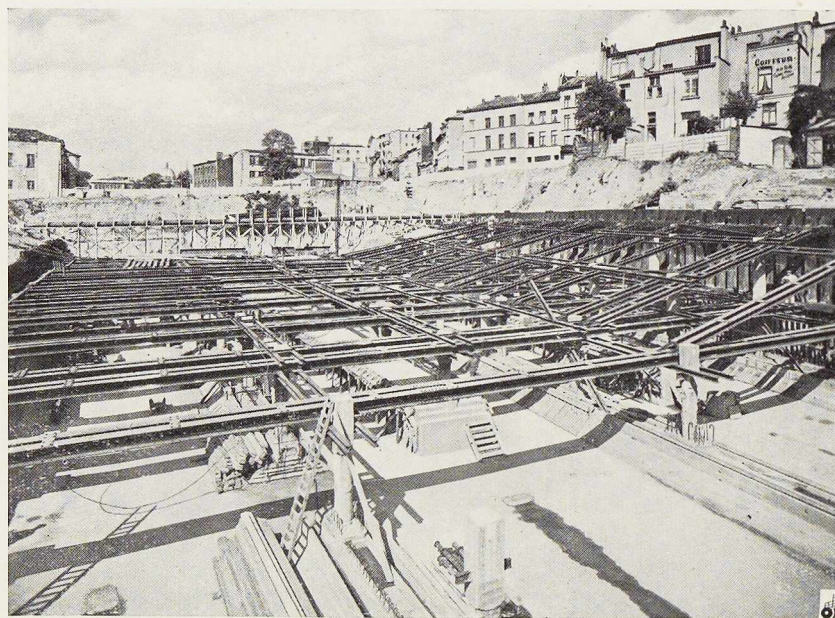
INSTALLATIONS DE MANUTENTION
APPAREILS DE LEVAGE
MATÉRIEL POUR SUCRERIES
ET INDUSTRIES CHIMIQUES
INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES
MATÉRIEL DE RÉCUPÉRATION "IWEL"
GROSSE CHAUDRONNERIE
MOTEURS DIESEL À GRANDE VITESSE
POMPES À VIDE ET SURPRESSEURS
À ANNEAU LIQUIDE "HYDRO"
RÉDUCTEURS DE VITESSE

**ATELIERS DE CONSTRUCTION
MECANIQUE DE TIRLEMONT**

TELEGRAM: GILAIN-TIRLEMONT.

Anciennement Ateliers J. F. Gilain

TEL: 12



ÉTANÇONNEMENTS MÉTALLIQUES DU QUATRIÈME TRONÇON DU TUNNEL DE LA JONCTION NORD-MIDI, À BRUXELLES

LES ENTREPRISES

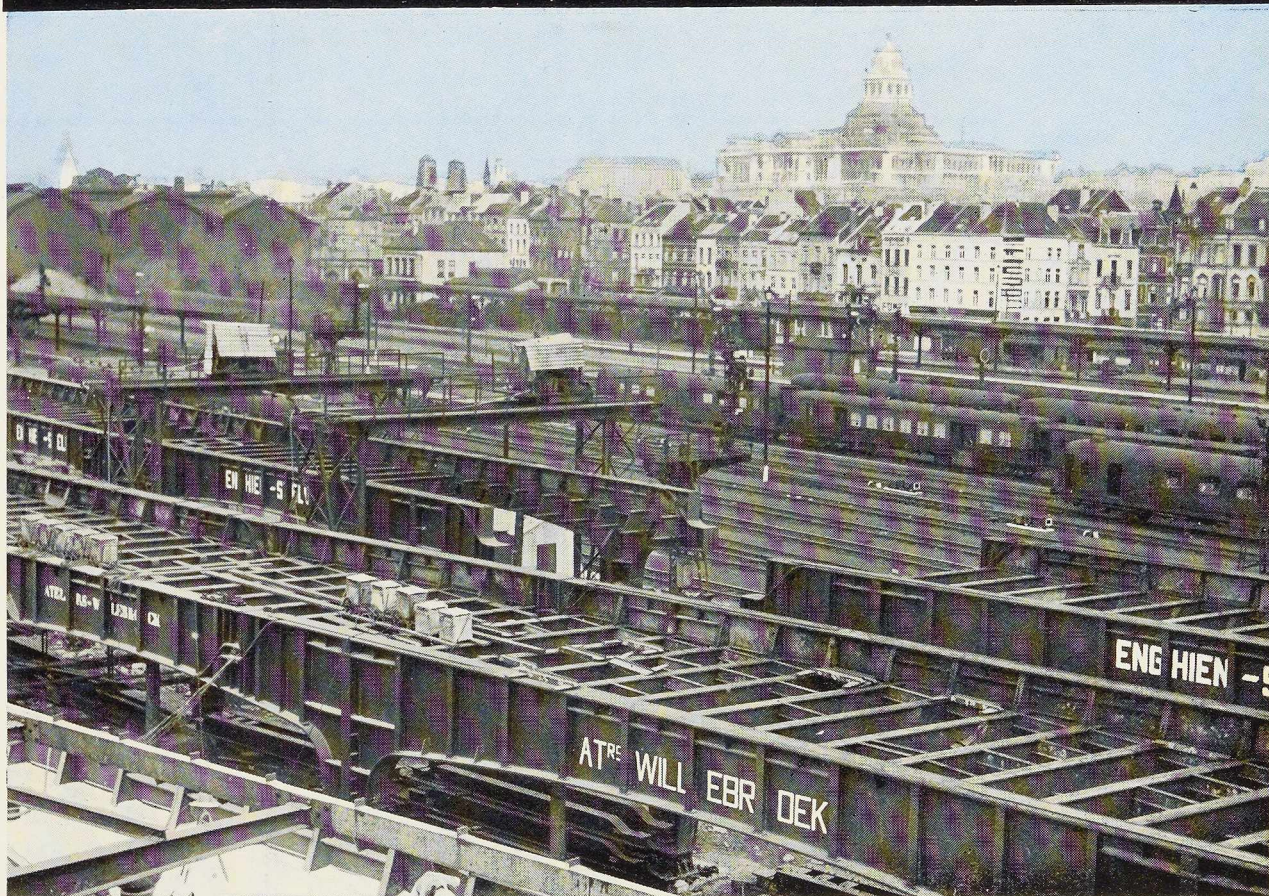
Ed. FRANÇOIS & FILS

SOCIÉTÉ ANONYME

**TRAVAUX PUBLICS
ET PRIVÉS**

Rue du Cornet, 43, BRUXELLES

TÉLÉPHONE: 33.96.24 (4 lignes)



ÉLECTRODE



ARCOS

STABILEND

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

CONFIEZ VOS COMMANDES D'ELECTRODES A

SOUDOMETAL



CITOBEST - S
CITOFIXE
TENACITO - 55

BEAMA Coding

E 413

E 313

E 614

AWS Standards

E 6020-6030

E 6013

E 7016

Trois électrodes agréées par le Lloyd's Register
of Shipping (toutes positions) et le Bureau
Véritas.



SOUDOMETAL S. A.

CHAUSSÉE DE RUYSBROECK, 83 - FOREST - BRUXELLES - TÉLÉPHONE 43.45.65 - 44.09.02

JOURET

LUTTRE

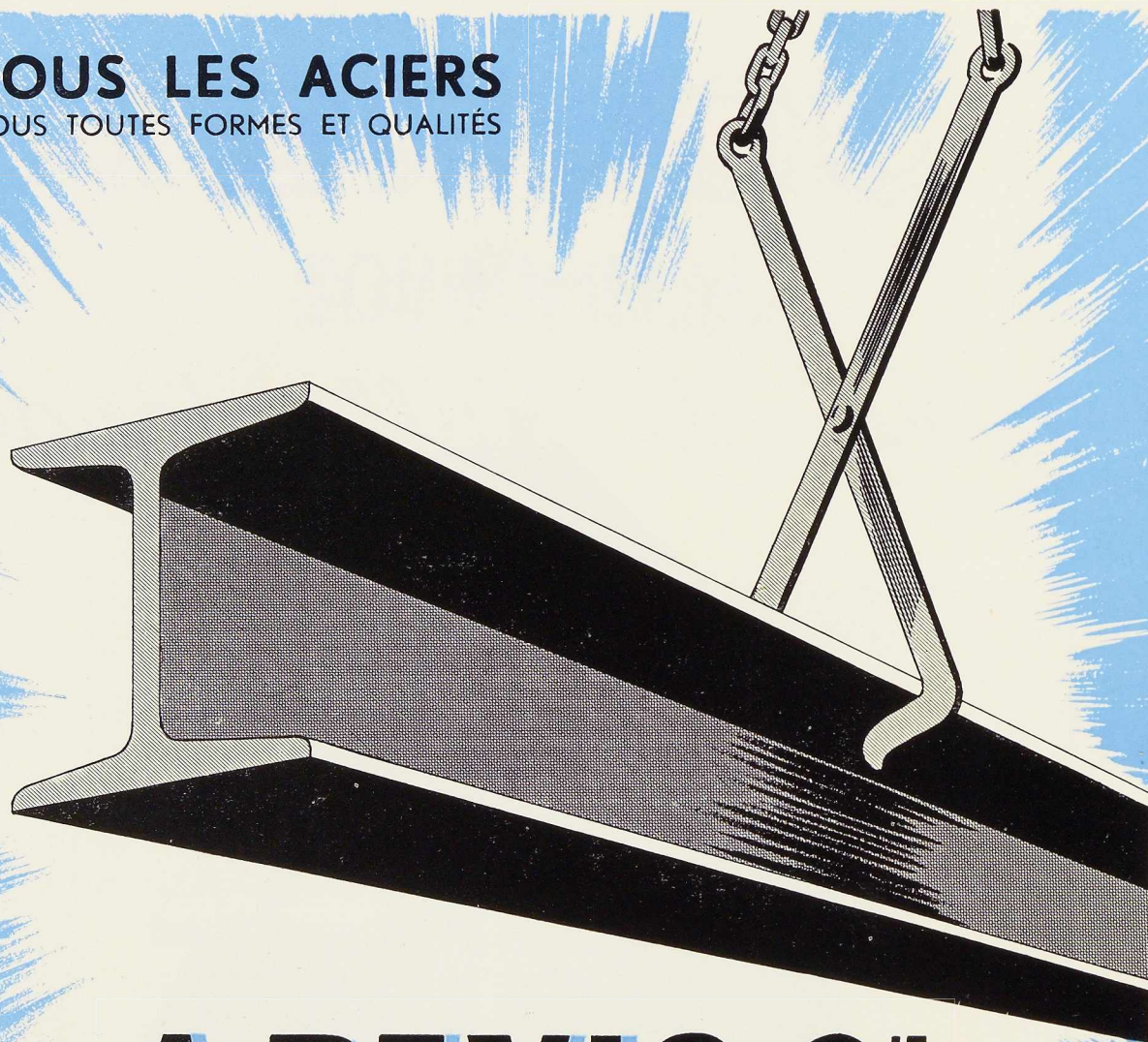
Grey de Differdange



et tous les produits métallurgiques

TEL : CHARLEROI 511.31
LUTTRE 248

TOUS LES ACIERS
SOUS TOUTES FORMES ET QUALITÉS

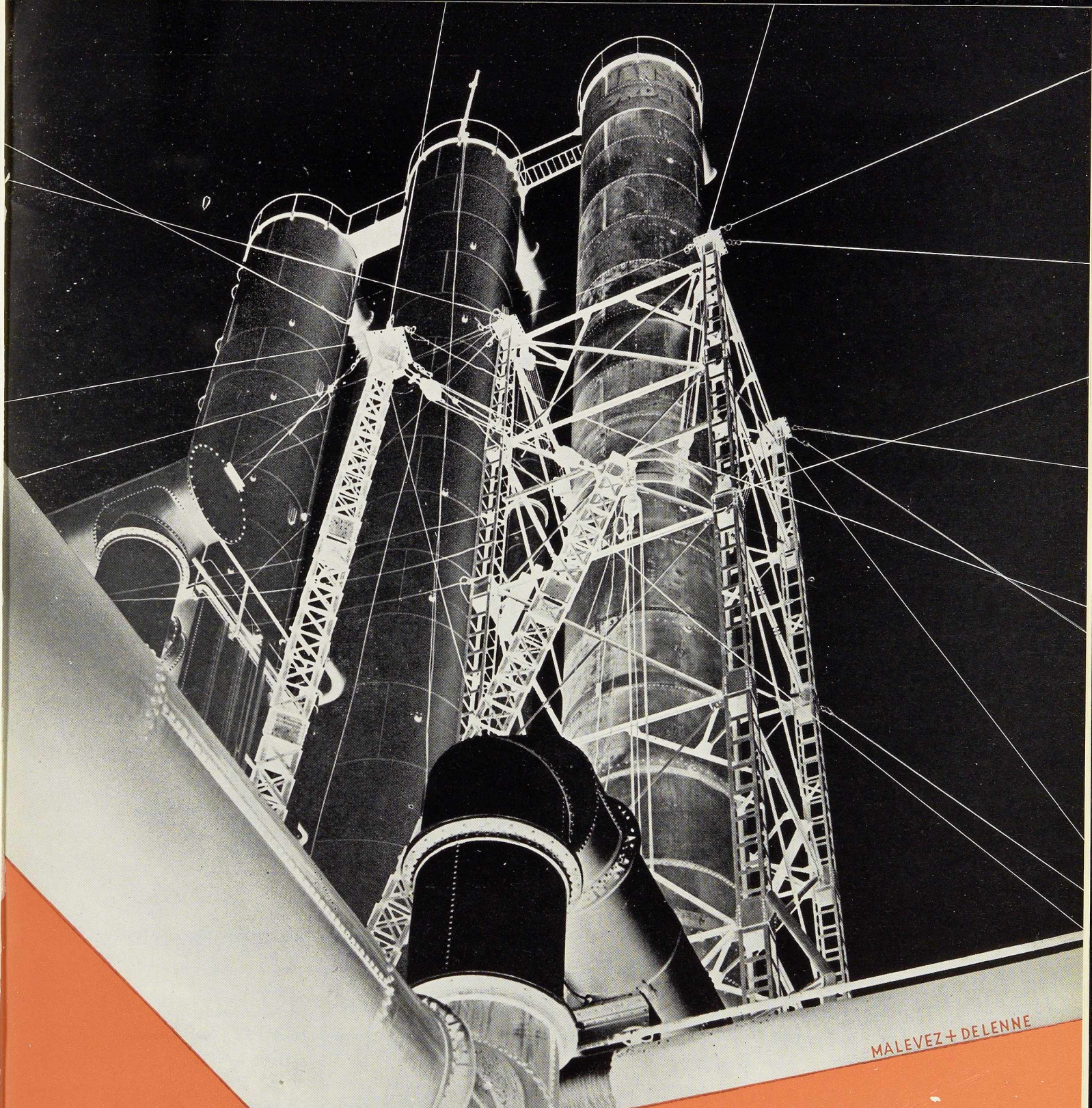


A. DEVIS & C^{IE}

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.)

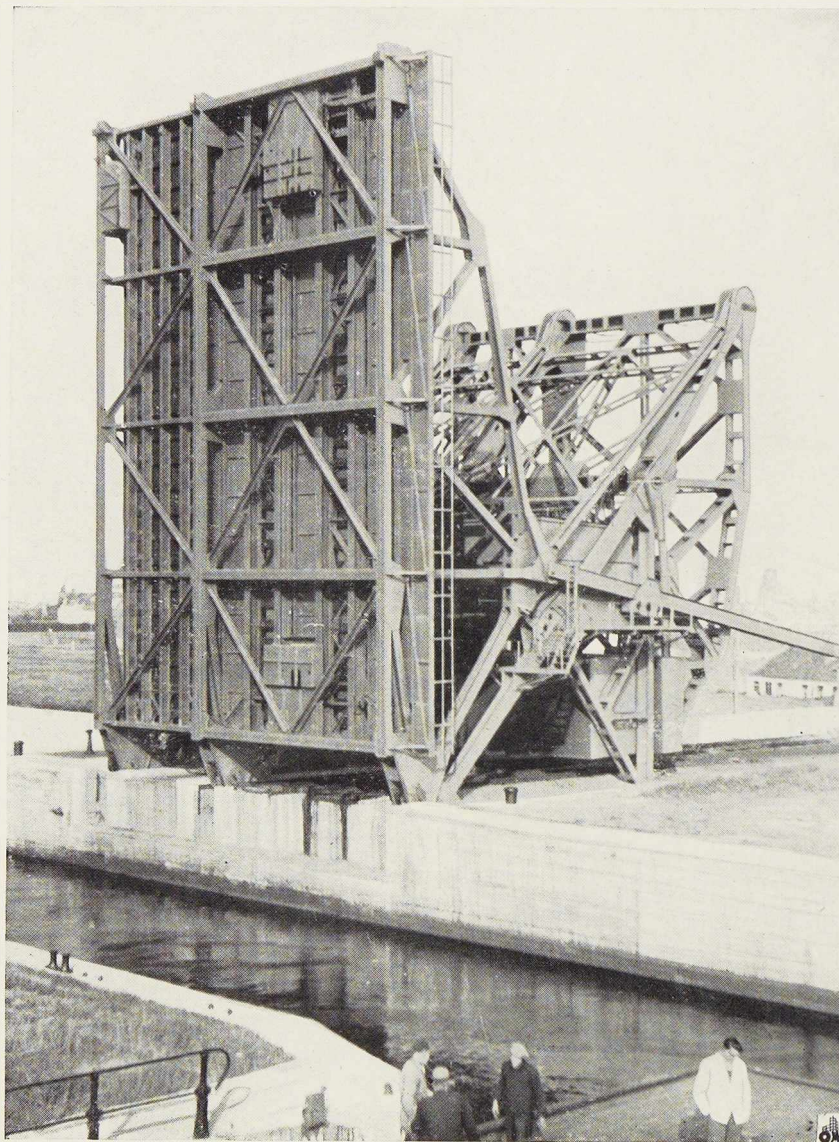


MALEVEZ + DELENNE

SOC.AN.

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

VILVORDE.TEL.51.16.50·51.03.25



Pont basculant « STRAUSS » à Zeebrugge

CONSTRUCTIONS PRINCIPALES :

Wagons — Voitures
Locomotives
Ponts et Charpentes
Emboutis lourds
et moyens



FABRICATIONS COMPLÉMENTAIRES :

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

LES ATELIERS METALLURGIQUES, S. A.

NIVELLES - BELGIQUE

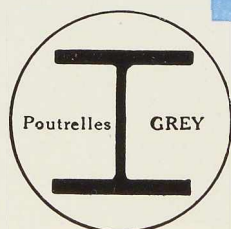
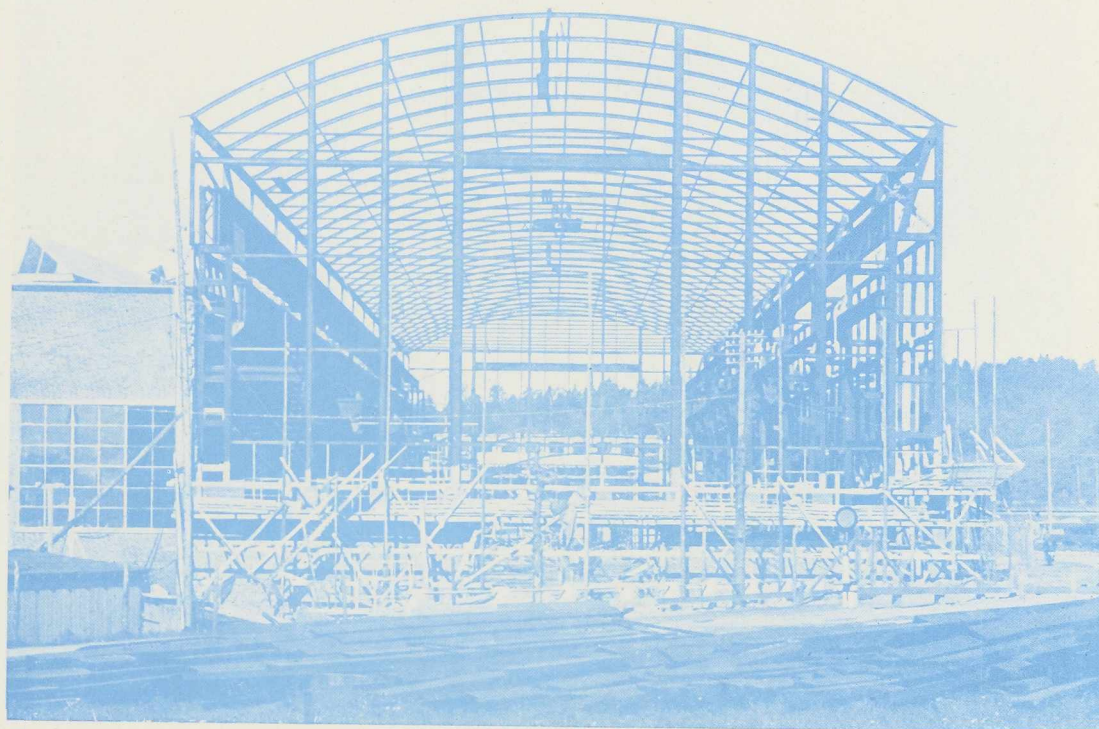
TÉLÉPHONE : 22 NIVELLES

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : MÉTAL NIVELLES

U S I N E S :

NIVELLES - TUBIZE - LA SAMBRE - MANAGE

Chantier naval de THORDEN-VARVET,
UDDEVALLA, Suède



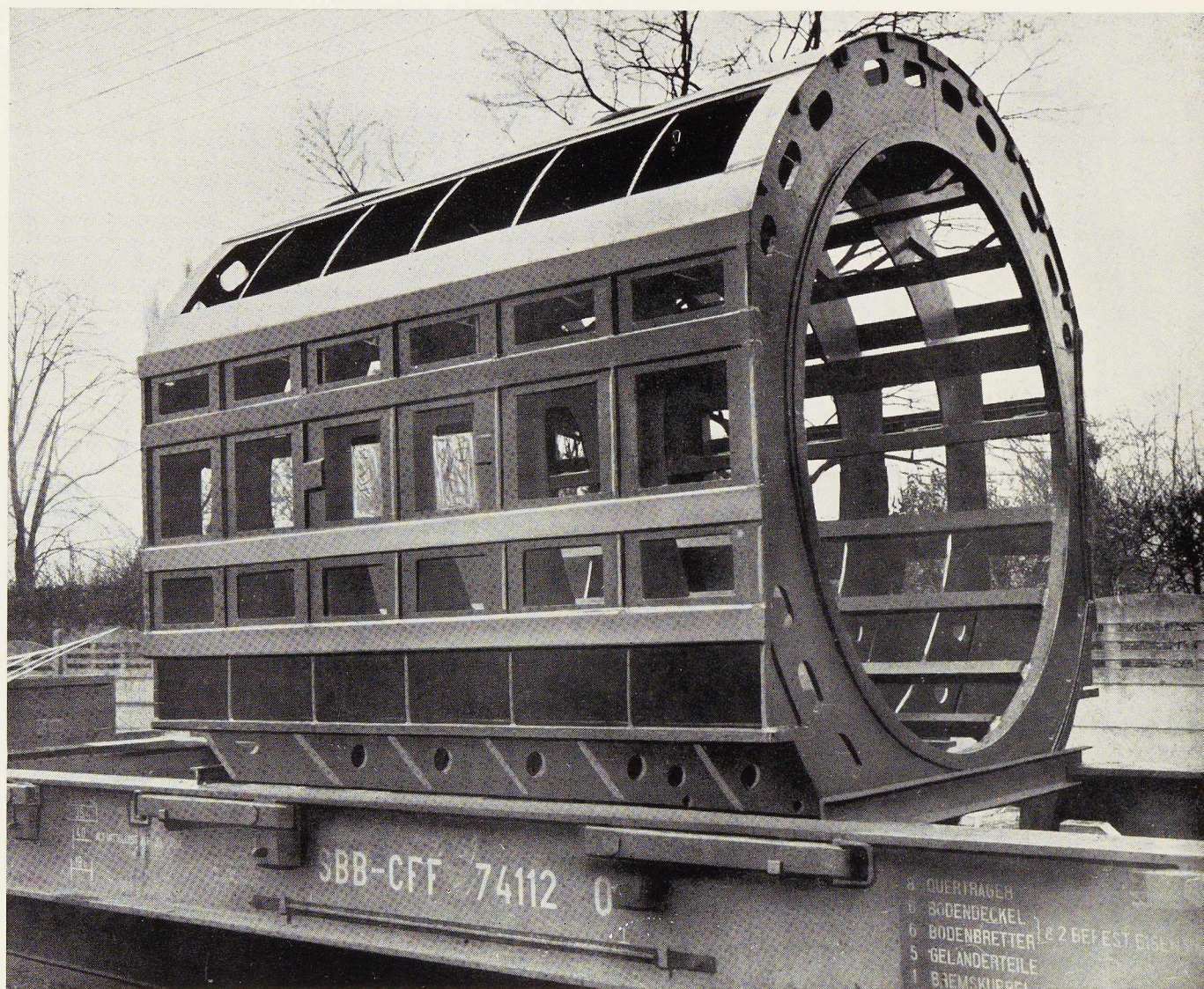
DE **DIFFERDANGE**

AGENCE DE VENTE POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE

DAVUM S. A.

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

TOUS PRODUITS METALLURGIQUES
ACIERS SPECIAUX ET INOXYDABLES — MACHINES-OUTILS

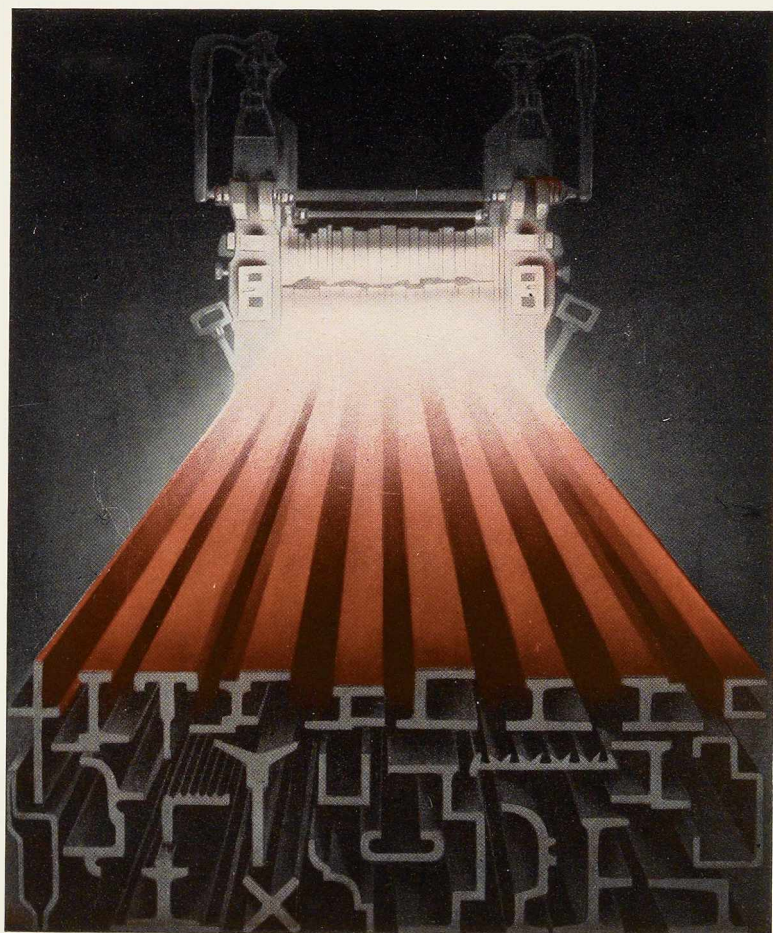


BÂTI DE STATOR, ENTIÈREMENT SOUDÉ
exécuté suivant les plans et pour le compte de la
S. A. BROWN, BOVERI ET C^o, BADEN (SUISSE)

SOCIÉTÉ ANONYME
DES ANCIENS
ÉTABLISSEMENTS

**PAUL WURTH
LUXEMBOURG**

TÉLÉPHONE : 23.22-23.23
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE
PEWECO - LUXEMBOURG



Laminage à chaud

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

Toutes sections spéciales en acier

Création rapide de nouveaux profilés

Spécialistes en profilés pour huisserie et châssis métalliques

LAMINOIRS

DE LONGTAIN

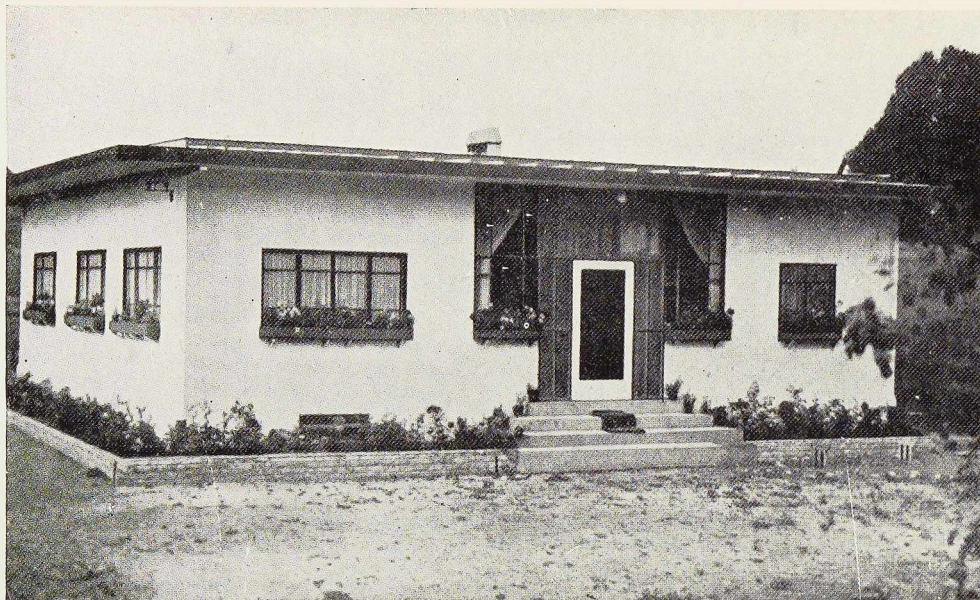
TÉLÉPHONES : LA LOUVIÈRE 759 et 880

TÉLÉGRAMMES : LAMILONG La Louvière

CODES : Bentley et Acme

Société Anonyme

LA CROYERE (BELGIQUE)



BUNGALOW METALLIQUE

S. A. DES ATELIERS DE CONSTRUCTION
JAMBES-NAMUR

Anciens Établissements Th. FINET

JAMBES

PONTS
CHARPENTES
GROSSES TUYAUTERIES
OSSATURES DE BATIMENTS
MAISONS METALLIQUES

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



Montage d'un pylône de la ligne à haute tension Havré-Bascoup

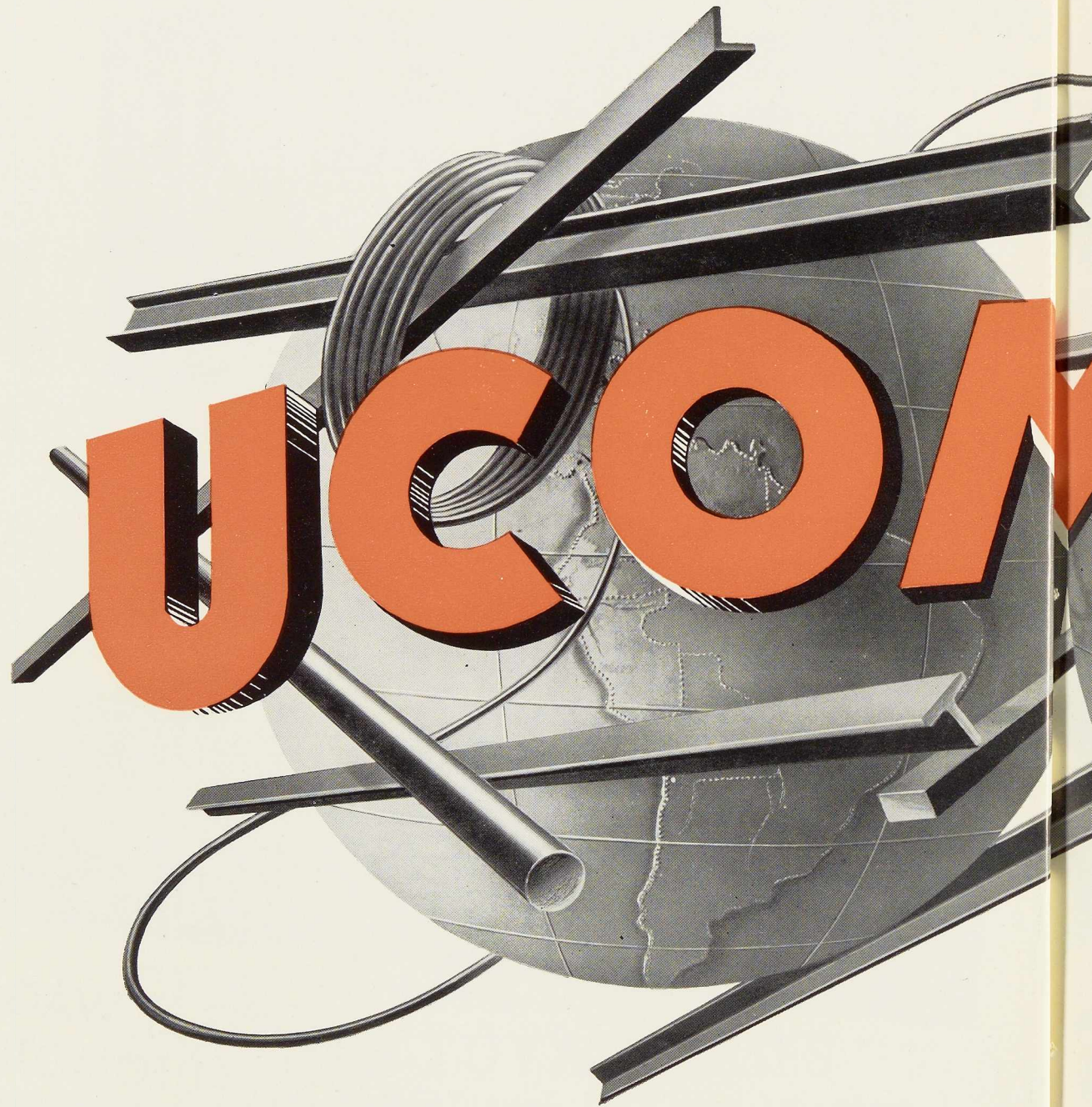
VOITURES ET WAGONS
AUTORAILS ET AUTOMOTRICES
LOCOMOTIVES ELECTRIQUES

BAUME & MARPENT

SOCIETE ANONYME

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

TOUS PRODUITS M

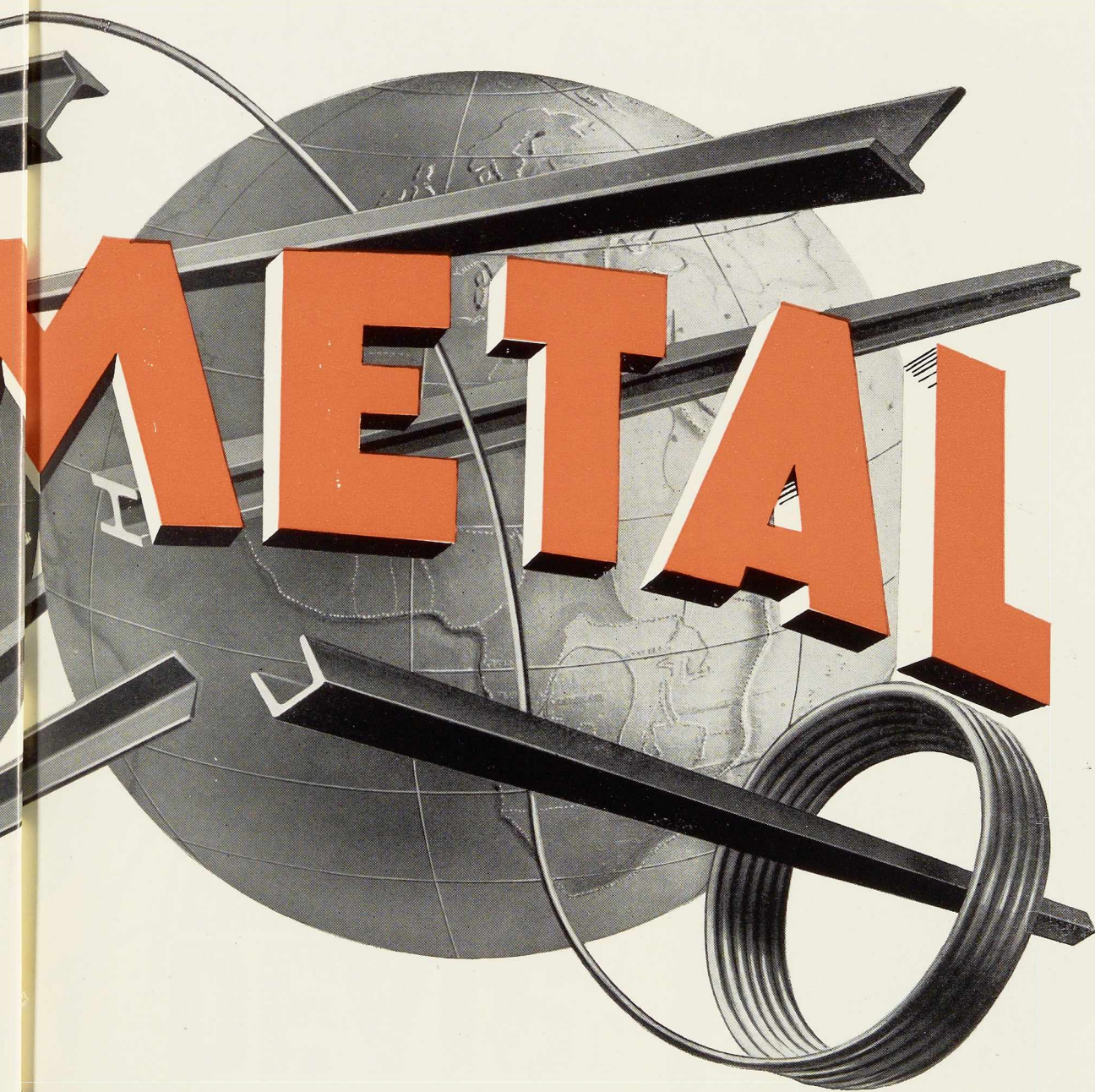


24 RUE
BRUXEL

COCKERILL - PROVIDENCE

C.G.P.I.

