

L'OSSATURE METALLIQUE

UNIVERSITEIT GENT
AFDEELING voor BOUWKUNST
22, Plateaustraat, GENT

14^e ANNÉE

6

J U I N
1 9 4 9

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

SPÉCIALISTES
des grands travaux...



LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

SOCIÉTÉ ANONYME

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



L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

éditée par

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

154, avenue Louise, Bruxelles - Téléphone : 47.54.99 (2 lignes)
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

14^e ANNÉE

N° 6

JUIN 1949

S O M M A I R E

L'ossature des bâtiments de l'institut Reine Astrid, par Ed. Henrion	275
Télésièges et skilifts	280
Le profilage à froid	282
Le pont-route de Jaulgonne sur la Marne	289
Le nouveau hall de la Foire de Bâle, par E. Dändliker	293
Blindage des hauts fourneaux en tôle soudée, par A. Nicaise.	299
Réservoirs en acier embouti	305
La conception nouvelle de la sécurité dans les problèmes de flambement des pièces comprimées en acier doux, par J. Dutheil	308
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois d'avril 1949. - Conférences du C. E. R. E. S. - Travaux de l'Institut Belge de Normalisation. - Le 12 ^e Congrès International des Centres d'Information de l'Acier à Paris. - Le 75 ^e anniversaire de la Société Minière et Métallurgique de Rodange. - Congrès International de technique portuaire, Anvers, juin 1949. - Il y a dix ans	319
BIBLIOTHÈQUE	322
BIBLIOGRAPHIE	324

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.

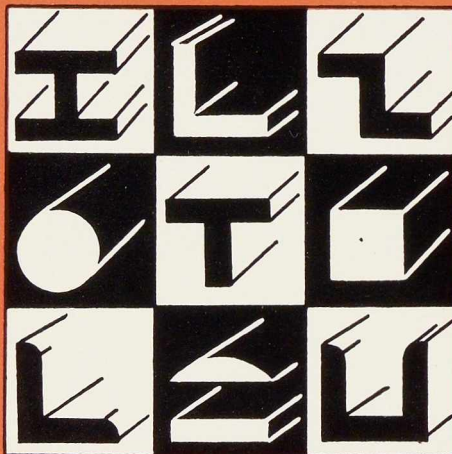
Tous les abonnements prennent cours le 1^{er} janvier.

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**.



P. & M. Cassart.
BRUXELLES:

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

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

TRANSFORMATEURS

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

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

ATELIERS DE CONSTRUCTION

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

ATELIERS DE CONSTRUCTION (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., 249-251 chaussée de Vleurgat, Bruxelles.

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

Société Anonyme Anciennes Usines Canon-LeGrand, 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 Flamen-court et C^{ie}, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest-Bruxelles.

Ateliers Georges Heine, S. A., chaussée des Forges, Huy.

Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 59, rue des Gloires Nationales, Auvelais.

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

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

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

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

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

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

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

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

La Manutention Automatique, S. A., Machelen.

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

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

Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.

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 Thiriaux, S. A., La Croÿère.

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

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

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

Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

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

MENUISERIE MÉTALLIQUE

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

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

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

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

SOUDEURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

Electromécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.

ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.

Phillips, 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 :

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

Chambre Syndicale des Marchands de fer, 10, rue du Midi, Bruxelles.

MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

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 Morea et Nahon, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.

Société des Aciers et Métaux, Soamet, 41, boulevard du Midi, Bruxelles.

Wauters Frères, 23, rue de Liverpool, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Études Léon-Marcel Chapeaux, S. A., 54, rue du Pépin, Bruxelles.

Bureaux d'Études Industrielles Fernand Courtoy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.

M. René Leboutte, ing. tech. I. G. Lg., 6, rue J. Delbœuf, Liège.

MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstaël, Bruxelles.

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

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

MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 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!

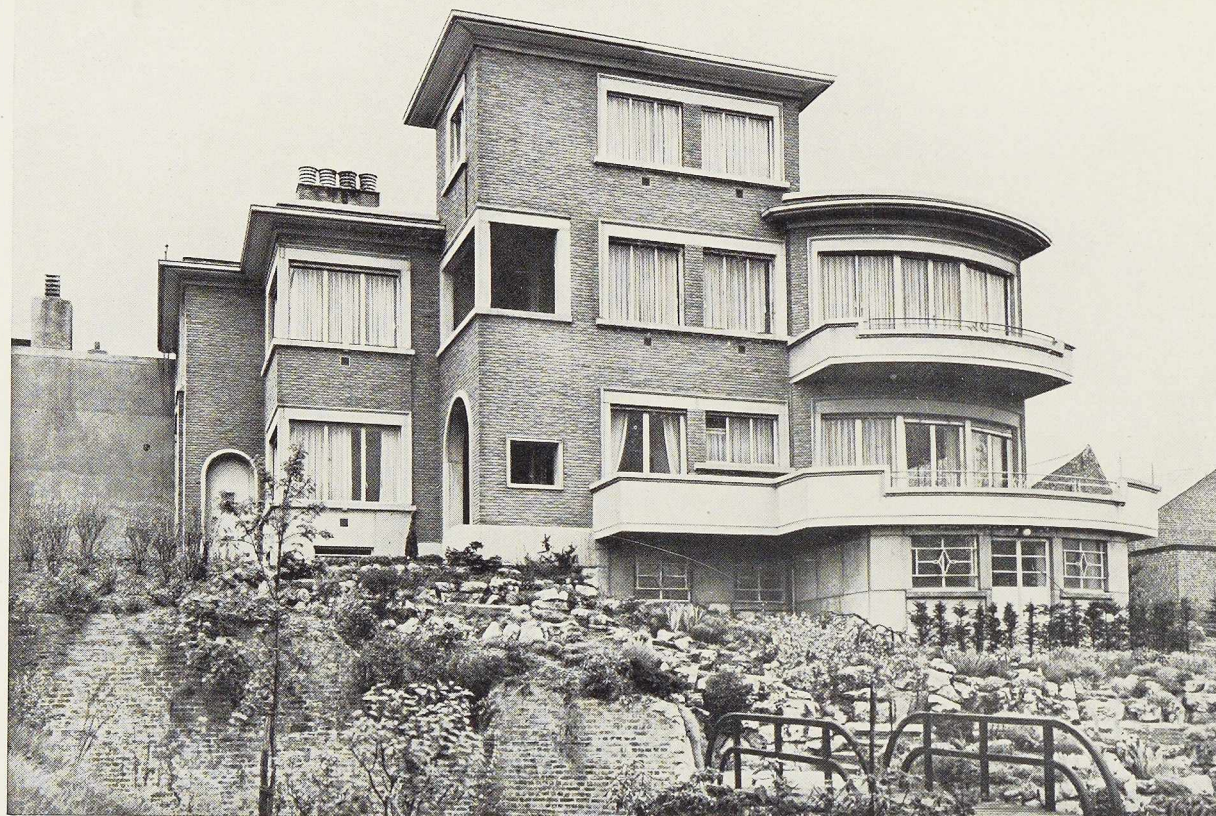
- OK TP pour les tôles minces.
- OK 42P pour les soudures galbées.
- OK 44P pour les positions difficiles et les joints grossièrement préparés.
- OK 47P la superélectrode
STANDARD
- OK 48P pour les soudures tenaces, en toutes positions.
- OK 50P pour les soudures de haute qualité, radiographiées.
- OK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



ESAB

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

PUBLIGRAPH
BRUXELLES



Arch. Paul Fontaine, Bruxelles

SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE DE BAUME S. A.

SOMIEBA

TÉLÉPHONES : 279 LA LOUVIÈRE
15.81.57 BRUXELLES

LA LOUVIÈRE

MENUISERIES MÉTALLIQUES

CHASSIS, PORTES, CLOISONS EN ACIER
ANTICORODAL ET BRONZE
CHAMBRANLES ET TOLERIES
SABLAGE, PARKÉRISATION
METALLISATION

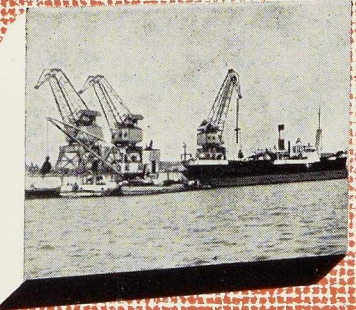
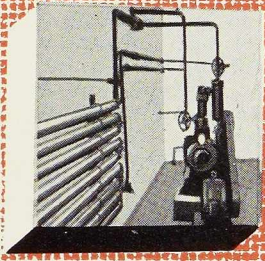
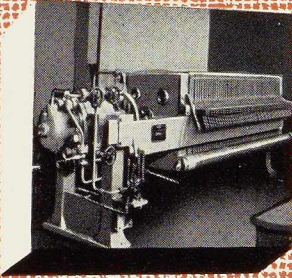
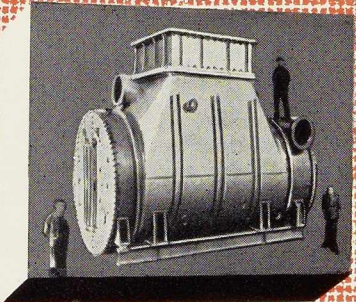
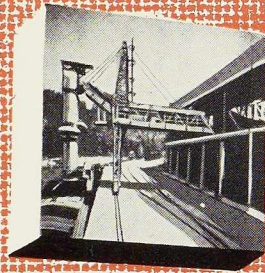
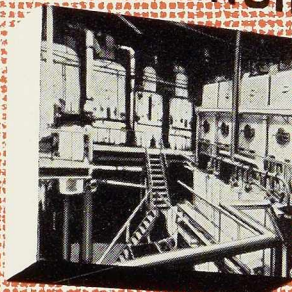
CONSTRUCTION

CHARPENTES, RÉSERVOIRS
TUYAUTERIES, POTEAUX
SOUDURE ÉLECTRIQUE

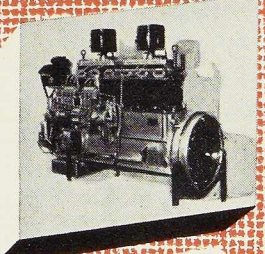
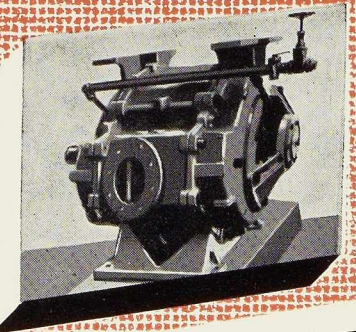
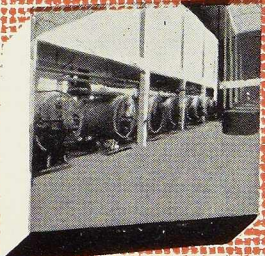
REGISTRE DE COMMERCE MONS 378

ACMT

SPECIALITES PRINCIPALES



INSTALLATIONS DE MANUTENTION
 APPAREILS DE LEVAGE
 MATERIEL POUR SUCRERIES
 ET INDUSTRIES CHIMIQUES
 INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES
 MATERIEL DE RECUPERATION "IWEL"
 GROSSE CHAUDRONNERIE
 MOTEURS DIESEL A GRANDE VITESSE
 POMPES A VIDE ET SURPRESSEURS
 A ANNEAU LIQUIDE "HYDRO"
 REDUCTEURS DE VITESSE



ATELIERS DE CONSTRUCTION MECANIQUE DE TIRLEMONT

TELEGRAM: GILAIN-TIRLEMONT-
 Anciennement Ateliers J.-J. Gilain
 TEL: 12

POUR CONSTRUCTIONS CELLULAIRES AUTOSTABLES

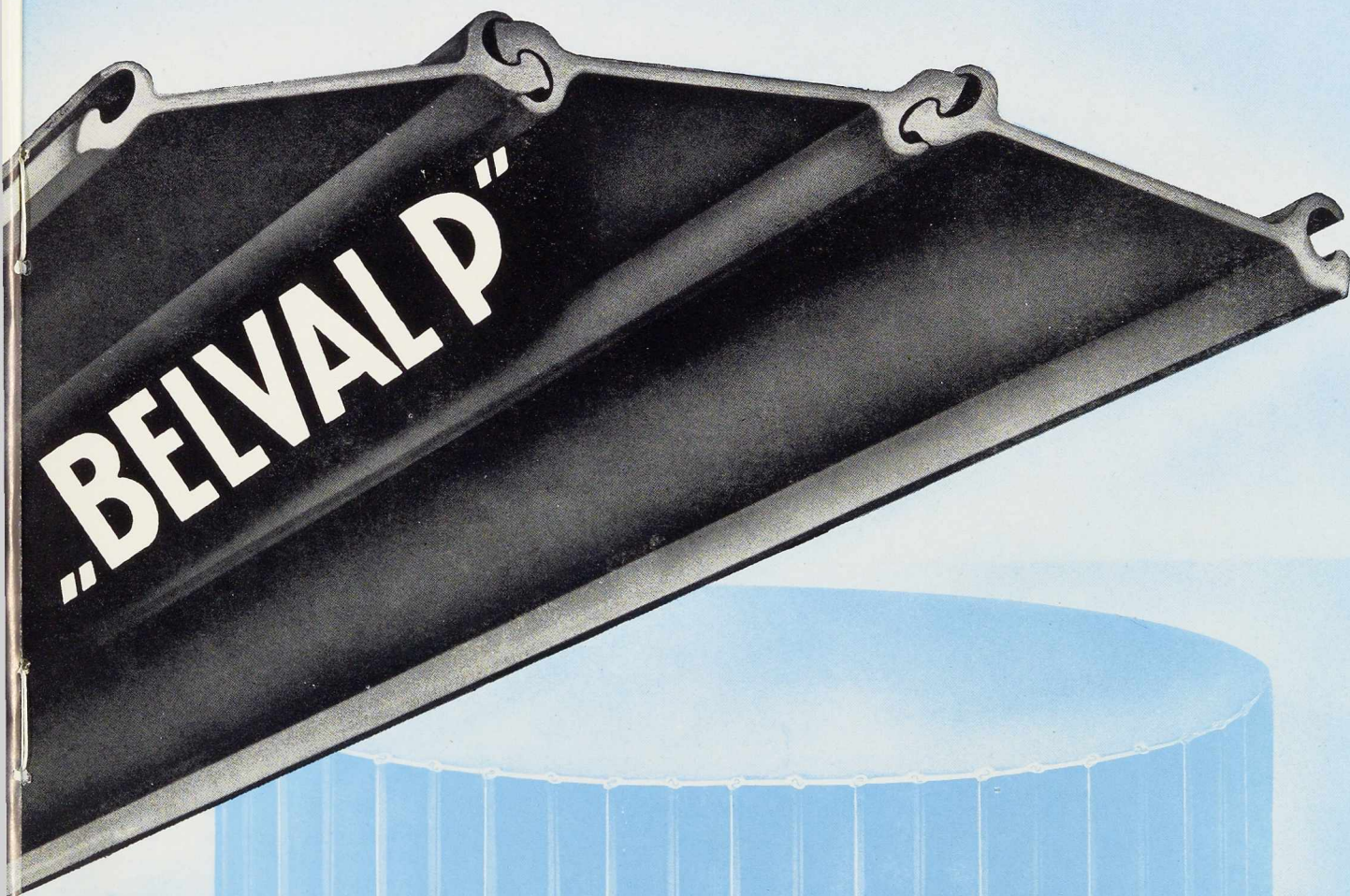
GABIONNÉES
CIRCULAIRES
EN FEUILLE
DE TRÈFLE

PALPLANCHES PLATES

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS S'ADRESSER A :

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





"BELVALD"

A:

COLUMETA

COMPTOIR MÉTALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS • S. A. • LUXEMBOURG

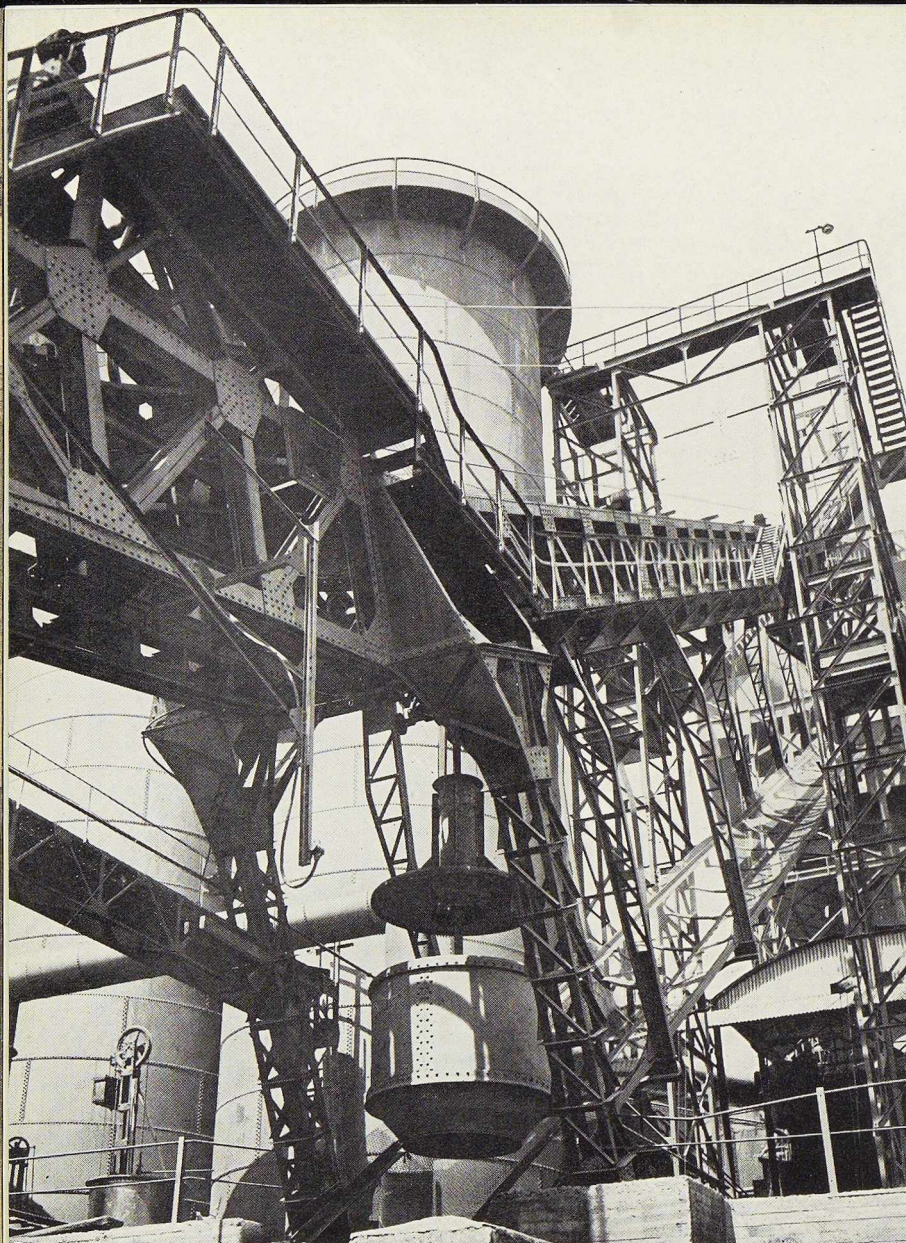


PHOTO W. KESSELS

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



MALEVEZ + DELENNE

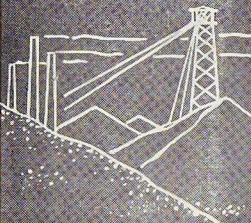
SOC.AN.