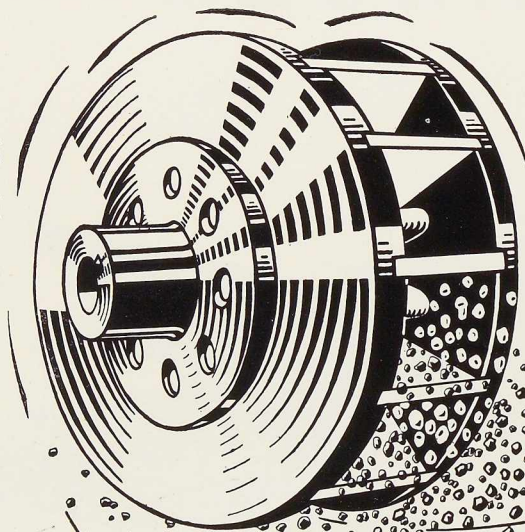
MÉTALLURGIQUES



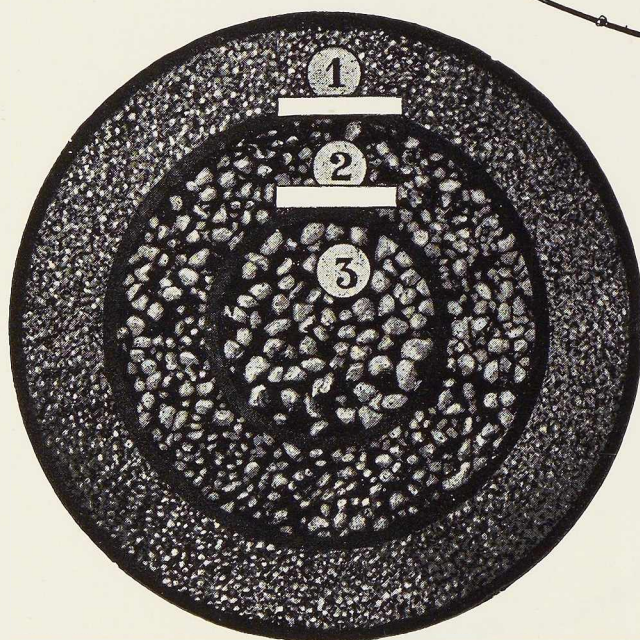
ROYALE
LLES

CE - SAMBRE & MOSELLE

DÉCAPAGE
DÉSABLAGE
par ...



LES GRENAILLES BEECKMANS



*Les plus résistantes,
les plus régulières*

GRENAILLES D'ACIER ROND
ET ANGULAIRES
EN TOUS CALIBRES

GALETS DE MER CONCASSÉS,
CALIBRÉS, DÉPOUSSIÉRÉS

SILEX ET QUARTZ

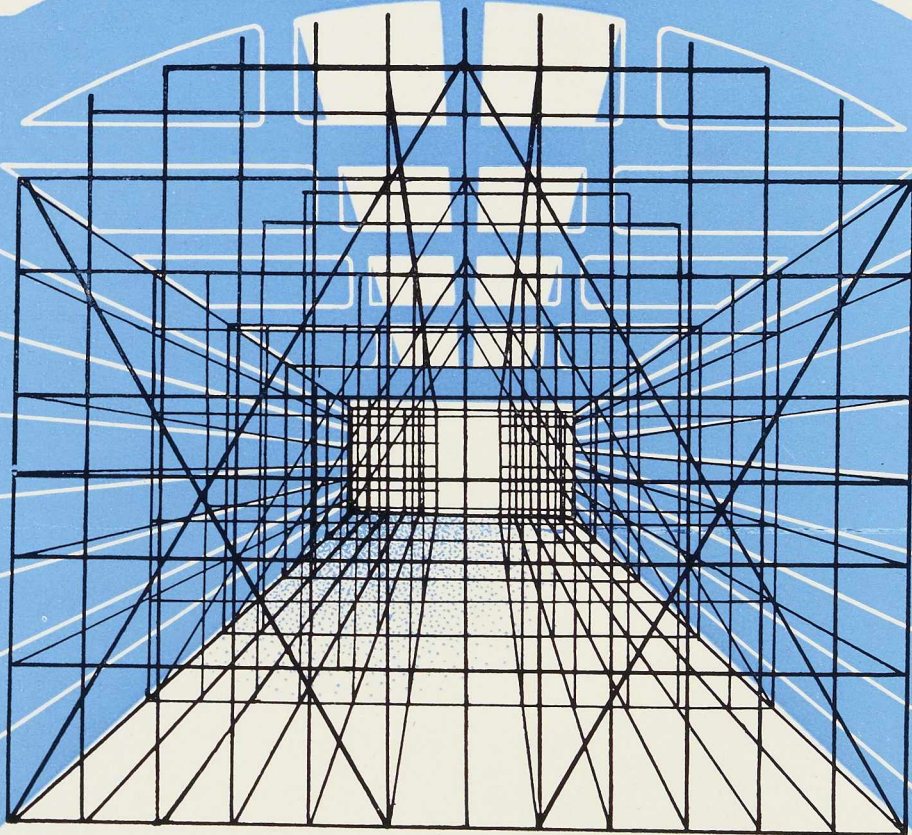
SABLE DU RHIN

S. A. J. BEECKMANS

75-77, RUE DE MARCHIENNE, JUMET-LEZ-CHARLEROI - Tél. 134.30 Charleroi

SOUTIEN DE COFFRAGE

200T.



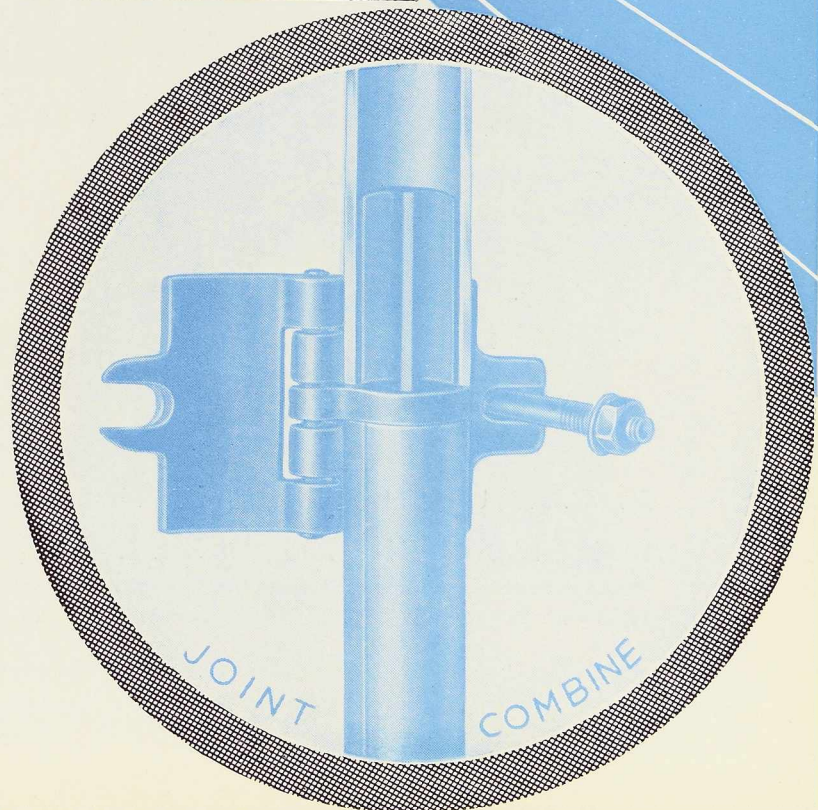
HAUTEUR 14.50 M

Alexandre
DEVIS *et* **C^o**

158, RUE SAINT-DENIS

B R U X E L L E S

TÉLÉPHONE 43.15.05



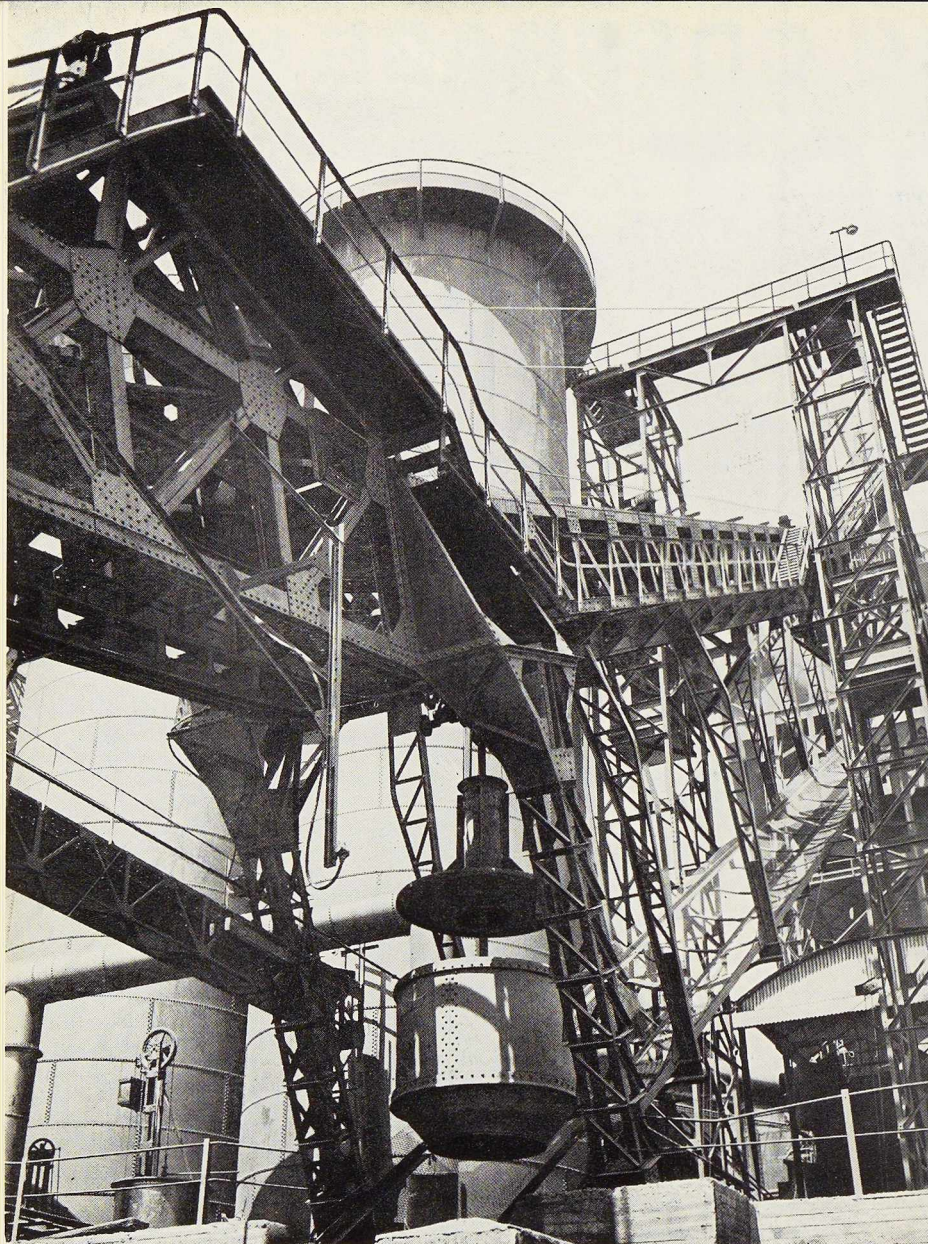


PHOTO W. KESSELS

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

DÉCAPAGE A LA FLAMME
D'UN PONT MÉTALLIQUE
(S.A. BAUME & MARPENT)

S &

INSTALLATIONS

pour le

DECAPAGE

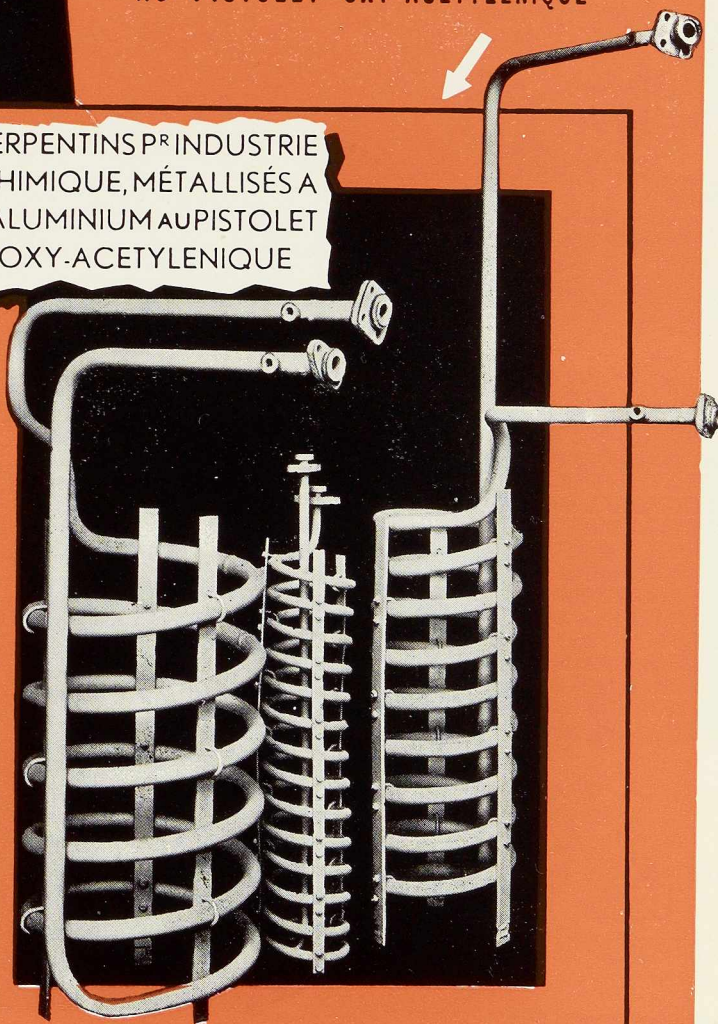
A LA FLAMME OXY-ACETYLENIQUE

et pour la

METALLISATION

AU PISTOLET OXY-ACETYLENIQUE

SERPENTINS PR INDUSTRIE
CHIMIQUE, MÉTALLISÉS A
L'ALUMINIUM AU PISTOLET
OXY-ACETYLENIQUE

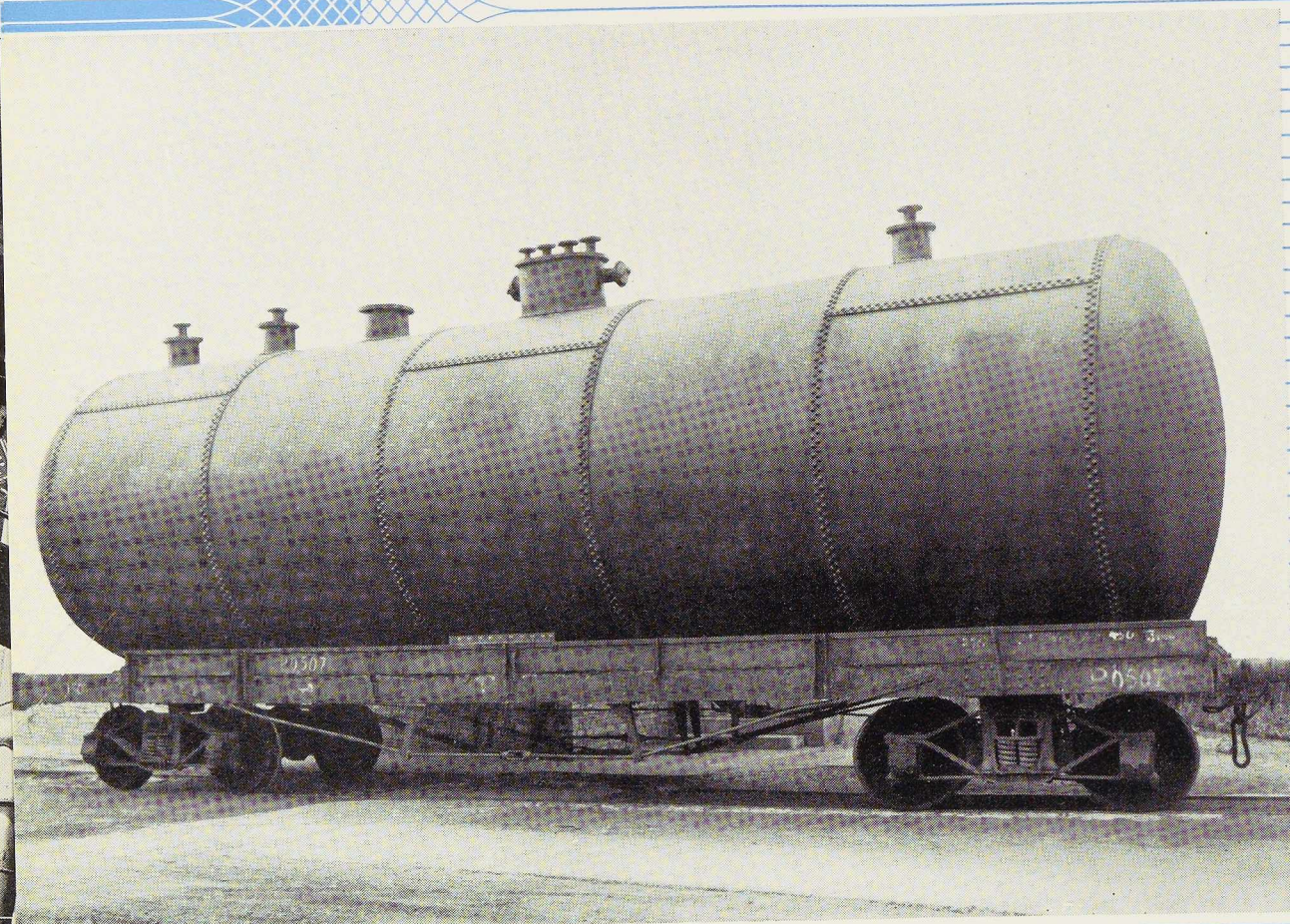


**L'OXHYDRIQUE
INTERNATIONALE**

SOCIÉTÉ ANONYME

31, RUE P. VAN HUMBEEK, BRUXELLES

STUDIO SIMAR-STEVEN



Réservoir de 80 m³

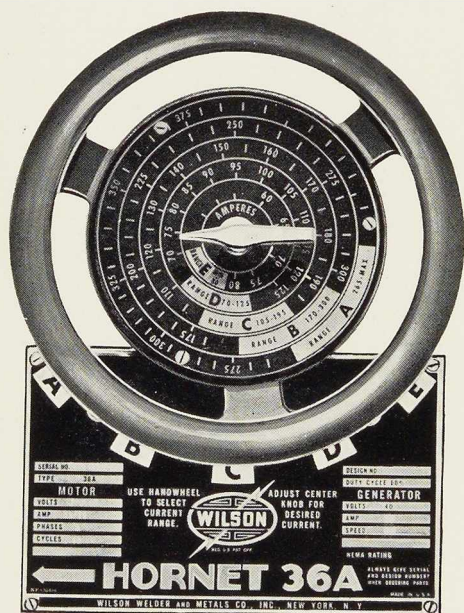
METALLURGIE • CONSTRUCTIONS
MECANIQUES & METALLIQUES
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN COCKERILL

SERAING • BELGIQUE

POUR LE SOUDAGE EN COURANT CONTINU



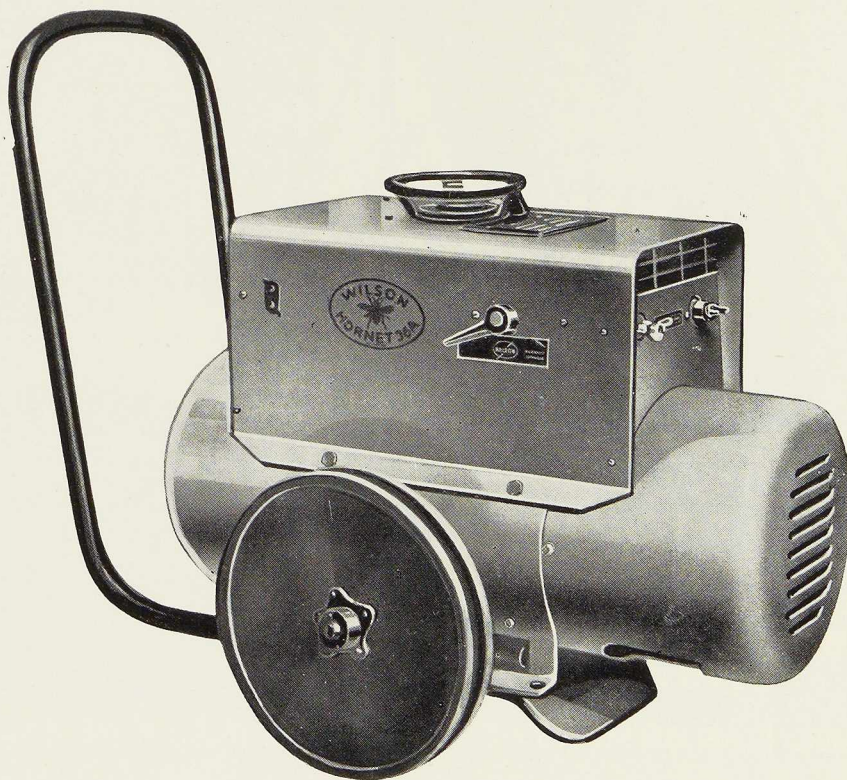
Volant de réglage
du courant de soudage

Les groupes américains
W. H. AL. 200 et 300 A
s'imposent

TOUS RENSEIGNEMENTS ET
DÉMONSTRATIONS SUR DEMANDE

L'AIR LIQUIDE S.A.

LIÈGE, 31, QUAI ORBAN
TÉLÉPHONE: 665.55





TÉLÉPHONE : N° 13
ADR. TÉLÉGRAPHIQUE :
ATELIERS St-NICOLAS
(WAAS) BELGIOUE
BELGIUM

ANC. ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES (S. A.) • METAALWERKHUIZEN VOORHEEN (N. V.)

NOBELS-PEELMAN

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

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

14^e ANNÉE - N° 4

AVRIL 1949

V. Roisin,
Ingénieur A. I. Br.,
Ingénieur
aux
Entreprises Ed. François et fils

Étançonnements métalliques utilisés pour l'exécution du tunnel de la Jonction Nord-Midi

Introduction

On sait que l'exécution des travaux du tunnel de la Jonction Nord-Midi, à Bruxelles, comporte le creusement à flanc de coteau, dans un terrain composé de sable Yprésien bouillant, d'une tranchée dont la largeur varie entre 35 et 60 mètres et la profondeur entre 12 à 16 mètres. L'entreprise, confiée à la S. A. « Entreprises Ed. François et fils », s'étend depuis la rue de l'Hôpital jusqu'au boulevard Botanique, sur une longueur de 1 370 mètres (fig. 209).

La charpente d'éтанçonnement a été fournie par les Ateliers de Willebroeck.

Le processus d'exécution est le suivant (fig. 214, page 178) :

1° Battage des rideaux de palplanches en bordure du tracé;

2° Rabattement de la nappe aquifère;

3° Exécution de faux-puits blindés centrés sur les axes des colonnes futures;

4° A l'intérieur de ces puits, coffrage et bétonnage de colonnes à faible section, destinées à être enrobées dans les colonnes définitives et devant servir de support au réseau d'éтанçonnement;

5° Creusement de la fouille par paliers successifs alternant avec la pose des éтанçons jugés nécessaires pour assurer la stabilité et l'indéformabilité des rideaux de palplanches;

6° Le niveau inférieur du radier étant atteint, bétonnage par tranches, des diverses parties du tunnel, avec enlèvement successif des éтанçons.

Le tunnel terminé présente en coupe transversale : le radier, les murs Est et Ouest, trois puits séparés par deux files de colonnes, un puits réduit destiné à recevoir un égout collecteur, une dalle intermédiaire et une dalle supérieure, l'intervalle étant réservé aux gaines de ventilation ou à l'installation de locaux divers.

Principe de l'éтанçonnement

Le réseau d'éтанçonnement doit répondre à de nombreuses conditions :

1° Assurer avant tout, avec le maximum de sécurité, la stabilité et l'indéformabilité du rideau de palplanches;

2° Être incombustible;

3° N'être prévu qu'en un petit nombre de niveaux, de manière à réduire le nombre de phases dans les programmes de terrassement et de bétonnage;

4° Être d'un encombrement minimum, les contreventements verticaux, croisillons, diagonales étant proscrits;

5° Permettre des possibilités faciles de réemploi dans des sections de largeurs variables et être d'une maniabilité suffisante pour réaliser une manutention et des déplacements aisés, sans nécessiter des appareils de levage importants.

Pour répondre à ces conditions chaque « unité d'éтанçonnement » fut composée de (fig. 210 et 211) :



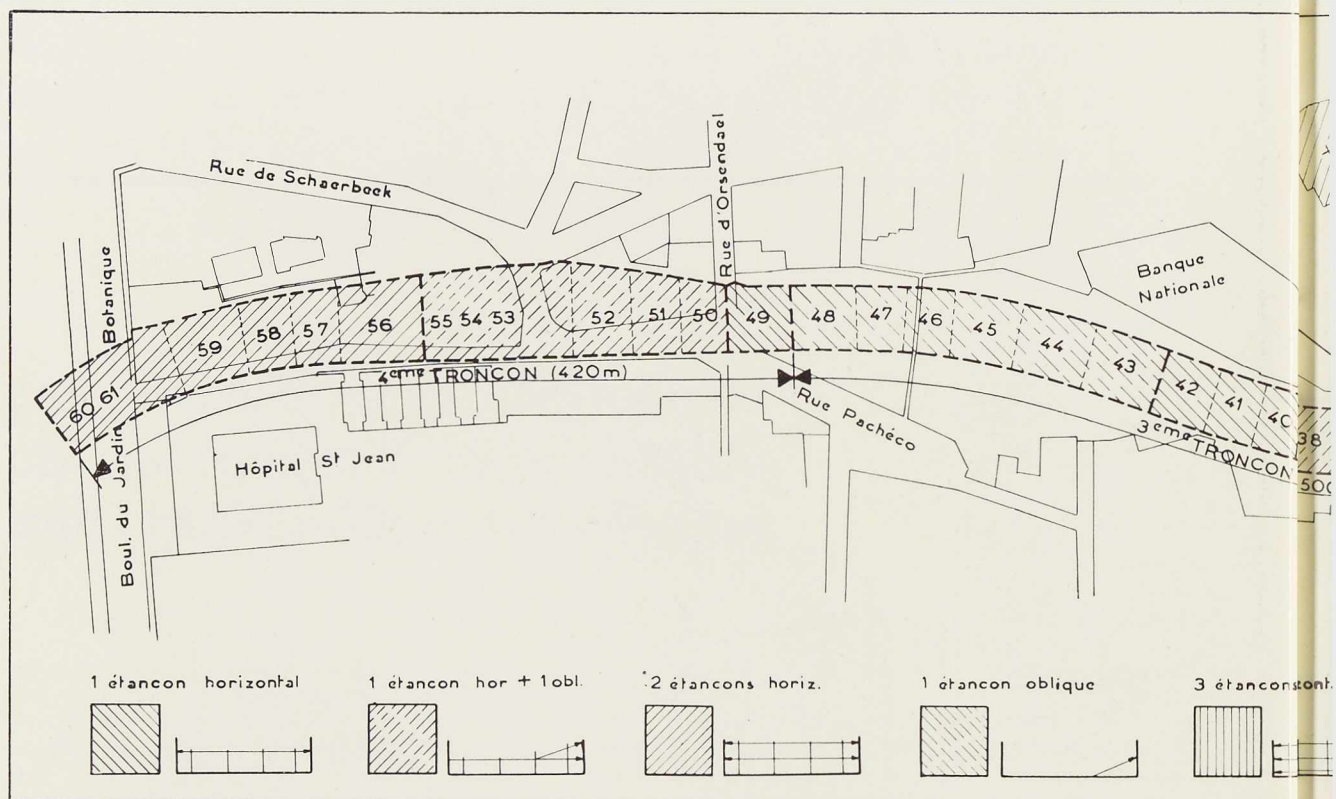


Fig. 209. Plan de situation des 2°, 3° et 4° tronçons

1° Deux filières longitudinales (Est et Ouest) soumises à l'action des palplanches par l'intermédiaire de dés de répartition en béton et considérées comme pièces simplement appuyées sur les têtes des étançons transversaux;

2° Les étançons transversaux constitués de profils double T jumelés, aux extrémités façonnées

en têtes arrondies, de manière à présenter des appuis simples aux filières;

3° Les entretoises longitudinales servant de support aux étançons et permettant de créer des nœuds, de façon à réduire la longueur de flambement;

4° Un dispositif solidaire des colonnes, formant appui pour les entretoises.

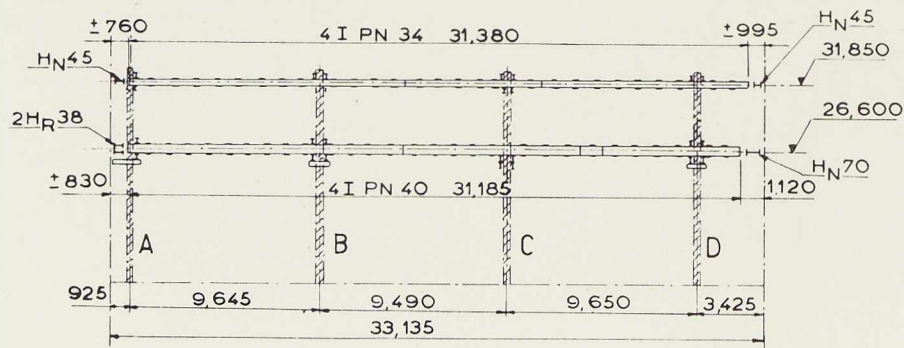
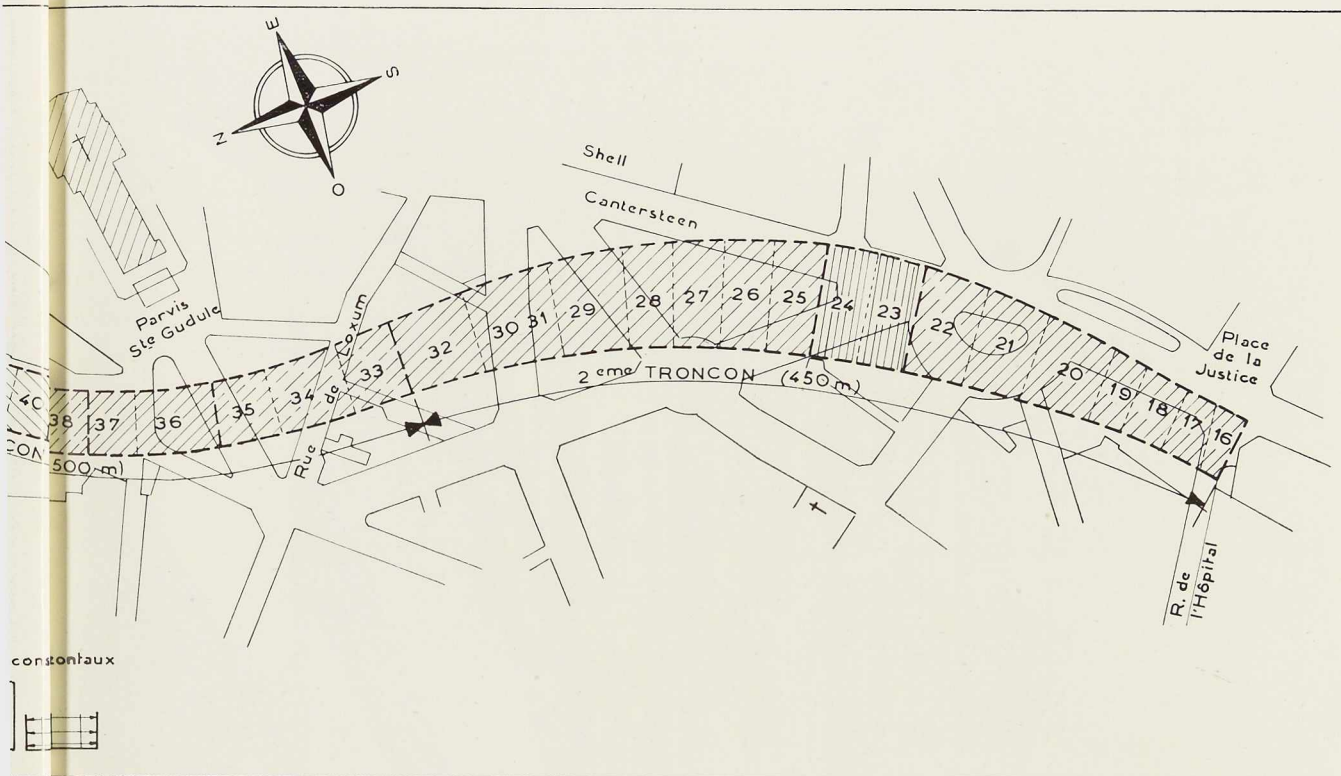


Fig. 210. Type classique d'étaonnement.





du tunnel de la Jonction Nord-Midi, à Bruxelles.

Types d'étaçonnement

Le type d'étaçonnement, qui fut conçu par feu M. Franchimont, Directeur général de l'O. N. J. et qui lui valut le prix Lemaire décerné par l'Académie royale des Sciences pour la période

1936-1938, est celui présentant deux nappes horizontales d'étaçon, les autres types utilisés en étant des dérivés.

Suivant la hauteur de palplanche dégagée, lorsque la fouille est arrivée à son niveau le plus bas, on adopte l'un des cinq types d'étaçonne-

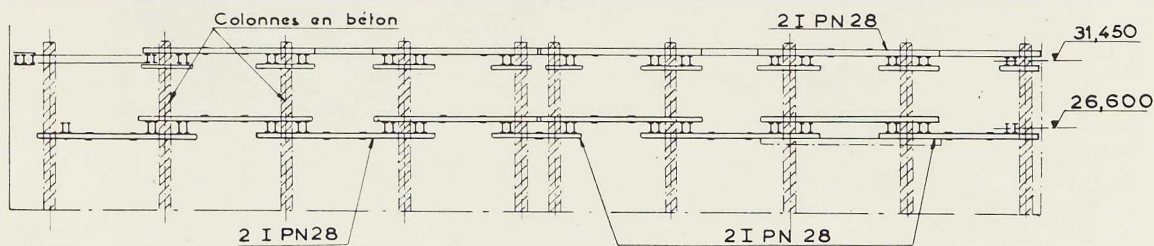
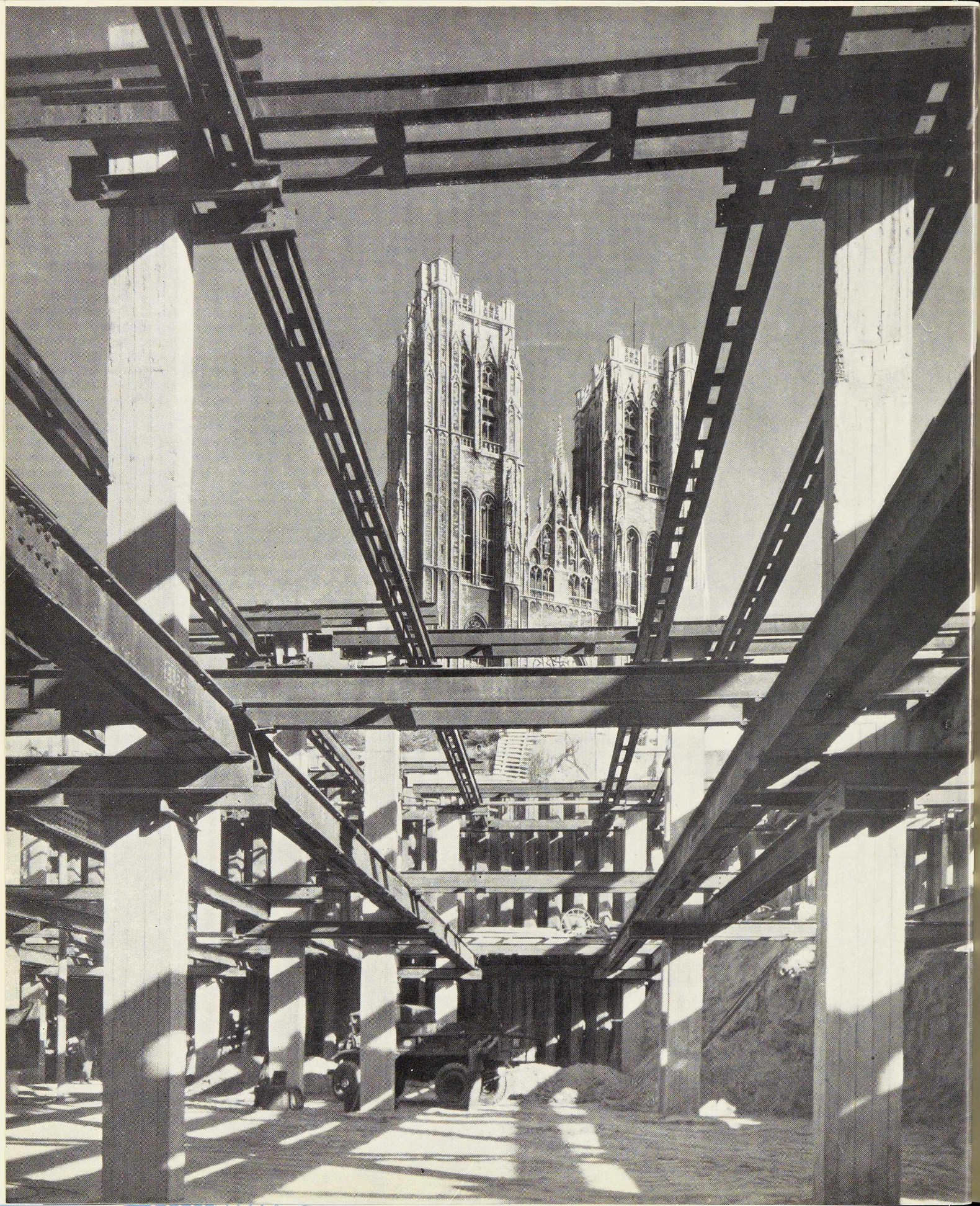


Fig. 211. Détail des entretoises longitudinales en poutrelles IPN reliant les colonnes en béton



ment en usage dans les 2^e, 3^e et 4^e tronçons (fig. 212, 219, 220 et 221).

La figure 209 permet de juger de l'emploi des différents types depuis la rue de l'Hôpital jusqu'au boulevard Botanique et constitue un reflet fidèle de la topographie des lieux traversés.

Dans le cas d'un seul étauçon oblique contrebutant le rideau Est, il est nécessaire que les poutres Ouest soient construites de manière à offrir, à cet étauçon, un massif de butée assurant le maximum de stabilité.

Sollicitations et calcul des éléments constitutifs

On se bornera à examiner le système à deux nappes horizontales d'étauçons : les étauçons « supérieurs » et les étauçons « intermédiaires ».

Une étude préalable des rideaux de palplanches, sollicités par la poussée des terres, compte tenu de la présence de la nappe aquifère et des surcharges dues aux immeubles et aux voiries, donne les réactions d'appui sur les filières. Etant donné le tracé du tunnel, creusé à flanc de coteau, parallèlement à la direction Nord-Sud et des immeubles s'élevant en bordure, les poussées sollicitant le rideau Est sont en général plus grandes que celles régnant à l'Ouest. Il en résulte que le réseau d'étauçonnement doit être calculé pour reprendre les réactions Est des palplanches et buter sur le rideau Ouest. Il l'a été en adoptant 1 200 kg/cm² comme tension maximum admissible sur l'acier.

Le tableau ci-dessous donne quelques réactions du rideau Est, afin de se rendre compte de l'importance de ces sollicitations qui sont exprimées en tonnes par mètre courant de filière.

Section	Niveau mètres	Réaction tonnes	Niveau mètres	Réaction tonnes
33 et 34	29,80	9,30	26,75	32,00
36 et 37	30,35	9,85	26,50	33,60
49	26,15	27,80	—	—
50	30,15	8,50	26,15	52,00
51 et 52	30,20	14,80	26,00	54,00
55	30,25	18,90	25,75	63,90
56 à 59	31,00	32,80	25,75	71,50
60 et 61	29,35	21,60	26,11	63,00

Fig. 212. Vue partielle du tunnel de la Jonction Nord-Midi. A l'arrière-plan, la collégiale de Saints-Michel et Gudule.

Photo Sergysels.

Ces réactions permettent de calculer les filières, considérées comme poutres simplement appuyées travaillant à la flexion dans des plans horizontaux.

Les réactions des filières sur les étauçons donnent les efforts de compression dans les étauçons. Les profils choisis sont contrôlés au flambement suivant la méthode des sections réduites préconisées par le Règlement de l'A. B. S. pour la construction des charpentes métalliques, pour un étauçonnement correspondant à la plus grande entre-distance entre les nœuds créés par la fixation des étauçons aux entretoises longitudinales.

L'hypothèse d'un flambement en ondes successives, séparées par les nœuds, a conduit à admettre des appuis simples comme conditions d'extrémité pour le tronçon d'étauçon de longueur maximum.

On chiffre ensuite l'effort tranchant T possible lors d'un flambement d'ensemble dans le plan horizontal. En pareil cas, la continuité des entretoises longitudinales d'une file déterminée étant réalisée, les efforts tranchants provenant de plusieurs étauçons s'ajouteraient.

L'effort total doit être absorbé par un ancrage sérieux de la liaison soit à un rideau transversal existant, soit à un massif de béton déjà exécuté.

On remarque que la réaction supérieure à prendre en considération existe déjà lors de la phase intermédiaire : étauçon supérieur seul placé, la fouille étant descendue 75 centimètres sous le niveau de l'axe de l'étauçon intermédiaire.

On a aussi tenu compte d'effets secondaires et en particulier de l'influence des variations de température. Si l'on table sur une variation $\Delta T = 20^\circ \text{C}$ appliquée à un étauçon de longueur $l = 37,50 \text{ m}$, il en résulte une tension :

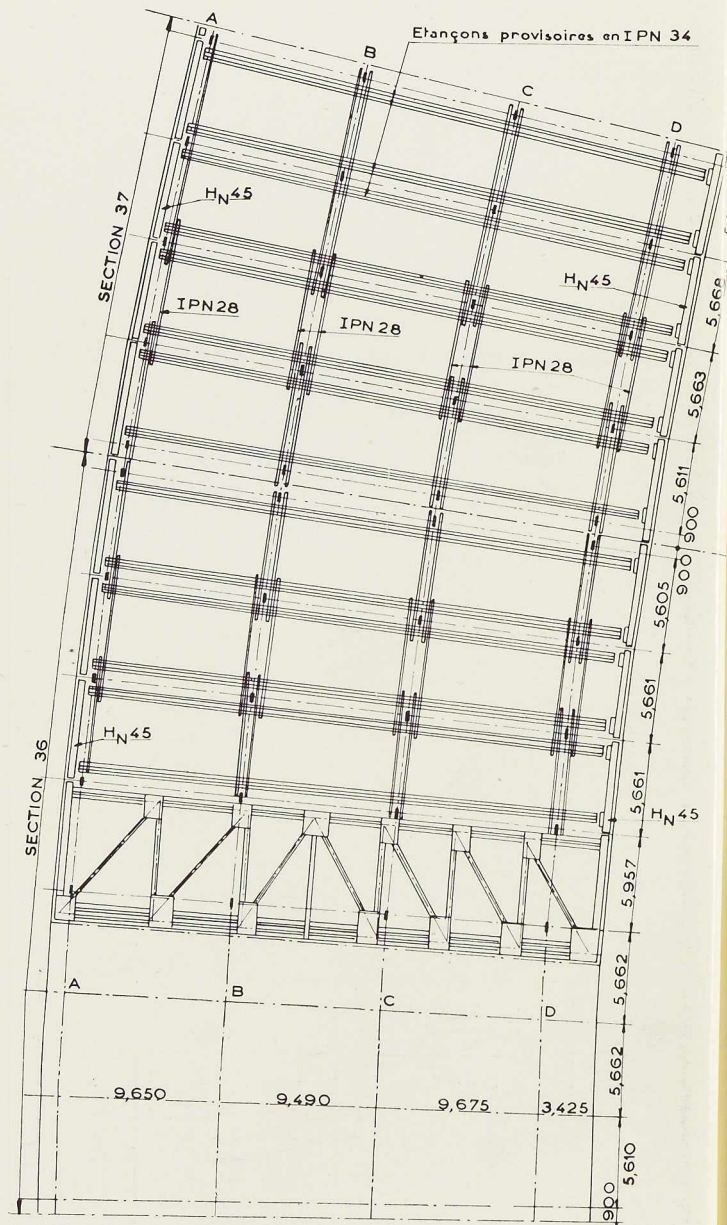
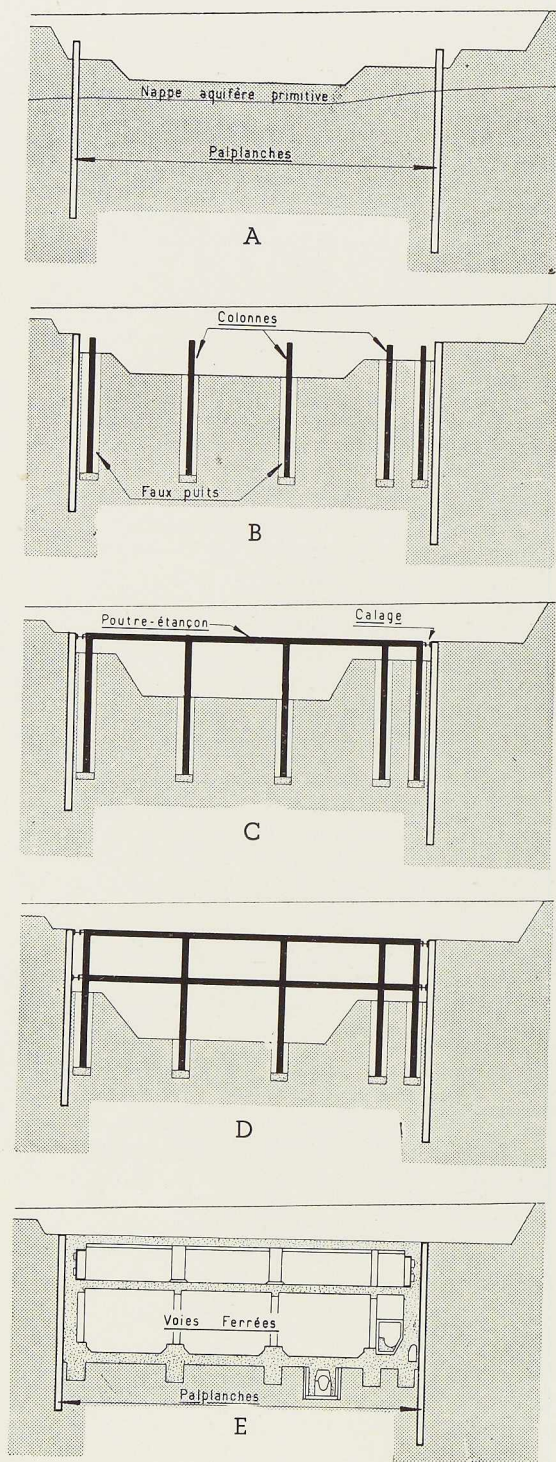
$$\begin{aligned} \sigma_t &= E \cdot \frac{\Delta l}{l} = E \cdot \frac{\alpha \cdot l \cdot \Delta T}{l} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T \\ &= 21 \cdot 10^5 \times 1,259 \times 10^{-5} \times 20 \\ &= 520 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

D'autre part, le poids propre des pièces et les surcharges accidentelles permises (établissement de chemin de roulement sur le poutrellage) provoquent des tensions de flexion qui, en moyenne, peuvent être estimées à 15 % de la tension maximum admissible $\sigma_a = 1 200 \text{ kg/cm}^2$.

Ces quelques chiffres montrent l'importance des tensions secondaires qui, dans certains cas, atteignent 60 % de la contrainte admissible σ_a .

Structure des étauçons

Les étauçons sont constitués de poutrelles assemblées tous les 1,20 m par plaques, afin de réaliser un profil jumelé. Les éléments sont boulonnés bout à bout par couvre-joints d'âmes et



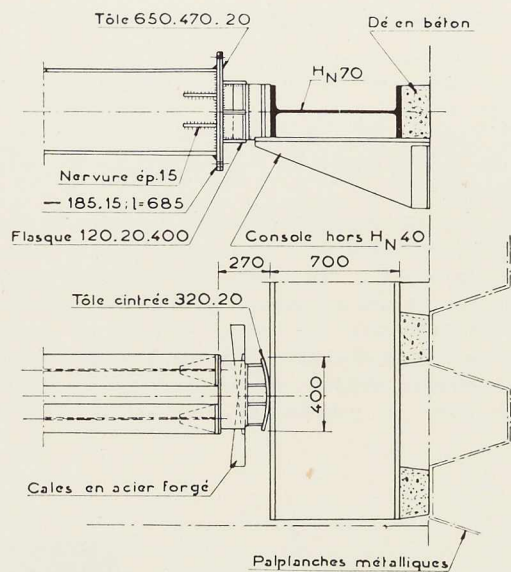


Fig. 215. Détail d'un about d'étauçon, la tête est réglable au moyen de coins.

de semelles. Les têtes qui sont soudées aux extrémités des étauçons, sont réalisées en acier forgé et présentent une surface courbe destinée à assurer le contact avec les filières, suivant une génératrice verticale (fig. 215, 216).

Pour permettre un réglage de la longueur des étauçons, variable avec la température, des coins d'acier avaient été intercalés entre la tête proprement dite et l'about de l'étauçon (fig. 215). Ce système a été abandonné par la suite à cause de l'impossibilité de contrôler les efforts, parfois très considérables, introduits par le calage des coins à la masse.

Pour faciliter l'ajustement des étauçons à des largeurs de fouilles différentes, la tête est coulissante entre les profilés jumelés (fig. 216).

Lorsque l'axe de l'étauçon horizontal est incliné sur la perpendiculaire au rideau, la composante tangentielle, susceptible de provoquer un glissement, est reprise par deux consoles réalisant les butées « étauçon sur filière » et « filière sur palplanche » (fig. 217).

Il a de même été fait usage de consoles, cette fois soudées aux palplanches, dans le cas d'emploi du système à un étauçon horizontal et un étauçon oblique, pour absorber la composante verticale tangentielle (fig. 218).

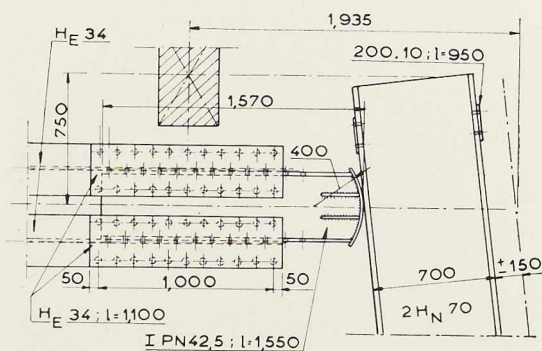


Fig. 216. Détail de la tête réglable coulissante d'un étauçon.

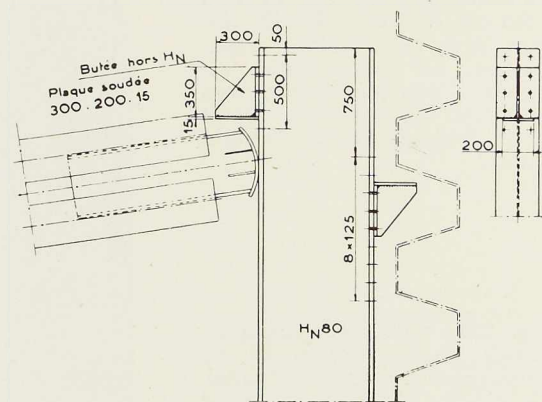


Fig. 217. Détail des butées étauçon-filière et filière-palplanche.

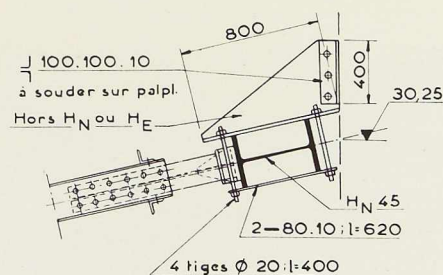


Fig. 218. Appui d'étauçon oblique sur palplanche.

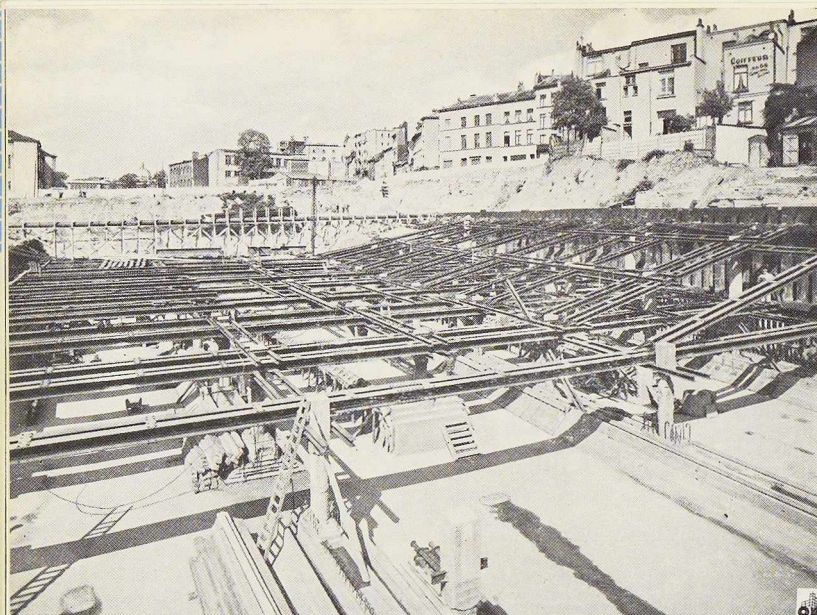
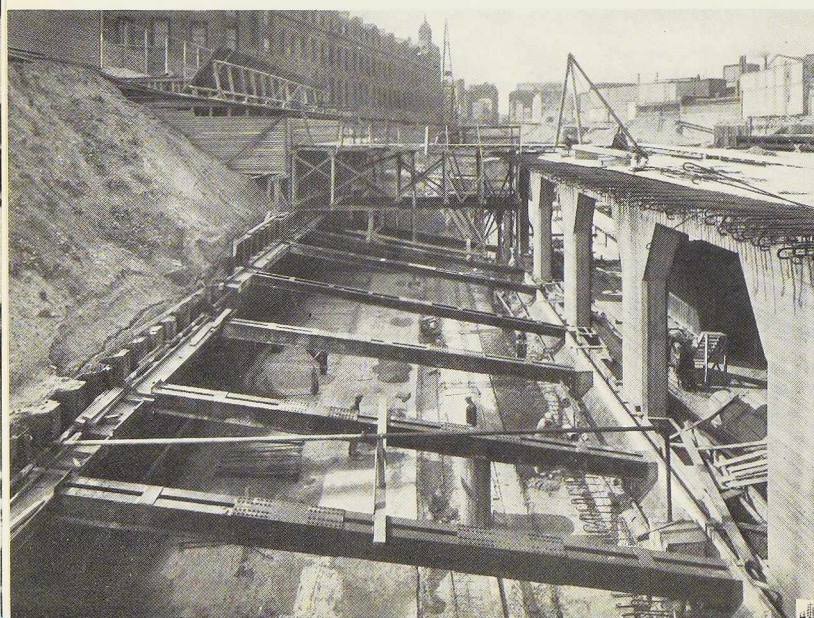
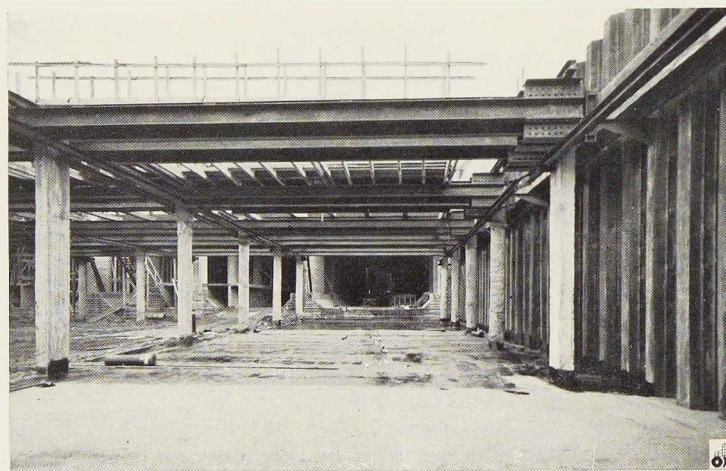


Fig. 219. Vue des travaux du quatrième tronçon du tunnel (Section 51). Le radier est terminé, le mur Est va être bétonné en deux étages jusque sous les filières supérieures. La prise étant terminée, l'étaisonnement sera démonté. C'est le stade atteint à la Section 50 (à l'avant-plan).

Fig. 220. Vue des étaisonnements de la Section 52 du quatrième tronçon du tunnel. La couche de propreté étant terminée, exécution de la chape asphaltique avant le bétonnage du radier.



Montage et démontage

Les opérations de montage se décomposent en quatre stades :

1° Mise en place des entretoises longitudinales et des filières posées sur des consoles soudées aux palplanches;

2° Mise en place des étaçons, boulonnage des éléments constitutifs;

3° Du côté Est, bétonnage entre filières et palplanches de dés en béton, au ciment à durcissement rapide;

4° Introduction d'un effort initial de 20 tonnes dans chaque étaçon, au moyen de vérins intercalés entre les palplanches et les filières Ouest;

5° Bétonnage des dés Ouest, enlèvement des vérins.

Le démontage se fait en décalant les étaçons par le bris des dés en béton, et par un tronçonnage des pièces, après avoir déboulonné les couvre-joints.

Fig. 221. Etaçons métalliques utilisés au troisième tronçon du tunnel (Section 45). Les pertuis AB et BC déjà exécutés constituent une butée pour les étaçons obliques. Un talon prévu sous le radier transmet au sol la composante horizontale des efforts obliques des étaçons.

Photos **Sergysels.**

Etançonnements spéciaux

a) Etançonnement du rideau transversal de la section 36

Pour le rétablissement de la rue de la Collégiale et la suppression de la rue Sainte-Gudule, il s'avéra indispensable de pousser le tunnel le plus loin possible dans la section 36, en direction du Sud, c'est-à-dire à proximité immédiate d'un rideau transversal destiné à assurer l'étanchéité de la fouille. Pour cette raison, une butte de faible importance fut maintenue au pied de ce rideau, tandis que la tête en était contrebutée par une ferme horizontale (fig. 210 et 213). Cette ferme, une poutre Monier à treillis simple, est

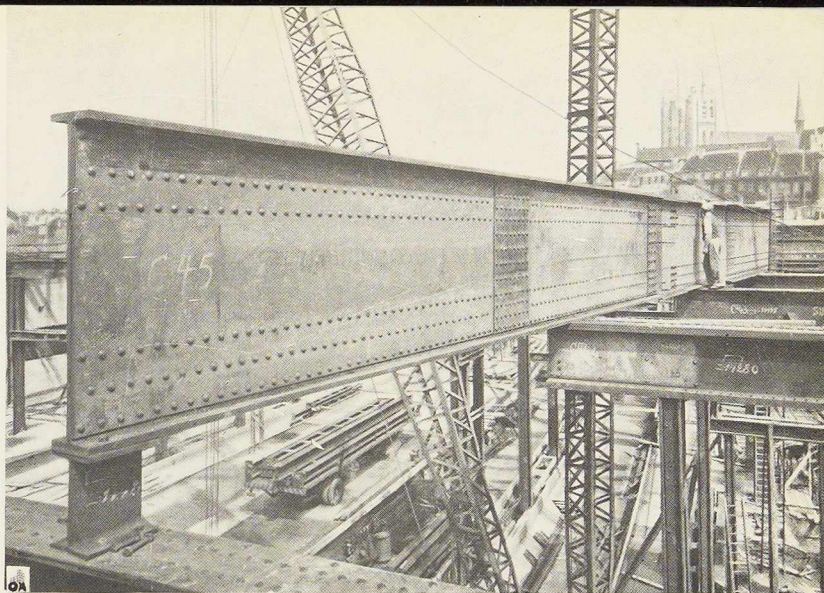


Photo Sergysels.

Fig. 222. Vue partielle de la charpente métallique du deuxième tronçon du tunnel de la Jonction Nord-Midi.

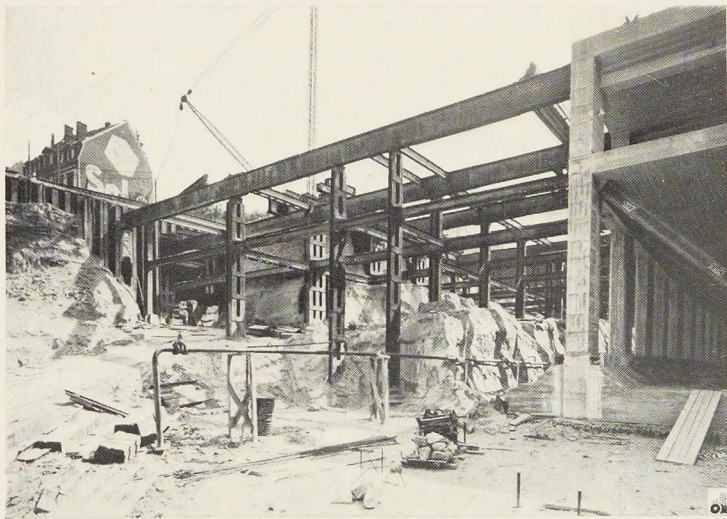
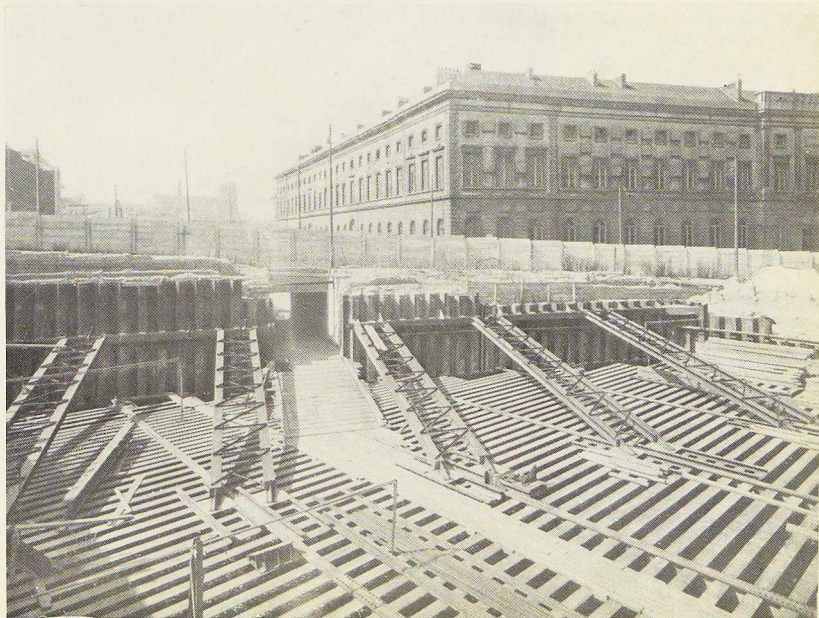


Fig. 223. Etançonnement jouant le rôle d'ossature du deuxième tronçon du tunnel. La poursuite du terrassement dégage la charpente métallique qui va être progressivement complétée. A l'avant-plan : tuyauterie du dispositif de rabattement.

sollicitée par une poussée horizontale de 12,5 t/m.ct., à la fois le long de la bride en contact avec le rideau et le long de ses montants d'extrémité (fig. 225). Elle prend appui dans les creux de palplanches par l'intermédiaire de consoles.

L'assemblage étant réalisé par boulons, on

Fig. 224. Platelage de la dalle intermédiaire sous boulevard Botanique, avec dispositif de butée du rideau transversal. Des colonnes métalliques enrobées par après dans les colonnes définitives, supportent l'ensemble. A l'arrière-plan, l'Hôpital Saint-Jean.



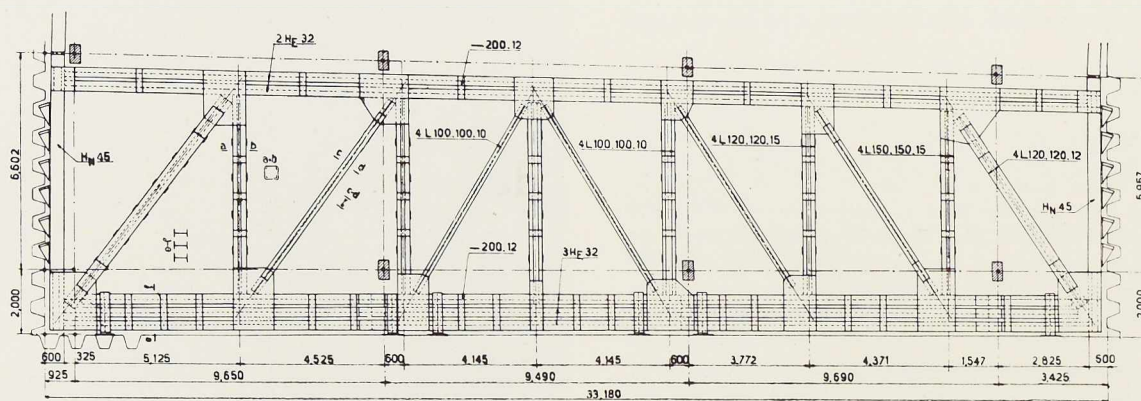


Fig. 225. Constitution organique de la poutre Monier ayant servi à l'étaisonnement du rideau transversal de la Section 36.

pouvait négliger les efforts secondaires aux nœuds et étudier la poutre comme système articulé par la méthode de Crémone.

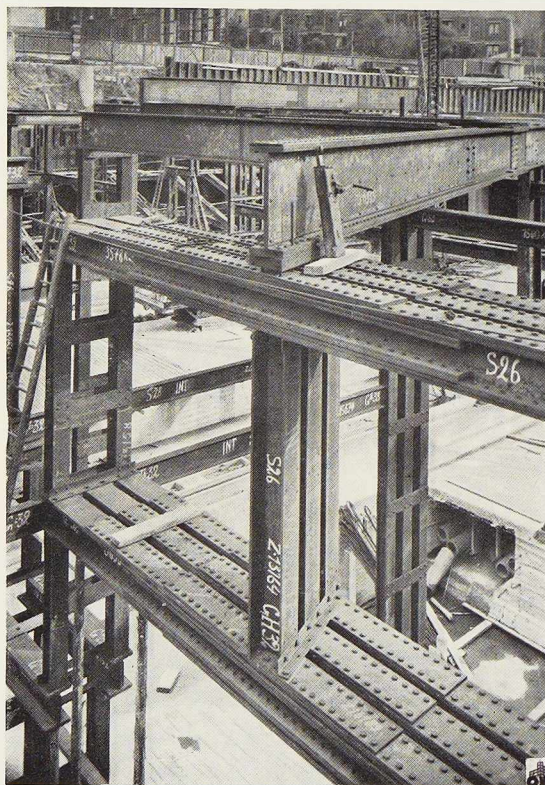


Fig. 226. Vue partielle de la charpente métallique de la Halte centrale.

Photo Sergysels.

b) *Platelage métallique du passage sous le boulevard Botanique*

Etant donné l'importance des charges transmises à la dalle intermédiaire et le peu de hauteur disponible, celle-ci a été constituée par un platelage en poutrelles Grey enrobé dans du béton. Dans ce cas, le poutrellage assurait directement l'étaisonnement des rideaux latéraux et du rideau transversal par l'intermédiaire de pous-sards obliques (fig. 224).

c) *Etaisonnement du deuxième tronçon*

Une charpente métallique, destinée à être enrobée de béton et à servir d'ossature au tunnel, fut étudiée pour remplir le rôle de réseau d'étaisonnement au cours des phases intermédiaires (fig. 223).

On notera, aux figures 222 et 226, l'importance exceptionnelle de l'ossature métallique réalisée au droit des sections venant sous la Halte Centrale.

Conclusions

Bien qu'ayant subi plusieurs réemplois dans des conditions très variables de charge et de longueur, les étaisons transversaux se sont parfaitement comportés. Les assemblages boulonnés ont donné pleine satisfaction. L'indéformabilité des rideaux de palplanches a été assurée, aucun trouble sérieux ne s'étant manifesté dans les constructions en bordure de la fouille.

L'étaisonnement a entièrement répondu aux conditions de maniabilité qui lui avaient été demandées.

V. R.



Ed. Henrion,
Ingénieur-Soudeur E. S. S. A.
(Paris)

Les récentes conceptions soudées en matière de châssis dans la construction des camions automobiles

Au fur et à mesure de la modernisation des principes de construction des véhicules automobiles, on a développé la mise en œuvre des divers procédés d'assemblage par chauffage ou par fusion localisée. C'est ainsi que l'on rencontre maintenant dans toute voiture, dans les châssis ou dans les carrosseries des camions, autobus, autocars, des joints, dont la disposition ou l'épaisseur se prêtent à l'application de la soudure autogène soit au chalumeau, soit à l'arc, soit par résistance. La soudobrasure présente aussi des propriétés particulières extrêmement précieuses dans le domaine considéré : faible déformations, surface lisse du joint d'assemblage, rapidité d'exécution, facilité de polissage, etc.

On ne saurait assez répéter que chaque procédé de construction présente des caractéristiques d'applications spécifiques et le constructeur averti tire précisément parti des avantages propres des méthodes d'assemblage pour orienter judicieusement la construction automobile vers l'emploi rationnel de toutes les soudo-techniques.

C'est ainsi que la *soudure par fusion au chalumeau oxyacétylénique* trouve ses applications dans la réalisation des joints bord-à-bord et de certains joints à recouvrement, tranche sur face, en tôleries minces telles qu'on les rencontre dans toute carrosserie ou dans toute construction en coque de véhicule quelconque.