CONSTRUIT ET MONTÉ PAR LA
L.LEEMANS & FILS

VILVORDE.TEL.51.16.50-51.03.25

TUBES POUR TOUTES ACTIVITÉS

CHARBONNAGES



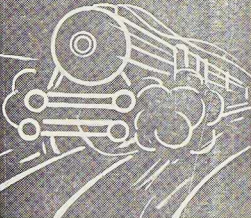
CANALISATIONS



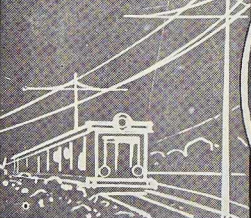
EAU

GAZ

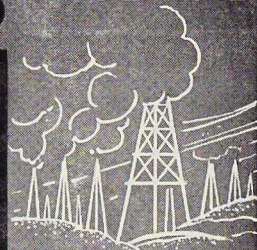
CONSTRUCTION MÉCANIQUE



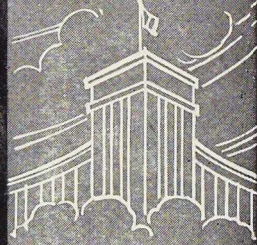
TRANSPORT DE FORCE



PÉTROLE



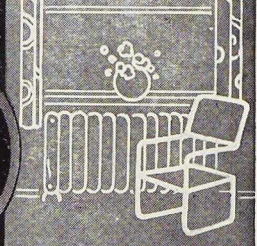
TRAVAUX PUBLICS



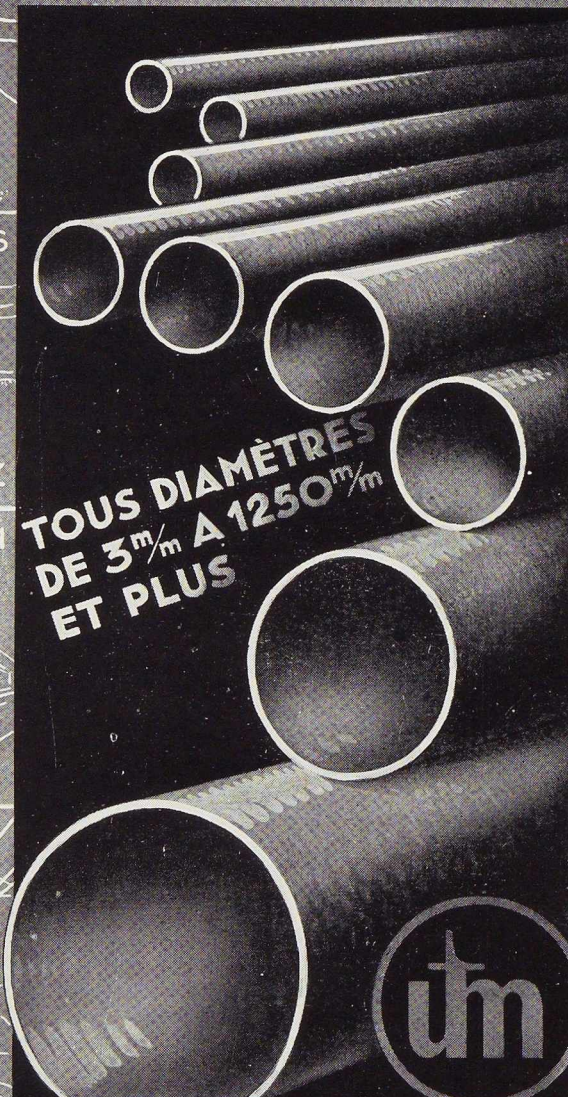
SPORTS



LE HOME



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

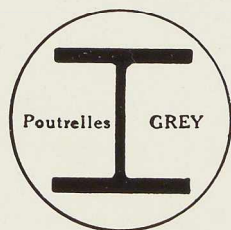
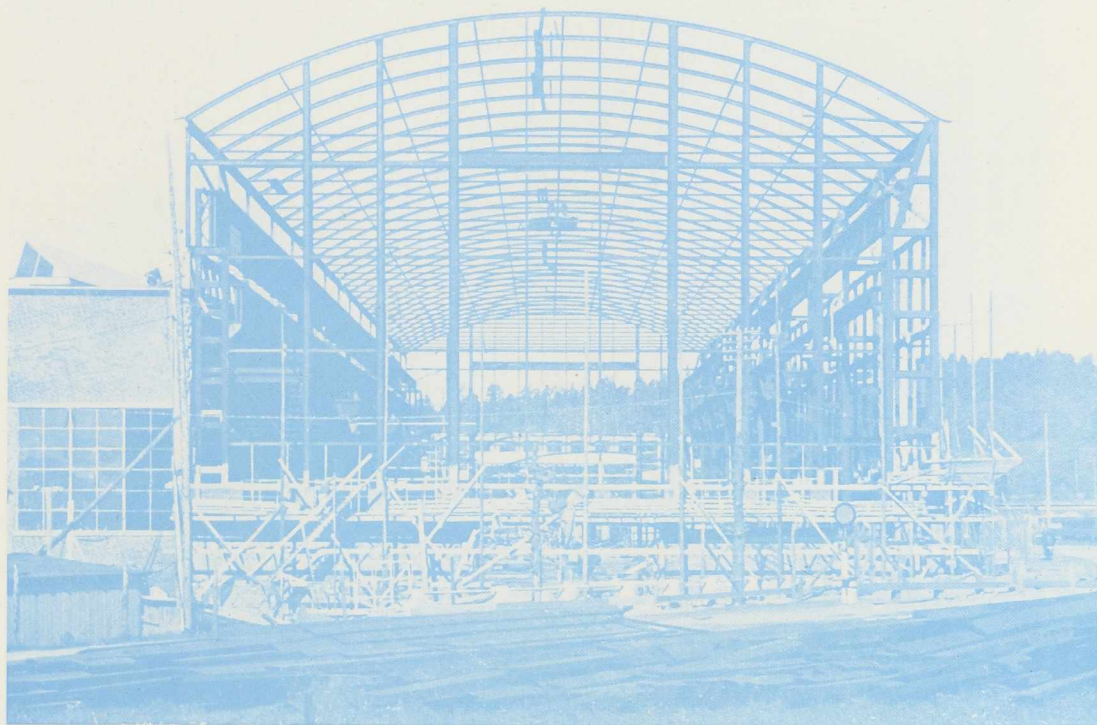


USINES A TUBES DE LA MEUSE

STÉ AME FLÉMALLE-HAUTE BELGIQUE

SOBELPRO

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

ENTREPRISES
GÉNÉRALES

ANDRÉ

DEMEY

INGÉNIEUR CIVIL

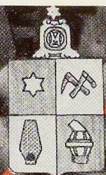
38, RUE ERNEST-ALLARD
BRUXELLES
TÉLÉPHONE 11.18.68

Les travaux de l'Institut Reine
Astrid à Mons (voir pp. 275 et
suivantes de ce numéro) ont
été confiés aux

CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES ET PRIVÉES
TRAVAUX PUBLICS TRAVAUX DU BOIS

DÉPARTEMENT SPÉCIAL :

VOÛTES ET DALLES LÉGÈRES, ISOTHERMES,
POUR GRANDES SURCHARGES ET GRANDES PORTÉES



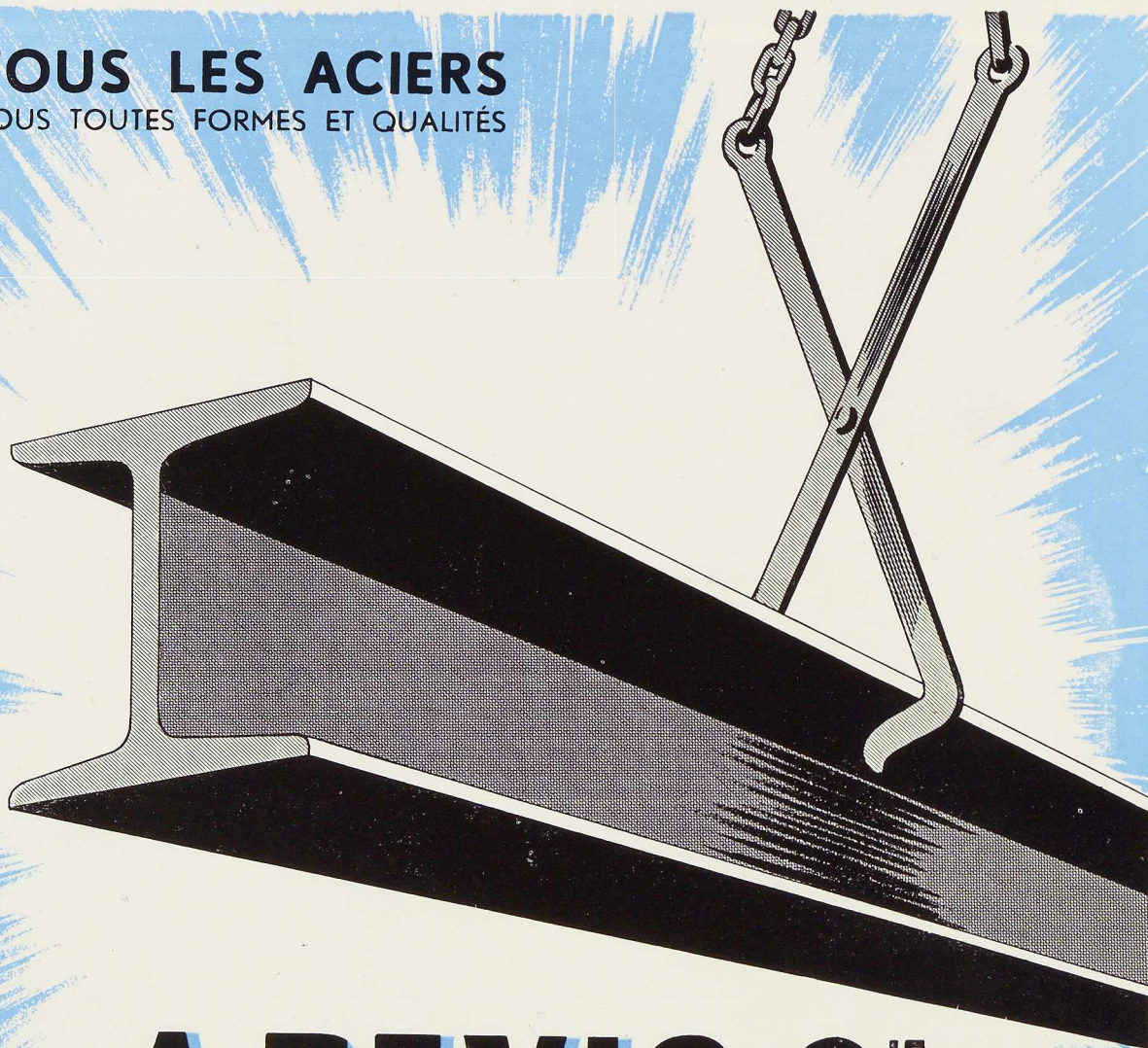
MATHY
graphic

OUGRÉE MARIHAYE

.S.A. OUGREE . Belgique

Tous cylindres de laminoirs en aciers ordinaires ou alliés

TOUS LES ACIERS
SOUS TOUTES FORMES ET QUALITÉS



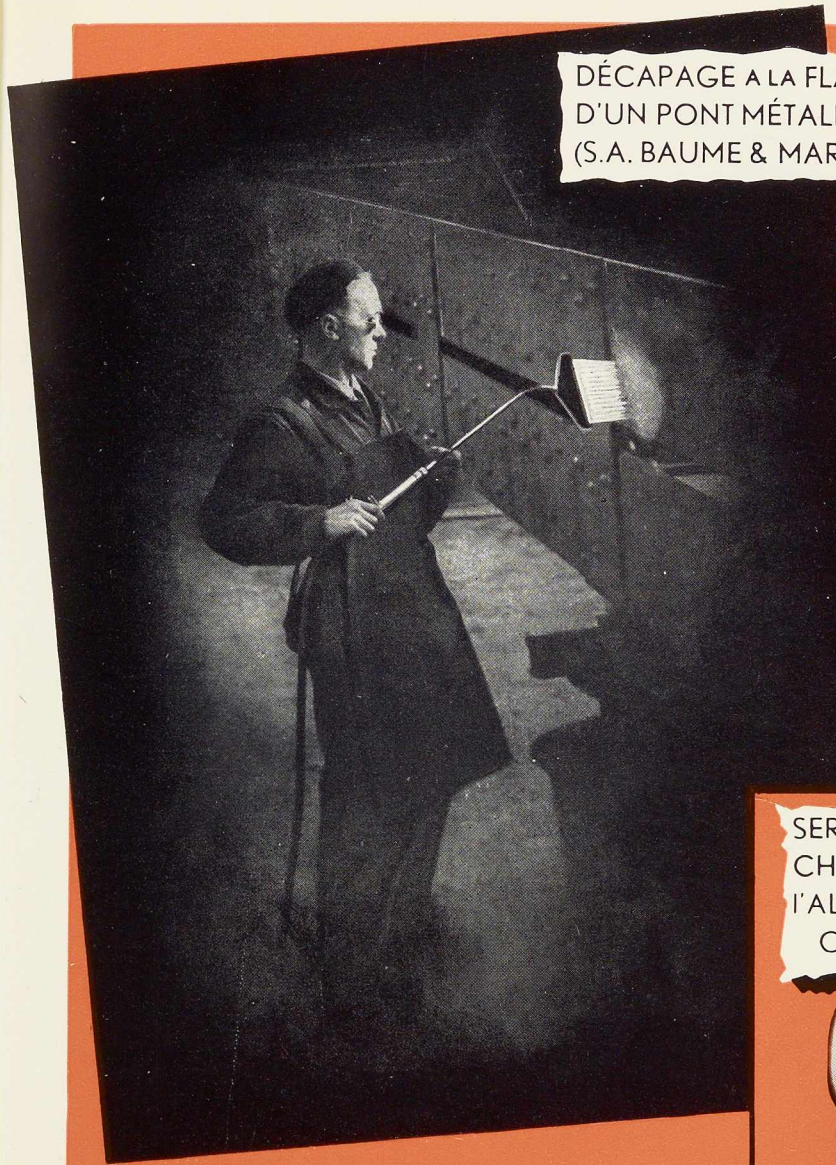
A. DEVIS & C^{IE}

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.)

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



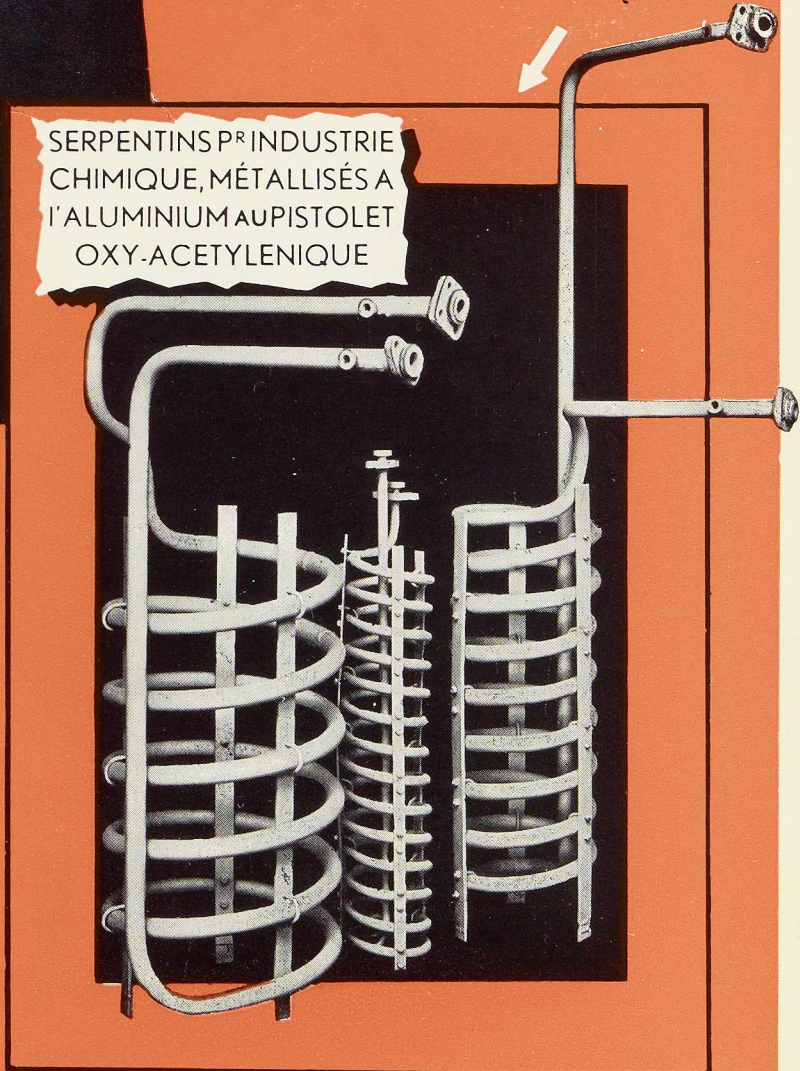
INSTALLATIONS
pour le
DECAPAGE
A LA FLAMME OXY-ACETYLENIQUE



et pour la
METALLISATION
AU PISTOLET OXY-ACETYLENIQUE



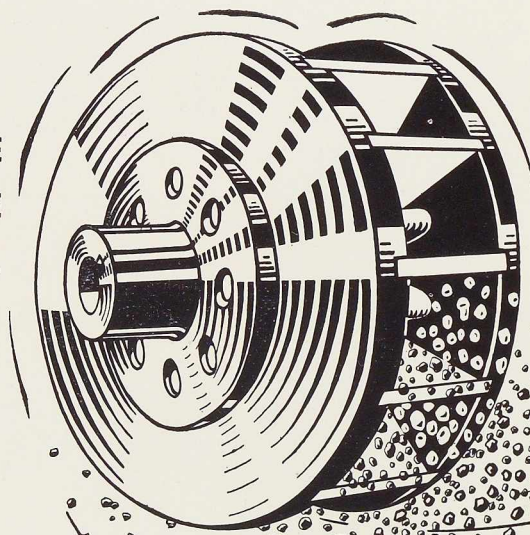
SERPENTINS P^RINDUSTRIE
CHIMIQUE, MÉTALLISÉS A
L'ALUMINIUM AU PISTOLET
OXY-ACETYLENIQUE



**L'OXHYDRIQUE
INTERNATIONALE**

SOCIÉTÉ ANONYME
31, RUE P. VAN HUMBEEK, BRUXELLES

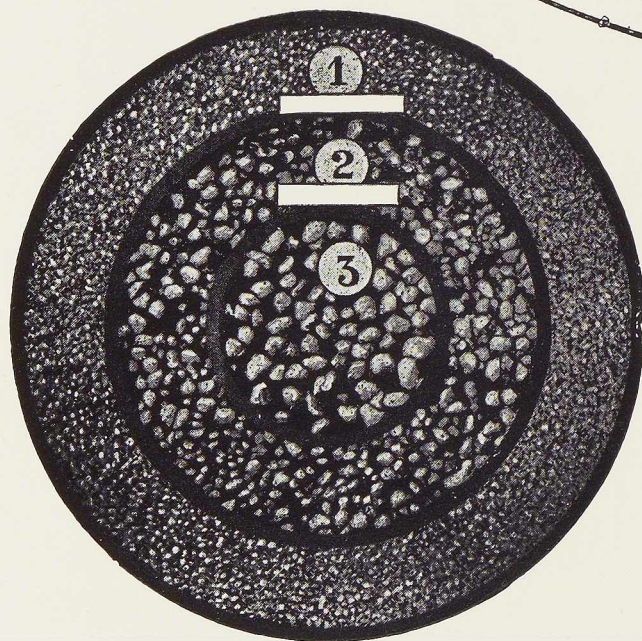
DÉCAPAGE
DÉSABLAGE
par ...