La soudure à la flamme permet d'obtenir sur ces tôles de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur des joints résistants, bien pénétrés, sans risque de fissuration par suite d'un traversé insuffisant, dont la surface est plate, le travail se faisant le plus souvent sans apport de métal ou à l'aide d'une très mince baguette pour les joints à clin par exemple, ce qui est fort apprécié, car la plupart de ces joints restent apparents et bruts de soudage d'où un intérêt évident à disposer d'un aspect satisfaisant dans cet état.

Lorsqu'il s'agit de réaliser des joints sur des épaisseurs sensiblement différentes, de fixer des accessoires sur la tôle mince, ou encore de réaliser un joint parfaitement lisse qui devra être « effacé » par polissage, c'est encore une technique oxy-acétylénique que l'on met en œuvre, la *soudobrasure*. Grâce à la qualité des laitons spéciaux et alliés dont on dispose comme métal d'apport, pour mettre ce procédé en œuvre, on réalise facilement sur acier des joints d'une résistance mécanique très satisfaisante et l'on réussit sans difficulté des joints d'angle face sur face notamment grâce au fait qu'il suffit d'atteindre la température relativement réduite du « mouillage » pour obtenir l'accrochage suffisant du laiton spécial sur l'acier du métal de base.

Dans ce même domaine de la tôlerie, à laquelle on fait appel de plus en plus en construction automobile pour constituer des coques auto-portantes ou pour conserver le principe classique de la carrosserie montée sur un châssis, on a vu se développer aussi, sur une grande échelle, la *soudure électrique par résistance* qui a trouvé dans l'assemblage par point des recouvrements de tôles minces une utilisation extrêmement étendue. Grâce à de judicieux recouvrements prévus lors de l'emboutissage des éléments, cette technique permet un pointage rapide de ces derniers à leur place exacte. Bien appliquée, elle procure à l'ossature assemblée une certaine résistance, mais il est remarquable de constater que l'on fait ensuite appel aux autres procédés de soudure par fusion au chalumeau ou à l'arc pour renforcer localement suivant les indications fournies par l'expérience pratique les joints assemblés par résistance.

C'est en effet dans le cas précité que l'on rencontre en construction automobile les premières applications de la *soudure à l'arc*. Il s'agit donc en ordre principal d'assujettir dans la carrosserie

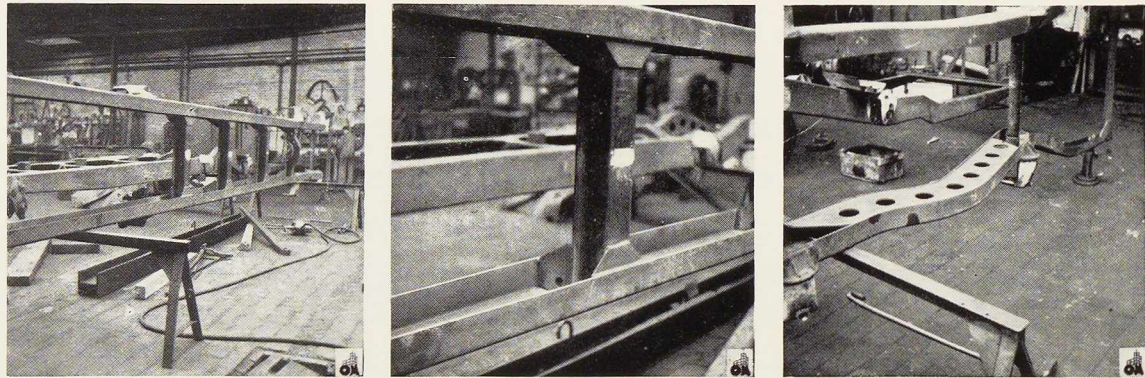


Fig. 227-229. Vue générale d'un châssis d'autocamion disposé verticalement en cours de montage en vue de sa construction soudée. — Détail du nœud d'assemblage d'une entretoise soudée sur la membrure. — Détail de la conception de la partie arrière renforcée de la membrure constituée en forme de poutre en caisson.

les pièces disposées en angle face sur face et en angle tranche sur face dont l'épaisseur dépasse quelques millimètres en vue de disposer d'un joint rapidement exécuté et de haute résistance.

Après avoir précisé les grandes lignes du développement des procédés de soudure pour la construction en tôle qui devient, de ce fait, relativement simple, au point de ne plus poser de problèmes spéciaux, et qui constitue une belle application de la soudure autogène et de la soudobrasure, nous examinerons plus en détails la mise en œuvre des soudo-techniques dans la *construction du châssis* de la plupart des voitures automobiles. On y constate, en effet, une évolution importante vers la soudure d'éléments de plus en plus importants afin de rénover par de nouveaux principes, le montage des ossatures de camions, d'autocars, etc.

On se trouve ici en présence d'éléments emboutis en tôles relativement épaisses de plusieurs millimètres et en vue de faciliter le montage de ces charpentes métalliques de formes spéciales, on fait souvent appel à des joints en angle, soit face sur face, soit tranche sur face lorsque le recouvrement facilite la préparation, le montage et le soudage. On se rend compte que, dans ce genre d'ossature, c'est principalement à la soudure à l'arc électrique que l'on fait appel. Mais le développement de ce procédé d'assemblage a conduit les ateliers qui l'utilisent, à renforcer parallèlement leurs installations oxyacétyléniques d'une part pour étendre les travaux *d'oxycoupage au chalumeau*, et d'autre part pour faciliter le *formage, le dressage par chaude de retrait, le planage* et autres applications du chauffage loca-

lisé à la flamme dont l'incomparable souplesse et l'efficacité considérable sont vivement appréciées et indispensables à la réussite du travail.

Dans la construction des châssis robustes des poids lourds on constate une heureuse évolution vers des ensembles soudés qui présentent plus d'une particularité remarquable, ce qui leur permet de surclasser progressivement les anciennes méthodes constructives. Ces dernières en sont arrivées à constituer un handicap sérieux pour l'ossature en acier, mais il semble bien que, plutôt que de passer à la recherche de solutions hasardeuses à l'aide de nouveaux métaux intrinsèquement plus légers, il est nettement plus rationnel d'alléger le type classique du châssis par la généralisation d'une meilleure conception des profils et des assemblages grâce à l'introduction de la soudure des joints.

Les premières réalisations dans cette voie ont mis en effet en évidence, à l'actif du châssis en acier soudé : une plus grande solidité, une meilleure endurance, de moindres frais d'entretien, une plus grande légèreté, une plus longue durée de service. Et si l'on a beaucoup gagné déjà sur l'ossature elle-même du châssis, il nous faudra nous étendre encore davantage sur les bénéfices réalisés par le soudage sur le châssis en tôles embouties de la multitude des pièces accessoires que comporte un modèle moderne de camion automobile, d'autobus, d'autocar, etc.

Etant donné qu'il s'agit en général de pièces qui se reproduisent en de multiples exemplaires et que, pour répondre à leur utilisation elles doivent présenter des formes parfois complexes, on a fait logiquement appel dans les réalisations



Fig. 230-232. Détail de la soudure des mains de ressort en acier coulé sur le châssis. — Autre assemblage soudé d'un support en acier coulé sur la membrure principale. — Vue de la partie centrale du châssis soudé.

récentes à des *moulages d'acier* de bonne qualité courante dont le problème du soudage au châssis est maintenant facilement résolu par le choix d'une bonne électrode de qualité appropriée.

Nous citerons, comme pièces de ce genre, les mains de ressort, les supports de glissières, les butoirs de ressort qui constituent des exemples typiques du nouveau principe qui préside à la conception du châssis soudé.

Grâce à la possibilité de jonction de ces pièces accessoires sur le châssis, par un simple cordon soudant, on gagne sur le poids propre du joint; de plus, le châssis n'est plus déformé en cet endroit, au contraire il est nettement renforcé. Il en est de même des multiples *consoles* dont est agrémenté un châssis qui supporte quantité de renvois de tringleries, de réservoirs, de supports de tiges de commande, etc.

Tous ces éléments en tôles laminées fixés au châssis par soudure contribuent à la résistance et à la rigidité de l'ensemble au lieu de constituer, comme autrefois, des points faibles et souvent, des amorces de dislocation ou même de fissuration. Il en résulte que les profils principaux des membrures peuvent être sensiblement allégés et, grâce au fait que la soudure par fusion en est arrivée au stade d'une technique précise parfaitement définie on peut maintenant avoir entière satisfaction dans l'avenir d'une construction en acier à condition que l'on tire parti des belles qualités intrinsèques de ce matériau de choix, en l'assemblant de façon rationnelle par soudure.

Il nous paraît donc utile de préciser sommairement l'orientation actuelle de la technique en

envisageant plus spécialement la réussite du travail grâce au choix des meilleurs facteurs qui conditionnent une construction moderne de qualité en acier.

C'est tout d'abord sur ce *métal de base* que nous porterons notre attention. Dans les réalisations actuelles, on fait appel à la nuance courante d'acier doux appropriée aux travaux de pliage et d'emboutissage. Il s'agit donc d'un métal de bonne soudabilité spécifique grâce à sa faible teneur en carbone, présentant une ductilité élevée mais dont la résistance mécanique est de l'ordre de 37-44 kg/mm².

Evidemment ces caractéristiques rendent le travail du constructeur et du soudeur relativement facile; dans le type d'ossature considéré, l'emploi d'acier doux ne pose aucun problème difficile de soudabilité constructive et la soudabilité relative est facilement satisfaite à l'aide de l'électrode courante à 45 kg/mm², de façon générale, et en faisant parfois appel au type à 50 kg/mm² pour les soudures verticales.

Mais on peut toutefois se demander si, dans un proche avenir, il ne deviendra pas indispensable pour maintenir l'avance de la construction en acier et ses avantages de faire appel à une nuance d'acier à plus haute limite élastique sans qu'il soit bien entendu nécessaire de faire usage d'aciers alliés dans ce genre d'application. Il nous paraît dès lors indiqué d'étudier sérieusement les propriétés d'une nuance à 45-55 kg/mm² par exemple, avec laquelle on pourrait s'en tenir aux méthodes constructives existantes tout en améliorant encore les performances du châssis en acier.

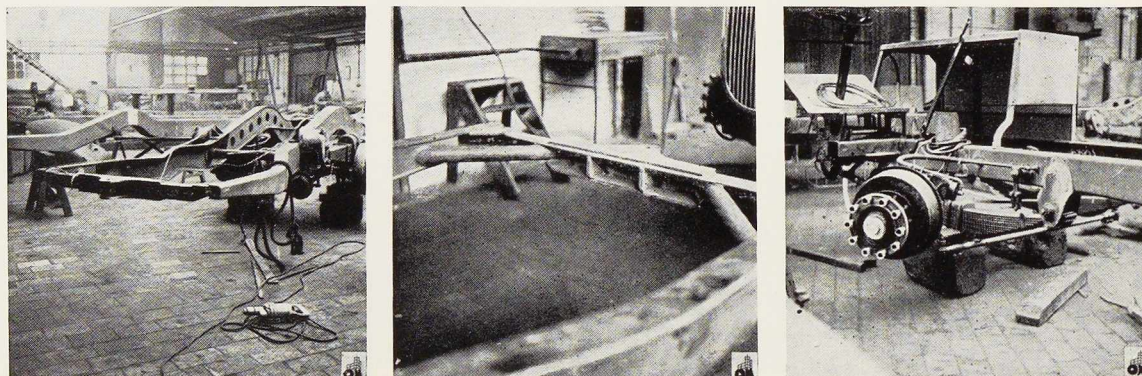


Fig. 233-235. Vue de l'ensemble de la partie arrière du châssis avec les entretoises. — Détail de la traverse arrière qui termine le châssis et conception du renforcement de la poutre en caisson par des tubes dans les angles. — Montage à l'avant du poste de commande avec tous les supports accessibles soudés.

Il est d'ailleurs intéressant de faire le rapprochement suivant : à l'heure actuelle les moulages d'acier coulé utilisés pour les accessoires qui équipent les châssis lourds sont d'un type assez résistant à 50 kg/mm^2 , donc mi-doux et leur soudage exige l'emploi non plus de l'électrode E45 mais du type E56 de haute qualité à haute résistance. Ces électrodes à enrobage basique résolvent parfaitement le problème de la soudabilité plus délicate de ces moulages et il est dès lors évident que si on avait recours également à un acier laminé de résistance un peu plus élevée pour le châssis, on se trouverait devant un ensemble plus homogène et plus résistant.

Comme l'utilisation des accessoires moulés s'est faite sans incident, et que cette technique mixte a fait ses preuves, non seulement par ses avantages propres mais aussi par la meilleure tenue de l'ensemble du châssis qui en résulte, il semble que le progrès conduira sous peu à des conceptions analogues mais nouvelles par l'emploi d'acier à limite élastique plus élevée que celle de l'acier doux et à la généralisation corrélative d'un métal d'apport de qualité et à haute résistance du type « 56 kg/mm^2 ».

Après ces considérations sur le métal de base, signalons que pour la *conception des assemblages* on a prévu aux plans un large usage des joints à recouvrement soudés à clin. Ce principe facilite beaucoup la préparation du travail et donne en pratique un excellent résultat; toutefois, on est loin de l'utiliser systématiquement et dès qu'il s'agit d'économiser sensiblement du poids par un joint en bout, on y fait appel, tout spécialement pour les joints d'angle face sur face. On

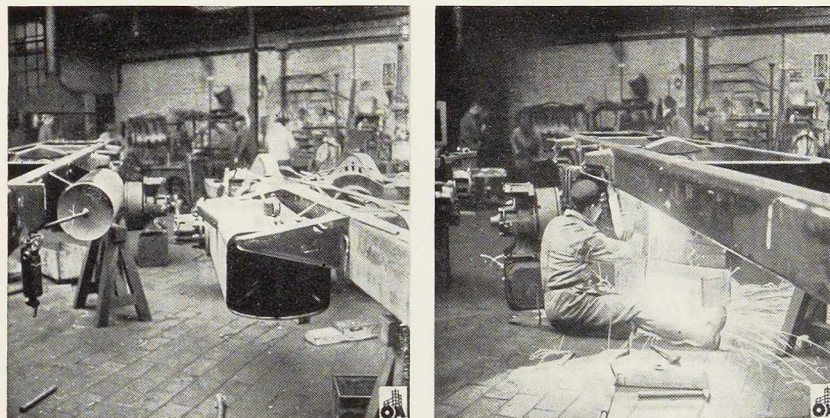
élimine ainsi progressivement les conceptions peu rationnelles qui résultent des tracés exigés par le rivetage. Mais nous retiendrons utilement que, dans le domaine considéré, il est parfois pratique de faire usage de joints à recouvrement sans que cela ne grève exagérément le poids des nœuds vu que l'on se trouve en présence de tôles pliées relativement minces.

Il est un facteur extrêmement favorable qui joue largement au point de vue de la réussite du travail : c'est la bonne *préparation des joints* qui résulte du découpage méthodique et précis des éléments à assembler grâce à un travail de série, grande ou petite, mais toujours entrepris mécaniquement, ce qui donne un joint net et exact, bien approprié au soudage.

On peut affirmer que cette préparation des joints en construction automobile est un élément essentiel de la réussite de la construction soudée et indirectement de l'avenir de l'ossature métallique dans ce domaine. Si l'on ajoute que pour certaines découpes spéciales, on a toute facilité opératoire par l'emploi du chalumeau coupeur oxyacétylénique manié habilement, on se rendra compte que tout est assuré au soudeur pour lui permettre une exécution soignée de son travail.

Si, en tôlerie, on fait surtout usage de la soudure au chalumeau, dans le cas du châssis pour véhicule automobile, on recourt plus généralement à la soudure à l'arc qui donne une meilleure solution constructive et dont la mise en œuvre à l'aide d'un *matériel de qualité* ne présente pratiquement plus de difficultés; vu l'emploi courant d'électrodes à enrobage basique, il faut simplement veiller à disposer d'une tension

Fig. 236-237. Vue des consoles soudées supportant au centre du châssis les réservoirs. — Soudeur au travail d'assemblage des entretoises centrales sur les membrures principales d'un châssis d'autocamion en acier soudé.



à vide suffisante si l'on utilise un poste courant à transformateur statique, d'une puissance de 200 à 250 ampères, ce qui suffit amplement dans ce domaine.

Nous insisterons encore sur le fait que si l'ossature en acier du châssis des véhicules lourds veut conserver l'avance qu'elle a acquise par le développement de sa construction soudée, un effort reste à faire, compte tenu des progrès des autres méthodes constructives qui font appel au principe de la coque « autoportante ». Si ce dernier ne convient guère au cas du camion que l'on équipe de caisses de tous genres et parfois d'une simple cabine, il est par contre d'application intéressante pour les grands véhicules destinés au transport de personnes en commun. Mais les difficultés à vaincre dans cette voie sont encore considérables et de nombreuses recherches sont en cours pour trouver des solutions à des problèmes métallurgiques et techniques particulièrement ardues lorsqu'on veut pousser l'allègement au maximum par l'emploi de métaux à faible densité. Cependant on constate qu'en construction aéronautique, l'union de l'acier à très haute résistance et de la soudure a permis de réaliser les plus belles performances et on peut donc espérer qu'il pourra en être de même pour l'ossature métallique des véhicules lourds en adoptant une solution sidérurgique appropriée à la fois aux possibilités du constructeur et du soudeur.

Pour compléter cet aperçu des facteurs de soudage intervenant dans la construction automobile, il ne reste plus qu'à dire un mot de leur contrôle.

Il résulte nettement des travaux réalisés avec succès dans l'industrie que tout système de contrôle doit être du type « préventif ». En effet, un assemblage soudé sera automatiquement réussi

si tous les facteurs étudiés au cours de la fabrication sont définis avant de commencer le travail et si celui-ci est mené suivant les règles et les prescriptions du métier par une main-d'œuvre de bonne formation professionnelle de base.

Grâce aux montages qui sont d'usage courant dans le domaine de la construction automobile, on dispose d'une solution simple et rationnelle de ce qui constitue le nœud du problème du soudage en constructions métalliques plus complexes.

On ne rencontre pratiquement pas de difficultés dues aux phénomènes de dilatation et de retrait, car on maîtrise les déformations par des mesures préventives. Eventuellement, on fera appel aux techniques complémentaires du formage et ce dernier est alors mis en œuvre au chalumeau, quelques chaudes de retrait à la flamme oxyacétylénique maniées par des mains habiles remettent facilement l'ensemble soudé aux dimensions nécessaires.

Il n'y a donc pas lieu d'envisager un contrôle « a posteriori », toujours coûteux et, en l'occurrence parfaitement superflu. L'examen visuel suffit ici à garantir la qualité normale des assemblages.

Nous pouvons, dès lors, conclure que l'orientation d'avenir de la construction automobile est normalement assurée par les solutions simples et efficaces qu'apportent la construction soudée en acier. Une expérience étendue a précisé les facteurs fondamentaux à mettre en œuvre et la tendance à la généralisation de tous procédés de soudure en tirant parti de leurs avantages spécifiques pour faire rendre au métal de base le maximum de ce qu'il peut donner. Et si les réalisations qui illustrent cet exposé montrent déjà les grandes possibilités de l'acier doux, nul doute que ce métal ne parviendra à progresser

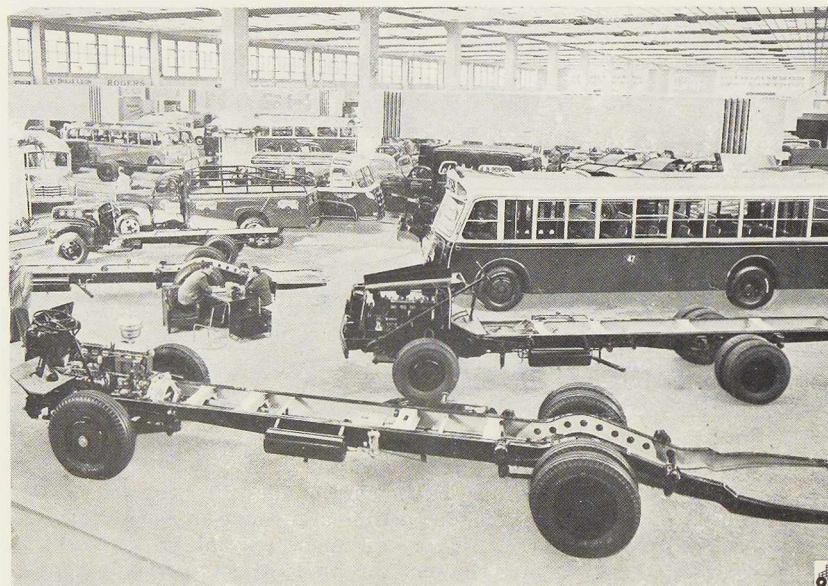


Fig. 238. Vue d'un châssis soudé de camion Miesse présenté au Salon de l'Automobile à Bruxelles.

Photo L'essor.

encore en s'orientant dans la voie féconde des nouvelles nuances à plus haute limite élastique. Les techniques de tous les procédés de soudure autogène sont prêtes à apporter leur concours à

ce nouvel essor de la construction en acier et il n'est pas douteux que toute la sidérurgie profitera de ces nouveaux progrès.

E. H.

A paraître prochainement :

Le pont de Marchienne-au-Pont, par F. HEBRANT.

Le hangar d'aviation de Filton-Bristol (Grande-Bretagne).

Progrès dans la construction de skips d'extraction, par A. LAMBOTTE.

Télésièges et skilifts.

Emploi de portes métalliques dans le bâtiment.

Surélévation du bâtiment des salles de machines de l'École Polytechnique Fédérale à Zurich (Suisse).

Considérations sur le calcul des ponts curvilignes, par V. A. NICOLSKY.

P. Picalausa,
Ingénieur en chef
à la Société Nationale
des Chemins de Fer Belges

La charpente métallique soudée de la halle aux marchandises sous voies de la nouvelle gare de Bruxelles-Midi

La nouvelle gare surélevée de Bruxelles-Midi possédera 22 voies à quai; celles-ci et les quais les desservant s'échelonneront sur toute la distance qui sépare la rue de France de l'avenue Fonsny. C'est là une des raisons pour lesquelles la plupart des services inhérents à l'exploitation d'une grande gare à voyageurs ont dû être installés sous le niveau des voies. Il en est notamment ainsi pour la salle des guichets, le service des bagages, les couloirs de circulation des voyageurs et des bagages, la halle aux marchandises, etc.

Le grand couloir transversal pour voyageurs, qui va de la rue de France à l'avenue Fonsny et donne accès aux quais, est établi sous charpente métallique rivée, alors que le local pour le service des marchandises, dont la superficie atteint plus de 10 000 m², se trouve sous charpente métallique soudée. C'est un bel exemple d'une importante construction métallique complètement soudée tant à l'atelier que sur chantier.

L'ensemble a été érigé au cours des années 1938, 1939 et 1940, à l'époque où les causes des accidents survenus aux ouvrages d'art du canal



Fig. 239. Voies à quai de la nouvelle gare surélevée de Bruxelles-Midi établies sur une charpente en acier. L'espace sous voies est utilisé comme couloir d'accès aux quais (à gauche) ainsi que comme halle aux marchandises (à droite).

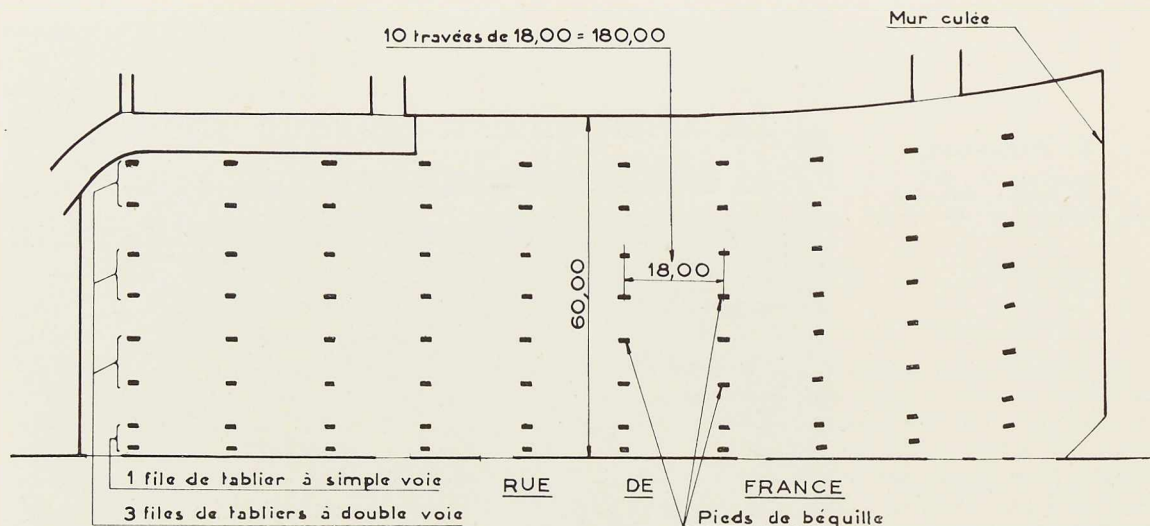


Fig. 240. Plan des tabliers à simple et à double voie de la nouvelle gare surélevée de Bruxelles-Midi.

Albert faisaient l'objet d'investigations et hypothèses diverses. Il était cependant acquis qu'une construction soudée ne doit pas être traitée comme une construction rivée, que son exécution en est beaucoup plus délicate, et que si l'on veut se mettre à l'abri de toute mésaventure, il est indispensable de s'entourer d'un maximum de précautions tant dans le choix des matières à mettre en œuvre, que pour se prémunir contre les malfaçons : qualité des aciers de base et d'ap-

port, préparation des pièces à souder, méthodes, programme et ordre de succession des soudures; utilisation de soudeurs qualifiés; surveillance vigilante des opérations; contrôle des soudures pendant et après exécution.

Etablie en ne négligeant aucun des facteurs conditionnant une bonne réalisation en soudé, et rien n'ayant été laissé au hasard, cette ossature métallique a été menée à bonne fin, et présente toute garantie de sécurité. Elle doit, d'une part, supporter non seulement le poids mort de toute l'infrastructure des voies supérieures, mais également résister aux efforts dynamiques des charges roulantes. D'autre part, elle doit assurer sous les poutres un tirant d'air suffisant, tout en ne multipliant pas le nombre des supports qui gênent les manutentions. Les voies supérieures sont en service depuis 1941.

La charpente comporte trois files de 10 tabliers pour double voie, et une file de 10 tabliers pour simple voie. Chacune des files est constituée de 5 tabliers à béquilles avec consoles servant d'appui à 5 tabliers intermédiaires. Le dernier de ces tabliers prend appui sur la console du tablier à béquille qui le précède et sur le mur terminal de la halle (fig. 239, 240 et 242).

Les voies supérieures étant en courbe, il a fallu tenir compte de cette particularité dans l'implantation des tabliers. Ceux-ci ne sont pas tous identiques, et leurs axes présentent l'un par rapport à l'autre certaines déviations (for-

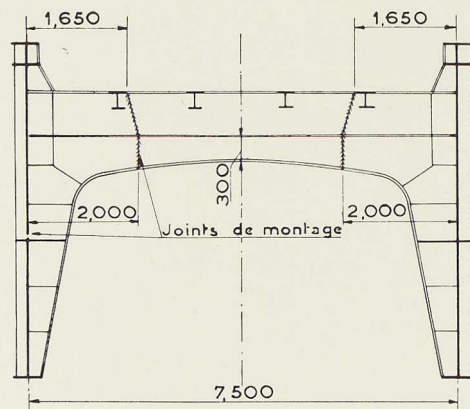
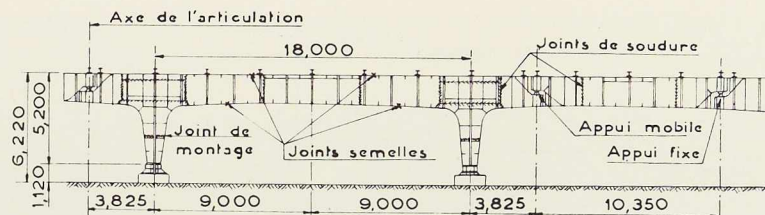


Fig. 241. Détail de l'entretoise au droit des béquilles s'épanouissant à ses extrémités de façon à former portique.



Fig. 242. Elévation d'un tablier à béquilles et d'un tablier suspendu montrant l'emplacement des raidisseurs et des joints soudés.



mant une ligne brisée) de façon à leur faire épouser la courbure des voies qu'ils supportent. Dans le sens transversal, c'est-à-dire perpendiculairement à la rue de France, les appuis se trouvent en alignements distants de 18 mètres, découpant ainsi le local en 10 travées transversales de 18 mètres.

Les pièces de pont sont constituées de poutrelles Grey. L'entretoise au droit des béquilles est renforcée et s'épanouit à ses extrémités de façon à former portique (fig. 241). Un platelage étanche en tôles embouties métallisées et soudées forment support du ballast.

Les espaces séparant les files des tabliers sont couverts par un poutrellage et platelage étanche, supportant les quais, les abris-parapluie et les supports de caténaires.

Les figures 241 à 243 donnent respectivement les schémas des maîtresses-poutres des tabliers à béquilles et des tabliers suspendus, de l'entretoisement courant et des portiques d'entretoisement au droit des béquilles avec leurs raidisseurs ainsi que les positions des joints soudés d'atelier et de montage sur chantier.

Choix des matières

Les éléments constitutifs sont les suivants :

Semelles en plats moulurés de 45 mm d'épaisseur, renforcées éventuellement pour certains tabliers par larges plats soudés.

Ame en tôle d'épaisseur variant de 15 à 25 mm.

Les semelles et les tôles de 20 mm et plus sont en acier Siemens-Martin; les autres éléments sont en Thomas.

Les aciers ont répondu aux conditions de réception imposées :

Pour le Siemens-Martin : analyse chimique, traction, pliage, résilience et macrographie;

Pour le Thomas : traction et pliage.

Aucun essai spécial de soudabilité, de pliage après trempe, de dureté et résilience sur métal altéré par soudure, résilience sur métal vieilli, n'était prescrit.

Toutefois, afin de se rendre compte du comportement de ces aciers vis-à-vis de ces essais spéciaux, il fut prélevé sept échantillons repris au tableau I ci-dessous.

Repère des échantillons	Nature de l'acier	Composition chimique						
		C	Mn	Si	S	P	Cn	
1	S. M.	0,13	1,17	0,12	0,036	0,017	0,36	Prélevé dans tôle de 25 mm
2	S. M.	0,17	1,06	0,11	0,037	0,023	0,36	id.
3	S. M.	0,14	1,07	0,13	0,040	0,029	0,28	id.
4	S. M.	0,14	1,14	0,10	0,042	0,017	0,34	Prélevé dans plat nervuré de 45 mm
5	S. M.	0,14	1,34	0,13	0,028	0,015	0,46	id.
6	Th.	0,04	0,41	Traces	0,023	0,059	—	Prélevé dans tôle de 40 mm (raidisseurs)
7	Th.	0,09	0,73	id.	0,025	0,04	—	Prélevé dans plat de 40 mm

TABLEAU I. — Composition chimique des échantillons prélevés.

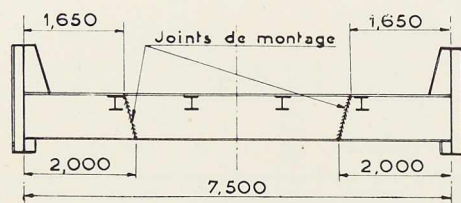


Fig. 243. Détail de l'entretoisement courant des tabliers.

Le programme des essais fut le suivant :

A) ESSAIS SUR MÉTAL AU NATUREL

1° Pliage d'une éprouvette $200 \times 35 \times 20$, prélevée transversalement au sens de laminage sur mandrin de 25 mm de diamètre. On relève l'angle de pliage à l'apparition de la première crique (épreuves I);

2° Résilience sur éprouvettes $55 \times 10 \times 10$ avec entailles de 3×2 dans face de laminage et parallèle au sens de laminage (épreuves II);

B) ESSAIS SUR MÉTAL ALTÉRÉ PAR SOUDURE

3° Pliage d'une éprouvette de $200 \times 35 \times 20$, prélevée transversalement au sens de laminage et sur laquelle un cordon de soudure a été déposé puis arasé. On relève l'angle de pliage de la première crique (épreuves III);

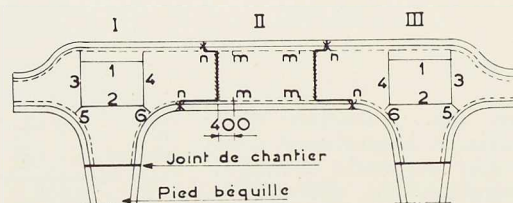


Fig. 244. Schéma montrant la succession des joints soudés.

4° Essais de résilience sur éprouvettes ayant subi l'action de la chaleur par dépôt d'un cordon de soudure comme essai 3 (épreuves IV);

C) ESSAIS SUR MÉTAL VIEILLI ARTIFICIELLEMENT

5° Vieillessement artificiel d'éprouvettes $200 \times 35 \times 20$, puis essai de résilience. Le vieillissement est obtenu par pliage préalable du barreau suivant une flèche de 10 mm, pliage en sens contraire, puis redressement à froid, ensuite chauffage à 250° pendant 30 minutes. Refroidissement lent (épreuves V);

D) ESSAIS SUR MÉTAL TREMPÉ

6° Des éprouvettes $200 \times 35 \times 20$ sont portées à 900° puis immergées dans l'huile à température ordinaire. On mesure l'angle de pliage à l'apparition de la première crique (épreuves VI).

Repères des échantillons	Pliages			Résiliances kgm/cm^2 moyenne de 3 éprouvettes		
	Eprouvettes n° I	Eprouvettes n° III	Eprouvettes n° VI	Eprouvettes n° II	Eprouvettes n° IV	Eprouvettes n° V
1 (S. M.)	Pas de crique	Crique à 98° . Rupture 140°	Pas de crique	10,15	9,79	7,4
2 (S. M.)	id.	Crique à 36° . Rupture 110°	Crique à 123°	13,15	11,81	9,3
3 (S. M.)	id.	Crique à 87° .	Crique à 93°	8,34	11,20	6,8
4 (S. M.)	Criques imperceptibles	Crique à 4° . Rupture 67°	Crique à 69°	9,33	8,10	6,41
5 (S. M.)	Criques à 109°	Crique à 100° . Cassure immédiate	Crique à 61°	5,49	5,81	4,10
6 (Th.)	Pas de crique	Crique à 37° . Rupture 64°	Pas de crique	0,86	5,18	0,86
7 (Th.)	id.	Crique à 5° . Rupture immédiate	id.	2,60	3,93	1,82

Dureté : Essais ponctuels (Rockwells. B) On constate une augmentation nettement caractérisée dans la zone de transition.

TABEAU II. — Résultats des essais de pliage et de résilience. S. M. — Acier Siemens-Martins; Th. — Acier Thomas.



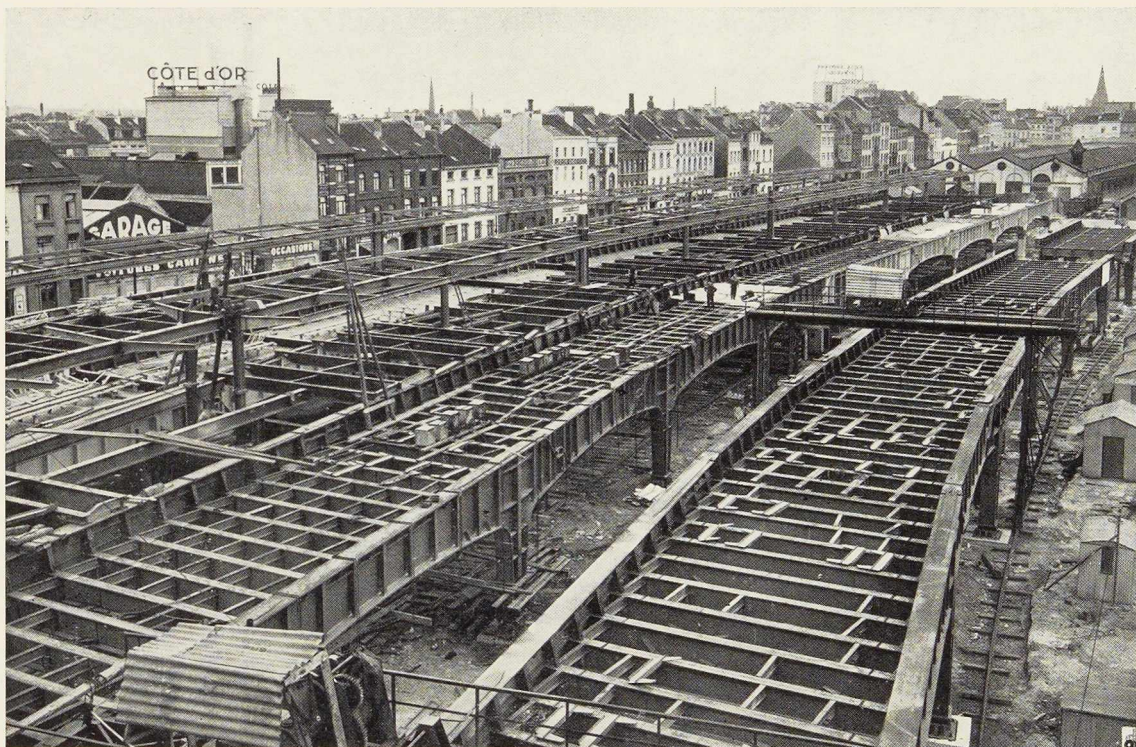


Fig. 245. Vue d'ensemble des tabliers pour voies de chemin de fer à la nouvelle gare du Midi à Bruxelles.

Les éprouvettes ont été prélevées dans la chute de tête des barres, le plus près possible de leur axe longitudinal.

Les électrodes employées avaient 5 mm de diamètre, résistance 42 à 48 kg, allongement 22 %, courant alternatif 180 ampères.

Les résultats de ces différents essais sont consignés au tableau II ci-contre :

On peut en déduire que :

La teneur en Si, pour autant qu'elle ne dépasse pas 0,13 %, n'a guère d'influence sur la sensibilité du métal à la trempe, à l'action de la soudure, et sur la fragilité;

Le Siemens-Martin se comporte mieux que le Thomas au point de vue fragilité;

Les éprouvettes provenant des pièces de fortes épaisseurs se sont moins bien comportées;

L'épreuve de pliage sur métal altéré par soudure est plus sévère que celle sur métal trempé;

L'essai de résilience sur éprouvettes vieilles est plus sévère que celui sur éprouvettes provenant de métal altéré par soudure.

Ajoutons, pour être complet, que toutes les

tôles présentant des doublures, voire des traces ont été écartées.

Programme et méthode de soudure

I. Soudure d'atelier

Deux méthodes ont été utilisées :

Première méthode

On constitue séparément les tronçons I, II et III (fig. 244).

a) Exécution des tronçons I et III :

Soudure de l'âme en confectionnant successivement en position libre les joints 1, 2, 3, 4 et en laissant de côté les petits cordons 5 et 6.

Pour éviter les déformations, on retourne tout le système après dépôt d'un certain nombre de passes, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre; on fait usage du pas de pèlerin. On soude ensuite les semelles sur l'âme ainsi réalisée, d'abord épinglage, puis soudure en partant du milieu vers les extrémités. Retournement de tout le système après confection de quelques passes, tantôt d'un

côté, tantôt de l'autre; pas de pèlerin à cordon interrompu pour les premières passes.

Enfin, confection des cordons 5 et 6.

b) Exécution du tronçon II :

On confectionne les joints âme-semelle, en partant du milieu vers les extrémités. On prend la précaution de terminer la soudure des joints âme-semelles aux points m à 40 cm environ des extrémités de l'âme. Retournement, en temps voulu, et utilisation du pas de pèlerin à cordons interrompus.

c) Assemblage des tronçons :

Soudure des joints bout à bout des semelles. Retournements successifs du système. On confectionne ensuite les joints d'âme en partant du milieu vers les extrémités, retournements successifs. Enfin, terminaison des joints âme-semelle $m.n$.

d) Soudure des raidisseurs, des goussets et amorces des entretoises en procédant à des retournements successifs. Des cales, ajustées à la demande, sont introduites entre les ailes des semelles et les extrémités des raidisseurs; ces cales sont soudées aux âmes des raidisseurs.

Toutes les soudures sont faites en position horizontale, toutes les soudures bout à bout sont burinées et reprises à l'envers; par temps froid, les semelles moulurées sont préchauffées; les retournements s'opèrent au moyen de ponts roulants. Le cintrage des plats moulurés s'effectue après chauffage lent au four à 900° environ.

Les poutres des tabliers appuyés sont confec-

tionnées en une seule pièce : constitution de l'âme en position libre; constitution séparée des semelles. Assemblage semelles-âme comme ci-dessus.

Seconde méthode

Les poutres à béquille ne sont pas tronçonnées. On constitue l'entièreté de l'âme en soudant successivement les divers éléments. Les semelles sont également réalisées sur toute leur longueur, puis soudées à l'âme : éplinglage, soudure au pas de pèlerin à cordons interrompus et en commençant par le milieu des poutres. On procède évidemment à des retournements successifs. Finalement on soude les raidisseurs, goussets et amorces d'entretoises comme dans la première méthode.

Théoriquement, il eut été préférable de souder les raidisseurs et goussets d'entretoises avant l'assemblage des semelles, mais quand on a affaire à des âmes de 25 mètres de longueur, comme c'est le cas ici, la soudure de ces raidisseurs provoque inévitablement des déformations de l'âme, laquelle présentera des ondulations rendant difficile la soudure à la nervure rectiligne des plats moulurés. C'est pourquoi il a été renoncé à cette variante.

II. Soudure sur chantier

Le travail sur chantier consistait en la soudure des poutres principales aux pieds des béquilles, en la soudure des tronçons médians des entretoises aux tronçons d'extrémité soudés aux pou-



Fig. 246. Poutres à semelles renforcées par de larges plats soudés.

A. Joint de montage sur chantier.



Fig. 247. Vue intérieure de la charpente de la halle aux marchandises sous voies de la nouvelle gare du Midi à Bruxelles.



tres principales (les trois tronçons d'une entretoise provenant de la même poutrelle Grey), et enfin en la soudure des longrines aux entretoises.

La soudure des poutres principales aux pieds des béquilles posait un problème assez délicat : tout déplacement relatif de ces deux pièces était empêché et entravait le retrait des cordons de soudure qui devenaient ainsi le siège de fortes tensions de traction. Bien que ces tensions soient ultérieurement contrebalancées sous l'effet des charges supérieures, il convenait cependant de les limiter au cours du travail, c'est-à-dire préalablement à l'action salutaire des surcharges, afin d'éviter les fissures des cordons, et des raidisseurs horizontaux sur lesquels ils étaient soudés et qui, par le fait, étaient sollicités suivant leur épaisseur.

On adopta un ordre et une séquence de soudures tel que les opérations de soudures relatives aux joints les plus critiques soient toujours en avance et terminées avant celles relatives aux autres cordons. Il en résultait une réduction des contraintes de traction dans les premiers joints.

Les joints des entretoises sont situés dans la zone des moments fléchissants minimum et sont inclinés; les âmes ont été soudées en dernier lieu.

Les opérations de soudure des pièces de pont se sont effectuées suivant le mode classique, en partant du milieu des tabliers.

Contrôle des soudures

1° Seuls les soudeurs ayant satisfait à un exa-

men d'agrément étaient autorisés à procéder aux opérations de soudure;

2° L'agent détaché à la surveillance de l'exécution tenait un registre dans lequel il consignait pour chacun des cordons les caractéristiques de sa confection : nom du soudeur, nombre de passes, diamètres des électrodes, ampérage, propreté et fini des surfaces à souder, burinage et nettoyage des scories après chaque passe, dimensions et aspect des cordons terminés, méthode utilisée, position du soudeur, etc.

L'agent précité devait, en outre, prêter attention sur l'observation stricte du programme de soudure adopté, sur l'enlèvement des épinglages éventuellement fissurés, sur la bonne exécution des congés, du meulage des entailles éventuelles, etc.

3° Certaines vérifications de cordons furent effectuées à la fraise de Schmückler, mais il fut surtout procédé à un contrôle systématique par voie radiographique, tant pour les soudures d'atelier que pour celles sur chantier. Celles qui ne donnaient pas satisfaction furent corrigées ou rebutées.

Cette importante construction a été réalisée par la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi et la S. A. de Construction et des Ateliers de Wilbroeck. En service depuis huit ans, elle s'est bien comportée et n'a donné lieu à aucun aléa.

P. P.



Photo R. W. Brown.

Passerelles en tubes d'acier en Grande-Bretagne

La Société Tubewrights Ltd. (Filiale de Stewarts & Lloyds Ltd.) de Londres a réalisé récemment en Grande-Bretagne plusieurs passerelles en tubes d'acier, dont les caractéristiques méritent d'être signalées.

Ces passerelles se composent d'une série de panneaux standards de 3,50 m de longueur et 1,22 m de hauteur. Les panneaux, réalisés entièrement en tubes d'acier, sont en treillis du type en V, raidis par des barres horizontales intermédiaires. Les membrures sont des profils tubulaires

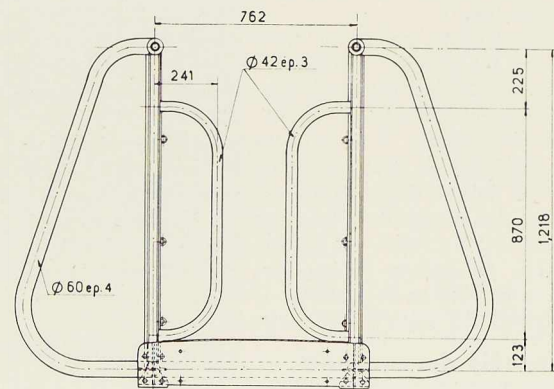


Fig. 249. Détail du panneau d'about d'une passerelle tubulaire.



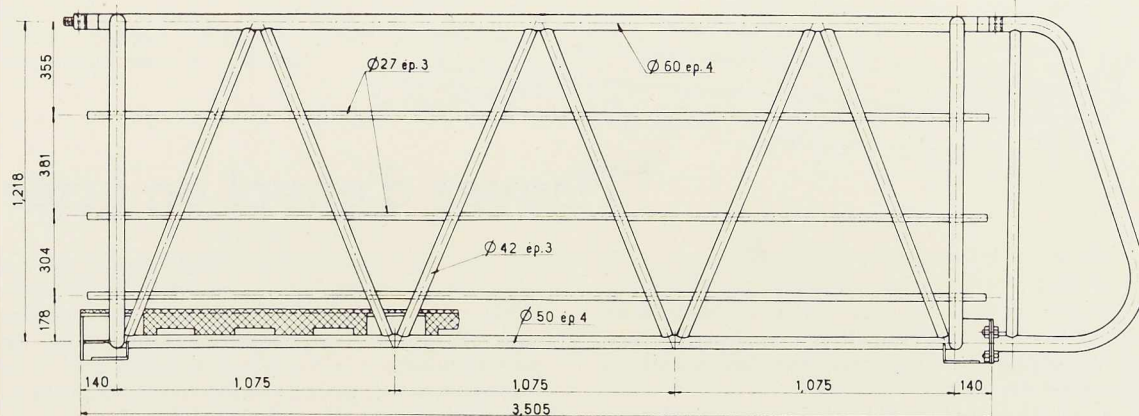


Fig. 250. Détail d'une passerelle en tubes d'acier. Les assemblages sont réalisés par soudure. Le platelage est constitué par des tôles striées, raidies par des tubes placés en croix.

de 4 mm d'épaisseur, de 60 mm de diamètre extérieur pour la membrure supérieure et 50 mm pour la membrure inférieure. Pour les diagonales, on utilise des tubes de 42 mm de diamètre extérieur et de 3 mm d'épaisseur. Quant aux barres intermédiaires, ce sont des tubes de 3 mm d'épaisseur, dont le diamètre extérieur est de 27 mm.

Les assemblages sont généralement réalisés par soudure (fig. 249). Le platelage est constitué par des tôles striées, raidies par des tubes de 27 mm de diamètre et 3 mm d'épaisseur, placées en croix. L'ouvrage possède une bonne rigidité, ainsi que le montre la figure 251 qui représente l'essai de

charge d'une passerelle de 17,50 m de portée. Un élément standard de passerelle tubulaire, dont les maîtresses-poutres sont espacées de 0,76 m d'axe en axe, pèse environ 450 kg.

Par la facilité de leur montage, les passerelles tubulaires constituent une bonne solution pour le franchissement des cours d'eau de faible largeur. D'autre part, leur aspect dégagé, non dépourvu d'une certaine élégance, les désigne tout naturellement pour les endroits pittoresques fréquentés par des touristes, tel le charmant paysage du Nord de l'Angleterre visible sur la figure 248.

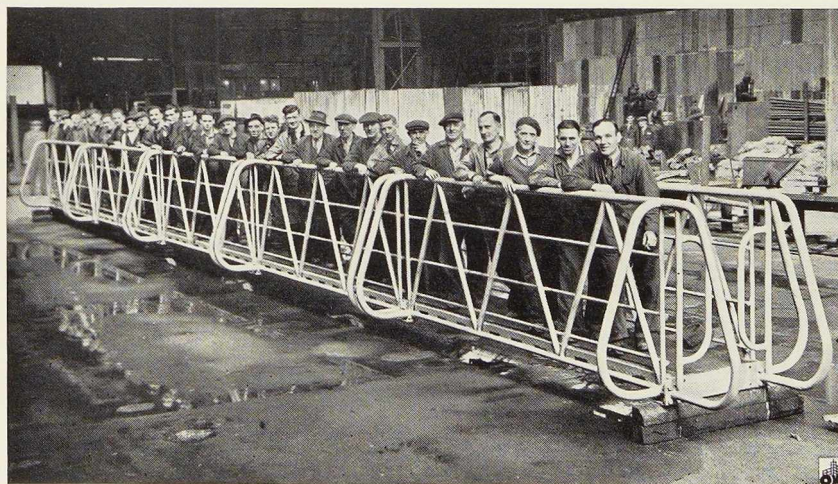
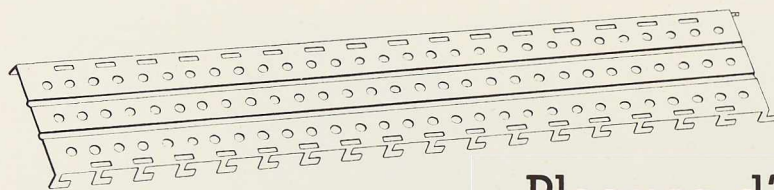


Fig. 251. Essai d'une passerelle en tubes d'acier aux usines de la Société Tubewrights Ltd.



Plaques d'envol en acier

Pendant la dernière guerre, l'armée américaine s'est trouvée dans l'obligation d'aménager, dans un minimum de temps, des terrains pour l'atterrissage des avions.

La solution qui a été généralement adoptée consiste à revêtir le sol de tôles embouties et perforées, dites P. S. P. (Pierced Steel Planks) ou plaques d'envol.

Avec une fondation appropriée à l'aviation de bombardement, les pistes ainsi établies avaient une résistance égale à celles qui sont faites avec un revêtement de béton de 12 cm d'épaisseur. Elles pouvaient supporter des pressions allant jusqu'à 6 kg/cm² transmises par les avions de bombardement.

Après la guerre, les plaques d'envol, laissées en Europe par l'armée américaine, furent utilisées de différentes façons et ont été employées, notamment en France, comme armatures métalliques de chaussées et surfaces nivelées.

Caractéristiques

La plaque d'envol est un panneau de tôle ayant les dimensions suivantes : longueur 3 mètres; largeur 0,40 m; épaisseur 3 à 4 mm; poids 30 kg; surface utile 1,15 m² (fig. 253).

Chaque plaque est percée, dans le sens longitudinal, de 20 trous tronconiques et chaque trou a 65 mm en haut et 50 mm en bas. La plaque présente dans le même sens deux nervures embouties en V de 30 mm de largeur et 20 mm de profondeur. Ces deux nervures augmentent la raideur de la tôle qui, dès lors, peut supporter, sans déformation, de très lourdes charges.

La plaque est plane, droite, rigide et aisément transportable. Elle s'accroche dans le sens de la longueur à la plaque voisine grâce à des crochets dont elle est pourvue le long de ses grands côtés. Ces crochets s'insèrent dans des trous rectangulaires de 60 mm × 0,10 mm prévus à cet effet dans chaque plaque le long de ses grands côtés. Grâce à ce système d'accrochage, il est possible de réaliser un assemblage homogène et très

solide, ce qui donne la possibilité de couvrir, dans un laps de temps réduit, les superficies les plus étendues.

Il existe aussi, pour la facilité du « surfacage », des demi-plaques dites de « fin de chantier » ou de « remplacement » ayant les caractéristiques et dimensions indiquées ci-dessus, avec cette différence qu'elles ont seulement 1,50 m de longueur.

Pour renforcer l'ancrage dans le sol des plaques assemblées, on peut se servir de piquets de fixation en cornières de 50 × 50 mm et de 60 ou 90 cm de longueur.

La simplicité de mise en place des plaques d'envol a grandement contribué au succès de ce matériel.

Utilisation civile

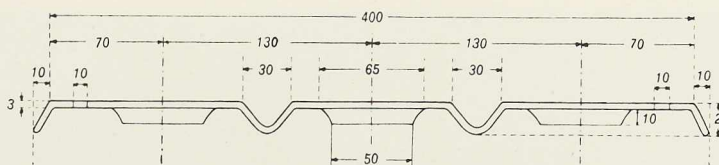
Les plaques d'envol ont trouvé, notamment en France, de nombreuses utilisations civiles. Elles sont employées pour faire des barrières de passages à niveau, balcons, garde-fous, margelles de ponts, cloisonnements de toutes sortes, portes ouvrantes ou coulissantes, rayonnages, casiers, parcs démontables pour animaux à l'engrais, etc.

Dans une exploitation agricole du Loiret, dès la venue de la mauvaise saison, les chemins se transformaient en un marécage tel qu'ils étaient impraticables pendant six mois de l'année. Grâce aux plaques d'envol, il fut possible d'obtenir des chemins secs et solides sur lesquels on a vu circuler des tracteurs avec remorque de 10 tonnes. La mise en place a pu être réalisée par le personnel de l'exploitation agricole, ce qui était toujours possible car il existe des temps morts dans la culture et l'élevage. L'aménagement de ces chemins, en matériaux traditionnels, eût coûté à l'époque dont il s'agit environ 1 million de francs français; avec les plaques d'envol, le prix a été de 200 000 francs français seulement.

Une autre application des plaques d'envol a été faite par l'entreprise d'un marchand de bois de la banlieue parisienne installée sur un terrain constitué par des cailloux et du sable-que la sai-



Fig. 253. Coupe transversale d'une plaque d'envol d'une longueur de 3 mètres.



son des pluies transformait régulièrement en un bourbier. Cet état de choses entraînait de nombreuses interruptions du travail jusqu'au jour où l'entrepreneur a utilisé des plaques d'envol. Après une sommaire préparation du terrain avec du mâchefer, on a obtenu un sol sec et résistant où on peut faire passer, en toutes saisons, des véhicules dont les charges atteignent jusqu'à 30 tonnes. Le seul inconvénient signalé est que les chevaux peuvent glisser sur les plaques si l'on ne prend pas la précaution fort simple de répandre sur elles une légère couche de sable.

Dans une importante entreprise de transports fluviaux, en bordure de la Seine, le terrain était constitué par du sable et des cailloux recouverts d'une mince couche d'argile que les effets conjugués des bombardements et de la mauvaise saison transformèrent en un cloaque. Grâce aux plaques d'envol, ce terrain est devenu accessible aux plus lourds véhicules.

Les plaques d'envol ont été utilisées également pour aménager le sol d'un atelier et d'un parc à fers. Recouvertes d'une couche de brai, elles ont donné un plancher solide, propre, uni et d'un bon aspect.

Ces exemples permettent de conclure que pour l'aménagement des sols, les plaques d'envol rendent de grands services.

Considérations économiques

Les plaques d'envol étaient vendues tout récemment encore en France au prix maximum de 375 francs français l'unité, donnant une surface de recouvrement utile de 1,15 à 1,20 m². Leur prix relativement bas n'a pas été étranger au succès remporté par ce matériel.

Pour savoir si les plaques d'envol constituent

(1) En Belgique, les routes ne sont pas du même type qu'en France. Le prix de revient d'un m² d'une chaussée équivalente à celle citée plus haut, peut s'établir de la façon suivante :

Terrassement, encaissement de 30 cm de profondeur	20 fr. b.
Moellonnage	100 fr. b.
Revêtement en béton asphaltique	100 fr. b.

Quant aux plaques d'envol, leur prix pourrait se situer aux environs de 200-250 francs belges le m².

une solution économique, il faut les comparer avec l'aménagement des sols avec les matériaux traditionnels.

Pour un m² de chaussée empierrée, c'est-à-dire la construction minimum pour poids lourds, le prix est de 1 790 francs français (1) s'établissant comme suit :

— Fouille, encaissement de 30 cm de profondeur	300 fr. fr.
— Hérisson de chaussée en moellons bruts de roche dure, de 25 cm d'épaisseur, après compression	1 100 fr. fr.
— Empierrement de chaussée en pierres dures, cassées, de 15 cm d'épaisseur, après compression	390 fr. fr.
	1 790 fr. fr.

Le prix de revient d'une plaque d'envol comporte le prix de la tôle et les frais d'usinage (perçage des trous et cannelures). Ce prix se situe actuellement aux environs de 1 535 francs français par plaque, soit un prix unitaire de 1 335 francs le m². On constate donc que le prix d'emménagement de 1 m² de sol est plus avantageux avec des plaques d'envol en acier qu'avec des matériaux traditionnels.

En France, on estime qu'il n'est pas nécessaire de fabriquer des plaques d'envol d'un modèle strictement conforme au modèle américain. Il y a lieu de les concevoir de manière à en réduire le prix de revient. Dans cet ordre d'idées, les plaques gagneraient à avoir une largeur de 60 cm au lieu de 40 cm.

On peut conclure, de ce qui précède, qu'en utilisant des plaques d'envol en acier, on peut rendre facilement praticables, à des camions de 15 à 20 tonnes, des chemins, cours, chantiers, etc., qui ne l'étaient pas et ceci avec une main-d'œuvre non spécialisée.

Les plaques étant réutilisables, elles peuvent être employées successivement à titre provisoire sur des chantiers de construction, par exemple.

D'après l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier (O. T. U. A.), à l'obligeance duquel nous devons ces renseignements, les plaques d'acier ont donné d'excellents résultats dans les différentes applications qui en ont été faites en France.

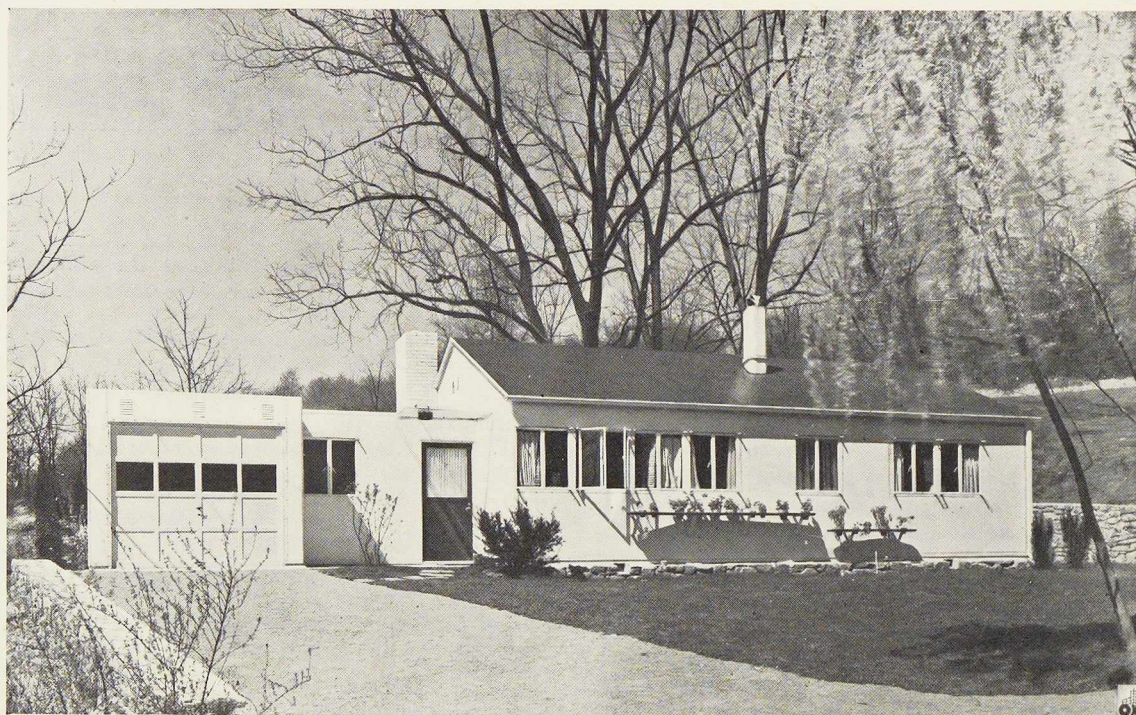


Fig. 254. Vue extérieure d'une maison Harman.

Maisons préfabriquées américaines

Harman Home est une maison d'acier du genre bungalow fabriquée par la W. H. Harman Corporation, de Philadelphie (fig. 254). Elle ne possède pas d'étage mais offre cependant, outre un spacieux living (fig. 255) et une agréable cuisine-salle à manger, trois chambres à coucher, une salle de bain et, si l'on veut, un garage. Elle peut être plus ou moins spacieuse et réalisée d'après une infinité de plans, les éléments qui la composent étant tous standardisés et pouvant à volonté s'interchanger ou s'ajouter les uns aux autres (fig. 256).

L'ossature est composée de profilés en tôles pliées sur lesquels viennent s'adapter les plaques de tôle formant les parois extérieures des murs : ces plaques sont fixées aux profilés en U servant de

montants par un autre U s'emboîtant dans le premier (fig. 260), de manière à créer un parement plat.

Du côté intérieur de la maison, le montant est doublé par un U identique auquel se fixent des tasseaux de bois sur lesquels sont cloués les feuilles isolantes, au double point de vue thermique et acoustique, ainsi que les plaques de plâtre constituant le revêtement intérieur. Ces murs creux sont de plus parcourus par une ventilation constante qui évite toute condensation par temps froid et, par temps chaud, protège contre la chaleur emmagasinée par les tôles exposées au soleil (fig. 259, p. 202).

Les cloisons intérieures sont conçues de manière analogue, sauf celles de la salle de bain



Fig. 255. Vue du living largement éclairé d'une maison métallique Harman.

Fig. 256 à 258. Trois réalisations choisies parmi les nombreuses possibilités de la maison Harman.

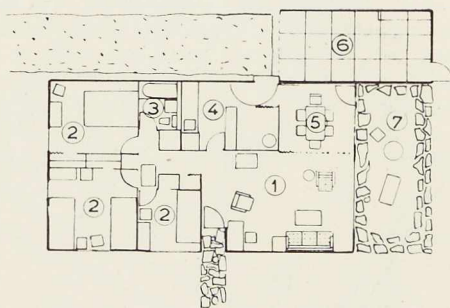
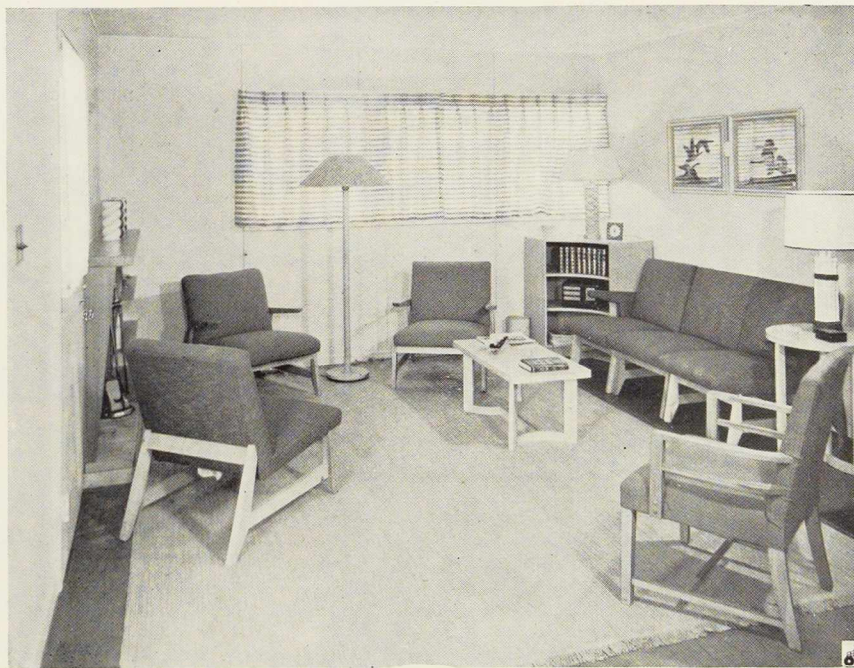


Fig. 256 : 1. Living. - 2. Chambres. - 3. Salle de bain. - 4. Cuisine. - 5. Salle à manger. - 6. Garage. - 7. Terrasse.

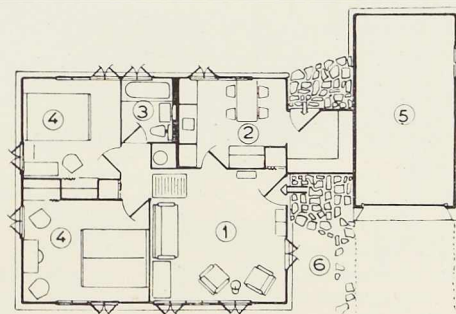


Fig. 257 : 1. Living. - 2. Salle à manger. - 3. Salle de bain. - 4. Chambres. - 5. Garage. - 6. Terrasse.

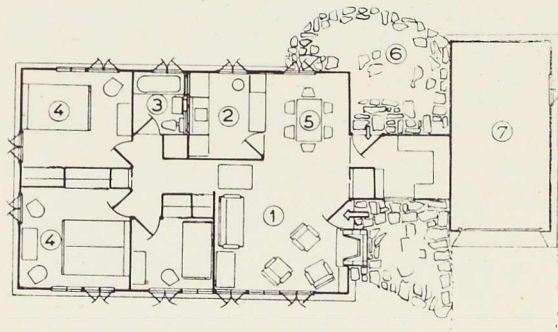
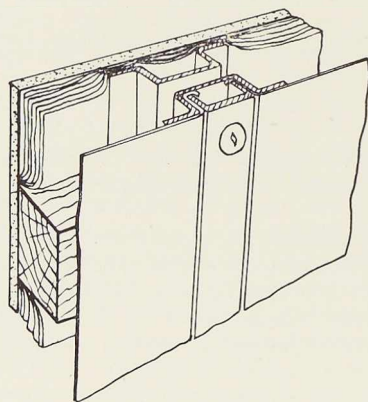
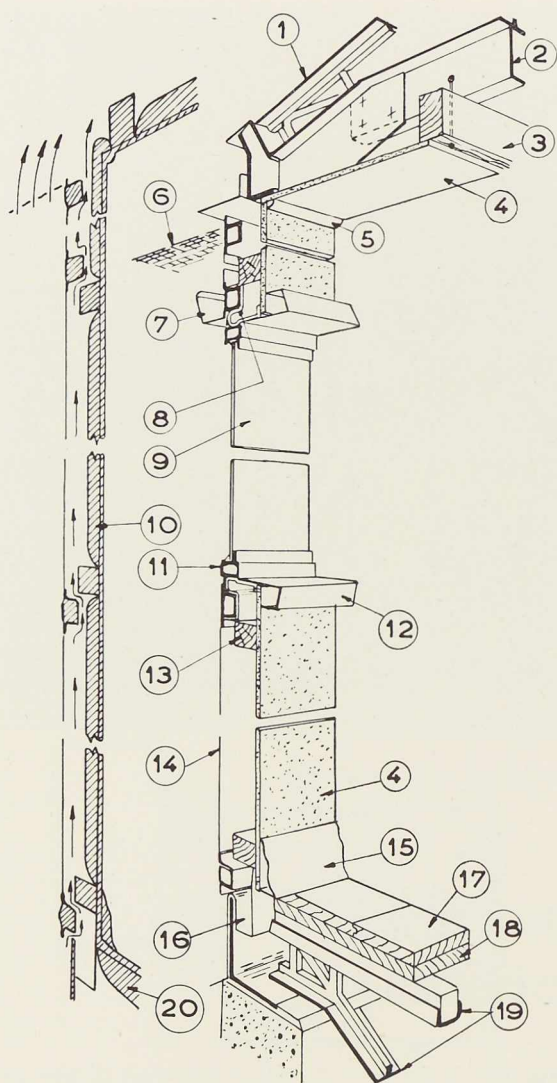


Fig. 258 : 1. Living. - 2. Cuisine. - 3. Salle de bain. - 4. Chambres. - 5. Salle à manger. - 6. Terrasse. - 7. Garage.

qui sont en fibro-ciment émaillé. Les châssis de fenêtres et les portes sont métalliques, ainsi que la toiture.

Toutes les conduites et tuyauteries sont dissimulées dans les murs creux : la salle de bain et la cuisine sont adossées de manière à constituer « un bloc eau » où arrivent et d'où partent toutes les conduites reliant la maison aux réseaux extérieurs.

La cuisine est équipée d'armoires en tôle



émaillée, à l'abri des rongeurs et des insectes, d'une cuisinière électrique, d'un évier et d'une machine à laver.

Par son mode de construction, la maison *Harman Home* présente l'avantage d'être pratiquement à l'abri de l'incendie. Elle peut être érigée très rapidement, grâce à la préfabrication et à la standardisation des pièces qui la composent.

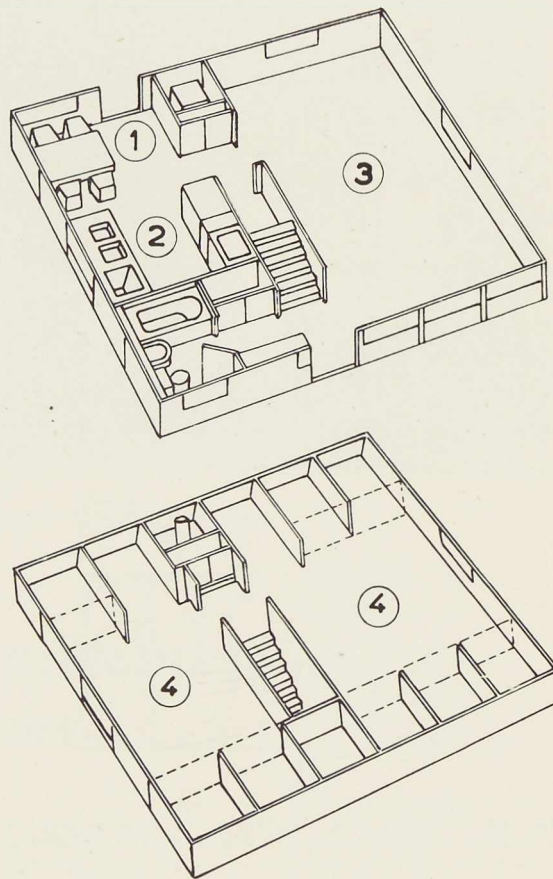


Fig. 261. Plans perspectifs du rez-de-chaussée (en haut) et de l'étage (en bas) de la maison Home-Ola :

1. Salle à manger. - 2. Cuisine. - 3. Living. - 4. Chambres.

Fig. 259. Coupe à travers une paroi extérieure d'une maison Harman :

1. Arbalétrier. - 2. Entrait. - 3. Solive de plafond. - 4. Plaque de plâtre (10 mm). - 5. Quart-de-rond en aluminium. - 6. Tôle perforée galvanisée. - 7. Bandeau de protection (tôle galvanisée). - 8. Agrafe. - 9. Vitre. - 10. Feuilles isolantes. - 11. Châssis de fenêtre (acier). - 12. Appui de fenêtre (aluminium). - 13. Tasseau en bois. - 14. Tôle extérieure (galvanisée). - 15. Plinthe (aluminium). - 16. Feuille de cuivre. - 17. Parquet (20 mm). - 18. Plancher (25 mm). - 19. Poutre de soubassement triangulée. - 20. Isolation (50 mm).

Fig. 260. Schéma de construction des murs extérieurs de la maison Harman.