LES
GRENAILLES

BEECKMANS

*Les plus résistantes,
les plus régulières*



GRENAILLES D'ACIER RONDES
ET ANGULAIRES
EN TOUS CALIBRES

GALETS DE MER CONCASSÉS,
CALIBRÉS, DÉPOUSSIÉRÉS

SILEX ET QUARTZ

SABLE DU RHIN

S. A. J. BEECKMANS

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

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



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

VOITURES ET WAGONS
AUTORAILS ET AUTOMOTRICES
LOCOMOTIVES ELECTRIQUES

BAUME & MARPENT

SOCIÉTÉ ANONYME

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



BUNGALOW MÉTALLIQUE

S. A. DES ATELIERS DE CONSTRUCTION
JAMBES-NAMUR

Anciens Établissements Th. FINET

JAMBES

PONTS
CHARPENTES
GROSSES TUYAUTERIES
OSSATURES DE BATIMENTS
MAISONS MÉTALLIQUES

JOURET

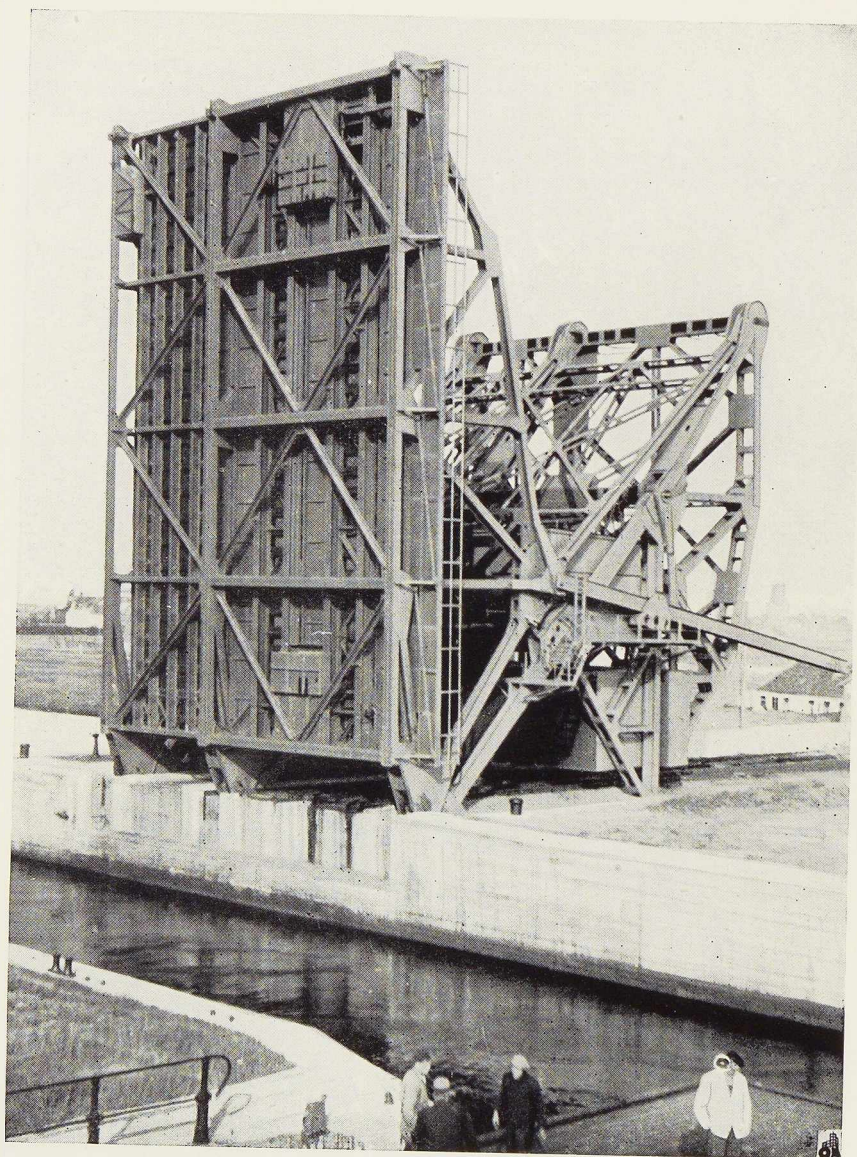
LUTTRE

Grey de Differdange



et tous les produits métallurgiques

TEL : CHARLEROI 511.31
LUTTRE 248



Pont basculant « STRAUSS » à Zeebrugge

CONSTRUCTIONS PRINCIPALES :

Wagons — Voitures
Locomotives
Ponts et Charpentes
Emboutis lourds
et moyens



FABRICATIONS COMPLÉMENTAIRES :

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

LES ATELIERS METALLURGIQUES, S. A.

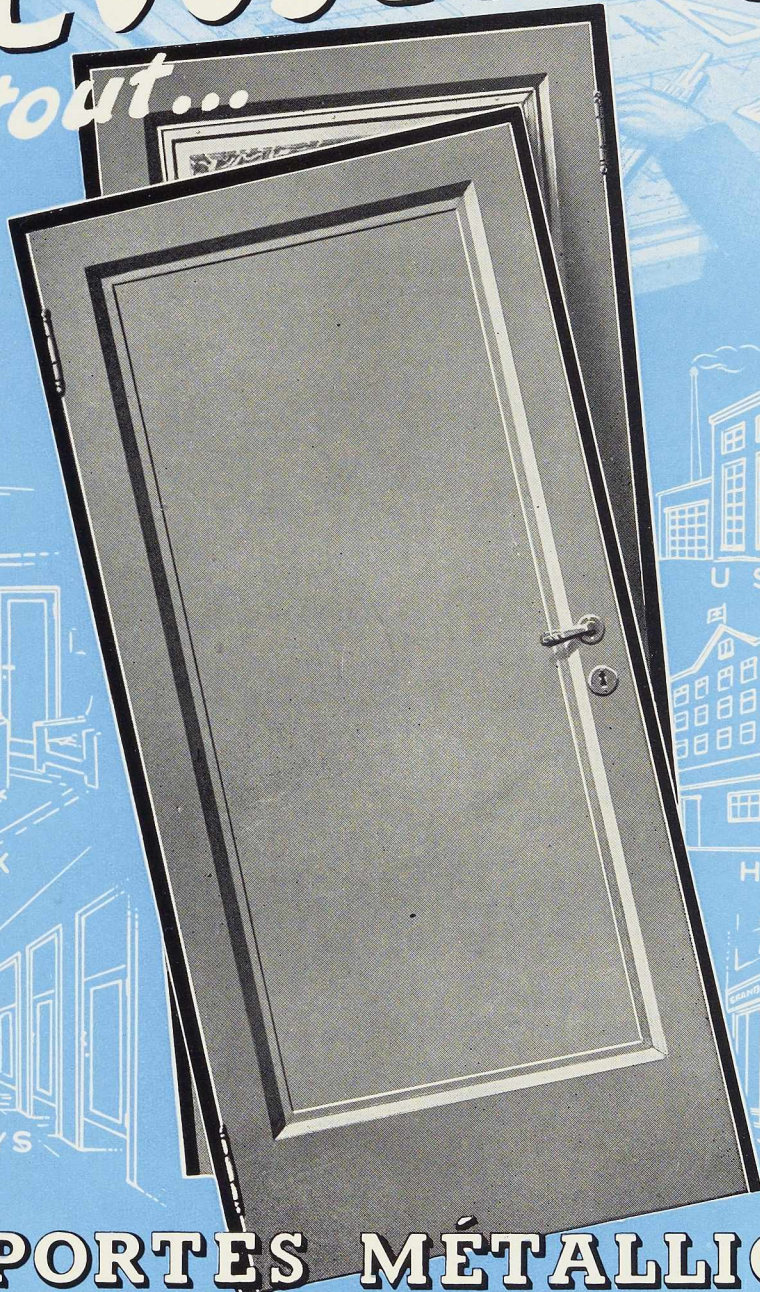
NIVELLES - BELGIQUE

TÉLÉPHONE : 22 NIVELLES
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : MÉTAL NIVELLES

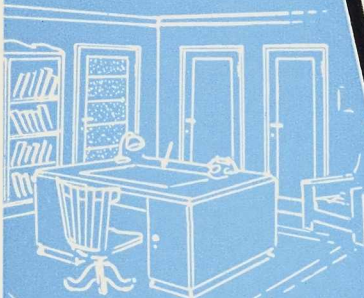
USINES :
NIVELLES - TUBIZE - LA SAMBRE - MANAGE

[§] **PRÉVOYEZ-LES**

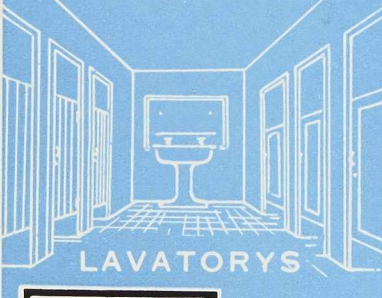
partout...



INTÉRIEURS



BUREAUX



LAVATORYS



USINES



HOPITAUX



GARAGES



PORTES MÉTALLIQUES

VANDERPLANCK

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

STUDIO SIMAR STEVENS

TOUS PRODUITS M

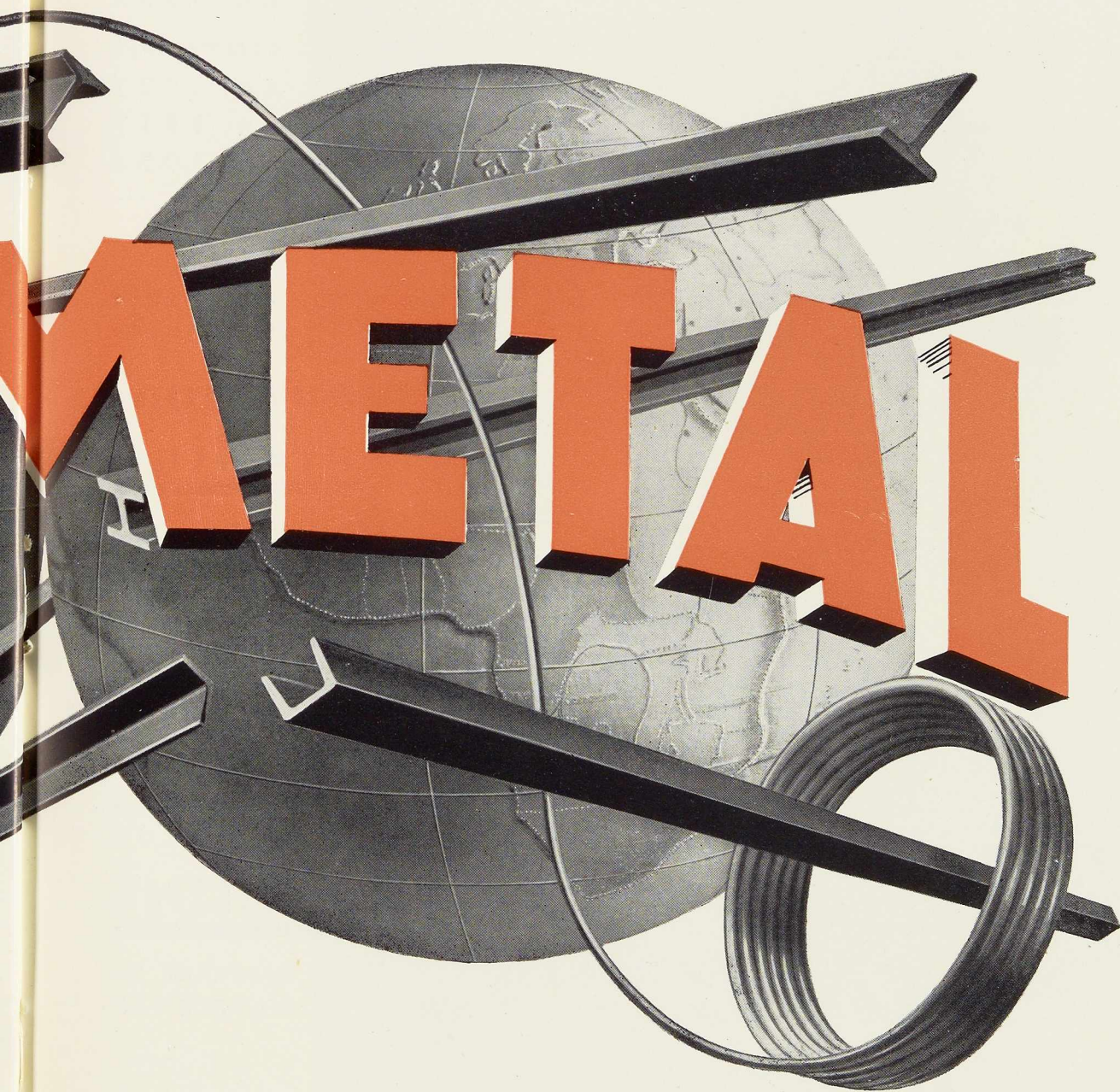


24 RUE R
BRUXEL

COCKERILL - PROVIDENCE

C.G.P.I.