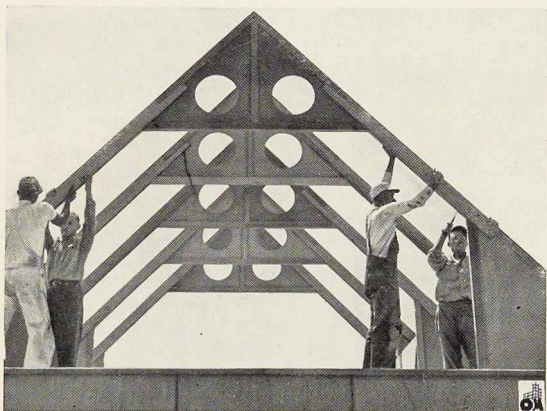


Fig. 262. Pose des fermes (à droite, au-dessus).

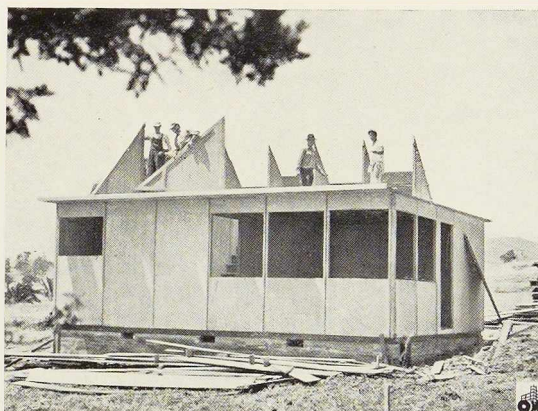


Fig. 263. Erection de l'étage (l'escalier est déjà posé).

Fig. 264 (ci-contre). Maison Home-Ola terminée.

Photos Jack Case.

Home-Ola est une maison plus modeste que la précédente. Elle est mise sur le marché par la Home-Ola Corporation, de Chicago, qui en a construit un grand nombre pour les anciens soldats revenus d'Europe (fig. 264).

Le rez-de-chaussée comporte un living de 4 m \times 5 m, une cuisine équipée, dont un coin sert de salle à manger, et la salle de bain; l'étage comporte deux chambres à coucher (fig. 261).

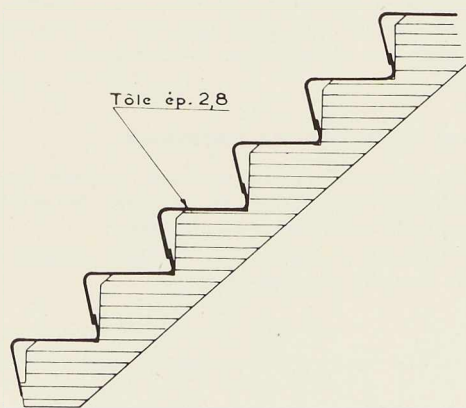
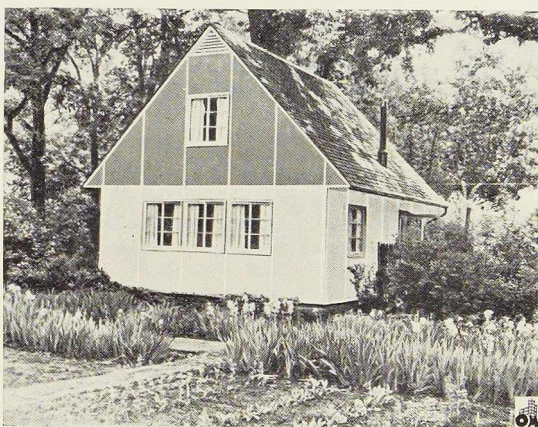


Fig. 265. Dispositif de pose des marches d'escalier préfabriquées.

Sur l'ossature métallique s'appliquent, au gré du constructeur, des matériaux divers en plaques standardisées, pour former les murs creux; les fermes, composées de trois pièces d'angle réunies par des éléments droits, peuvent être montées sans outillage spécial.

Pour l'érection du bâtiment, il n'est même pas besoin de disposer d'une échelle (fig. 263) car l'escalier, qui est métallique, peut être dressé en même temps que les murs du rez-de-chaussée; chaque marche et sa contremarche sont réalisées par une tôle pliée (fig. 265), les contre-marches sont inclinées, pour éviter de devoir former les nez des marches et leur fixation se fait par boutonnière pour pouvoir ajuster la hauteur de marche. La mise en place de l'escalier exige 1 heure 1/2 et la maison toute entière peut être érigée en quelques jours.

Grâce à ces dispositions simples et pratiques, il est souvent arrivé que le futur habitant de la maison se charge lui-même de la construction.

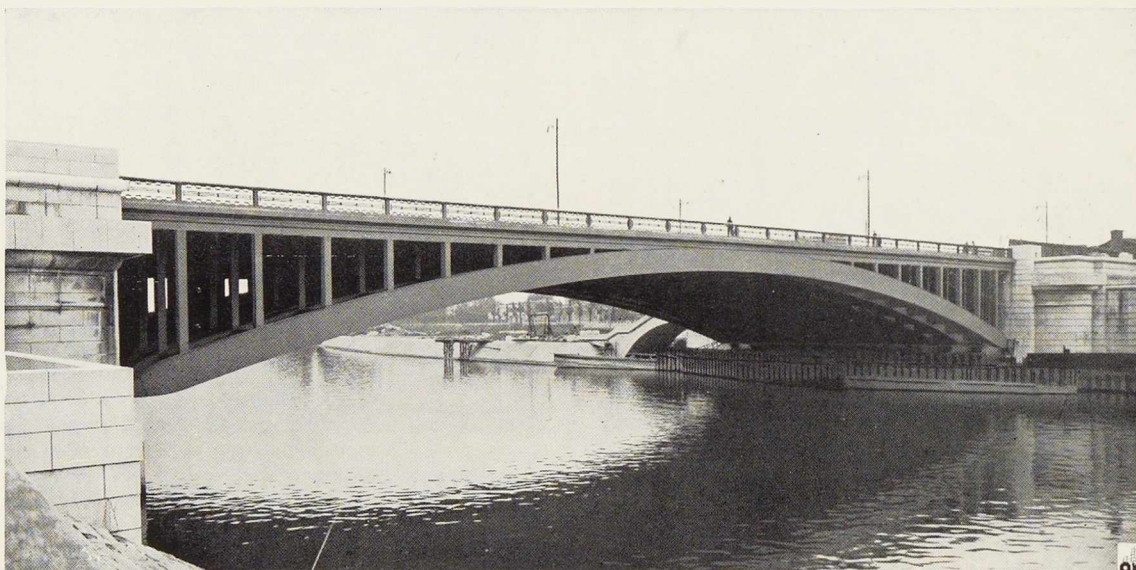


Photo Baranger.

Fig. 266. L'arche côté Courbevoie du pont soudé de Neuilly près de Paris. Le système portant est constitué par 12 arcs à deux articulations de 82 mètres de portée. Constructeurs : Etablissements Daydé et Compagnie de Fives-Lille.

I. Toth,
Ingénieur-Docteur,
Paris

Calcul analytique des arcs à deux articulations à ligne moyenne circulaire

Introduction

Le calcul analytique des arcs à deux articulations à ligne moyenne circulaire et à section constante a déjà été résolu par Bresse. M. Pigeaud donne, dans *Résistance des Matériaux et Élasticité*, une solution particulièrement intéressante. Mais il n'a pas été publié jusqu'ici, à notre connaissance, une solution donnant la résolution du problème en fonction des longueurs caractéristiques de l'arc, tel que nous avons obtenu pour l'arc à ligne moyenne en chaînette à l'aide des coordonnées curvilignes ⁽¹⁾.

Comme la forme circulaire est la plus usitée pour les arcs à deux articulations ou pour les arcs à tirant, en particulier dans les constructions métalliques (fig. 267), nous avons poursuivi l'étude des arcs circulaires jusqu'à une solution simple ne demandant ni développement

en série, ni emploi des polynômes où figurent des termes à puissances élevées.

Dans l'étude qui suit, nous ne considérerons que des arcs symétriques par rapport à l'axe vertical.

Calcul de la poussée horizontale

Pour l'arc à deux articulations, la seule inconnue hyperstatique est la poussée horizontale agissant au droit des articulations.

La formule classique bien connue, servant au calcul de cette poussée est :

$$X = \frac{\int \mathcal{M}y \frac{ds}{l} + 2 E l \varepsilon \Delta t}{\int y^2 \frac{ds}{l} + \int \frac{ds}{\Omega} + 2 \frac{E}{E_t} \frac{l}{\Omega_t}} \quad (1)$$

où \mathcal{M} désigne le moment de flexion dû aux charges extérieures, l'arc étant rendu isostatique.

⁽¹⁾ Voir *Travaux*, septembre 1943.



y est l'ordonnée de la ligne moyenne de l'arc par rapport à l'horizontale des articulations.

ds est l'élément infiniment petit de la ligne moyenne curviligne.

I est le moment d'inertie de l'arc, que nous avons choisi, par définition, constant.

Ω est la section libre de l'arc (également constante).

E est le module d'élasticité du matériau de l'arc.

E_t est le module d'élasticité du matériau du tirant.

Ω_t est la section du tirant.

l est la demi-portée.

ε est le coefficient de dilatation.

Δt est la différence de température.

Nous résoudrons les intégrales de la formule (1) en fonction de la variable curviligne s .

La section et par conséquent le moment d'inertie de l'arc étant constant, la formule classique se transforme comme suit :

$$X = \frac{\int \mathfrak{N}y ds + 2 EI l \varepsilon \Delta t}{\int y^2 ds + i^2 \int ds + 2 I \frac{E}{E_t} \frac{l}{\Omega_t}} \quad (2)$$

où $i^2 = \frac{I}{\Omega}$.

En désignant par φ l'angle d'ouverture du demi-arc, et par a la distance de l'horizontale des articulations par rapport au centre C de l'arc, on peut exprimer la demi-portée, la distance a et les coordonnées en fonction de la variable curviligne :

$$s = r\alpha. \quad (3)$$

On a en effet :

$$l = r \sin \varphi \quad (4)$$

$$a = r \cos \varphi \quad (5)$$

$$x = r \sin \alpha \quad (6)$$

$$y = r \cos \alpha - a = r(\cos \alpha - \cos \varphi) \quad (7)$$

et

$$ds = r d\alpha \quad (8)$$

a) Calcul du dénominateur

Le dénominateur est indépendant des charges extérieures et n'est fonction que des caractéristiques géométriques et physiques de l'arc.

Le premier terme du dénominateur :

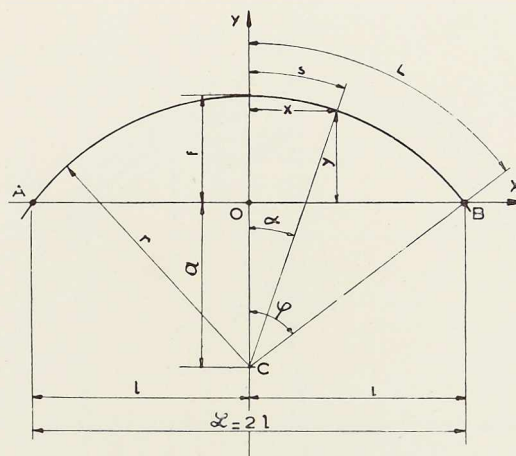


Fig. 267. Arc, à deux articulations, de forme circulaire.

$$\begin{aligned} \int_A^B y^2 ds &= 2 \int_0^L y^2 ds = 2 r^3 \int_0^\varphi (\cos \alpha - \cos \varphi)^2 d\alpha \\ &= 2 r^3 \left[\frac{1}{2} (\sin \alpha \cos \alpha + \alpha) - 2 \cos \varphi \sin \alpha + \alpha \cos^2 \varphi \right]_0^\varphi \\ &= 2 r^3 \left(\varphi \cos^2 \varphi + \frac{1}{2} \varphi - \frac{2}{3} \sin \varphi \cos \varphi \right) \end{aligned}$$

d'où, après quelques transformations simples, on obtient

$$\int_A^B y^2 ds = (3 a^2 + l^2) L - 3 a l r \quad (9)$$

en désignant par s la demi-longueur de l'arc. Le deuxième terme du dénominateur a pour valeur :

$$i^2 \int_A^B ds = 2 i^2 \int_0^L ds = 2 i^2 L. \quad (10)$$

Le calcul du troisième terme, dont la valeur est nulle pour les arcs à deux articulations sans tirant, ne demande aucune explication mathématique.

Remarquons toutefois qu'en cas d'enrobage des aciers du tirant par le béton, l'allongement des aciers sera plus faible que celui des aciers sans enrobage.

On peut tenir compte de ce phénomène en introduisant dans les calculs pour la valeur de E_t une valeur supérieure à celle correspondante de l'acier.

b) Calcul du numérateur

CHARGES VERTICALES

Le premier terme du numérateur est fonction des charges extérieures et des caractéristiques géométriques de l'arc.

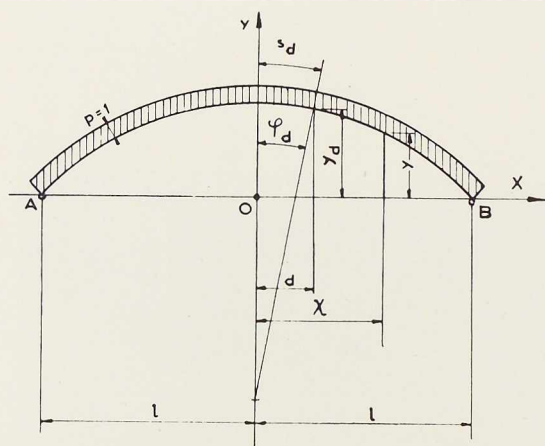


Fig. 268. Charge uniformément répartie suivant la ligne de l'arc.

Nous envisageons trois cas de charges :

- 1) Charges uniformément réparties suivant la ligne moyenne de l'arc.
- 2) Charges uniformément réparties suivant la corde de l'arc.
- 3) Charge isolée.

Du troisième cas de charge, nous déduirons aisément l'équation de la ligne d'influence de la poussée de l'arc.

1^o Charge uniformément répartie suivant la ligne de l'arc.

La charge indiquée sur la figure 268 engendre un moment en travée simple qui a pour valeur au droit de la section située à l'abscisse d en désignant par y_d et s_d l'ordonnée et la longueur d'arc correspondant à la section d'abscisse d .

$$\begin{aligned} \mathcal{M} &= L(l-x) - \int_d^B (x-d) ds \\ &= L(l-x) - r^2 \int_{\varphi_d}^{\varphi} \sin \alpha dx + dr \int_{\varphi_d}^{\varphi} d\alpha \\ &= Ll - ry_d - ds_d \end{aligned}$$

Pour la section d'abscisse x — avec y et s comme valeurs correspondantes — l'expression du moment s'écrit :

$$\mathcal{M} = Ll - ry - xs. \quad (11)$$

Ainsi

$$\begin{aligned} \int_A^B \mathcal{M} y ds &= \int_A^B (Ll - ry - xs) y ds \\ &= 2r^2 \int_0^{\varphi} [Ll - r^2(\cos \alpha - \cos \varphi) \\ &\quad - r^2 \alpha \sin \alpha](\cos \alpha - \cos \varphi) d\alpha \end{aligned}$$

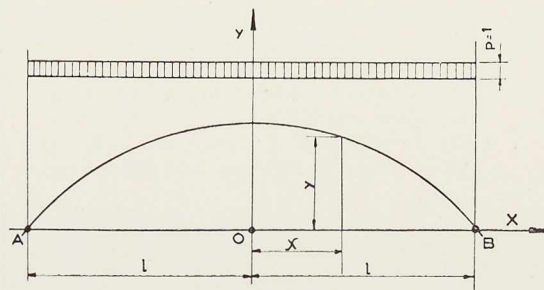


Fig. 269. Charge uniformément répartie suivant la corde de l'arc.

$$\begin{aligned} &= 2r^2 \left\{ Ll \sin \varphi - Ll \varphi \cos \varphi \right. \\ &\quad - r^2 \left(\varphi \cos^2 \varphi + \frac{1}{2} \varphi - \frac{3}{2} \sin \varphi \cos \varphi \right) \\ &\quad - \frac{1}{4} r^4 [\sin \varphi \cos \varphi - \varphi (\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi)] \\ &\quad \left. + r^2 \cos \varphi (\sin \varphi - \varphi \cos \varphi) \right\} \end{aligned}$$

Cette formule longue et compliquée, à première vue, devient après quelques transformations simples :

$$\int_A^B \mathcal{M} y ds = \frac{9}{2} ar (lr - aL) + 2Ll \left(\frac{lr}{4} - aL \right) \quad (12)$$

Formule valable pour la charge $p = 1$.

2^o Charge uniformément répartie suivant la corde de l'arc.

La valeur de moment en travée simple à l'abscisse x pour la charge indiquée sur la figure 269 est de :

$$\mathcal{M} = \frac{1}{2} (l^2 - x^2).$$

Ainsi

$$\begin{aligned} \int_A^B \mathcal{M} y ds &= \int_0^L (l^2 - x^2) y ds \\ &= l^2 r^2 \int_0^{\varphi} (\cos \alpha - \cos \varphi) d\alpha \\ &\quad - r^4 \int_0^{\varphi} (\cos \alpha - \cos \varphi) \sin^2 \alpha d\alpha \\ &= l^2 r^2 \int_0^{\varphi} \cos \alpha d\alpha - l^2 r^2 \cos \varphi \int_0^{\varphi} d\alpha \\ &\quad - r^4 \int_0^{\varphi} \sin^2 \alpha \cos \alpha d\alpha + r^4 \cos \varphi \int_0^{\varphi} \sin^2 \alpha d\alpha \\ &= l^2 r^2 \sin \varphi - l^2 r^2 \varphi \cos \varphi - \frac{r^4}{3} \sin^3 \varphi \\ &\quad + \frac{r^4}{2} \varphi \cos \varphi - \frac{r^4}{2} \sin \varphi \cos^2 \varphi. \end{aligned}$$



D'où on obtient, après quelques transformations simples :

$$\int_A^B \mathcal{M}y ds = \frac{lr}{6} (4l^2 - 3a^2) - \frac{aL}{2} (l^2 - a^2) \quad (13)$$

Formule valable pour la charge $p = 1$.

3° Charge isolée verticale.

Le diagramme des moments fléchissants, isostatiques correspondant à ce cas de charge a été tracé sur la figure 270.

Il est représenté par le triangle abd (triangle hachuré). Mais on peut le considérer aussi comme la différence de deux triangles. En effet $\Delta abd = \Delta abc - \Delta acd$.

Dans le triangle abc la somme de deux ordonnées correspondant à la même valeur de y (d'abscisse x et $-x$) donne la valeur constante pour la charge égale à l'unité :

$$\mathcal{M}_x + \mathcal{M}_{-x} = l - d.$$

Tandis que dans le triangle acd la valeur de l'ordonnée est :

$$x - d.$$

Ainsi l'intégrale

$$\int_A^B \mathcal{M}y ds$$

peut s'écrire pour ce cas de charge :

$$\begin{aligned} \int_A^B \mathcal{M}y ds &= \int_0^L (l-d) y ds - \int_d^A (x-d) y ds \\ &= r^2 (l-d) \int_0^\varphi (\cos \alpha - \cos \varphi) d\alpha \\ &\quad - r^3 \int_{\varphi_d}^\varphi \sin \alpha (\cos \alpha - \cos \varphi) d\alpha \\ &\quad + r^2 d \int_0^\varphi (\cos \alpha - \cos \varphi) d\alpha \\ &= r^2 (l-d) (\sin \varphi - \varphi \cos \varphi) - \frac{r^3}{2} \sin^2 \varphi - r^3 \cos \varphi \\ &\quad + \frac{r^3}{2} \sin^2 \varphi_d + r^3 \cos \varphi \cos \varphi_d \\ &\quad + r^2 d \sin \varphi - r^2 d \sin \varphi_d \\ &\quad - r^2 d \varphi \cos \varphi + r^2 d \varphi_d \cos \varphi \end{aligned}$$

d'où, en tenant compte que :

$$\begin{aligned} r \sin \varphi_d &= d \\ r \cos \varphi_d &= y_d + a \\ r \varphi_d &= s_d \end{aligned}$$

et après quelques transformations simples on obtient :

$$\int_A^B \mathcal{M}y ds = \frac{1}{2} r (l^2 - d^2) - a (lL - ds_d) + ary_d.$$

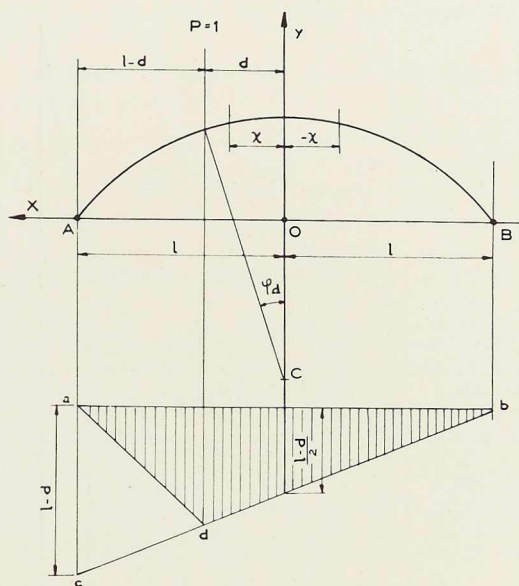


Fig. 270. Charge isolée verticale.

En désignant par x l'abscisse de la charge isolée, par y l'ordonnée correspondante de la ligne moyenne de l'arc et par s la longueur d'arc correspondante, la formule devient :

$$\int_A^B \mathcal{M}y ds = \frac{r}{2} (l^2 - x^2) - a (lL - xs) + ary \quad (14)$$

Il existe une vérification simple pour les formules 13 et 14, puisque l'intégrale de la formule 14 suivant la corde A-B doit donner la formule 13.

Ligne d'influence de la poussée de l'arc

En désignant par d la valeur constante du dénominateur dans la formule de la poussée d'un arc déterminé, l'ordonnée de la ligne d'influence a pour expression :

$$u = \frac{\eta}{d}. \quad (15)$$

Le calcul du deuxième terme du numérateur ne présente aucune difficulté. Il faut toutefois remarquer que Δ_t est, pour un arc à deux articulations, la différence de température entre l'instant du coulage pour les arcs en béton et l'instant de la mise en compression pour les arcs métalliques et celui considéré, tandis que pour un arc à tirant Δ_t désigne la différence de température momentanée entre l'arc et le tirant.

Pour faciliter le calcul des formules 9, 12, 13 et 14, nous les transformerons de façon qu'elles



Fig. 271. Coefficient A en fonction de γ .

se prêtent facilement à l'établissement d'abaques ou de tableaux de calculs.

L'arc de cercle est complètement défini par la connaissance d'un seul paramètre, le rayon : r .

Mais, comme dans la pratique, les arcs sont donnés par leur portée : $2l$ et par leurs surbaissement : $f/2l$, nous choisirons comme paramètre, la valeur double du surbaissement, soit :

$$\gamma = \frac{f}{l}.$$

Les constantes entrant dans les formules 9, 12, 13 et 14 peuvent être exprimées toutes en fonction de γ et de l .

En effet :

$$a = \frac{1 - \gamma^2}{2\gamma} l = \sigma l$$

$$r = \frac{1 + \gamma^2}{2\gamma} l = \rho l$$

$$L = \frac{1 + \gamma^2}{2\gamma} \left(\arg \sin \frac{2\gamma}{1 + \gamma^2} \right) l = \rho \lambda l.$$

Les formules 9, 12, 13 et 14 se transforment donc comme suit :

formule 9 :

$$[(3\sigma^2 + 1)\lambda - 3\sigma] \rho l^3 = \Lambda l^3 \quad (9 a)$$

formule 12 :

$$\left[\left(\frac{9}{2} \beta + 2\rho\lambda \right) (\rho - \beta\lambda) - \frac{3}{2} \rho^2 \lambda \right] l^4 = B l^4 \quad (12 a)$$

formule 13 :

$$\left[\frac{\rho - \beta\lambda}{2} (1 - \sigma^2) + \frac{\rho}{6} \right] l^4 = C l^4 \quad (13 a)$$

en introduisant $\beta = \sigma \rho$.

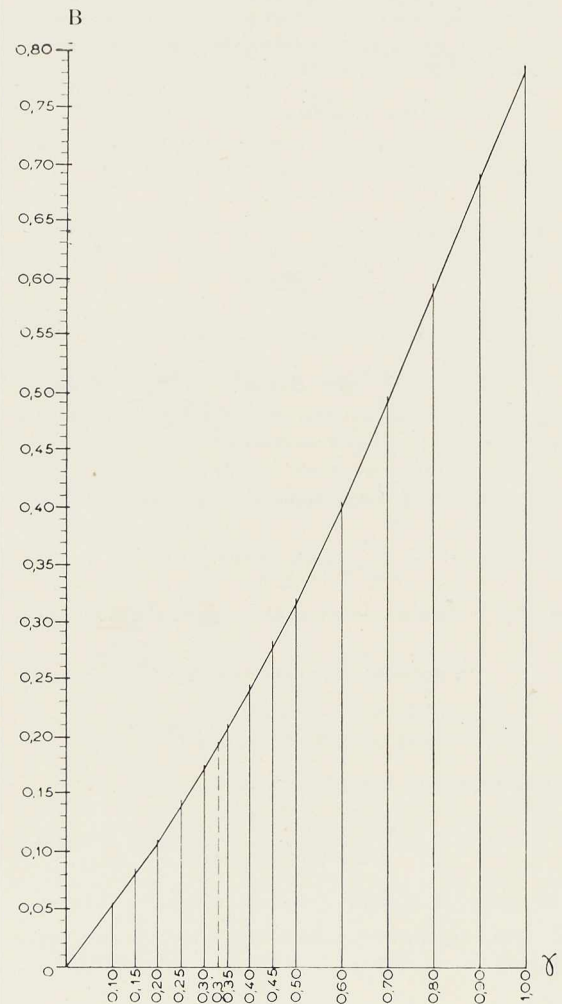


Fig. 272. Coefficient B en fonction de γ .



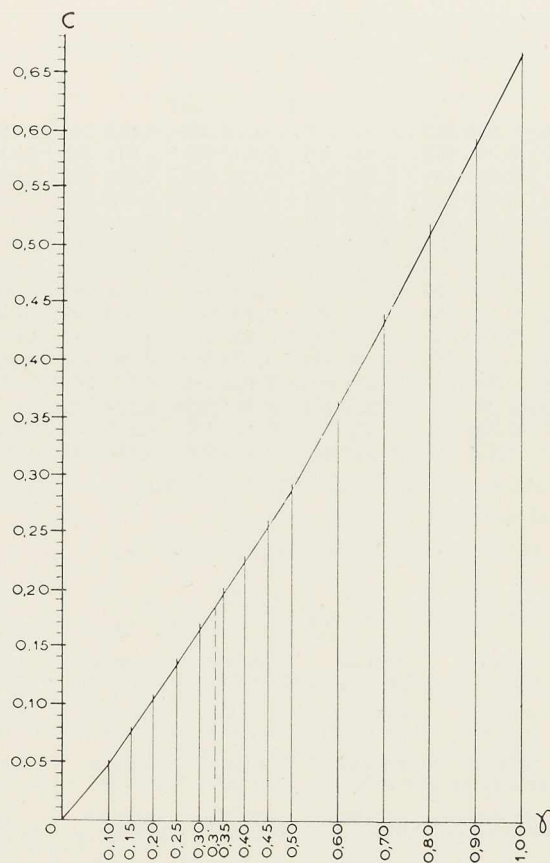


Fig. 273. Coefficient C en fonction de γ .

Nous avons calculé pour différentes valeurs de γ les quantités $\sigma - \beta - \lambda - \rho$ et partant de ces valeurs, celles de A — B et C. Les valeurs de $\sigma - \beta - \lambda - \rho$ sont indiquées au tableau I.

Les abaques des figures 271 à 273 et le tableau II donnent les valeurs de A — B — C.

Nous avons calculé également η (équ. 14) pour les mêmes valeurs de γ en divisant la demi-portée en dix parties égales.

La formule 14 se transforme en

$$\eta = \left[\frac{\rho}{2} (1 - \xi^2) + \beta (\sqrt{\rho^2 - \xi^2} - \sigma) - \beta(\lambda - \nu\xi) \right] l^3 \quad (14 a)$$

où $\xi = \frac{x}{l}$

et $\nu = \arg \sin \frac{\xi}{\rho}$.

Le tableau III donne les valeurs de $\bar{\eta}$ pour $l = 1$.

Le tableau IV indique les ordonnées y de l'arc,

ainsi que les angles au centre α correspondants pour $l = 1$.

Le tableau V donne les valeurs de s ainsi que celles de r pour $l = 1$.

$\gamma = \frac{f}{l}$	$\sigma = \frac{1-\gamma^2}{2\gamma}$	$\rho = \frac{1+\gamma^2}{2\gamma}$	$\lambda = \frac{\arg \frac{2\gamma}{1+\gamma^2}}{\sin \frac{2\gamma}{1+\gamma^2}}$	$\beta = \alpha\rho$
0,1	4,95	5,05	0,199 337	24,997 5
0,15	3,258333	3,4083	0,297 780	11,105 486
0,2	2,4	2,6	0,394 791	6,24
0,25	1,875	2,125	0,489 957	3,984 375
0,3	1,516 667	1,816 667	0,582 914	2,755 278
1/3	1,333 333	1,633 333	0,643 501	2,222 222
0,35	1,253 571	1,603 571	0,673 350	2,010 191
0,4	1,05	1,45	0,761 013	1,522 5
0,45	0,886 111	1,336 111	0,845 708	1,183 943
0,5	0,75	1,25	0,927 295	0,937 5
0,6	0,533 333	1,133 333	1,080 839	0,604 444
0,7	0,364 285	1,064 286	1,221 452	0,387 704
0,8	0,225	1,025	1,349 482	0,230 625
0,9	0,105 555	1,005 555	1,465 631	0,106 142
1,0	0	1,00	$\frac{\pi}{2} = 1,570 796$	0

TABLEAU I
Valeurs de σ , ρ , λ et β

$\gamma = \frac{f}{l}$	Coefficients du dénominateur	Coefficients du numérateur =	
		Pour charges uniformément réparties suivant la ligne moyenne	Pour charges uniformément réparties suivant la corde
	A	B	C
0,1	0,010 725	0,053 988	0,053 534
0,15	0,024 305	0,081 508	0,080 762
0,2	0,043 625	0,110 052	0,108 456
0,25	0,069 009	0,139 900	0,136 784
0,3	0,100 832	0,171 226	0,165 762
1/3	0,125 844	0,193 030	0,185 742
0,35	0,139 346	0,204 230	0,195 830
0,4	0,185 690	0,239 132	0,226 734
0,45	0,239 840	0,276 036	0,258 648
0,5	0,302 632	0,315 028	0,291 602
0,6	0,456 909	0,399 272	0,360 816
0,7	0,654 397	0,491 154	0,433 548
0,8	0,901 420	0,588 682	0,509 654
0,9	1,204 609	0,688 432	0,587 852
1,0	$1,570 796 = \frac{\pi}{2}$	$0,785 398 = \frac{\pi}{4}$	2/3

TABLEAU II
Valeurs de A — B — C



$\gamma = \frac{f}{l}$	$\xi = 0$	$\xi = 0,1$	$\xi = 0,2$	$\xi = 0,3$	$\xi = 0,4$	$\xi = 0,5$	$\xi = 0,6$	$\xi = 0,7$	$\xi = 0,8$	$\xi = 0,9$
0,1	0,041 816	0,041 303	0,398 844	0,037 376	0,034 024	0,029 816	0,024 869	0,019 134	0,013 164	0,006 675
0,15	0,062 993	0,062 248	0,060 020	0,056 315	0,051 299	0,044 983	0,037 534	0,029 084	0,019 857	0,010 084
0,2	0,084 503	0,083 528	0,080 552	0,075 599	0,068 908	0,060 441	0,050 440	0,037 908	0,026 719	0,013 561
0,25	0,106 420	0,105 176	0,101 447	0,095 313	0,086 872	0,076 273	0,063 721	0,049 466	0,033 828	0,017 188
0,3	0,128 828	0,127 328	0,122 857	0,115 481	0,105 523	0,092 552	0,077 394	0,060 142	0,041 170	0,020 932
1/3	0,144 070	0,142 409	0,137 438	0,129 236	0,117 925	0,103 692	0,086 771	0,067 485	0,046 231	0,023 520
0,35	0,151 791	0,150 051	0,144 818	0,136 206	0,124 330	0,109 350	0,091 542	0,071 243	0,048 810	0,024 840
0,4	0,175 358	0,173 360	0,167 391	0,157 467	0,144 196	0,126 708	0,106 205	0,082 744	0,056 786	0,028 935
0,45	0,199 560	0,197 312	0,190 594	0,179 480	0,164 116	0,144 489	0,121 618	0,095 927	0,065 125	0,033 231
0,5	0,224 411	0,222 113	0,214 445	0,202 567	0,184 940	0,163 225	0,137 203	0,107 242	0,073 848	0,037 745
0,6	0,276 026	0,272 909	0,263 934	0,249 047	0,228 360	0,202 045	0,170 344	0,133 608	0,092 334	0,047 285
0,7	0,329 974	0,326 474	0,315 996	0,298 590	0,274 333	0,243 372	0,205 903	0,162 215	0,112 740	0,058 193
0,8	0,385 776	0,381 776	0,369 790	0,349 849	0,322 019	0,286 378	0,243 074	0,192 303	0,134 380	0,069 849
0,9	0,442 741	0,438 241	0,424 748	0,402 277	0,370 857	0,330 535	0,281 377	0,223 482	0,157 013	0,082 250
1,0	0,500 000	0,495 000	0,480 000	0,455 000	0,420 000	0,375 000	0,320 000	0,255 000	0,180 000	0,095 000

TABLEAU III. — Valeurs de η

$\gamma = \frac{f}{l}$		$\xi = 0,1$	$\xi = 0,2$	$\xi = 0,3$	$\xi = 0,4$	$\xi = 0,5$	$\xi = 0,6$	$\xi = 0,7$	$\xi = 0,8$	$\xi = 0,9$
0,1	γ	0,099 009	0,096 038	0,090 089	0,084 134	0,075 186	0,064 229	0,051 244	0,036 231	0,019 155
	α	1° 8' 4'',72	2° 16' 11'',04	3° 24' 20'',57	4° 32' 34'',94	5° 40' 55'',78	6° 49' 21'',73	7° 58' 3'',52	9° 6' 53'',85	10° 15' 57'',5
0,15	γ	0,148 533	0,144 427	0,136 771	0,126 447	0,113 426	0,096 773	0,077 343	0,054 782	0,029 027
	α	1° 40' 52'',64	3° 21' 50'',52	5° 2' 57'',85	6° 44' 23'',03	8° 26' 8'',5	10° 8' 20'',89	11° 51' 6'',05	13° 34' 30'',18	15° 18' 39'',7
0,2	γ	0,198 08	0,192 30	0,182 63	0,169 05	0,151 47	0,129 82	0,104	0,073 86	0,039 26
	α	2° 12' 15'',22	4° 24' 42'',21	6° 37' 32'',92	8° 50' 59'',58	11° 5' 14'',96	13° 20' 32'',52	15° 37' 6'',6	17° 55' 12'',77	20° 15' 8'',08
0,25	γ	0,247 646	0,240 567	0,228 717	0,212 014	0,190 339	0,163 535	0,131 396	0,093 661	0,05
	α	2° 41' 50'',17	5° 24' 1'',93	8° 6' 57'',35	10° 50' 59'',35	13° 36' 32'',26	16° 24' 2'',46	19° 13' 59'',1	22° 6' 54'',84	25° 3' 27'',41
0,3	γ	0,297 246	0,288 957	0,275 058	0,255 416	0,229 838	0,198 057	0,159 721	0,114 369	0,061 395
	α	3° 9' 19'',77	6° 19' 14'',12	9° 30' 18'',75	12° 43' 11'',32	15° 58' 32'',45	19° 17' 7'',75	22° 39' 49'',25	26° 7' 38'',26	29° 41' 49'',14
1/3	γ	0,330 331	0,321 290	0,306 111	0,284 422	0,256 566	0,221 587	0,179 207	0,128 781	0,069 442
	α	3° 26' 23'',33	6° 53' 31'',57	10° 22' 11'',14	13° 53' 11'',54	17° 27' 27'',37	21° 6' 0'',7	24° 50' 4'',53	28° 41' 7'',43	32° 41' 1'',1
0,35	γ	0,346 879	0,337 479	0,321 688	0,299 31	0,270 056	0,233 52	0,189 159	0,136 192	0,073 621
	α	3° 34' 31'',19	7° 9' 50'',77	10° 46' 57'',31	14° 26' 40'',44	18° 10' 4'',73	21° 58' 21'',74	25° 52' 56'',7	29° 55' 34'',87	34° 8' 31'',55
0,4	γ	0,396 548	0,386 141	0,368 626	0,343 736	0,311 066	0,270 038	0,219 843	0,159 339	0,086 882
	α	3° 57' 16'',46	7° 55' 41'',31	11° 56' 25'',96	16° 0' 48'',23	20° 10' 16'',57	24° 26' 36'',	28° 51' 56'',6	33° 29' 7'',34	38° 21' 59'',45
0,45	γ	0,446 253	0,434 947	0,415 885	0,388 729	0,352 918	0,307 871	0,252 954	0,184 026	0,101 407
	α	4° 17' 32'',15	8° 36' 31'',88	12° 58' 31'',34	17° 25' 12'',52	21° 58' 34'',46	26° 41' 1'',24	31° 35' 41'',28	36° 46' 50'',21	42° 20' 42'',96
0,5	γ	0,495 994	0,483 899	0,463 466	0,434 272	0,395 644	0,346 586	0,285 616	0,210 469	0,117 468
	α	4° 35' 18'',84	9° 12' 24'',83	13° 53' 11'',54	18° 39' 16'',54	23° 34' 41'',45	28° 41' 7'',45	34° 3' 20'',87	39° 47' 30'',55	46° 3' 16'',1
0,6	γ	0,595 383	0,582 014	0,559 370	0,526 855	0,483 525	0,427 916	0,357 734	0,269 163	0,155 143
	α	5° 3' 43'',54	10° 9' 51'',3	15° 20' 58'',11	20° 40' 2'',34	26° 10' 44'',28	31° 57' 56'',58	38° 8' 40'',28	44° 54' 3'',15	52° 31' 19'',15
0,7	γ	0,695 292	0,681 040	0,656 844	0,621 971	0,575 236	0,514 749	0,437 401	0,337 641	0,203 782
	α	5° 23' 29'',2	10° 49' 53'',	16° 22' 28'',19	22° 4' 34'',28	28° 1' 16'',42	34° 18' 58'',04	41° 7' 33'',84	48° 44' 9'',3	57° 44' 25'',1
0,8	γ	0,795 110	0,780 298	0,755 115	0,718 729	0,669 776	0,606 039	0,523 749	0,415 8	0,265 535
	α	5° 35' 55'',45	11° 15' 6'',87	17° 1' 7'',13	22° 58' 18'',32	29° 11' 47'',05	35° 49' 43'',49	43° 4' 22'',02	51° 18' 18'',93	61° 24' 28'',33
0,9	γ	0,895 016	0,879 910	0,854 206	0,817 018	0,766 879	0,701 378	0,616 346	0,503 659	0,342 888
	α	5° 42' 26'',48	11° 28' 20'',47	17° 21' 29'',1	23° 26' 24'',35	29° 49' 2'',68	36° 37' 58'',28	44° 7' 3'',17	52° 42' 38'',95	63° 30' 43'',09
1,0	γ	0,994 99	0,979 8	0,953 94	0,916 52	0,866 03	0,8	0,714 14	0,6	0,435 89
	α	5° 44' 24'',01	11° 32' 13'',05	17° 27' 27'',38	23° 34' 41'',45	30°	36° 52' 11'',64	44° 25' 37'',2	53° 7' 48'',35	64° 9' 29'',02

TABLEAU IV. — Valeurs des ordonnées y et des angles au centre α .



A l'aide des tableaux et des abaques, on peut calculer la poussée de l'arc suivant la formule :

$$X = \frac{(Bp + Cq)l + \Sigma P \bar{\gamma} + \frac{1}{l^2} F}{\Lambda + \frac{1}{l^2} G} \quad (16)$$

où p désigne la charge uniformément répartie suivant la ligne moyenne de l'arc;

q désigne la charge uniformément répartie suivant la corde de l'arc;

P désigne la charge isolée verticale.

On prend la valeur de Λ , B , C et $\bar{\gamma}$ des tableaux II et III ou des abaques 1, 2, 3 (fig. 101, 102 et 103).

$$F = 2 EJ \varepsilon \Delta t$$

$$G = 2 i^2 \rho \lambda + 2 \frac{E}{E_t} \frac{J}{\Omega_t}$$

	$\xi = 0.1$	$\xi = 0.2$	$\xi = 0.3$	$\xi = 0.4$	$\xi = 0.5$	$\xi = 0.6$	$\xi = 0.7$	$\xi = 0.8$	$\xi = 0.9$	$\xi = 1.0$
$\gamma = 0,1$ $r = 5,05$	0,100 007	0,200 052	0,300 177	0,400 419	0,500 821	0,601 421	0,702 261	0,803 384	0,904 833	1,006 652
$\gamma = 0,15$ $r = 3,408 3$	0,100 014	0,200 115	0,300 372	0,400 924	0,501 811	0,603 143	0,705 016	0,807 534	0,910 802	1,014 933
$\gamma = 0,2$ $r = 2,6$	0,100 025	0,200 198	0,300 670	0,401 595	0,503 134	0,605 457	0,708 745	0,813 194	0,919 018	1,026 457
$\gamma = 0,25$ $r = 2,125$	0,100 037	0,200 296	0,301 005	0,402 400	0,504 733	0,608 273	0,713 321	0,820 215	0,929 343	1,041 159
$\gamma = 0,3$ $r = 1,816$	0,100 051	0,200 406	0,301 380	0,403 305	0,506 538	0,611 481	0,718 593	0,828 413	0,941 597	1,058 961
$\gamma = 1/3$ $r = 1,6$	0,100 060	0,200 483	0,301 644	0,403 943	0,507 821	0,613 780	0,722 409	0,834 425	0,950 729	1,072 502
$\gamma = 0,35$ $r = 1,603 571 43$	0,100 065	0,200 506	0,301 779	0,404 269	0,508 478	0,614 963	0,724 387	0,837 567	0,955 555	1,079 765
$\gamma = 0,4$ $r = 1,45$	0,100 079	0,200 640	0,302 183	0,405 255	0,510 480	0,618 594	0,730 513	0,847 424	0,970 952	1,103 469
$\gamma = 0,45$ $r = 1,336 1$	0,100 094	0,200 755	0,302 577	0,406 230	0,512 087	0,622 251	0,736 776	0,857 707	0,987 472	1,129 960
$\gamma = 0,5$ $r = 1,25$	0,100 107	0,200 863	0,302 957	0,407 162	0,514 396	0,625 818	0,742 982	0,868 123	1,004 753	1,159 119
$\gamma = 0,55$ $r = 1,13$	0,100 130	0,201 053	0,303 619	0,408 808	0,517 830	0,632 292	0,754 514	0,888 157	1,039 892	1,224 951
$\gamma = 0,7$ $r = 1,064 285 714$	0,100 148	0,201 196	0,304 161	0,410 071	0,520 503	0,637 432	0,763 929	0,905 284	1,072 544	1,299 974
$\gamma = 0,8$ $r = 1,025$	0,100 159	0,201 292	0,304 457	0,410 956	0,522 313	0,640 963	0,770 556	0,917 832	1,098 564	1,383 219
$\gamma = 0,9$ $r = 1,005$	0,100 166	0,201 343	0,304 639	0,411 380	0,523 303	0,642 916	0,774 274	0,925 089	1,114 652	1,473 774
$\gamma = 1,0$ $r = 1,0$	0,100 167	0,201 358	0,304 693	0,411 517	0,523 599	0,643 501	0,775 398	0,927 295	1,119 769	1,570 796

TABLEAU V. — Valeurs des rayons r et des tronçons d'arc s .



Nota : Si la charge q ne couvre que la demi-portée, on prend $1/2 C$ à la place de C .

Afin de rendre comparable les résultats de cette étude à une valeur bien connue, nous donnons la poussée de l'arc (1° pour la charge uniformément répartie suivant la ligne moyenne de l'arc; 2° pour la charge uniformément répartie suivant la corde de l'arc) correspondant aux différentes valeurs de γ sous la forme de

$$X = C \frac{q L^2}{f}$$

(où L désigne la portée de l'arc)
— en négligeant le deuxième terme du dénominateur.

La poussée d'un arc — à ligne moyenne parabolique et soumis à une charge uniformément répartie suivant la corde de l'arc — a pour valeur :

$$X = \frac{q L^2}{8 f} = 0,125 \frac{q L^2}{f}$$

(valeur bien connue)
— en négligeant l'influence des efforts normaux.

Dans le tableau VI nous résumons les valeurs du coefficient C pour les deux cas de charge mentionnés ci-dessus.

γ	Charge uniformément répartie	
	suivant la ligne moyenne de l'arc	suivant la corde de l'arc
0,1	C_1	C_2
0,15	0,126	0,125
0,2	0,126	0,124
0,25	0,127	0,124
0,3	0,127	0,124
1/3	0,128	0,123
0,35	0,128	0,123
0,4	0,129	0,122
0,45	0,130	0,121
0,5	0,130	0,120
0,6	0,131	0,118
0,7	0,132	0,116
0,8	0,131	0,113
0,9	0,129	0,110
1,0	0,125	0,106

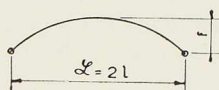


TABLEAU VI

CHARGES HORIZONTALES

Charge isolée

a) Charge entre l'appui A et la clef. — Le diagramme des moments fléchissants de l'arc de référence est représenté à la figure 274.

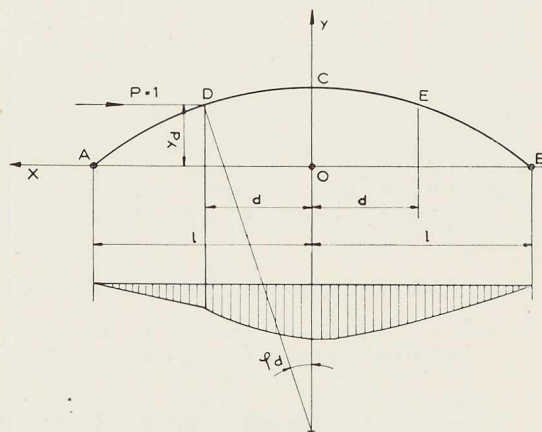


Fig. 274. Charge horizontale isolée.

L'arc de référence est l'arc à deux articulations rendu isostatique; il suffit de remplacer l'un des appuis à rotule — l'appui A par exemple — par un appui simple à rouleaux à plan d'appui horizontal.

Lorsqu'une charge horizontale isolée $P = 1$ agit sur l'arc de référence, la réaction sur l'appui simple A est verticale et a pour valeur :

$$V_A = \frac{y_d}{2l}$$

La valeur du moment fléchissant en un point quelconque du tronçon A — D est :

$$\mathcal{M}_1 = -\frac{y_d}{2l}(l-x) = -\frac{y_d}{2} + y_d \frac{x}{2l}$$

pour le tronçon B — D

$$\begin{aligned} \mathcal{M}_2 &= -\frac{y_d}{2l}(l-x) - (y - y_d) \\ &= -y + \frac{y_d}{2} \pm y_d \frac{x}{2l} \end{aligned}$$

Le signe du dernier terme du second membre est + entre D et C et — entre C et B.



Pour le calcul de $\int_A^B \mathcal{M}y ds$ nous emploierons une méthode semblable à celle utilisée pour la charge isolée verticale.

La somme des moments pour les sections de position symétrique par rapport à la clef — c'est-à-dire pour les sections dont l'ordonnée est égale — sera établie en premier lieu.

Entre A — D et E — B, la somme des moments est :

$$\mathcal{M}_1 + \mathcal{M}_2 = -y.$$

Entre D et C et C et E

$$\mathcal{M}_2 + \mathcal{M}_2 = -(2y - y_d)$$

d'où

$$\begin{aligned} \int_A^B \mathcal{M}y ds &= - \int_0^D (2y - y_d) y ds - \int_D^A y^2 ds \\ &= - \int_0^L y^2 ds - \int_0^{s_d} y^2 ds + y_d \int_0^{s_d} y ds. \end{aligned}$$

Mais

$$\int_0^L y^2 ds = \frac{1}{2} (3a^2 + l^2) L - \frac{3}{2} alr$$

$$\begin{aligned} \int_0^{s_d} y^2 ds &= r^3 \int_0^{\varphi_d} (\cos \alpha - \cos \varphi)^2 dz \\ &= y_d \frac{rd}{2} - \frac{3}{2} ar d + s_d \left(\frac{r^2}{2} + a^2 \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_d \int_0^{s_d} y ds &= yar^2 \int_0^{\varphi_d} (\cos \alpha - \cos \varphi) dz \\ &= y_d rd - y_d s_d a \end{aligned}$$

donc

$$\begin{aligned} \int \mathcal{M}y ds &= - \frac{1}{2} (3a^2 + l^2)(L + s) \\ &\quad + \frac{3}{2} ar(l + x) + \frac{1}{2} rxy - ays \quad (17) \end{aligned}$$

en remplaçant — comme au calcul correspondant des charges verticales

d par x

y_d » y

s_d » s .

2° Charge entre la clef et l'appui B

Moment entre A et E

$$\mathcal{M}_1 = - \frac{y_d}{2l} (l \pm x).$$

Le signe de x est : — entre A et la clef;
+ entre la clef et E.

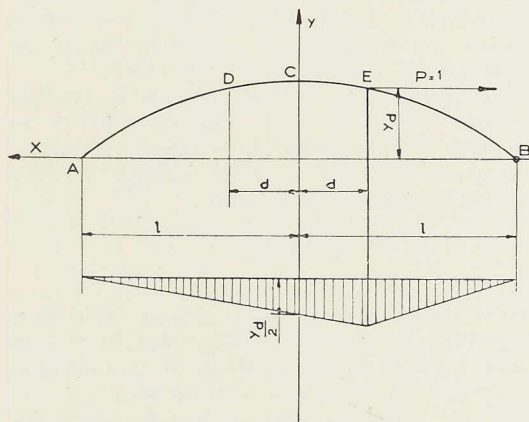


Fig. 275. Charge horizontale isolée.

Moment entre E et B

$$\mathcal{M}_2 = - \frac{y_d}{2l} (l + x) + y_d - y.$$

Somme des moments entre A — D et E — B

$$\mathcal{M}_1 + \mathcal{M}_2 = -y$$

entre D — C et C — B

$$\mathcal{M}_1 + \mathcal{M}_1 = -y d.$$

Ainsi

$$\int_A^B \mathcal{M}y ds = - \int_D^A y^2 ds - y_d \int_0^D y ds$$

mais

$$\begin{aligned} \int_D^A y^2 ds &= r^3 \int_{\varphi_d}^{\varphi} (\cos \alpha - \cos \varphi)^2 dz \\ &= \frac{alr}{2} + \frac{r^2 L}{2} - \frac{dr(y_d + a)}{2} \\ &\quad - \frac{r^2 s_d}{2} - 2alr + 2adr + (L - s_d) a^2 \end{aligned}$$

donc

$$\int_A^B \mathcal{M}_y ds = -\frac{1}{2} (3a^2 + l^2)(L - s) + \frac{3}{2} ar(l - x) - \frac{1}{2} rxy + ays'. \quad (18)$$

On remarque que la différence entre les équations 17 et 18 consiste dans le changement de signe des termes variables. Les équations 17 et 18 sont valables dans tous les cas. Il faut cependant retenir que les appuis sont à choisir de telle manière que la force horizontale soit dirigée de l'appui simple A vers l'appui à rotule B.

En désignant par η — comme pour les charges verticales — la valeur de l'équation 17 et de l'équation 18, l'ordonnée de la ligne d'influence de la poussée de l'arc pour les charges horizontales est donnée par la formule :

$$u = \frac{\eta}{d}.$$

Entre l'appui simple A et la clef, la valeur de η est donnée par l'équation 17, entre la clef et l'appui à rotule B par l'équation 18 — d désigne la valeur constante du dénominateur.

La ligne d'influence de la poussée correspon-

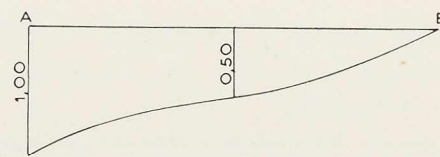


Fig. 276. Ligne d'influence de la poussée horizontale.

dant aux charges horizontales — contrairement à celle correspondant aux charges verticales — n'est pas symétrique par rapport à la verticale de la clef, mais a la forme indiquée sur la figure 276. La ligne d'influence représentée sur cette figure correspond au surbaissement $\gamma = 0,25$, en négligeant l'influence des efforts normaux.

3° Charges inclinées

Une charge de direction quelconque peut toujours être remplacée par ses deux composantes : verticale et horizontale.

Il suffit donc d'étudier séparément l'influence de ces deux catégories de charges et superposer ensuite les résultats.

I. T.



Fig. 277. Viaduc de Pont-aux-Moines près d'Orléans (France). Les arcs à deux articulations ont une portée de 50 mètres. Constructeurs : Etabl. Bordeaux-Sud.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois de février 1949

		Production acier lingot en tonnes		
		Belgique	Luxembourg	Total
Février	1949	350 280	225 907	576 187
Janvier	1949	363 227	227 552	590 779
Janv.-Févr.	1949	713 507	453 459	1 166 966
Janv.-Févr.	1948	590 376	336 710	927 086

La production de février est à peine inférieure à celle du mois précédent, malgré le nombre inférieur de journées de travail.

Les délais de fourniture se réduisent à l'intérieur. Les expéditions vers les marchés organisés se poursuivent à la cadence voulue, pour autant

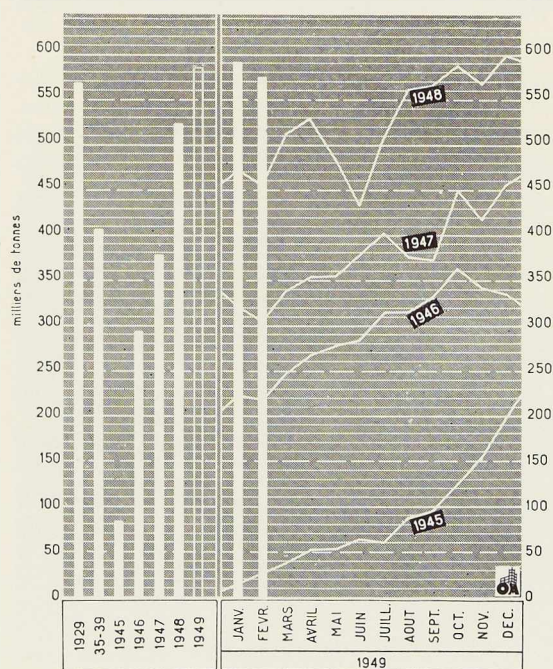


Fig. 278. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

que les licences soient accordées. De nouveaux accords ont d'ailleurs été conclus avec différents pays. Sur les marchés libres, la concurrence des autres pays d'Europe se développe.

L'approvisionnement en minerais et en coke ne présente guère de difficultés. Des discussions se poursuivent au sujet du prix du charbon et de l'intervention gouvernementale. D'autre part, il y a abondance de mitrilles et la faiblesse persiste dans les cotations. La Belgique a obtenu une nouvelle tranche de 116 000 tonnes de mitrilles, à livrer d'ici fin juin, en provenance de la bizonie.

L'équipement des usines se poursuit. A Espérance-Longdoz à Liège, on achève le hall devant abriter le nouveau laminoir à froid pour tôles fines; à Ougrée-Marihaye, on a commencé l'érection du hall du nouveau train blooming; enfin, chez Ferblatil, les travaux de la nouvelle installation progressent rapidement.

Marché intérieur

Le marché perd la tension qu'il a connue depuis la fin de la guerre. Néanmoins, pour certains produits, les programmes de laminage ne permettent pas encore de répondre à toutes les spécifications demandées.

Les expéditions de Fabrimétal pendant le mois de janvier ont atteint le total de 152 568 tonnes. Ce total comprend notamment :

En produits de la tôle .	25 639 tonnes (23 405)
En matériel de chemins de fer et de tramways .	25 872 tonnes (17 574)
En accessoires du bâtiment	8 451 tonnes (9 958)
En ponts et charpentes .	7 881 tonnes (6 127)

Les chiffres marqués entre parenthèses donnent les expéditions correspondantes de janvier 1948. Il faut cependant remarquer que, si les expéditions actuelles témoignent encore d'une activité assez forte, les commandes enregistrées depuis plusieurs mois laissent beaucoup à désirer. On parle ouvertement de crise dans la plupart des groupes de Fabrimétal.

Dans certains secteurs, le rééquipement des charbonnages et la construction d'habitations promettent un regain d'activité mais, d'une manière générale, il règne très peu d'optimisme.

Marché extérieur

Les conventions nouvelles ou renouvelées au courant du mois comportent des tonnages d'acier assez importants, à fournir à divers pays, entre autres pour la Suède : 193 000 tonnes et pour la Norvège : 48 000 tonnes (premier semestre).

Pour ce dernier pays, ainsi que pour l'Autriche et la Hongrie, les accords prévoient en outre des chiffres substantiels pour des produits des fabrications métalliques, mécaniques et électriques.

En fabrications métalliques, les nouvelles commandes s'enlèvent de plus en plus difficilement, à cause des restrictions monétaires et des longs crédits demandés. Les affaires sont pratiquement nulles avec la France, un de nos marchés traditionnels de machines-outils et de matériel agricole. En ce qui concerne la Hollande, un récent bulletin de Fabrimétal énumère les entraves diverses qui s'opposent aux fournitures de matériel de poêlerie, de chauffage central et d'articles de ménage.

Centre National de Recherches Métallurgiques (C. N. R. M.)

La section liégeoise du Centre National de Recherches Métallurgiques a organisé, le 17 mars 1949, une journée d'information, qui s'est tenue dans les locaux du laboratoire du C. N. R. M., à l'Institut de Métallurgie de l'Université de Liège.

M. Coheur, directeur de la section de Liège du C. N. R. M., a exposé à son auditoire que, dès la Libération, un groupe d'industriels liégeois créa, en 1946, le Centre Belge de Métallurgie Physique, avec l'appui et la collaboration de l'IRSIA. En mars 1948, ce Centre s'est développé et, avec le concours de sidérurgistes hennuyers, s'est transformé en un Centre National de Recherches Métallurgiques (C. N. R. M.).

Outre la résolution de grands problèmes métallurgiques, ce Centre a notamment pour objet l'application des techniques modernes de la physique et de la physico-chimie à la résolution des problèmes industriels, avec, comme but final, l'amélioration de la qualité des produits métallurgiques.

Les travaux de la section liégeoise sont dirigés par un Comité Technique qui est constitué d'une vingtaine de Chefs de Service et de Chefs de Laboratoires industriels et est présidé par M. le Professeur Thyssen. L'exécution des travaux est confiée, suivant le cas, à des usines affiliées au Centre, à des laboratoires spécialisés, situés en Belgique, ou, en cas de nécessité, à l'étranger, et enfin aux laboratoires de la section elle-même.

Les travaux du Centre comportent deux groupes : le premier se rapportant à l'élaboration, le deuxième à la connaissance du métal. Les travaux se rapportant à l'élaboration sont exécutés en principe en usine; citons notamment l'importante question de l'emploi de vent suroxygéné, en aciérie Thomas.

Par contre, les travaux ayant pour objet la connaissance du métal sont traités dans des laboratoires hautement spécialisés, ou dans ceux du C. N. R. M.

Une grande partie du matériel utilisé dans les laboratoires appartient à l'IRSIA qui le met gracieusement à la disposition du C. N. R. M. Tel est le cas notamment du microscope électronique. D'autre part, près de 50 % des frais totaux de la section sont supportés par l'IRSIA.

Les laboratoires de la section liégeoise du C. N. R. M. sont installés dans les locaux de l'Université de Liège.

Ci-après nous donnons un aperçu des recherches portées au programme de la section liégeoise du C. N. R. M. et dont la plupart sont en cours :

1. Analyse spectrochimique

Analyse des aciers et fontes faiblement alliés; analyse des aciers fortement alliés; dosage des laitiers; dosage des zincs et alliages; dosage des



Fig. 279. Bonbonnes d'oxygène servant aux essais de suroxygénation de l'air, à Ougrée.



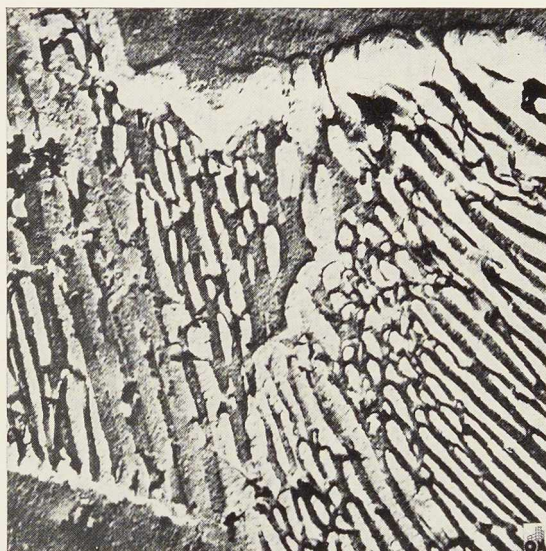


Fig. 280. Echantillon d'acier perlitique (grossissement : 10 000) obtenu au microscope électronique.

Fig. 281. Microscope électronique de la section de Liège du C. N. R. M.

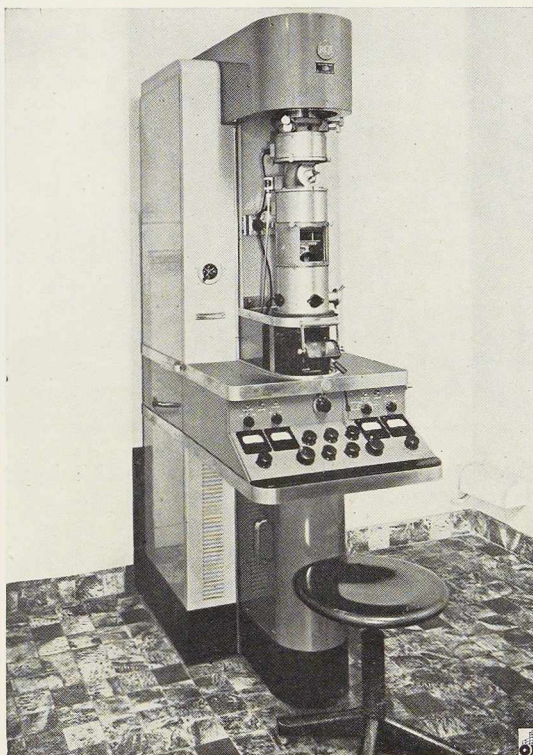
minerais de zinc; analyse directe; analyse locale (microanalyse); analyse des gaz dans les métaux; étude des sources lumineuses; dosage rapide du phosphore dans les aciers.

2. Analyse des gaz

Analyse des gaz dans les métaux par fusion sous vide et par diffusion à chaud; étude des inclusions dans les métaux; oxydes, carbures, etc. (extraction par l'iode, dissolution électrolytique, etc.).

3. Connaissance des métaux

Etude du vieillissement (microscopie électronique, diffraction des rayons X, turbidimétrie, etc.); étude des déformations plastiques; étude des structures réticulaires, de l'amortissement interne; étude des tôles magnétiques (analyse magnétique et physique, diffraction des rayons X, etc.); étude de la recristallisation (diffraction des rayons X, microscopie électronique, etc.); morphologie des produits pulvérulents (microscopie électronique, diffraction des rayons X, turbidimétrie, etc.); étude cristalline (diffraction des rayons X).



Parmi les appareillages utilisés, citons :

a) Le nouveau microscope électronique, le premier en Belgique, installé le 1^{er} août 1947, qui permet de réaliser des grossissements à des valeurs de l'ordre de 200 000, alors que le grossissement des microscopes optiques est limité à environ 2 000.

b) Un spectroscope d'émission permettant d'effectuer des analyses spectrochimiques avec émulsion photographique ou avec cellules photoélectriques. Il s'agit d'un prototype mondial qui a été construit à la demande du Centre liégeois et est en service depuis plusieurs mois.

Ce procédé permet d'effectuer une analyse en 45 secondes avec une erreur inférieure à celle atteinte jusqu'à présent.

4. Elaboration des métaux

Enrichissement en oxygène de l'air soufflé en aciérie Thomas; désoxydation de l'acier Martin; réduction des oxydes de zinc (blendes grillées et supergrillées).

Après l'exposé de M. Coheur, l'auditoire a visité les laboratoires et assisté à plusieurs expériences parmi celles exposées ci-dessus, pour se rendre

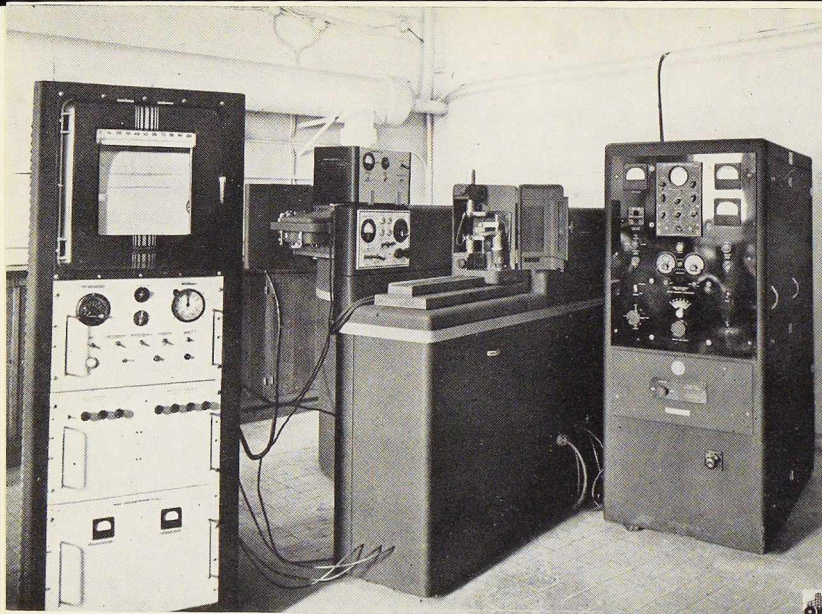


Fig. 282. Laboratoire d'essais spectrochimiques de la section liégeoise du C.N.R.M.

ensuite à un des laboratoires de la S. A. John Cockerill et enfin aux usines d'Ougrée-Marihaye où sont en cours les essais de suroxygénation de l'air dans le procédé Thomas.

Les visiteurs se sont rendus ensuite au mess de la S. A. Ougrée-Marihaye où ils ont été reçus par M. Bostem, Directeur général. M. Bostem a remercié M. Thys, Secrétaire général de l'IRISA, pour l'aide importante que cet Institut apporte à la recherche scientifique. Il a rendu hommage à M. Coheur, Directeur de la Section liégeoise du

C. N. R. M. et à ses collaborateurs qui mènent les travaux délicats avec compétence et dévouement. M. Bostem a attiré particulièrement l'attention sur les essais en cours, concernant la suroxygénation dont on attend une sérieuse amélioration de la qualité de l'acier belge, produit essentiel de la sidérurgie belgo-luxembourgeoise.

Foire Internationale de Liège 1949

A la Foire de Métallurgie, des Mines et Mécanique de Liège 1949, l'industrie sidérurgique exposera ses produits dans un grand hall de 8 000 m².

La charpente de ce hall, dont la longueur atteint 132 mètres, est en tubes d'acier. Environ 150 tonnes de tubes de 48 mm \times 3,5 mm, en acier demi-dur et à 55-65 kg/mm² de charge de rupture, ont été utilisées pour la réalisation de cette charpente. Les éléments tubulaires de cette charpente sont assemblés au moyen de 15 000 raccords pour lesquels il a fallu serrer 60 000 boulons.

Le revêtement extérieur du hall, dont la hauteur est de 16 mètres, sera constitué par des tôles ondulées. Le sol est recouvert de plaques en béton posées à même la terre.

La toiture sera en tôle ondulée.

Le calcul et le montage de la charpente tubulaire du hall de la métallurgie à Liège ont été effectués par la S. A. Travhydro.

ECHOS ET NOUVELLES

Construction d'un gazomètre de 6.000 m³

Les usines de Baume de la S. A. Baume et Marpent à Haine-Saint-Pierre viennent de terminer la fourniture du gazomètre de 6 000 m³ destiné à la ville d'Eupen, dont le montage sur place, par ses soins, sera prochainement achevé.

Pont roulant de Zawamel

Les usines de Baume de la S. A. Baume et Marpent à Haine-Saint-Pierre ont achevé, en février 1949, la construction en atelier du pont-route de Zawamel sur le canal Ismaïlia (Egypte).

Ce pont tournant, de 29,10 m de portée, est équipé d'un mécanisme de rotation et de calage électrique; il sera monté sur place par les soins de la section du Caire de la S. A. Baume et Marpent.

Commande de ponts tournants au Muide et à Zeebrugge

Les Ateliers Métallurgiques de Nivelles ont entamé la construction des mécanismes pour la manœuvre des ponts tournants à ériger au Muide et à Zeebrugge. Il s'agit de mécanismes de giration et de verrouillage de type nouveau, suivant la conception des services électromécaniques des Ponts et Chaussées.

Construction d'un pont basculant du type Strauss

Les Ateliers Métallurgiques de Nivelles vont procéder prochainement à la construction d'un pont basculant du type Strauss qui sera placé sur le goulet de raccordement du nouveau bassin pétrolier du Kruisschans à Anvers. La longueur de ce pont sera de 41 mètres environ.



Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

An Introduction to Standards in Building (Introduction à la standardisation dans le bâtiment)

par D. Dex HARRISON.

Un ouvrage relié de 83 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 38 figures. Edité par E. et F. N. Spon Ltd., Londres, 1947. Prix : 8 s. 6 d.

Bien que la standardisation dans le bâtiment soit à l'ordre du jour dans divers pays, il n'existe que peu d'ouvrages sur cette intéressante question. L'auteur estime qu'on ne sortira de la pénurie actuelle, en matière d'habitations, que par des méthodes nouvelles et notamment par une standardisation (autant que possible à l'échelle internationale) des éléments constructifs.

En publiant son livre, M. Harrison s'est assigné pour tâche d'expliquer le système du module et d'en souligner les possibilités et les avantages. A cet effet, il montre au lecteur ce qu'est la coordination dimensionnelle et donne la manière d'élaborer un standard. M. Harrison s'étend ensuite sur les applications pratiques de la standardisation tout en mettant les autorités en garde sur les dangers d'une standardisation trop rigide qui conduirait à une uniformisation fâcheuse dans le bâtiment, en privant l'architecte de toute initiative personnelle.

Theoretical Structural Metallurgy (Théorie de la métallurgie structurale)

par A. H. COTTRELL.

Un volume relié de 256 pages, format 14 × 22 cm, illustré de 96 figures. Edité par Edward Arnold et Co, Londres 1948. Prix : £ 1.1.0. (Envoyé par le British Council.)

L'auteur, chargé de cours de métallurgie à l'Université de Birmingham, a écrit ce livre dans le but de mettre à la disposition des étudiants un ouvrage montrant comment les notions de la mécanique atomique peuvent être appliquées aux problèmes des métaux et alliages.

Les principaux chapitres de cet intéressant volume, qui ne s'occupe pratiquement pas des méthodes expérimentales, ont pour titre : La structure de l'atome — Forces interatomiques — La structure cristalline des métaux — La théorie électronique des métaux — L'équilibre thermodynamique — Le comportement thermique des métaux — La structure des phases structurales

(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).

— L'énergie libre des phases structurales — Le diagramme d'équilibre — Diffusion dans les métaux et alliages — etc.

La psychologie du chef d'entreprise et son rôle social

par Paul HAIDANT.

Une brochure de 24 pages, format 16 × 24 cm. Edité par la Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège, 1949. Prix : 30 francs belges.

Ce petit ouvrage, écrit d'une plume alerte, contient des réflexions destinées à mettre en relief l'importance de la culture psychique dans la vie de l'ingénieur.

L'auteur émet de judicieuses considérations sur le rôle social du chef d'entreprise et rappelle à ce sujet les pensées de quelques philosophes et ingénieurs de renom.