MÉTALLURGIQUES



ROYALE
XELLES

CE - SAMBRE & MOSELLE

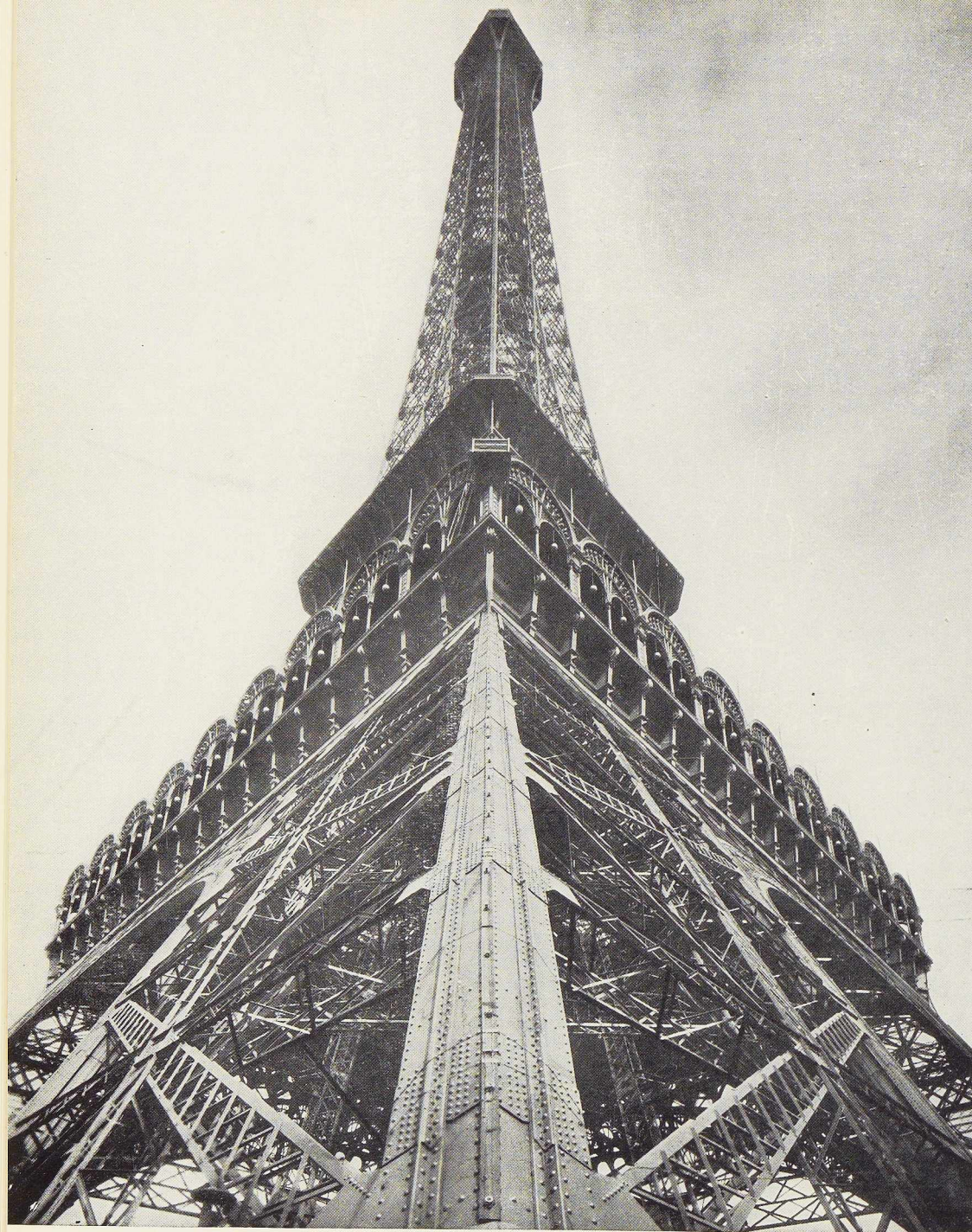


Photo Horizon de France

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

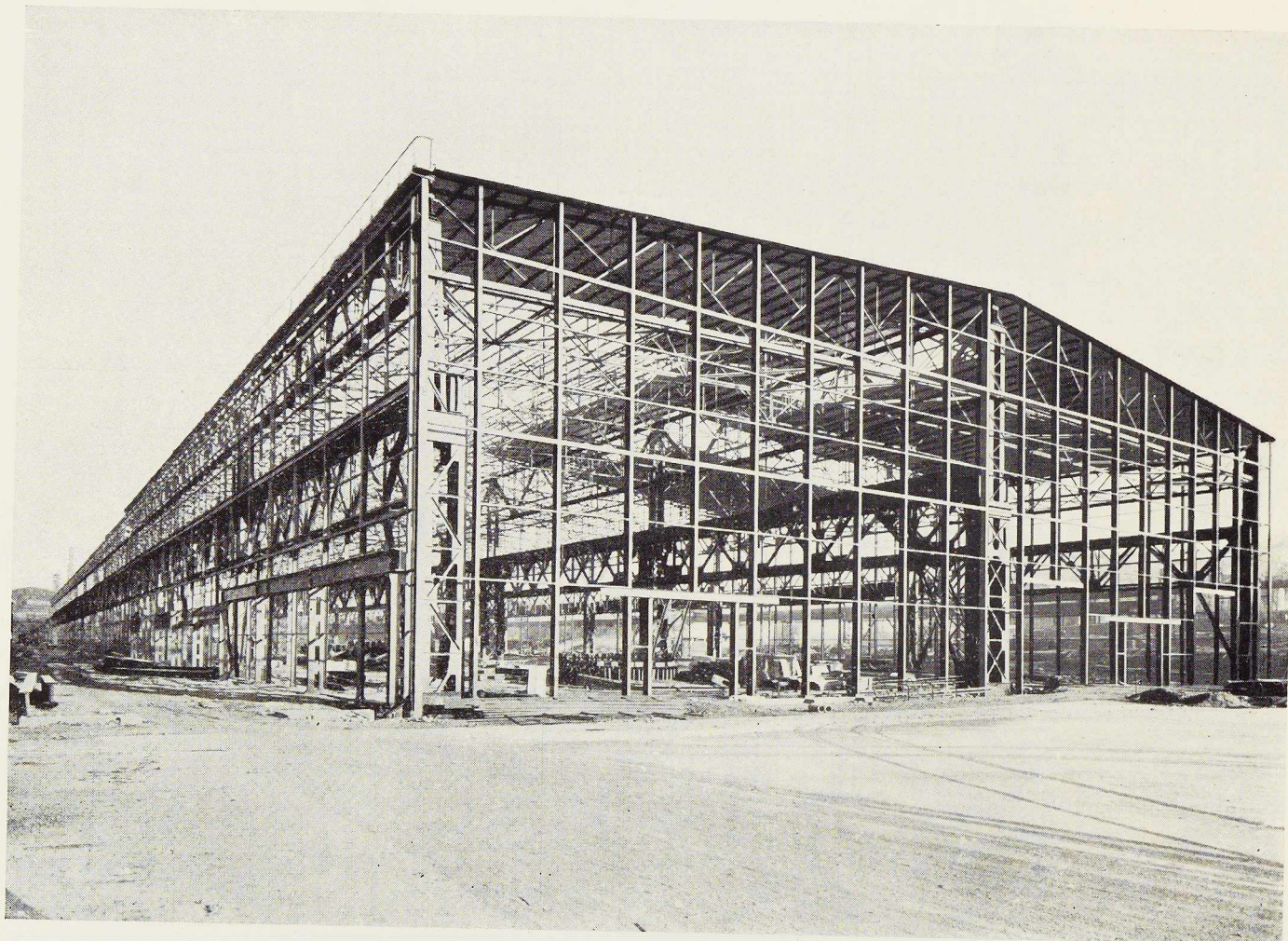


ARCOS STABILIS

BLINDAGE DE
HAUT FOURNEAU

CONSTRUCTEUR : S. A. John Cockerill
SOUDAGE : Chaudronnerie Hermesse

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

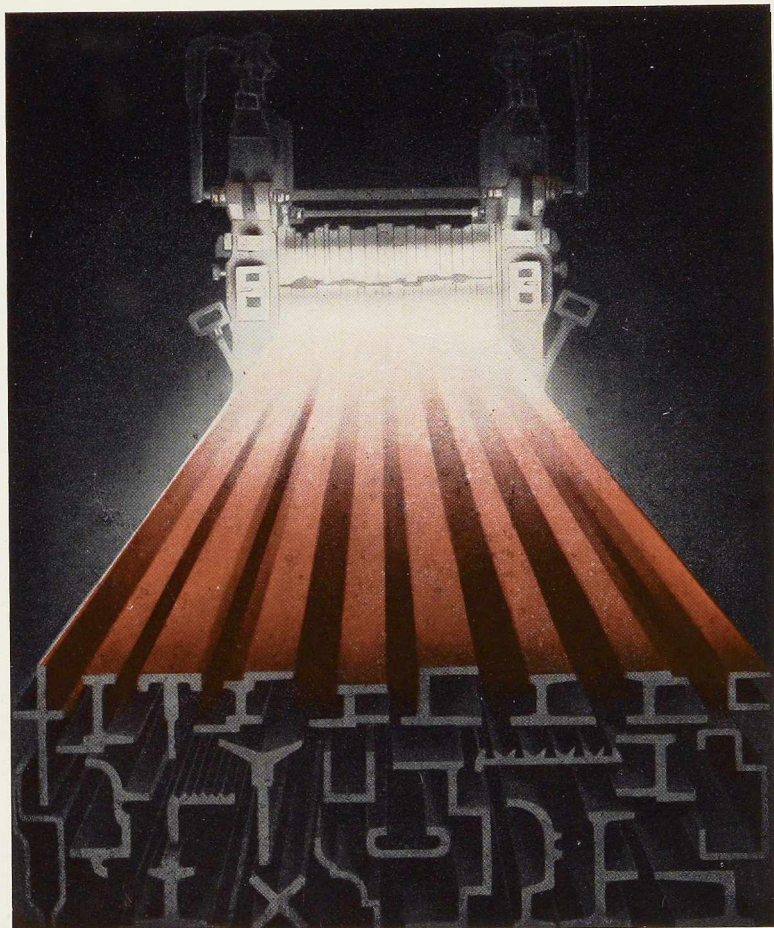


OSSATURE MÉTALLIQUE D'UN HALL DE LAMINOIR
DE 585 MÈTRES DE LONGUEUR
ET 2 X 30 MÈTRES DE LARGEUR

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

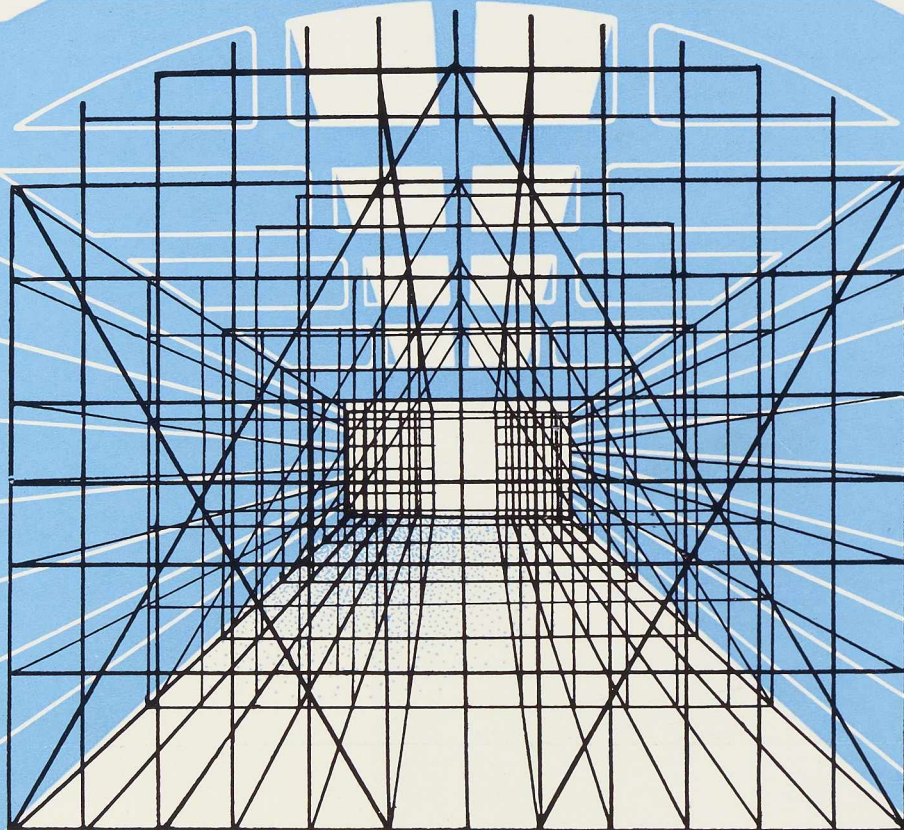
CODES : Bentley et Acme

Société Anonyme

LA CROYERE (BELGIQUE)

SOUTIEN DE COFFRAGE

200T.



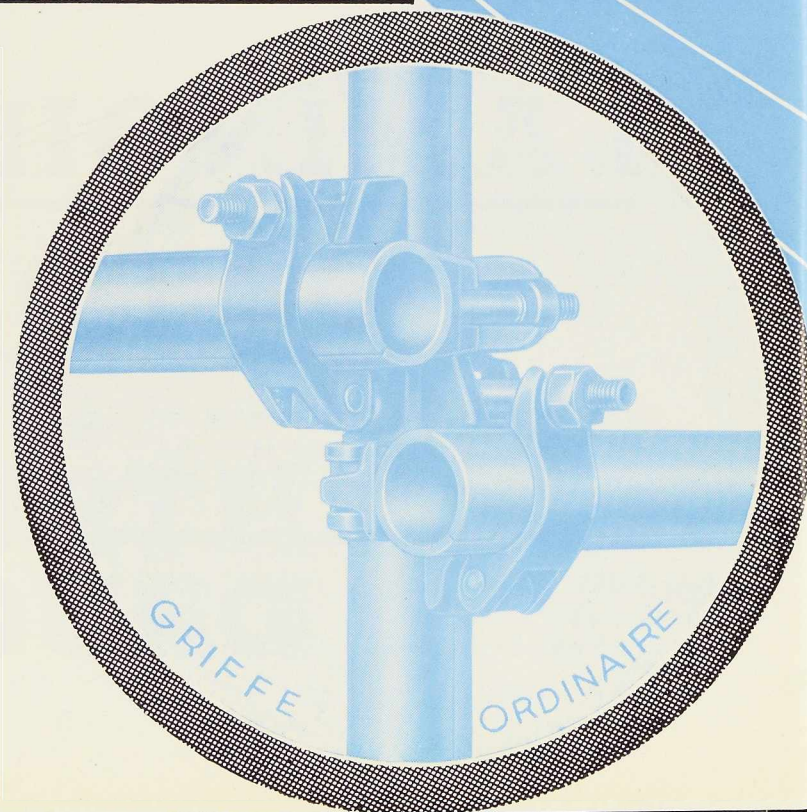
HAUTEUR 14.50M

Alexandre
DEVIS *et*
C^o

158, RUE SAINT-DENIS

B R U X E L L E S

TÉLÉPHONE 43.15.05

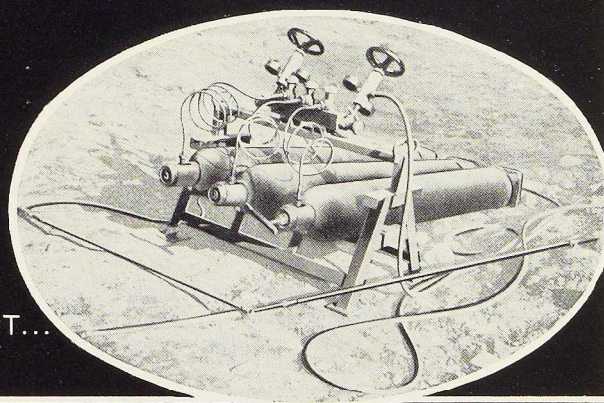


FORAGE THERMIQUE



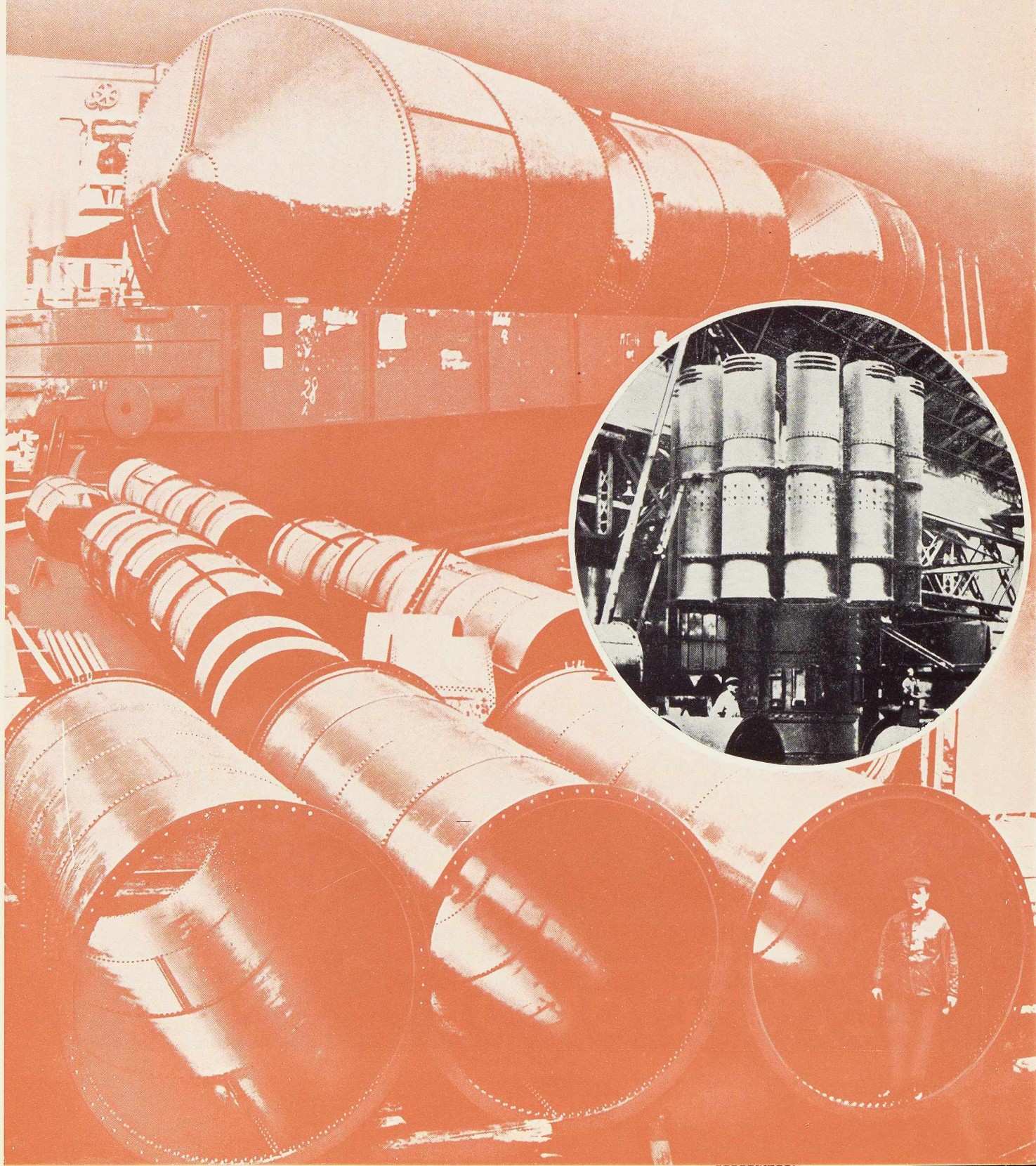
*Procédé moderne et rapide
de forage et de perçage,
(sous-marin et à l'air libre)
des matériaux
pierreux*

APPAREILLAGE SIMPLE ET RÉDUIT...



S.A. **L'AIR LIQUIDE** 31, QUAI ORBAN
LIÈGE - TÉL: 665.55

NOBELS-PEELMAN



L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

14^e ANNÉE - N° 6

JUIN 1949

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

L'ossature des bâtiments de l'Institut Reine Astrid à Mons

Introduction

Le nombre d'élèves inscrits aux cours de l'Institut Reine Astrid à Mons étant en augmentation constante, la direction de cet important établissement d'enseignement technique et professionnel s'est vue obligée d'agrandir, dans une forte proportion, l'ensemble de ses bâtiments.

Les travaux en cours d'exécution comportent d'une part une construction entièrement nouvelle réalisée, par suite de la pénurie momentanée en produits laminés, en béton armé malgré des préférences marquées pour la charpente en acier, et d'autre part une transformation extrêmement importante des bâtiments existants. Pour agrandir ces derniers il faut les surhausser de plusieurs étages et toute la charpente à mettre en œuvre au-dessus de la partie existante est exécutée en acier, quoiqu'une partie de la sous-structure existât en béton.

Pareil travail de transformations d'un bâtiment qui continue à abriter les élèves et le personnel enseignant est délicat et complexe et il est intéressant de noter que c'est grâce à l'ossature métallique choisie, qu'il a pu être mené à bien avec le minimum de perturbation dans la vie de l'Institut.

La partie surhaussée du bâtiment considéré dans cette étude a été conçue par l'architecte Defoy. L'entreprise générale, particulièrement délicate vu les difficultés propres à ces travaux, a été confiée à la Firme A. Demey, de Bruxelles,

tandis que les Anciens Etablissements Nobels-Peelman, de Saint-Nicolas, exécutaient l'ensemble de la partie métallique que l'on va décrire dans cet article.

Description des travaux

La *vue en plan* de l'ensemble du bâtiment (fig. 368) montre la disposition en deux parties distinctes :

La première mesure 20,60 m \times 10,18 m et la construction existante comporte un rez-de-chaussée et trois étages en béton. Elle est à surhausser de deux étages ayant respectivement 3,24 m et 2,70 m de hauteur et d'un grenier;

La seconde partie est séparée de la précédente par un joint de dilatation. Elle mesure 21,81 m \times 10,18 m pour la partie droite et se termine par une aile de 10,25 m de large qui se raccorde à la partie principale par une rotonde, dont la charpente est assez complexe. La construction existante ne possédait, avant les travaux, qu'un rez-de-chaussée et un étage à ossature métallique. Pour former un ensemble uniforme et complet cette deuxième partie comporte une série nouvelle de quatre étages, dont trois de 3,24 m et un de 2,70 m, le tout surhaussé encore d'un grenier.

Dans le bâtiment rectangulaire les hourdis sont en briques creuses, alors que dans la rotonde, dont l'irrégularité est d'ailleurs caractéristique, on a été amené à les exécuter en béton armé.



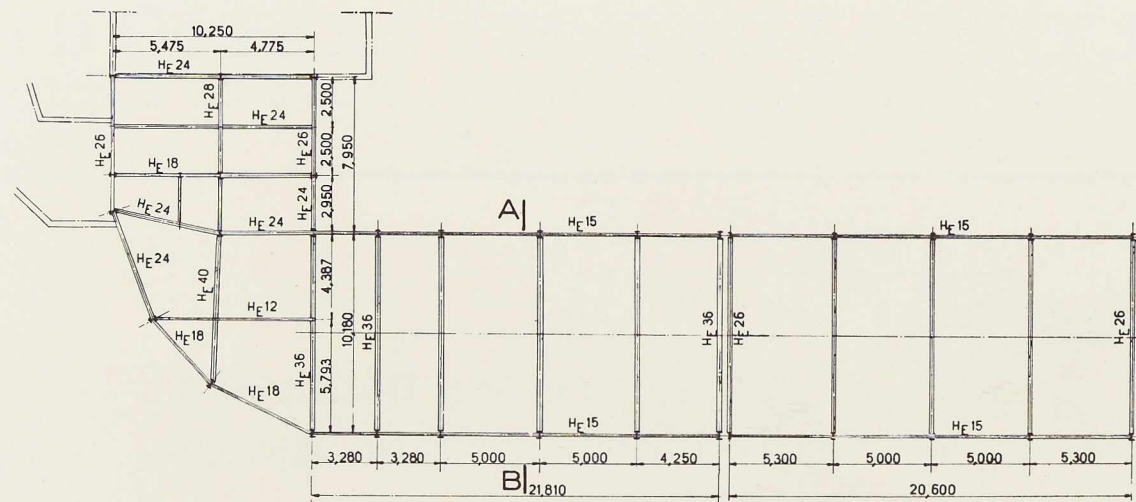


Fig. 368. Vue en plan des bâtiments de l'Institut Reine Astrid à Mons.

Conceptions et calculs

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

Pour rester en concordance avec les gitages et pour permettre une circulation plus facile, les fermes du grenier ont été calculées également avec nœuds rigides soudés.

Les poutrelles des planchers ont été calculées pour un poids mort de 300 kg/m^2 et une surcharge de même importance. On a tenu compte pour des bâtiments scolaires la destination des locaux peut varier et ce qui était classe peut devenir laboratoire ou bibliothèque par exemple.

Pour le plancher des greniers on n'a prévu qu'une charge totale de 450 kg/m^2 , poids mort compris.

Dans la plupart des étages, à part les classes, il n'y a pas de parois transversales. Ce sont donc uniquement les portiques qui doivent reprendre l'entièreté de l'effort du vent. Ils ont été calculés par la méthode de Cross et de Manderla Gehler.

Ces quelques indications montrent l'intérêt des principes constructifs choisis pour la réalisation de cette charpente d'envergure déjà notable et qui présente l'intérêt d'être rencontrée dans un grand nombre de cas semblables.

En effet la construction dans notre pays de bâtiments de l'importance de l'Institut Reine Astrid est assez courante et il est utile de faire

ressortir que l'utilisation d'une ossature en acier soudé répond parfaitement aux besoins dans ce domaine.

Surhaussement du bâtiment en béton

Pour éviter l'emploi d'ancrages difficiles à réaliser dans les colonnes en béton du bâtiment existant, le quatrième étage a été composé de

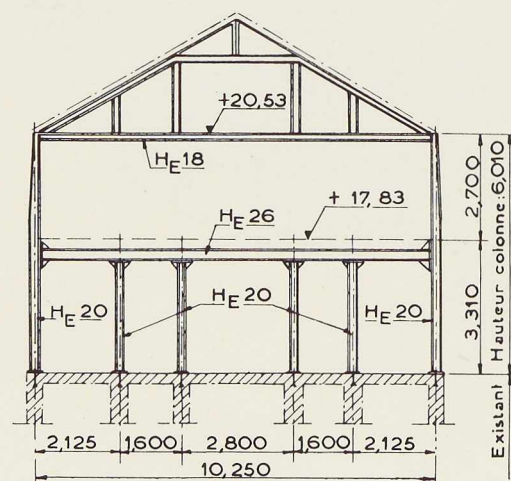


Fig. 369. Coupe de la charpente métallique située au-dessus des bâtiments en béton.



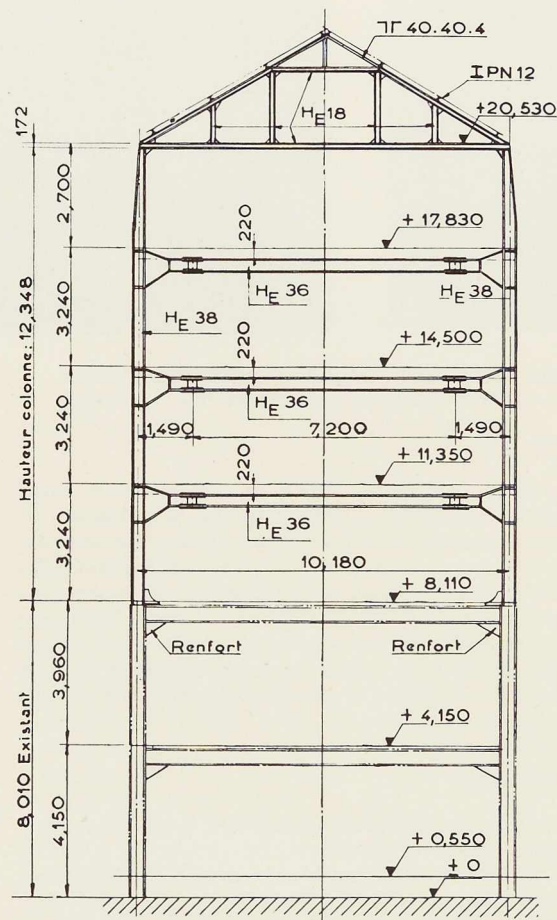


Fig. 370. Coupe A-B de la charpente située au-dessus du bâtiment à ossature métallique.

six colonnes formant avec la traverse supérieure cinq portiques accolés, articulés à leur base. Ce principe constructif est particulièrement bien adapté à la transformation qu'il fallait entreprendre (fig. 369). On se rend compte par le dessin que le raccordement en était grandement simplifié : les colonnes métalliques du quatrième étage continuaient celles du troisième.

Comme ces deux étages sont normalement destinés à abriter les chambrettes des pensionnaires de l'établissement, les colonnes considérées ne gênent en aucune façon la circulation des élèves dans ce dortoir.

Quant au cinquième étage on voit sur la même figure qu'il est formé d'un portique comme pour la seconde partie du bâtiment dont nous allons décrire les particularités.

Surhaussement du bâtiment à ossature métallique

Pour se rendre compte du type de charpente on considère une coupe de la partie régulière de ce bâtiment (fig. 370). On retrouve divers aspects de cette charpente dans les photographies qui ont été prises au stade d'avancement de cette partie de l'entreprise (fig. 373-376).

La caractéristique essentielle des détails de conception des nœuds consiste dans l'assemblage d'encastrement de la traverse sur la colonne.

Le plan détaillé de ce nœud, entièrement soudé, montre l'intérêt de la conception étudiée et on remarque que les extrémités de la traverse s'élargissent notablement en se rapprochant des colonnes, et les ailes des traverses sont continuées à leur endroit de raccordement avec les colonnes par les raidisseurs de ces dernières (fig. 371).

On sait combien la conception des nœuds d'assemblage dans les ponts et charpentes est encore sujette à discussions et à controverses; il est donc intéressant de s'attacher à l'examen d'une solution qui a été réalisée avec succès.

Le fait de constituer un élément de bâtiment d'habitation impose en l'occurrence certaines suggestions. C'est ainsi que l'élargissement de la traverse est conçu de façon à ne pas dépasser le pavement des divers étages.

Le joint boulonné se trouve à environ 1,50 m de l'axe de la colonne, dans la zone où la sollicitation de la traverse est la plus faible. Ceci permet de réduire au minimum le profil de cette dernière, de même que l'importance du joint et le nombre de boulons à mettre au montage. Il paraît spécialement indiqué d'insister sur cette

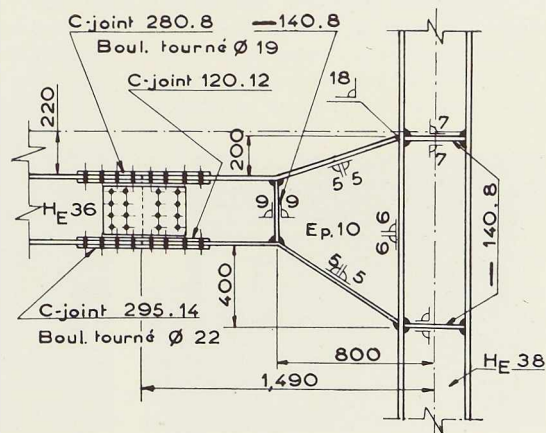


Fig. 371. Plan de nœuds de raccordement des traverses aux colonnes.

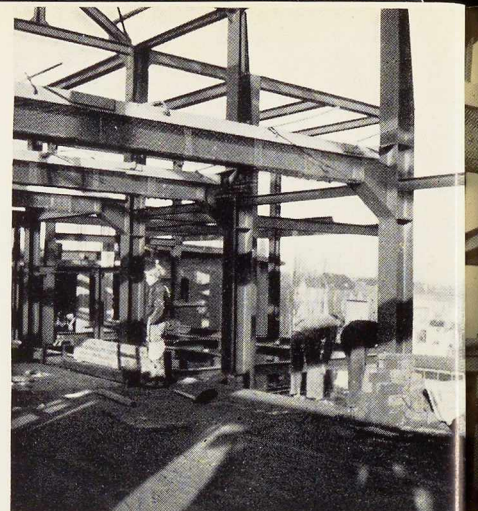
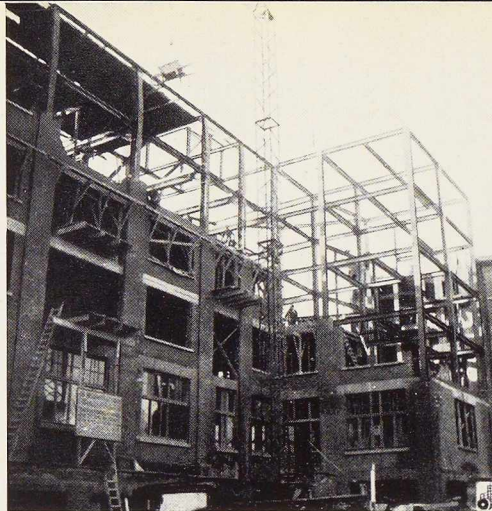
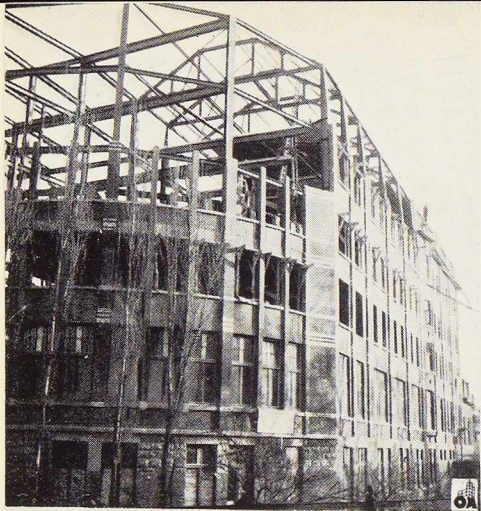


Fig. 372-374. Charpente de la rotonde et façade principale, bâtiment principal et aile de raccordement dans le cœur de l'institut; ensemble de la charpente au 4^e étage.

solution élégante de l'assemblage en chantier d'ossatures soudées.

Ces méthodes de construction mixte, judicieusement mises en œuvre en limitant les joints de montage mais en les concevant par boulonnage dans les parties peu sollicitées de la charpente peut conduire en effet à un ensemble très harmonieux, largement et rationnellement soudé. En même temps les travaux sur chantier sont simplifiés, l'expédition des éléments, soudés en atelier, est grandement facilitée et cet ensemble d'avantages semble décisif en faveur du principe admis en l'occurrence. La rigidité longitudinale est assurée pendant le montage par de légers portiques formant linteaux après l'exécution des maçonneries. Celles-ci sont auto-portantes et permettent l'habillage de l'ossature sans aucune difficulté.

Il reste à donner quelques indications au sujet de la conception particulière de la rotonde.

Comme sa forme ne permet pas de prévoir des portiques comme pour le reste du bâtiment (fig. 368), les traverses principales sont reliées aux colonnes de façon à former des demi-portiques superposés. En outre le système est renforcé par des contreventements horizontaux noyés dans le hourdis en béton et reliés aux portiques adjacents (fig. 372).

Montage

On va envisager le montage de la charpente dans ses diverses phases.

La figure 373 montre la partie du bâtiment située vers la cour intérieure de l'institut (fig. 373).

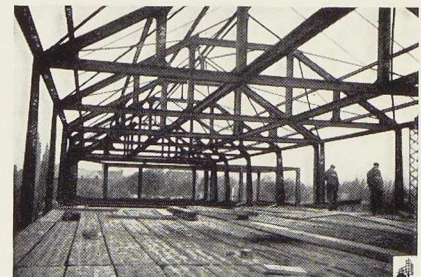
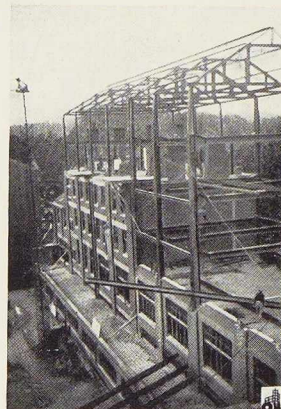
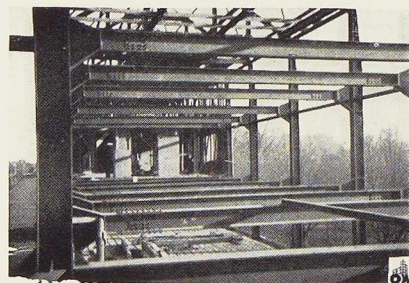


Fig. 375-377. Vue générale du chantier de montage de l'ensemble de la charpente; vue générale du 4^e étage; ensemble de la charpente du grenier.





Fig 378-380. Détails des nœuds de raccordement; assemblage des fermes aux colonnes; construction des nœuds des fermes.

On y distingue nettement d'une part le surhaussement du bâtiment existant à ossature métallique et à gauche de l'aile de raccordement au bâtiment entièrement nouveau.

La charpente présente des lignes particulièrement sobres et sa conception soudée assure un large dégagement de l'espace utile comme le montre la figure 375.

La figure 378 donne la vue générale de la réalisation des nœuds, dont on peut dire qu'elle répond au sentiment de la transmission rationnelle des efforts en vue de garantir la résistance de la construction soudée.

On distingue également sur la figure 378 le joint de montage judicieusement boulonné, ce qui a facilité le travail sur chantier, et on constate que l'ensemble de l'ouvrage est particulièrement équilibré.

La figure 379 donne les détails des fermes de la toiture et on remarque que la soudure a éga-

lement apporté à cette partie de la charpente une heureuse simplification des nœuds de raccordement aux colonnes (fig. 379).

Quant à la partie supérieure de la toiture les nœuds soudés y ont apporté une grande rigidité d'ensemble par une continuité rationnelle des profilés et des goussets (fig. 380).

Il est utile d'attirer l'attention sur les avantages importants que comporte une charpente de toiture soudée de la sorte : son entretien est facile, son poids mort réduit, sa grande robustesse, son élégance, son montage simple et rapide, sans compter les caractéristiques techniques propres de la construction soudée et son prix de revient intéressant quand on met les soudotechniques en œuvre de façon méthodique, suivant les principes qui doivent régir cette branche de la construction métallique.

Les vues d'ensemble des travaux d'agrandissement de l'institut Reine-Astrid montrent toute l'ampleur de cette entreprise où l'utilisation sur une large échelle de l'oxycoupage et de la soudure à l'arc constitue une réalisation particulièrement réussie (fig. 377-381).

Le montage sur place n'a pu être fait entièrement pendant les vacances scolaires et une partie de l'ossature a donc été mise en place après la rentrée, les locaux situés sous le chantier étant habités. Diverses mesures furent prises pour éviter des incidents. Elles se sont révélées efficaces, et ce travail ainsi que celui du gros-œuvre ont pu se poursuivre normalement sans subir d'entrave.

C'est une belle preuve de la souplesse constructive de l'ossature en acier dont les qualités propres ont fait largement leurs preuves dans cette intéressante réalisation.

E. H.



Fig. 381. Vue du bâtiment : façade principale en voie d'achèvement.

Télésièges et skilifts

Le développement des sports d'hiver entraîne celui des skilifts (téléskis, monte-pentes). Depuis que l'Ingénieur suisse E. CONSTAM a construit le premier skilift moderne à Davos en 1934 (monte-pente breveté à archets remorqueurs), qui a donné entière satisfaction, les autres centres sportifs ne tardèrent pas à s'équiper de ce nouveau moyen de transport pour skieurs à tel point qu'à ce jour, il existe 58 installations de ce même système. Le plus grand nombre de ces installa-

tions (33) se trouvent dans le pays du tourisme par excellence, la Suisse.

Les skilifts avaient cependant l'inconvénient de ne pouvoir fonctionner qu'en hiver, mais en 1944, la Maison H. Sameli-Huber à Meilen (licenciée unique pour la construction des skilifts du système Constam) a procédé aux transformations nécessaires du skilift Trübsee-Jochpass pour lui permettre de servir également en été (fig. 382 et 383). A la place des organes remorqueurs pour



Fig. 382 et 383. Transport de personnes combiné (télésiège en été et téléski en hiver) du Trübsee au Jochpass construit en 1943.



skieurs, on attachait des sièges aux câbles et l'installation du Jochpass devint ainsi le premier télésiège d'Europe. Le télésiège eut un grand succès et le résultat d'exploitation dépassa de beaucoup les prévisions.

Ce nouveau moyen de transport touristique prend un grand développement et, actuellement, il y a déjà 9 installations combinées de ce type en Suisse. Le coût total d'un télésiège est en effet bien inférieur à celui d'un funiculaire ou d'un téléphérique de la même capacité de transport.

Les télésièges sont des monocâbles. L'entraînement de la poulie motrice de 2 à 3 mètres de diamètre se fait dans la station inférieure où se trouve également le dispositif de mise en tension du câble tracteur.

Le moteur électrique a une puissance qui dépend de la longueur et de la dénivellation de l'installation; elle est en général de 25 à 50 CV pour les télésièges et du double pour les skilifts ou les installations combinées télésièges-skilifts.

Le câble a un diamètre de 20 à 25 mm et une tension de rupture de 23 à 38 tonnes; il est supporté par des rouleaux de 250 mm de diamètre fixés sur des supports de 5 à 10 mètres de hauteur et écartés de 50 à 200 mètres. La vitesse de marche est de 1,25 à 1,50 m/sec.

Les sièges métalliques en construction tubulaire, sont à suspension sur ressort avec un dispositif de fermeture de sécurité.

Le tableau ci-après résume les caractéristiques des principaux télésièges :

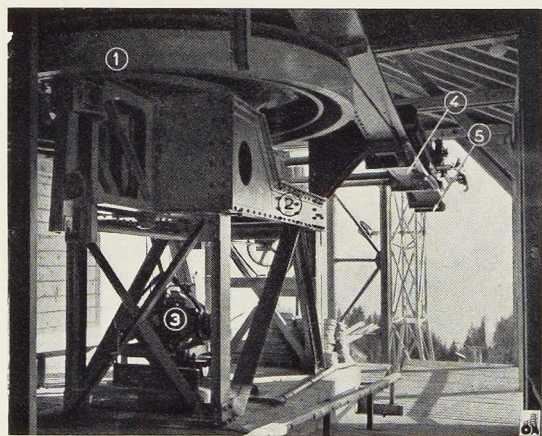


Fig. 384. Station motrice de Bort du télésiège Grindelwald-First :

1. Roue motrice. — 2. Moteur électrique et engrenages. —
3. Moteur de réserve, à essence. — 4. Couplage des sièges. —
5. Dispositif de contrôle.