La sidérurgie en France

Une brochure de 30 pages, format 14 × 20 cm, illustrée de 10 figures. Editée par la Direction de la Documentation (Secrétariat général du Gouvernement), Paris, 1948. Prix : 20 francs français.

Cette brochure, qui fait partie de la collection « Documentation française illustrée », contient les données essentielles sur l'industrie du fer et de l'acier en France et notamment sur les matières premières et la structure de la sidérurgie française. On y trouve en outre d'utiles renseignements sur les principales dispositions du plan Monnet (destiné à moderniser l'industrie française) et sur l'état d'avancement des travaux prévus par le plan. Le chapitre final traite du commerce extérieur de la sidérurgie.

Le soudeur à l'arc professionnel

par A. LESCARTS.

Un ouvrage de 66 pages, format 12 × 19 cm, illustré de 39 figures. Edité par Desforges, Paris, 1948. Prix : 175 francs français.

Ce petit ouvrage s'adresse aux soudeurs professionnels qui désirent comprendre les différents problèmes d'utilisation de la soudure à l'arc.

Dans un langage clair et exempt de formules abstraites, l'auteur passe en revue les différents sujets intéressant les soudeurs : équipement d'un poste de soudure — stabilité d'arc — vitesse de fusion — inclinaison de l'électrode — vitesse d'avancement — cordons de liaison — différents types d'assemblages — etc.



Bibliographie

Résumé d'articles relatifs aux applications de l'acier ⁽¹⁾

13.4. — Aciers ferritiques pour turbines à gaz

G. WOOD et J. R. RATT, *Iron and Coal Trades Review*, 4 et 11 février 1949, pp. 222 à 228 et 281 à 288, 27 figures.

Lors de l'évolution rapide des turbines à gaz, nécessitant des aciers résistant à hautes températures, les aciers alliés austénitiques se sont imposés malgré les difficultés d'élaboration et leur prix de revient élevé. Les aciers ferritiques existant à cette époque étaient inaptes pour cet usage. Depuis lors, des recherches ont été poursuivies pour la mise au point d'aciers ferritiques pouvant travailler à des températures jusqu'à 550°. Ci-après une énumération rapide des avantages de chacun des deux types :

Aciers ferritiques	Aciers austénitiques
1° Prix de revient plus bas.	1° Résistance aux températures élevées.
2° Facilité de forgeage et de traitement thermique.	2° Plus grande soudabilité.
3° Usinabilité plus grande.	3° Enlèvement plus facile de la peau de laminage.
4° Dilatations thermiques plus faibles.	

TABLEAU I. — Avantages comparés des aciers ferritiques et austénitiques

La composition chimique des principaux aciers ferritiques est donnée au tableau II ci-après :

Quant aux propriétés mécaniques, le tableau III résume celles de l'acier au chrome-molybdène dénommé « Hecla 153 ».

Type	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %
Carbone-Molybdène .	0,3	0,2	0,5	—	0,5
Chrome-Silicium . .	0,6	1,5	0,6	6,0	—
Chrome-Silicium - Molybdène .	0,6	1,5	0,6	6,0	0,5
Chrome-Molybdène .	0,4	0,3	0,5	1,1	0,75

TABLEAU II. — Composition chimique des principaux aciers ferritiques pour turbines à gaz

Les microstructures et les essais de pliage montrent également le bon comportement des aciers.

Température	Tension en kg/mm ² pour allongement rémanent de			Tension de rupture kg/mm ²	Allongement %	Striction %
	0.1 %	0.2 %	0.5 %			
15	94,2	94,2	94,2	105,5	22,0	63,7
200	74,8	78,9	84,6	99,8	21,5	62,6
400	63,3	65,2	68,7	86,6	20,7	62,3
450	56,9	60,0	63,5	78,7	24,0	71,5
500	54,6	57,8	61,9	69,3	27,0	77,0
550	49,1	50,9	54,3	59,8	28,5	84,0

TABLEAU III. — Caractéristiques mécaniques de l'acier au chrome-molybdène « Hecla 153 »

20.11c. — Ripage d'un pont de 1200 tonnes

La Technique moderne — Construction, n° 2-1949, p. 54, 2 fig.

On vient d'employer, en Pennsylvanie (U.S.A.), une méthode originale pour la construction d'un pont ferroviaire permettant le passage d'une nouvelle route au-dessous de la voie ferrée. On a construit une passerelle provisoire à l'emplacement du croisement, creusé au-dessous pour le passage de la route et construit les culées et les piles du pont. Parallèlement à la voie, mais déporté latéralement de 17 mètres, on a construit entièrement le pont avec son ballast et ses rails. Une fois ces travaux achevés, le pont a été ripé en place par l'intermédiaire d'un chemin de roulement comportant quatre voies : une à chaque extrémité et une de chaque côté de la pile centrale. Chaque voie comportait des logements pour des rouleaux supportés par cinq rails; puis venaient de lourdes cales alternant avec des vérins hydrauliques de 300 et 500 tonnes. En soulevant le pont au moyen des vérins, on a pu ensuite enlever les cales et amener le pont sur ses supports définitifs.

Le mouvement de translation, qui a été obtenu au moyen d'une pelle mécanique transformée en grue, n'a demandé que deux heures.

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

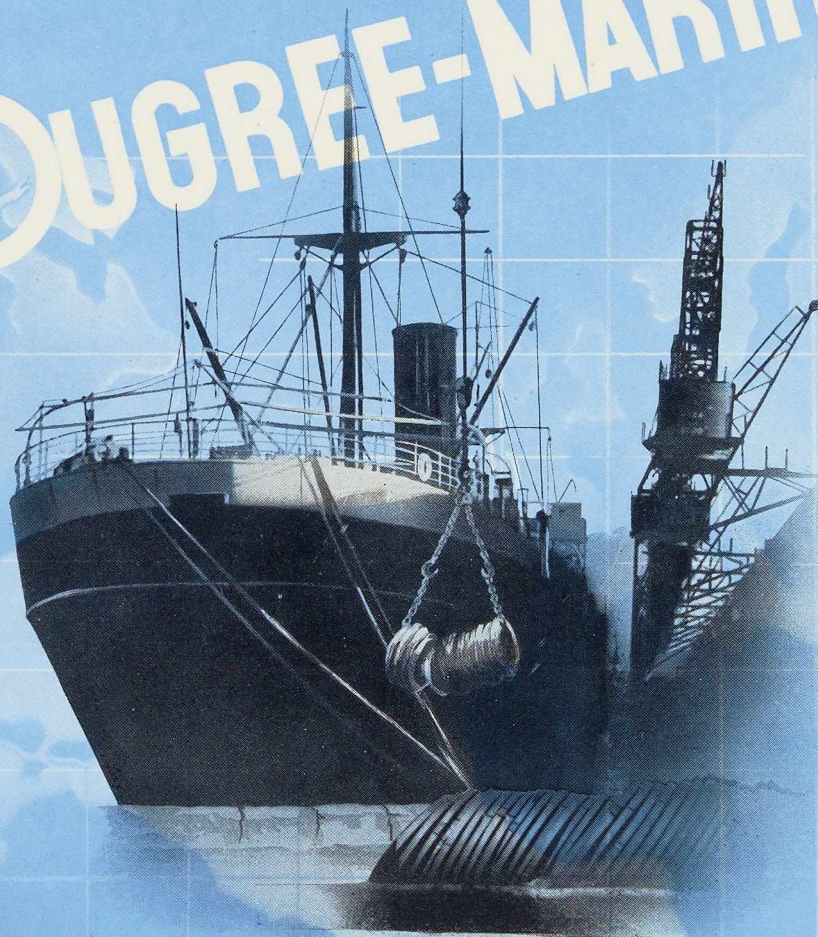
Les numéros d'indexation indiqués correspondent au système de classification dont le tableau a été publié dans le même numéro de *L'Ossature Métallique*, p. 442.



MATHY
graphie



DOUGREE-MARIHAYE



exporte **DANS LE MONDE ENTIER**

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

Organisme de Vente : SIDÉRUR, 1^a, rue du Bastion, Bruxelles (Belgique)

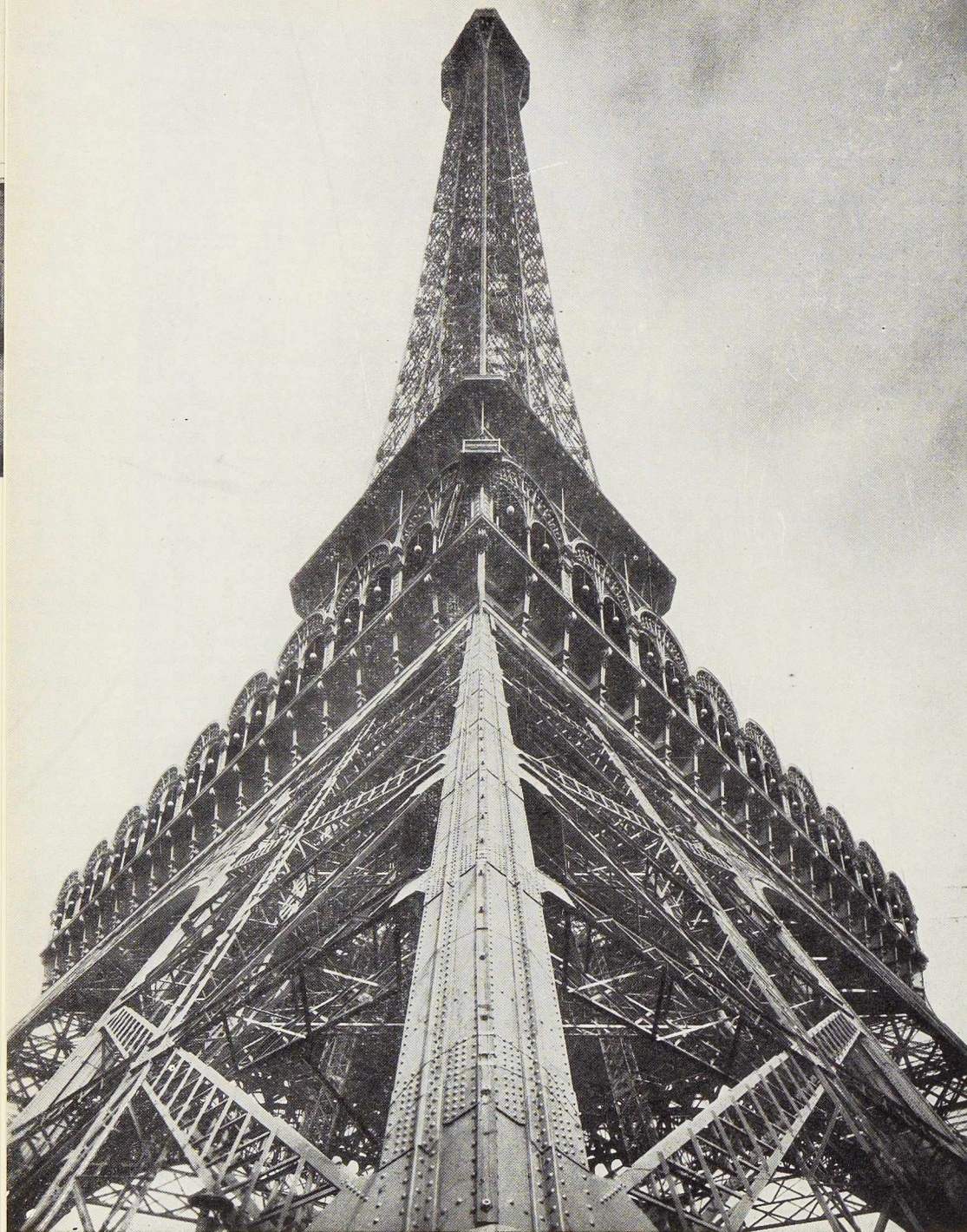


Photo Horizon de France

En 1932
comme déjà
en 1907
en 1917
en 1924

une seule
couche de

Ferrubron- Ferriline

a suffi à protéger
totalement contre
l'oxydation,

LA TOUR EIFFEL

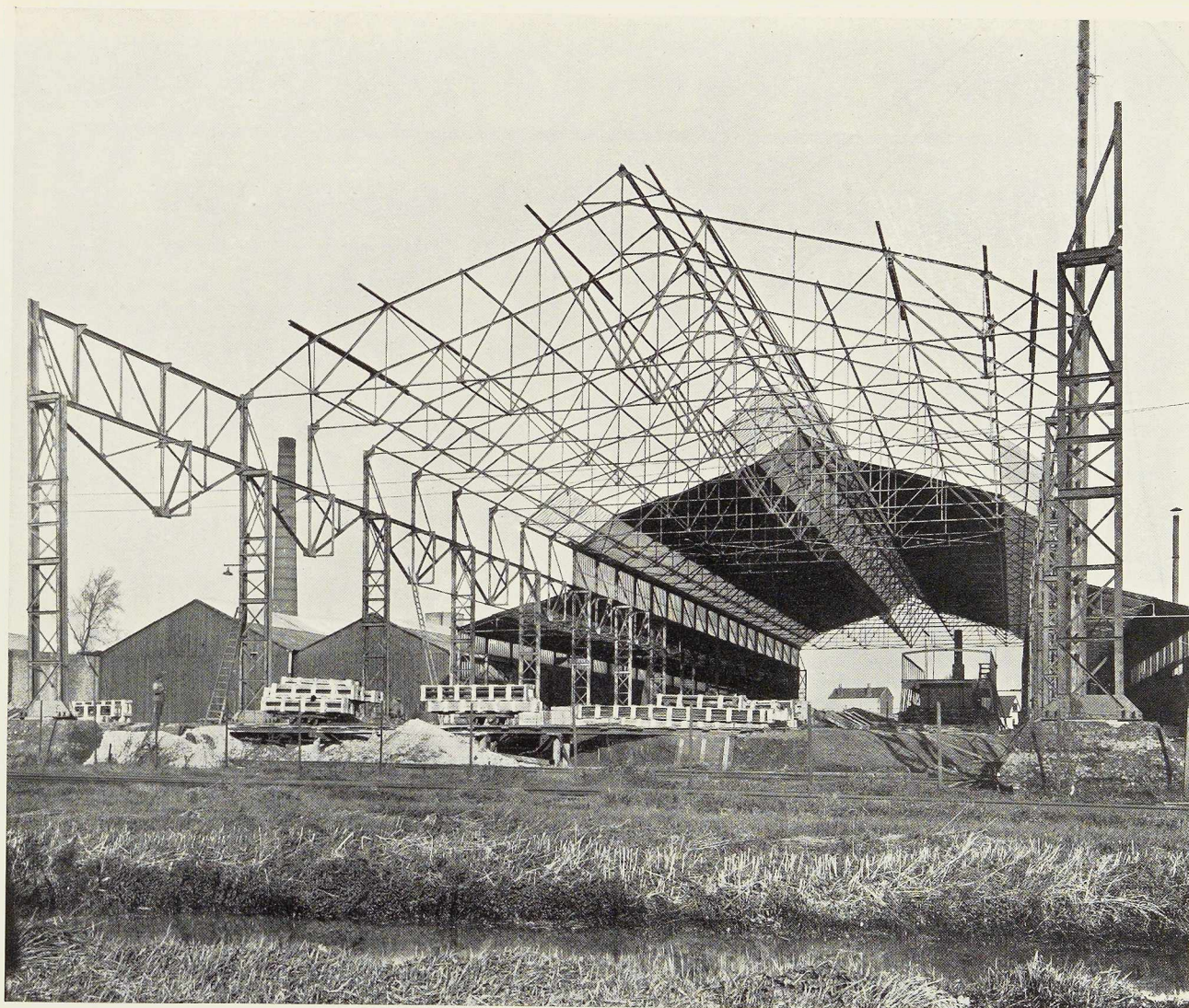
Pour la peinture
des ouvrages
métalliques
employez la

FERRILINE

FABRIQUEE EN
BELGIQUE PAR

SOCIETE BELGE DES **PEINTURES ASTRAL CELLUCO**
ANCIENNEMENT **LES FILS LEVY-FINGER**

S. A. - TÉL. 26.39.60-26.43.07 - RUE ED. TOLLENAERE, 32-34, BRUXELLES



ATELIERS DE
BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

USINE A VILVORDE

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

USINE A BOUCHOUT

27, HEUVELSTRAAT, BOUCHOUT-LEZ-ANVERS
Téléphone : Anvers 123.64 - 123.65

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

TÔLES GALVANISÉES, ARTICLES DE
MÉNAGE, CHÂSSIS MÉTALLIQUES.

PEINTURE ANTIROUILLE STELLINE

assurant la meilleure protection de toutes surfaces et charpentes métalliques.

EMAUX POUR MACHINES STEL-O-LACK

durs, brillants, résistants, pour moteurs, machines industrielles et agricoles, applicables à la brosse et au pistolet.

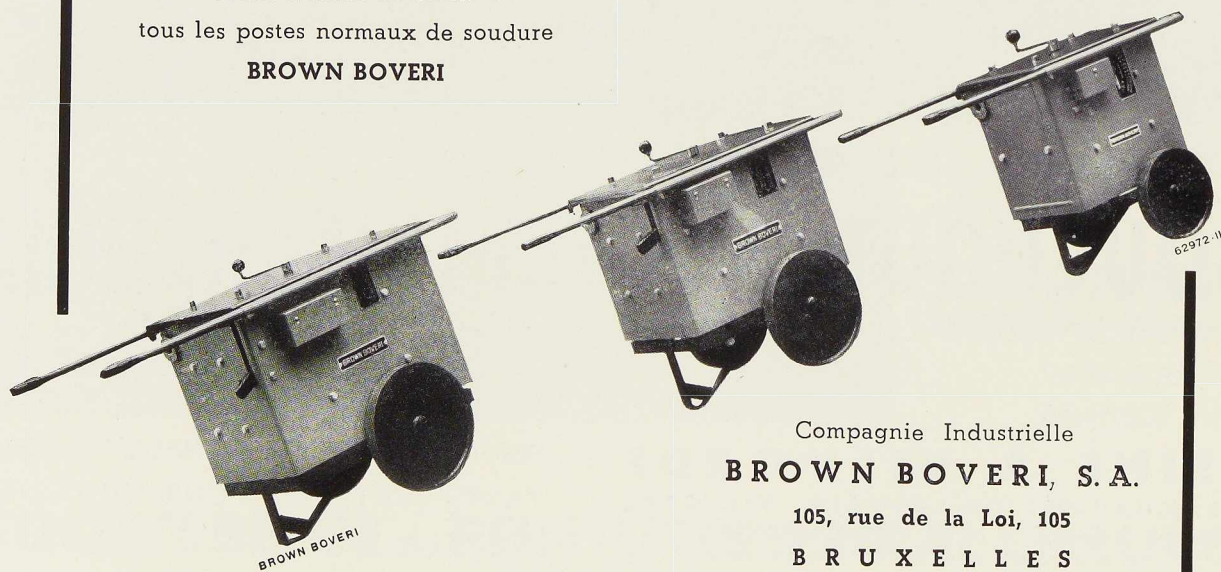
MINIUMS DE PLOMB ET DE FER POUR COUCHES DE FOND

★

FABRIQUÉS PAR LA SOCIÉTÉ ANONYME **STELLA**

USINES A HAREN - NORD - BRUXELLES

Nous livrons de stock
tous les postes normaux de soudure
BROWN BOVERI



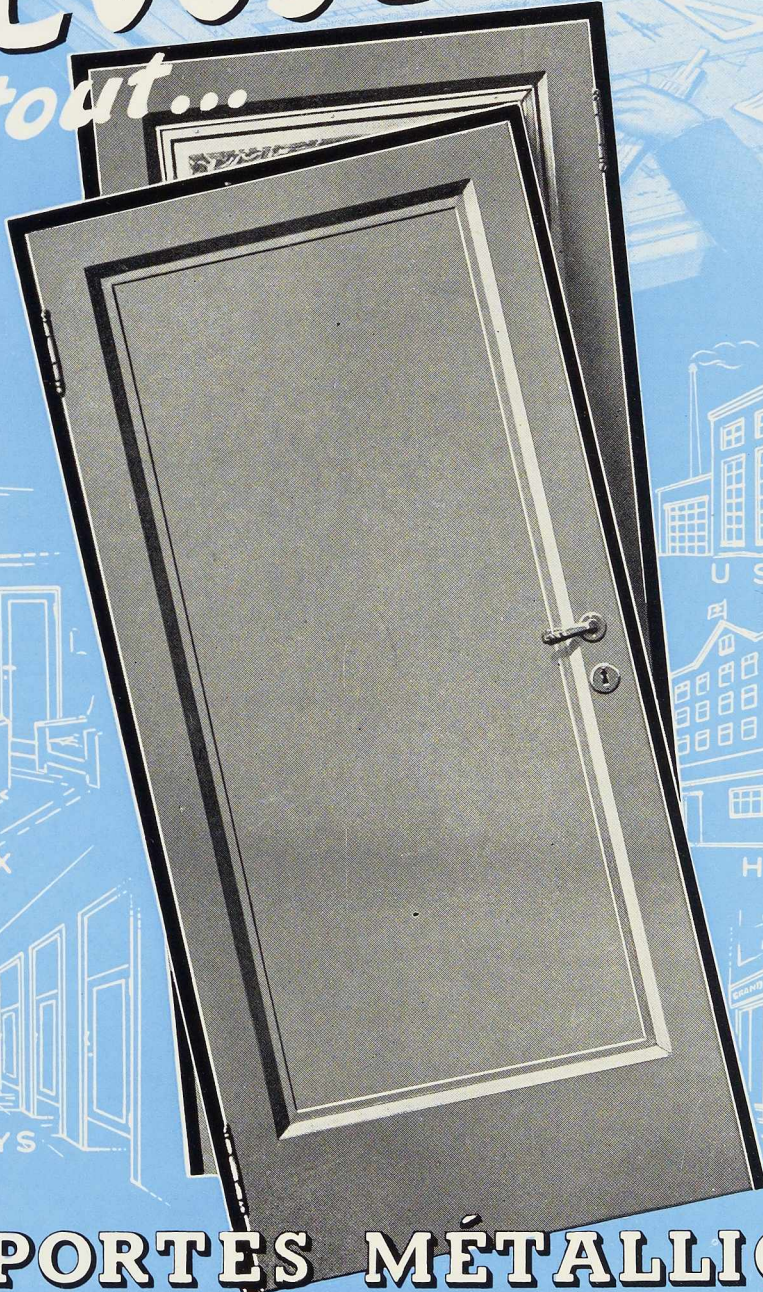
Compagnie Industrielle
BROWN BOVERI, S. A.

105, rue de la Loi, 105

BRUXELLES

Téléphone : 11.80.34

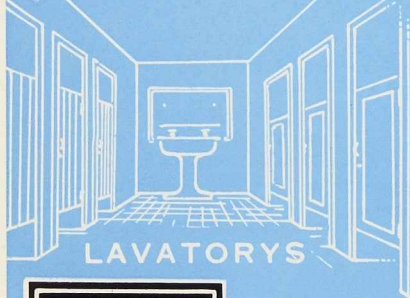
PREVOYEZ-LES
partout...



INTÉRIEURS



BUREAUX



LAVATORYS



USINES



HOPITAUX



GARAGES



PORTES MÉTALLIQUES
VANDERPLANCK

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

STUDIO SIMAR STEVENS



OUI! mais..WARDS pourrait l'avoir

Machines-outils neuves et reconstruites : Rails et voies de service, usines génératrices et équipements industriels, locomotives, excavateurs et grues, aciers de construction, fer, acier et métaux non-ferreux, petits outils de mécanicien, équipement électrique, fournitures et équipement de fonderies, ciment, briques, granit et pierre de taille et, avant tout, du service.

THOS W. WARD (BELGIUM) S.A.

8, LONGUE RUE DES CLAIRES
ANVERS · BELGIQUE

TELEPHONES

228-47 - 228-51 ANVERS



ADRESSE TELEGRAPHIQUE

WARDSMAN ANVERS

IMPORTATIONS et les EXPORTATIONS

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'Études Industrielles F. COURTOY
S. A. — 43, rue des Colonies, BRUXELLES

Mettez fin aux embouteillages
DE LA PRODUCTION!



Augmentez votre production! Employez les outils électriques Wolf qui sont construits pour forer sept à dix fois plus rapidement. Les outils Wolf sont supérieurs parce qu'ils sont actionnés par un puissant moteur; leurs dimensions, leur forme, leur poids, scientifiquement étudiés, réduisent l'effort au minimum; leur assemblage parfait, pleinement éprouvé mécaniquement et électriquement, assure un rendement maximum, ainsi qu'une sécurité parfaite. Une large série d'accessoires, parmi lesquels un support de perceuse d'un modèle spécial, permet d'accélérer l'exécution d'un nombre considérable de travaux qui actuellement, ralentissent la production l'assemblage et les réparations.

Ecrivez aujourd'hui même
et demandez les renseignements
détaillés sur
l'assortiment des outils
électriques Wolf.

Wolf
OUTILLAGE ÉLECTRIQUE

Agents généraux pour la Belgique et le Grand Duché de Luxembourg (Vent en gros et Dépannage):

J. & R. LENAERS,

5 AVENUE ERNEST RENAN, BRUXELLES, 3

FABRIQUÉ PAR LA SOC. ANON. S. WOLF & CO., LTD., LONDRES, ANGLETERRE

**STÉ A ME DES BOULONNERIES DE LIÈGE
ET DE LA BLANCHISSERIE**



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

EN HAUT DE L'ECHELLE !
PRODUITS « ACME QUALITY »
pour la protection
de charpentes et constructions métalliques



Kromik Metal Primer
Peinture à base de chrome.
Pouvoir couvrant supérieur
aux miniums ordinaires.

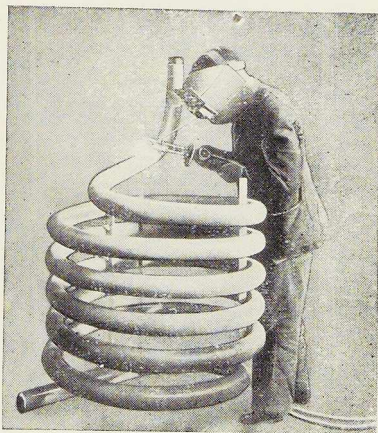
Metal Protective Paint.
Peinture à base de graphite
pour la couche de finition.

Jetcote « A »
Peinture anti-acide et hydro-
fuge, supérieure aux goudrons
ordinaires.

Siltex
Peinture à l'aluminium.

ACME QUALITY

Etablissements de Crane et Marsily
s. p. r. l.
2, avenue Reine-Elisabeth, ANVERS



**MATÉRIEL DE SOUDURE
POUR
TOUTES APPLICATIONS**

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

SEM

DÉPARTEMENT ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE
42, DOCK - TÉLÉPHONE 576.01 - GAND

BRUXELLES
Tél. 37.30.50

ANVERS
Tél. 728.53

LIÈGE
Tél. 162.05

CHARLEROI
Tél. 181.49

MONS
Tél. 326.44

LUXEMBOURG
Tél. 38.64



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

30-40, Rue de l'Abondance, BRUXELLES

Tél. : 17.39.66

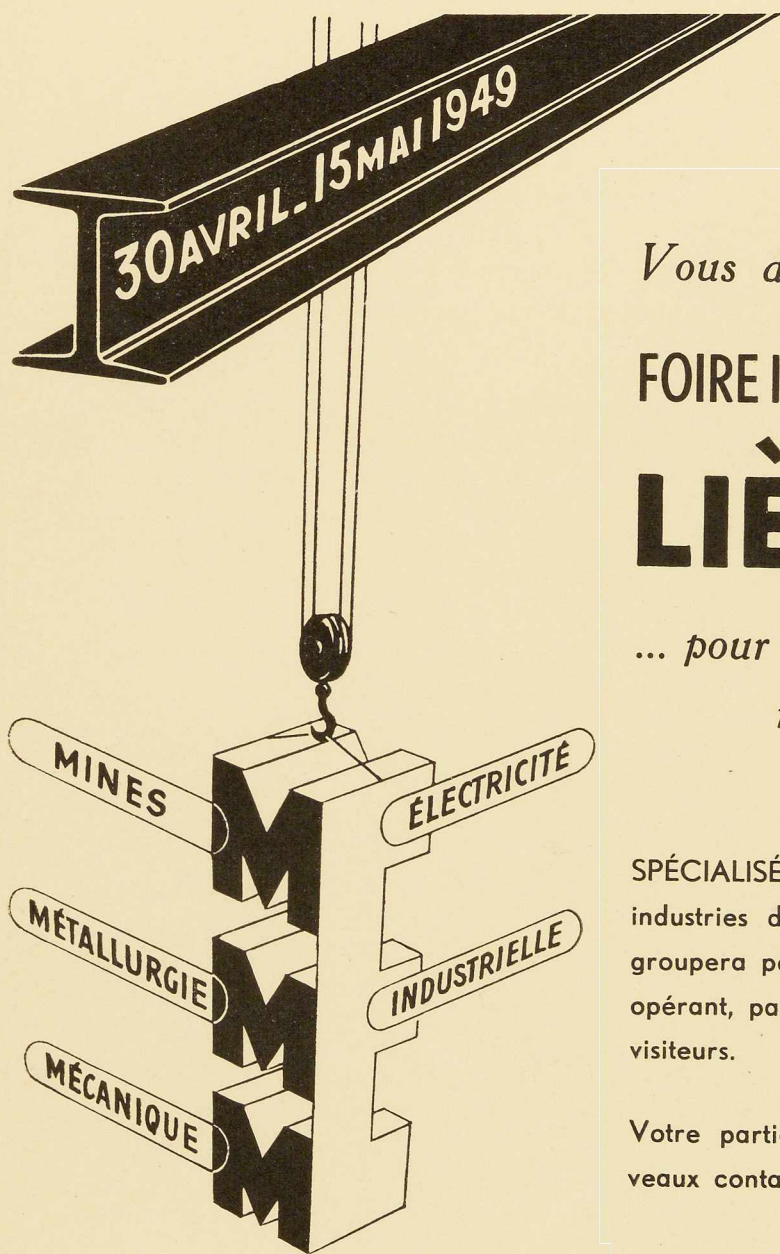
R. C. B. 303

**Ponts roulants, monorails
Charpentes, ossatures**

Palans - Treuils - Cabestans - Moufles TOUTES RÉPARATIONS

INDEX DES ANNONCEURS

A		Pages	J		Pages
A. C. M. T.	11		S. A. Ateliers de Construction Jambes		
L'Air Liquide.	31		Namur		22
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	13		Jouret		15
Les Ateliers Métallurgiques de Nivelles.	18				
B			L		
Baume et Marpent, S. A.	23		S. A. L. Leemans & Fils.		17
S. A. J. Beeckmans	26		Laminoirs de Longtain		21
B. E. I.	38				
Usines Gustave Boël.	28		N		
Boulonneries de Liège et de la Blanchis- serie, S. A.	39		Anc. Ets Nobels-Peelman, S. A.		32
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis .	35				
P. Bracke	40		O		
Brown Boveri, S. A.	36		Ougrée - Marihaye		33
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv.	II		L'Oxhydrique Internationale		29
C			P		
P. & M. Cassart	2		Société Belge des Peintures Astral Cel- luco		34
C. B. L. I. A.	34				
Cockerill	30		S		
Columeta	8-9		S. E. M.		39
D			Siderur		7
Davum	19		Someba		6
De Crane et Marsily.	39		Soudométal		14
Alexandre Devis & C ^o	16-27		Stella		36
E			T		
Société Métallurgique d'Enghien-Saint- Eloi couv.	IV		Usines à Tubes de la Meuse.		10
E. S. A. B.	5		U		
F			Ucométal		24-25
Foire Internationale de Liège couv.	III		V		
Entreprises Ed. François & Fils	12		Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L.		37
			W		
			Thos. W. Ward.		38
			S. Wolf & C ^{ie}		38
			Anciens Ets Paul Würth		20



Vous devez exposer à la

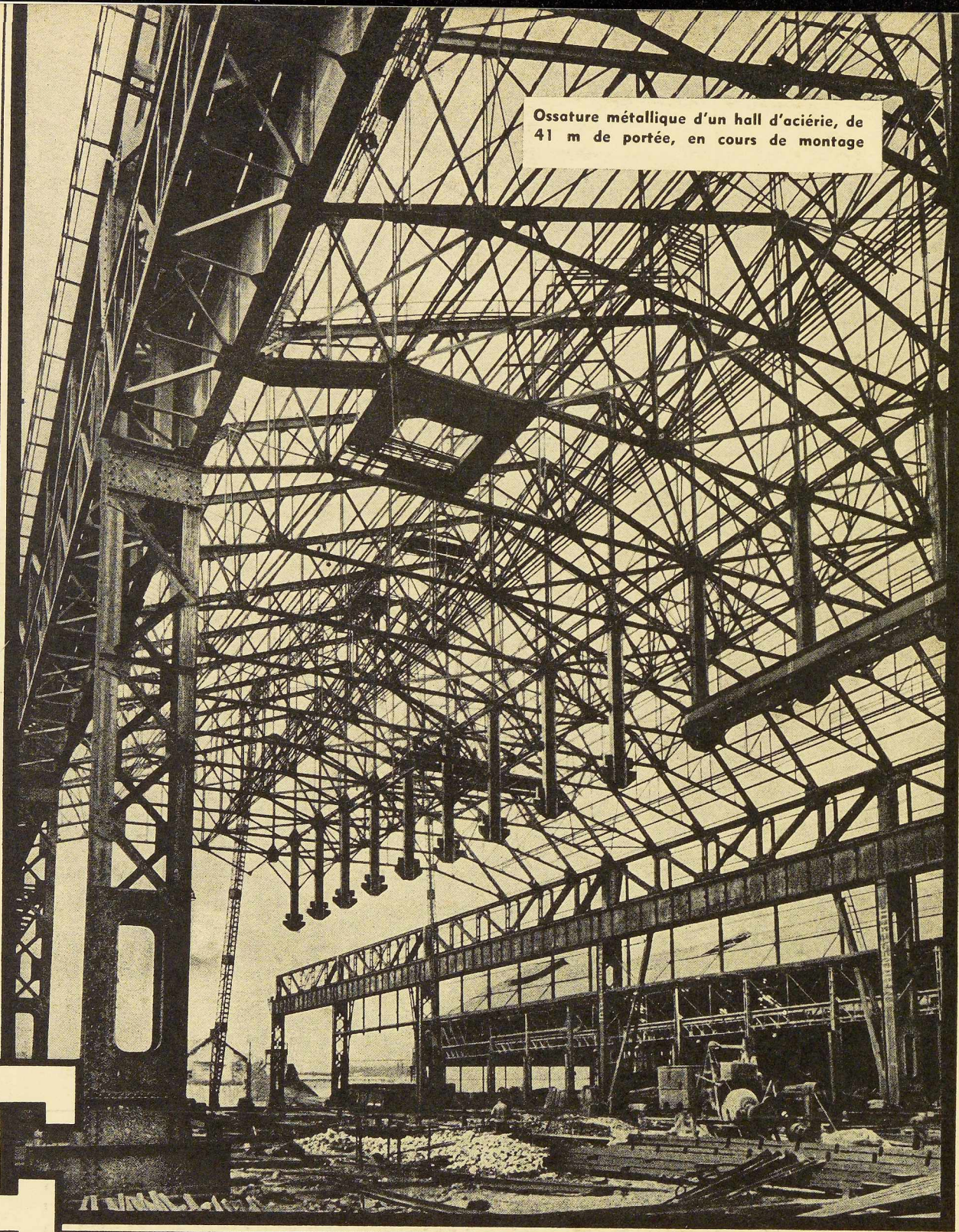
FOIRE INTERNATIONALE DE **LIÈGE**

*... pour toucher les principaux
marchés d'exportation*

SPÉCIALISÉE dans la métallurgie et les industries de fabrications mécaniques, elle groupera pour vous les acheteurs étrangers opérant, par sa formule, une sélection des visiteurs.

Votre participation vous assurera de nouveaux contacts d'un rendement certain.

DÈS AUJOURD'HUI, faites votre demande de participation, en mentionnant la nature exacte de vos fabrications ou produits. Écrivez au Service des Exposants, Foire Internationale de Liège, 32, boulevard de la Sauvenière, Liège, Belgique. Vous recevrez, par retour du courrier, la documentation nécessaire pour vous permettre de prendre une décision.



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

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

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