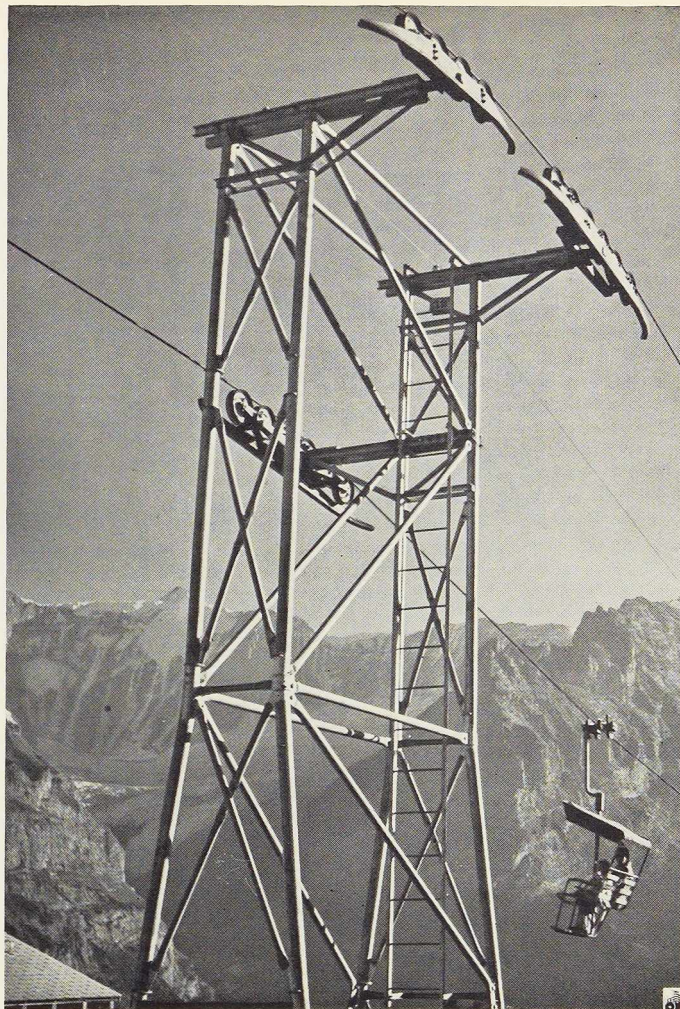


Fig. 385. Pylône métallique près de la station de Bort du télésiège Grindelwald-First.

	Longueur	Dénivellation	Personnes /heure		Puissance CV	Cable ø mm	Année de construction
			Skilifts	Télésiège			
Jochpass.	1 479	439	450	110	100	24,5	1943
Pontresina I. . . .	325	77	380	120	22	19,8	1945
Pontresina II. . . .	900	360	360	105	65	19,8	1945
Alt-St. Johann . . .	1 470	498	365	130	100	24,5	1946
Schwarzsee	1 367	440	320	100	65	19,8	1946
St-Cergue	1 208	282	420	120	65	19,8	1947
Stoos-Frohnapf . . .	1 575	416	450	125	100	24,5	1947
Davos-Strela I. . . .	607	227	400	120	60	27,5	1937/46
Davos-Strela II. . .	1 263	237	400	120	80	27,5	1937/46
Kiental-Gerihorn	1 420	474	—	200	65	24,5	1948

Les documents qui illustrent cet article nous ont été obligeamment prêtés par la *Revue Technique Suisse*.

BIBLIOGRAPHIE :

Schweizerische Technische Zeitung, 23 décembre 1948.



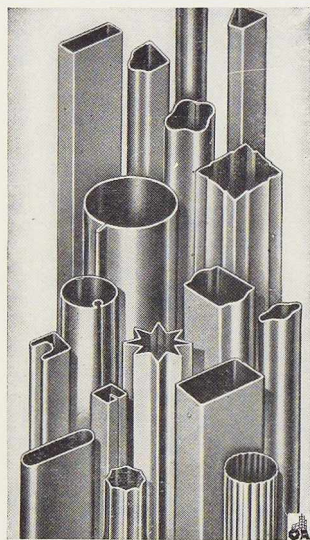


Fig. 386.

Le profilage à froid

L'emploi des profilés obtenus par laminage à froid se répand de plus en plus dans l'industrie et le bâtiment, tant à cause de leur légèreté, de leur résistance, de leur rigidité relative que de leur commodité de découpage, de mise en œuvre et d'assemblage par soudure.

Ils trouvent leur emploi non seulement comme éléments d'ossatures légères, mais encore dans la menuiserie métallique, la fabrication des meubles, des volets, etc.

En particulier, la construction des matériels roulants, ferroviaire et routier, la construction navale et surtout la construction aéronautique en font une consommation importante.

D'autre part, leur fabrication rapide, continue et automatique, c'est-à-dire n'exigeant qu'un minimum de main-d'œuvre, d'ailleurs non spécialisée, en fait un produit bon marché.

La machine qui exécute ces fabrications, la profileuse, est en somme un train continu dans lequel, à chaque cage, une paire de galets impose au métal une certaine déformation, jusqu'à l'apporter à la forme désirée.

Ces profileuses (fig. 388) sont de deux types : l'un où chaque broche est supportée par deux paliers (fig. 387) s'impose quand la bande à travailler est large ou quand la pression que doivent exercer les galets de formage est considérable, c'est-à-dire quand on veut profiler une

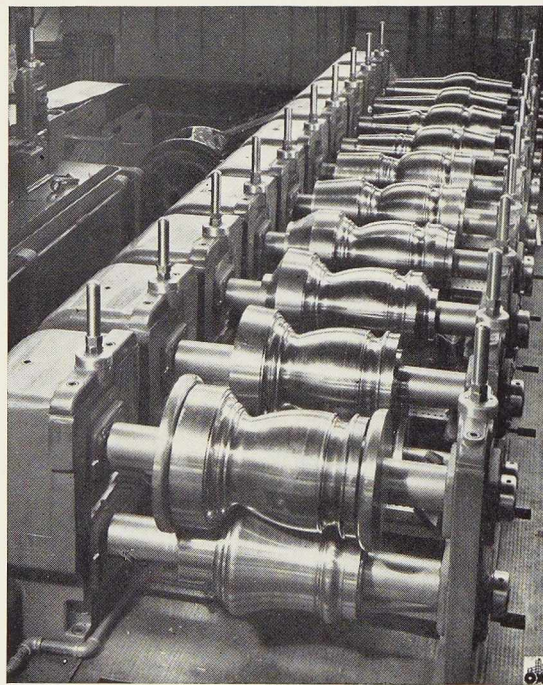


Fig. 387. Type de profileuse où chaque broche est supportée par deux paliers.



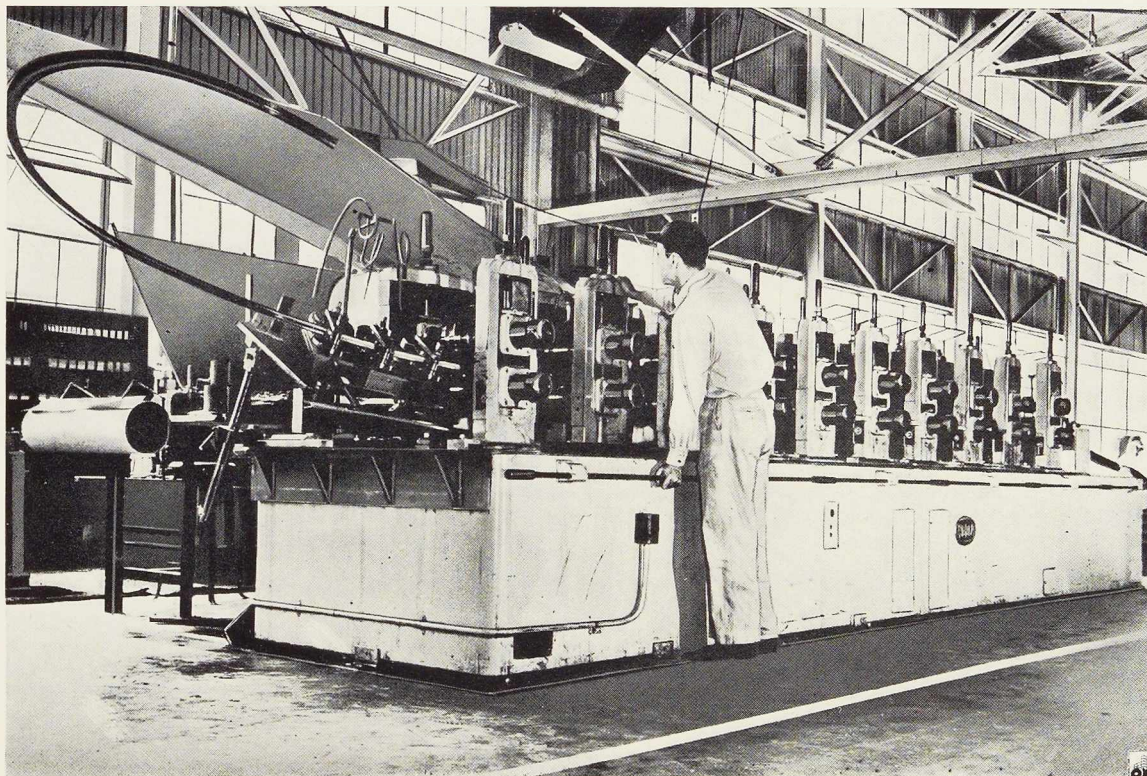


Fig. 388. Vue d'une profileuse à dix cages.

tôle d'une certaine épaisseur; l'autre où les broches n'ont qu'un palier, et travaillent par conséquent en porte-à-faux, ne peut évidemment être utilisé que pour le profilage de tôles minces en bandes étroites. Il présente l'avantage de permettre, lorsqu'on veut exécuter un autre profil, de changer les galets plus facilement et plus rapidement.

Suivant le profil que l'on veut obtenir et l'usage qui doit en être fait, on part de feuillards laminés à chaud ou laminés à froid. La gamme de largeur des bandes destinées au profilage s'étend, selon la largeur finale et la profondeur de creux à réaliser, de quelques millimètres à 0,90 m et plus.

Quant à l'épaisseur de la tôle ou du feuillard employé, elle va de quelques dixièmes à 3 mm, mais, dans des cas spéciaux, on a travaillé des tôles plus fortes ayant jusqu'à 18 mm.

C'est cette épaisseur et le plus ou moins de complications du profil à obtenir qui déterminent le nombre de passes à faire subir au

métal, c'est-à-dire le nombre de cages du train (fig. 390) : il est ordinairement de huit ou dix, mais on peut aisément démonter l'une d'entre

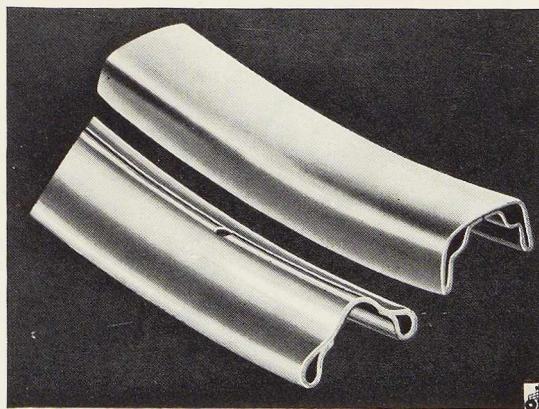


Fig. 389. Profils pour jantes de bicyclettes.

elles, ou même plusieurs, et travailler avec une ou deux cages seulement, si la simplicité du profil à exécuter n'en exige pas davantage.

Par contre, certains profils compliqués nécessitent jusqu'à douze passes et, par conséquent, une profileuse à douze cages. Les profils pour

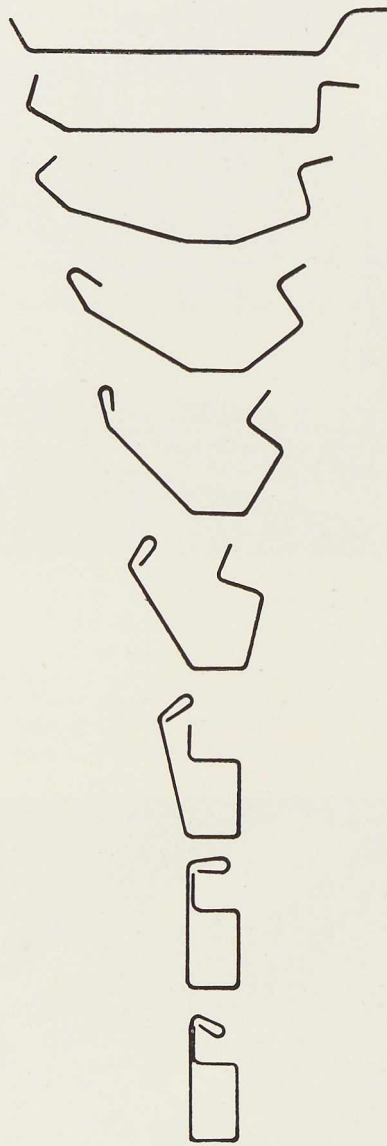


Fig. 390. Passes successives que subit un feuillard pour arriver au profil final figuré ci-dessus.

jantes de bicyclettes, par exemple, s'obtiennent ordinairement en dix passes (fig. 389).

Comme dans l'emboutissage, la « mise en forme » doit être progressive et l'ampleur de la déformation imposée par chaque passe doit être réglée d'après la plasticité du métal travaillé, sous peine de le voir se criquer aux angles.

Afin d'obtenir la précision du pliage, on est souvent obligé de donner à la bande de tôle une déformation préalable. La figure 391 montre comment on évite les surépaisseurs aux angles et fait voir clairement que le moyen pour y parvenir n'est pas le même pour les tôles minces que pour celles qui présentent une certaine épaisseur.

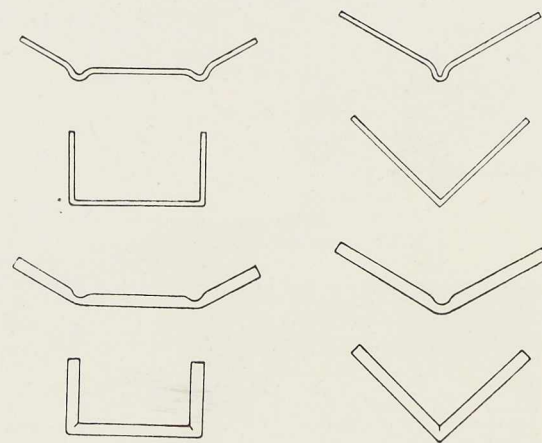


Fig. 391. Manière d'éviter les surépaisseurs aux angles.

Les deux broches d'une même cage, destinées à recevoir les galets de formage peuvent, selon l'épaisseur du métal à profiler, être rapprochées ou écartées l'une de l'autre, au moyen d'une vis, grâce aux paliers coulissants de la broche supérieure. Leur position relative peut être repérée sur une échelle figurée sur l'un des montants de la cage (fig. 392).

Ces broches sont entraînées par un arbre commun, par l'intermédiaire d'engrenages à vis sans fin. Un harnais d'engrenage spécial est intercalé entre le pignon de cette vis sans fin et la broche supérieure, de manière à ce qu'on puisse, sans modifier la vitesse de rotation, écarter les deux broches, à la demande des diamètres des galets qu'on veut y monter (fig. 393).

Ce diamètre des galets doit être tel qu'il réalise



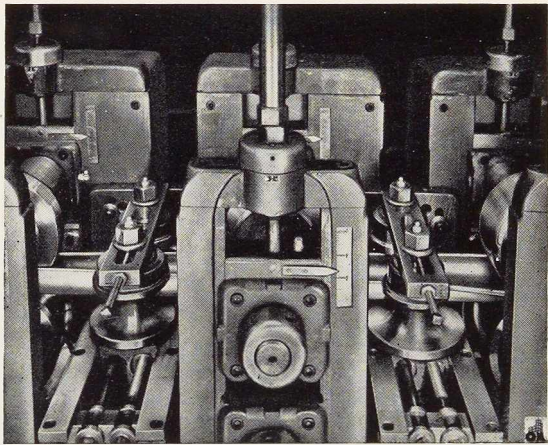


Fig. 392. Echelle figurant sur l'un des montants de la cage sur laquelle on repère la position relative des deux broches d'une même cage.

une vitesse périphérique en rapport avec la profondeur et l'ampleur de la déformation à faire subir au métal.

Entre les cages successives, des paires de galets, fous sur leur axe vertical, servent de guides au feuillard partiellement mis en forme et, en exerçant une certaine pression latérale, s'opposent à

l'expansion ou l'élargissement que pourrait, dans certains cas, causer le laminage (fig. 392).

A l'entrée du train de profilage, le feuillard est guidé avec précision au moyen d'un appareil réglable par vis transversales car, comme il est expliqué ci-après, il faut que l'axe du futur profilé soit exactement dans le plan vertical du cercle primitif des galets (fig. 394). D'autre part, des patins, parfois en bois, assurent son entrée à plat sous les premiers galets.

A la sortie, le profilé passe au travers d'une « filière redresseuse » de forme adaptée au profil réalisé, dont le rôle est d'empêcher la torsion provoquée par la déformation subie. Parfois au contraire, cette filière est suivie d'un galet fou qui impose au profilé sortant une courbure désirée (fig. 395), ou l'amène à s'enrouler en hélice, en vue de la fabrication de jantes.

— Cette hélice est ultérieurement débitée par spire et chaque spire est fermée par soudage bout à bout pour constituer une jante —.

Le dessin et la création des galets nécessaires à l'obtention d'un profil donné constitue le point délicat de cette fabrication, car c'est de la conception des passes successives de la déformation imposée au métal que dépendent le fini, la plus ou moins grande facilité du travail et, finalement, le prix de revient.

On détermine tout d'abord un axe vertical du profil à obtenir, axe de symétrie ou non, à partir

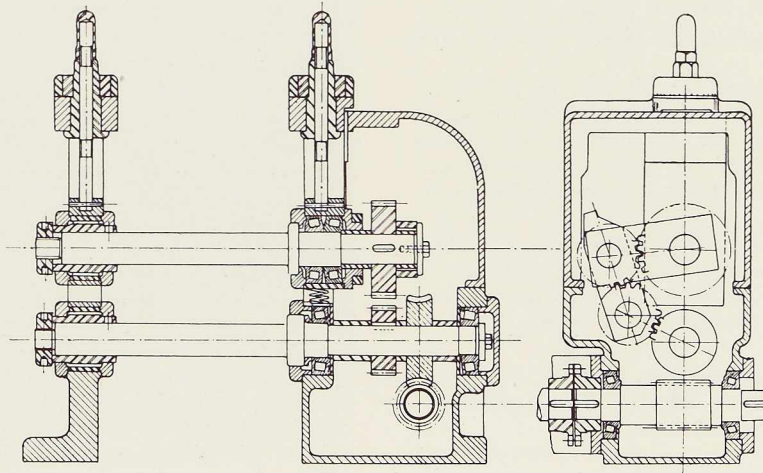


Fig. 393. Les broches sont entraînées par engrenage à vis sans fin. Un harnais d'engrenage spécial est intercalé entre le pignon de cette vis sans fin et la broche supérieure.

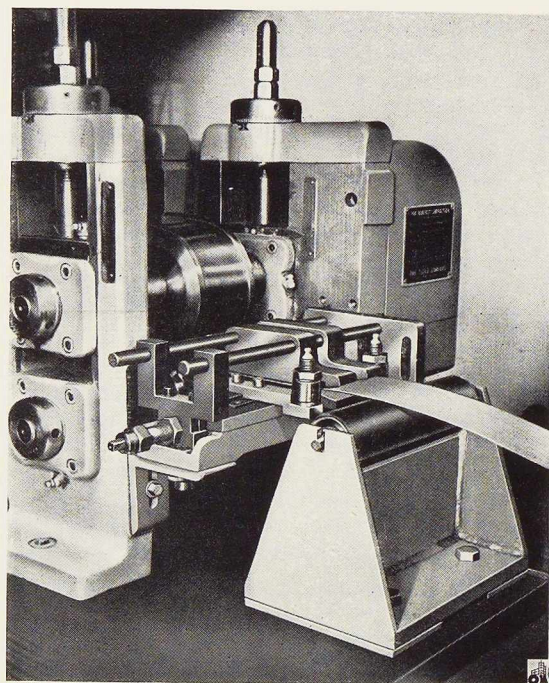


Fig. 394. Guide d'entrée avec réglage par vis transversale.

duquel seront mesurées toutes les dimensions transversales, de manière à tenir compte automatiquement des dilatations ou retraits transversaux produits par le pliage et l'emboutissage que subira le métal.

En correspondance avec cet axe du profil, on fixe le cercle primitif du galet (fig. 399) à partir duquel on déterminera les gorges et les saillies du contour de tous les galets successifs qui doivent amener le feuillard à prendre le profil désiré.

On confronte ensuite les profils des galets ainsi obtenus pour s'assurer que les emboutissages et les déformations qu'ils imposent au métal peuvent se faire sans déchirure ni efforts excessifs (fig. 396).

Les figures 400 et 401 montrent la conception d'un outillage pour l'exécution des profils spéciaux pour pare-brise d'automobiles.

Les galets de formage se font habituellement en fonte aciérée quand il s'agit de profiler un feuillard malléable, cuivre ou aluminium par exemple, et certains galets ont réalisé 15 km de profilés sans être repassés à la meule.

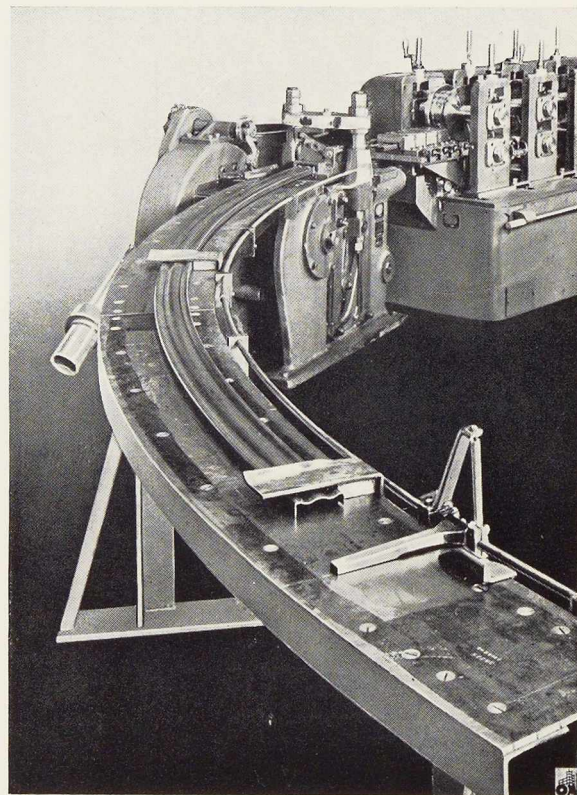


Fig. 395. Guide de sortie imposant au profilé la courbe désirée.

Pour le feuillard d'acier, il faut s'adresser à l'acier à outil et même, s'il s'agit de traiter de l'acier non décapé, il est bon que les galets soient en acier au chrome. Evidemment, l'usinage de l'outillage est de plus en plus coûteux à créer et à entretenir suivant la dureté du métal travaillé, et souvent, pour éviter l'emploi d'acier allié, le feuillard passe dans un bain de décapage avant d'être huilé et engagé dans la profileuse.

Ces outillages doivent évidemment subir un traitement thermique approprié, être contrôlés, au point de vue de leur déformation éventuelle après trempe, et être rectifiés. Ils ne peuvent en aucun cas présenter d'aspérités, si fines soient-elles, car celles-ci s'imprimeraient dans le feuillard et pourraient le faire dévier.

Pour que la fabrication de ces profilés en tôle soit réellement automatique, le train de laminage doit être accouplé de machines auxiliaires qui lui préparent le travail ou l'achèvent.



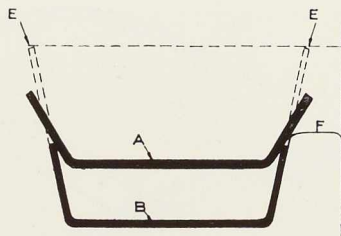


Fig. 396. Confrontation de deux passes successives.

Ce sont, d'une part, si on utilise des feuilles de tôle, la cisaille-fendeuse, dont les galets débitent la tôle en bande de largeur voulue et, d'autre part, les scies et cisailles volantes qui, tout en suivant le mouvement du profilé sortant de la machine, le coupent à longueur (fig. 398).

Entre la fendeuse et la profileuse, on est obligé de faire passer les bandes à l'enrouleuse-dérouleuse pour pallier au manque de synchronisation

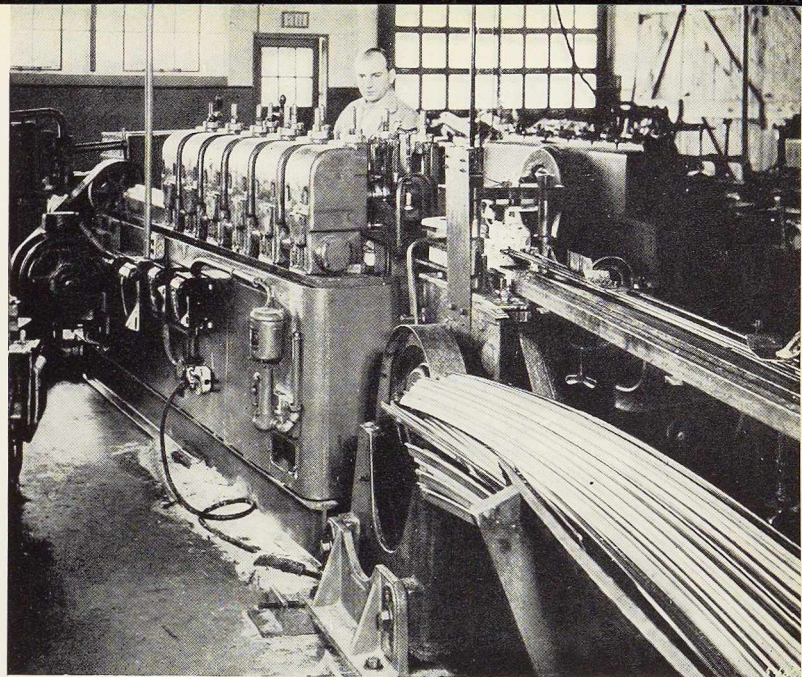


Fig. 398. Les scies volantes coupent le profilé à longueur.

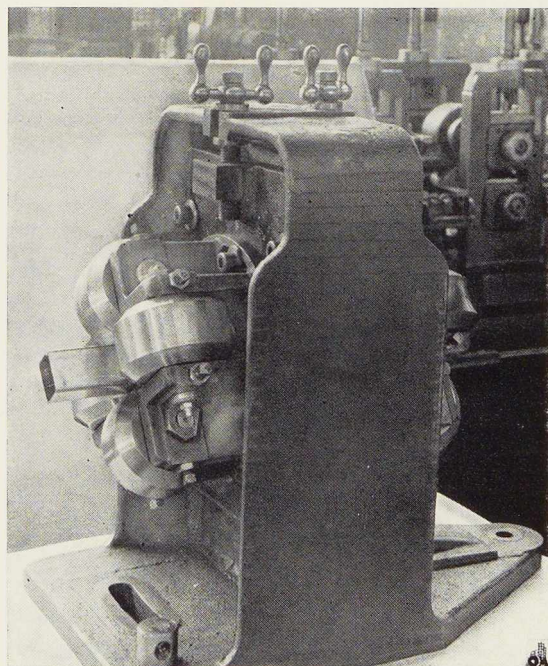


Fig. 397. Machine dite « tête de turc » où quatre galets donnent la forme désirée aux tubes ronds sortant de la soudeuse.

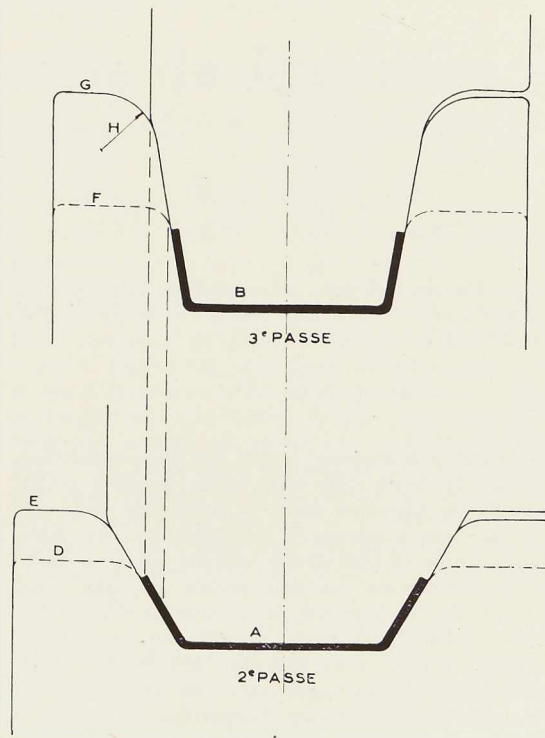


Fig. 399. Passes successives de profilage : l'axe du profil reste dans le plan vertical des cercles primitifs des galets successifs.

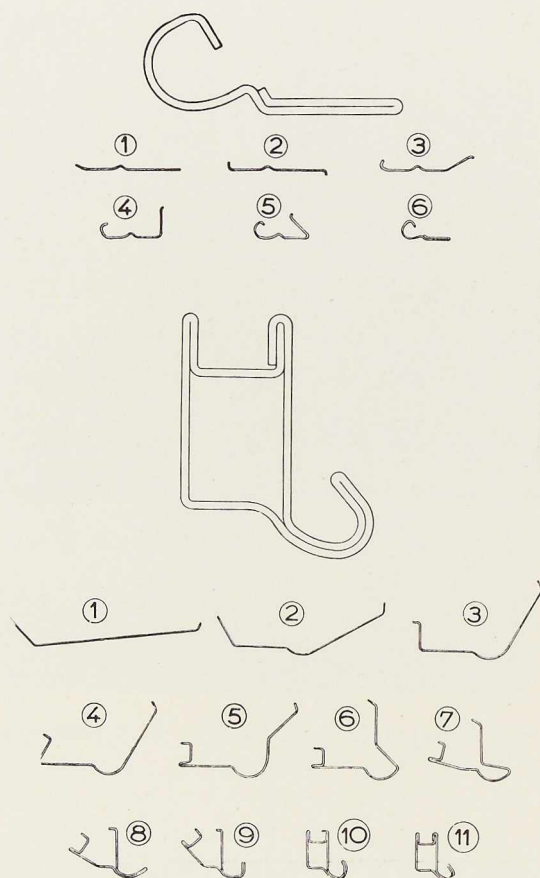


Fig. 400-401. Etapes successives de profils compliqués (document de la S. A. la Métal-autogène).

(impossible à réaliser) entre les deux machines.

Pour la fabrication des tubes ou des profils fermés, on intercale entre la profileuse et la scie volante, une soudeuse à résistance ou une agrafeuse. Enfin si l'on désire obtenir un tube carré ou rectangulaire, on fait passer le tube rond sortant de la soudeuse dans une machine dite « tête de turc » où quatre galets, convenablement disposés, lui donnent la forme désirée (fig. 397).

Pour obtenir un profilé dont les deux faces ont des propriétés de surface différentes, on introduit simultanément dans la machine deux feuillards de métaux différents; ils en sortent agrafés l'un à l'autre (fig. 402 et 403).

D'autre part, le marquage en relief s'obtient

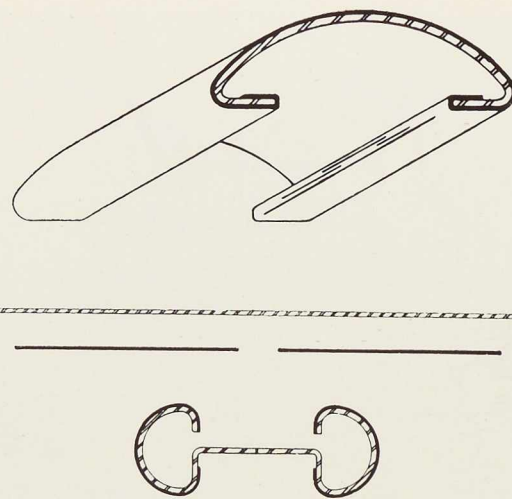


Fig. 402-403. Profils composés de deux métaux différents : la tôle, représentée en hachuré est de l'acier, celle représentée en plein, du cuivre.

très simplement en gravant les galets de la dernière cage.

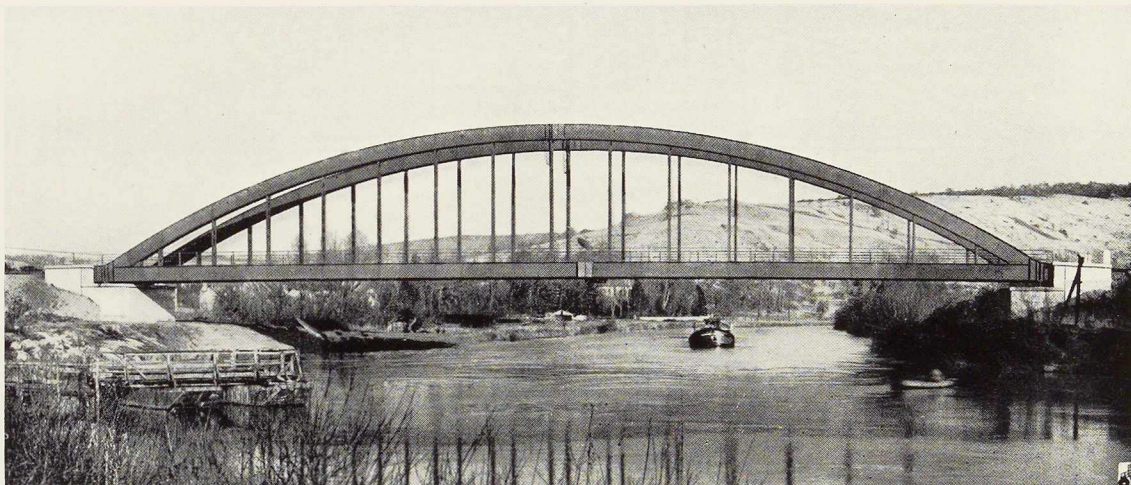
D'une manière générale, les caractéristiques de qualité de surface des produits laminés à froid, poli et dureté, sont évidemment acquises aux profils obtenus de cette façon. Par cela même, ils peuvent être réalisés avec des tolérances très serrées, de 0,1 mm et même de 0,03 mm.

La vitesse de production varie évidemment avec l'épaisseur de la bande travaillée et l'importance de la déformation qu'on lui fait subir; elle est ordinairement de 12 à 30 mètres à la minute et, la fabrication se faisant automatiquement pour ainsi dire sans main-d'œuvre, on peut dire que le profilé en tôle a devant lui, sans aucun doute, un avenir économique des plus intéressants et des plus prometteurs.

L'industrie belge s'est acquise, en ce qui concerne ce genre de fabrication, une place enviable en Europe; l'outillage dont elle dispose peut, dès à présent, produire plus de profils que n'en exige le marché intérieur, même en tenant compte de l'emploi croissant qui en est fait.

Les photographies qui illustrent cet article sont tirées d'une suite de conférences de M. Vanderploeg, publiées par *Machinery*, et nous ont aimablement été prêtées par la Yoder Company, de Cleveland (U. S. A.).





Photos Richez-Ehrhard.

Fig. 404. Vue générale du pont-route de Jaulgonne sur la Marne.

Le pont-route de Jaulgonne sur la Marne

On vient de construire, dans le département de l'Aisne (France) un pont-route livrant passage au chemin départemental n° 33, sur la Marne (fig. 404).

Le nouvel ouvrage, appelé pont de Jaulgonne, est du type Bow-string; il a une portée de 78,80 m et une ouverture de 75 mètres. Le tablier supporte une chaussée de 6 mètres et deux trottoirs de 1 mètre de largeur dans la partie courante et de 0,80 m de largeur, au voisinage de la retombée des arcs du bow-string. Le pont a été exécuté en acier Thomas, donnant une résistance à la rupture de 42 kg/mm² et un allongement de 25 %, répondant aux conditions du cahier des charges de l'Administration française des Ponts et Chaussées.

Tablier

L'ossature métallique du tablier est constituée par des pièces de pont assemblées sur le tirant des poutres bow-string ainsi que par trois cours de longerons, un longeron central et deux longerons latéraux sous bordure des trottoirs. Des

goussets de continuité placés au croisement des longerons et des pièces de pont assurent l'encastrement des longerons. La distance d'axe en axe entre longerons est de 3 mètres; la chaussée, d'une épaisseur uniforme de 5 cm en gravillons enrobés, repose sur une dalle en béton armé de 17 cm d'épaisseur. Cette dalle est solidarifiée avec les longerons et les pièces de pont au moyen de feuillards soudés ou rivés sur l'ossature métallique. Les dalles sous trottoirs de 10 cm d'épaisseur sont recouvertes d'une chape en mortier de ciment bouchardé de 2 cm d'épaisseur; elles reposent d'une part sur les murettes contrebordure, d'autre part sur les tirants des poutres bow-string.

Pièces de pont

L'écartement des pièces de pont courantes est de 4,925, ce qui correspond à seize espacements pour la portée de l'ouvrage égale à 78,80 m entre axes des appuis. Au droit des appuis, les pièces de pont sont doublées et s'assemblent avec le tirant de part et d'autre de l'axe de l'appui.

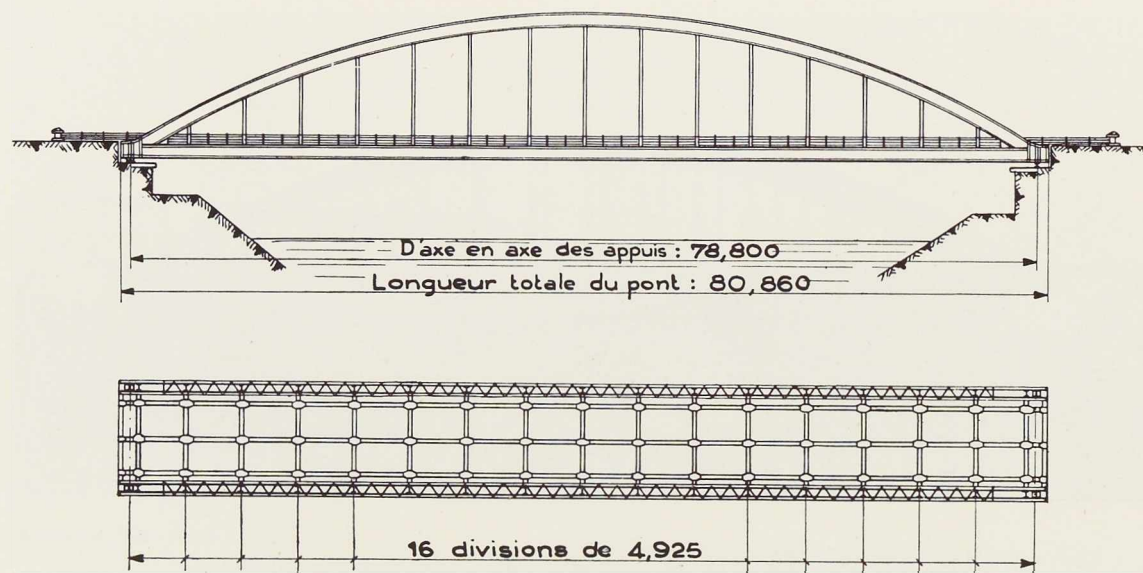


Fig. 405. Elévation et plan du pont-route de Jaulgonne sur la Marne.

Maitresses-poutres

Le système portant est constitué par des maitresses-poutres du type bow-string.

La fibre moyenne du tirant est parabolique, sa flèche est égale à 0,30 m au milieu de la portée. La fibre moyenne de l'arc est circulaire, sa flèche est égale à 11,557 m; l'arc fictif a pour fibre moyenne une courbe du 4^e degré dont l'ordonnée est la différence entre l'ordonnée d'un cercle et l'ordonnée d'une parabole. La flèche de l'arc fictif est égale à $11,557 \text{ m} - 0,300 = 11,257 \text{ m}$ soit un surbaissement de $1/7$.

Les profils du tirant et de l'arc sont constants sur toute la longueur (fig. 409).

L'arc et le tirant sont reliés au droit de chaque pièce de pont par des aiguilles comportant une âme ajourée de 600×9 , complétées par quatre cornières de $90 \times 90 \times 9$ pour les aiguilles centrales et par quatre cornières de $100 \times 100 \times 10$ pour les aiguilles les plus courtes.

Appareils d'appui et garde-corps

Chaque maitresse-poutre repose sur les culées par l'intermédiaire d'un appareil d'appui fixé à une extrémité et d'un appareil d'appui mobile à l'autre extrémité, tous deux en acier moulé.

Les galets de dilatation, également en acier moulé, sont rendus solidaires du balancier par une denture d'engrènement.

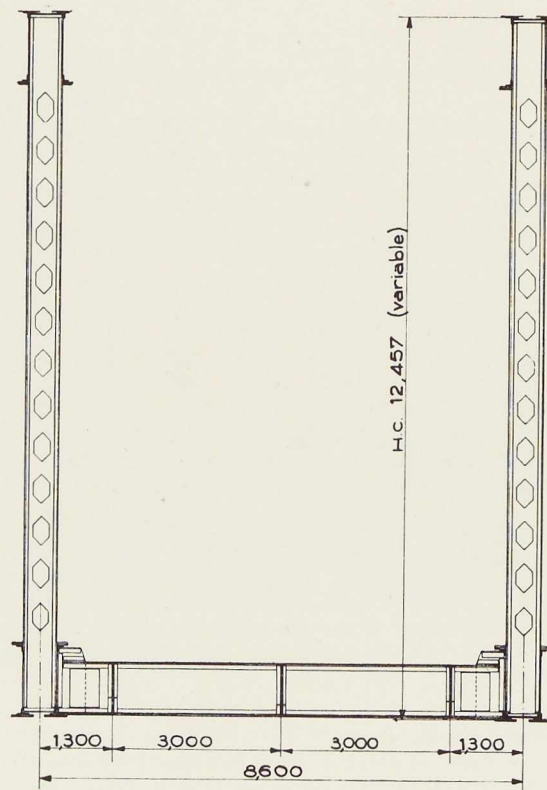


Fig. 406. Coupe transversale du pont.





Fig. 407-408. Détail des abouts des maitresses-poutres du pont - route de Jaulgonne, montrant les joints de montage.

Les garde-corps sont constitués par une lisse de 40 mm de diamètre et trois barres intermédiaires de 30 mm de diamètre, supportées par les aiguilles et les montants intermédiaires en acier soudé.

Montage

La place disponible sur la rive droite de la Marne, côté Jaulgonne, a permis le montage entier du tablier (longerons, entretoises et tirants); celui-ci a été lancé au moyen d'un avant-bec de 2 mètres de longueur, en prenant appui sur des galets placés au-dessus de la rivière sur quatre palées intermédiaires en bois; deux passes navigables de 2 mètres de largeur étaient prévues.

La cote de niveau des différents galets, tant sur la berge que sur les palées, était calculée pour permettre le lancement suivant le rayon de courbure des tirants.

L'utilisation du tablier lancé comme plancher de service a permis de mettre en place les aiguilles et les tronçons au moyen d'un portique roulant sur deux rails, aménagés et conçus spécialement à cet effet; 180 tonnes de matériel ont été mises en œuvre pour le montage et la mise en place définitive du pont de Jaulgonne. Commencé le 19 juillet 1948, le montage du pont (partie construction métallique) était terminé le 15 décembre 1948.

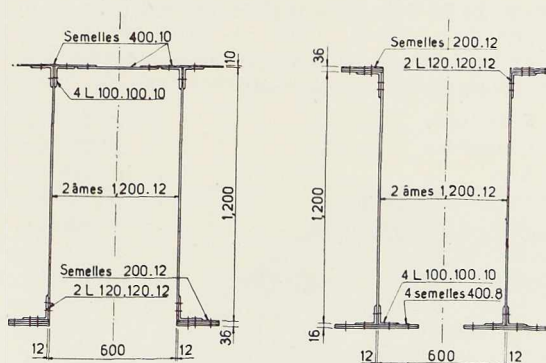
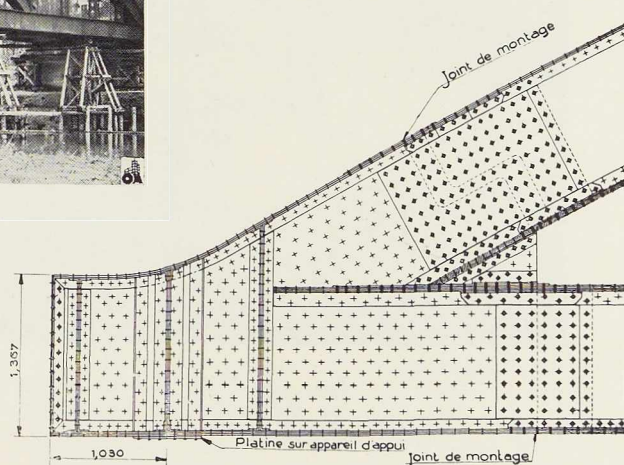


Fig. 409. Sections dans l'arc (à gauche) et dans le tirant (à droite).



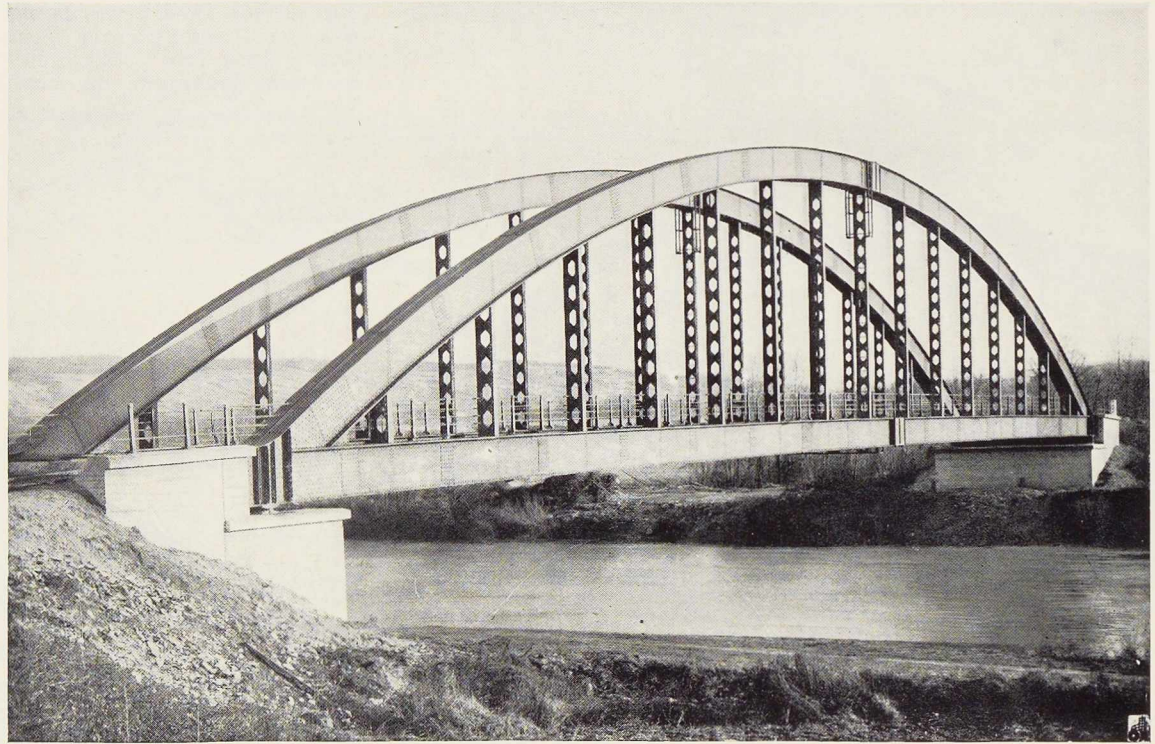


Fig. 410. Vue d'enfilade du pont de Jaulgonne. Remarquer les suspentes de l'ouvrage réalisé en construction évidée.

Le montage a été exécuté par une équipe composée de 13 monteurs dirigés par un chef monteur.

Le poids total de l'ouvrage atteint 329 500 kg, se décomposant comme suit :

Entretoises	35 130 kg.
Longerons	25 250 kg.
Arcs	105 210 kg.
Tirants	93 380 kg.
Abouts de poutres	28 300 kg.
Aiguilles	26 900 kg.
Garde-corps	7 750 kg.
Appareils d'appui	1 760 kg.
Garde-grèves	1 750 kg.
Boîtes de rupture	2 570 kg.

L'assemblage des éléments métalliques a été réalisé au moyen de 84 800 rivets, dont 69 000 posés en atelier et 25 800 posés au chantier.

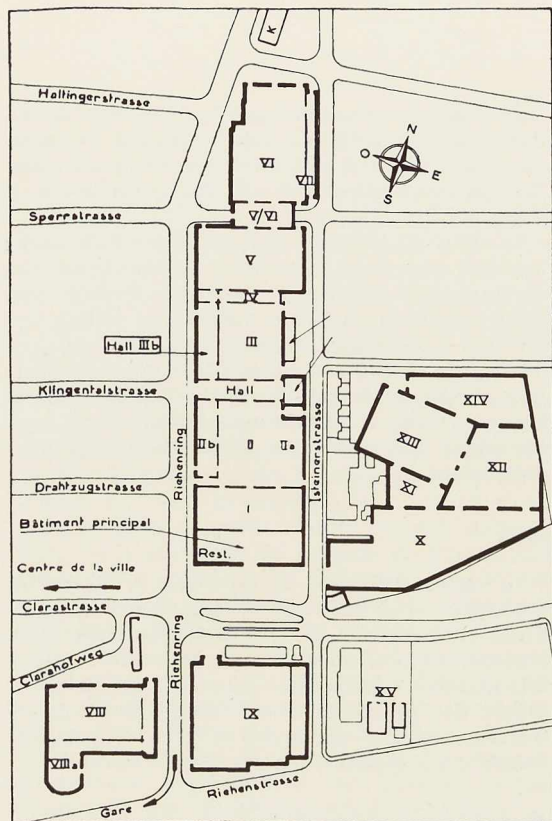
La charge sur les appareils d'appui est de 254 tonnes.

La protection de l'ouvrage contre la corrosion est assurée par une couche de minium de plomb passée à l'atelier, par une seconde couche de minium de plomb appliquée après le montage et par deux couches de peinture gris clair.

Les travaux de construction du pont de Jaulgonne ont été exécutés par les Etablissements Baudet, Donon & Roussel, à Paris, sous la direction de M. Dutilleul, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées pour le Département de l'Aisne et de M. Gery, Ingénieur de l'Arrondissement de Soissons.

Le projet du pont de Jaulgonne a été établi par le Service Central d'Etudes des Ponts et Chaussées, sous la direction de M. Grelot, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées.





Introduction

Depuis 1917 a lieu à Bâle, chaque printemps, pendant une durée de dix jours, une Foire d'échantillons, où se trouvent réunis les principaux produits suisses dans les domaines de l'industrie, du transport et des communications. Le but principal de cette exposition est d'orienter le visiteur et de lui permettre de se rendre compte des progrès techniques accomplis en Suisse; très souvent, le fait de passer une journée agréable à Bâle n'est pas étrangère au succès de cette Foire.

Lors de sa création, la Foire couvrait une superficie de 9 000 m²; celle-ci a été graduellement augmentée pour atteindre actuellement 104 000 m², dont 75 000 m² de surface bâtie. L'acquisition de nouveaux terrains devenant pratiquement impossible, le service technique de la Foire décida d'ériger une nouvelle construction à quatre étages, alors que les autres bâtiments existants n'en comportent pas, cette disposition ayant été maintenue pour la plus grande facilité du visiteur. La crainte qu'un bâtiment à étages n'aurait pas l'approbation du public s'est dissipée et il est très probable que le succès rencontré par la nouvelle construction influencera

H. E. Dändliker,
Ingénieur, Sous-Directeur
de la Eisenbau, S. A., Bâle

Le nouveau hall de la foire de Bâle

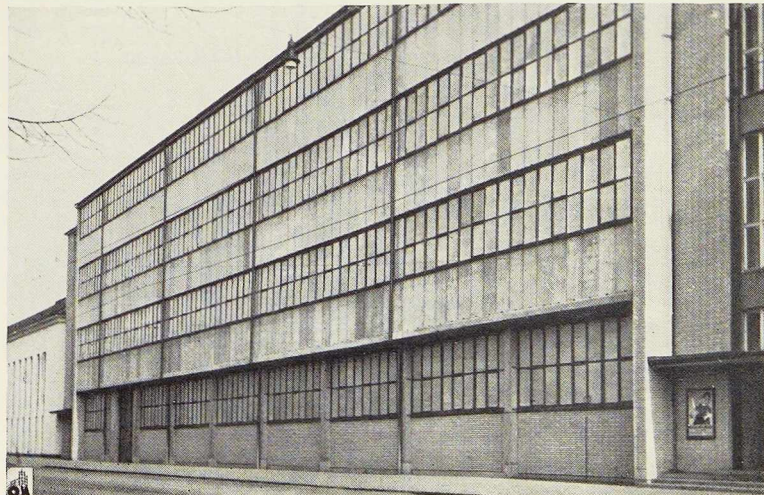
les projets futurs, lors du remplacement des halls provisoires existants.

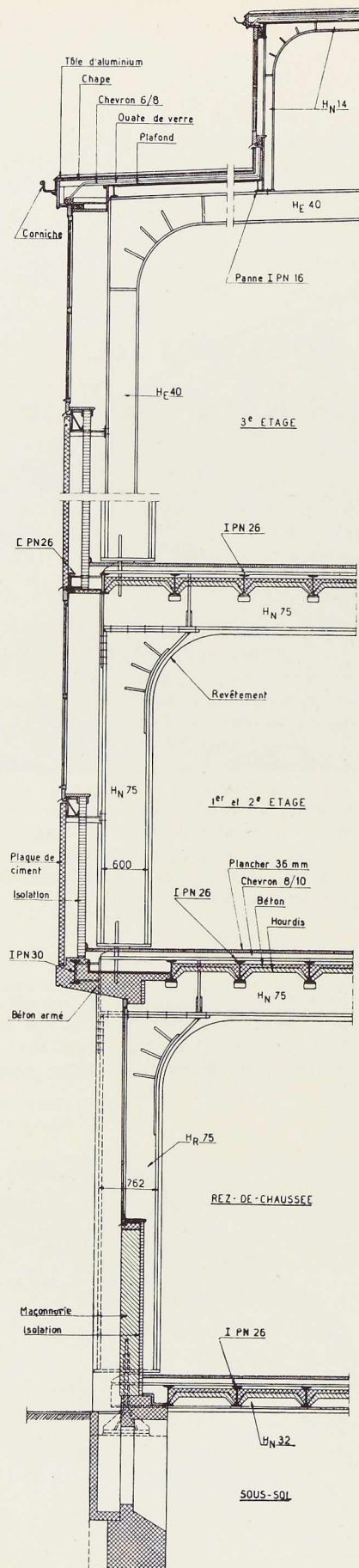
Avant-projet

C'est en été 1946 que le Service technique de la Foire d'échantillons demanda à la Société Eisenbau S. A. d'établir un devis estimatif pour la charpente métallique du nouveau bâtiment du Hall IIIb. Afin de pouvoir achever celui-ci dans le délai imposé, c'est-à-dire avant le printemps 1947, la Société Eisenbau S. A. porta son choix sur des portiques comportant des cadres à deux articulations superposées. Le service technique de la Foire jugea que ce projet répondait aux conditions imposées et on passa immédiatement à la commande des profilés nécessaires.

Projet

La conception architecturale fut confiée aux architectes Suter & Suter, à Bâle. Le bureau d'études O. Ziegler à Bâle fut chargé des fondations et des constructions en béton armé du sous-sol.





Le calcul et l'assemblage de l'ossature métallique ont été effectués par la Société Eisenbau S. A. qui exécuta également les travaux en atelier en coopération avec la firme Preiswerk & Esser à Bâle.

Le délai d'exécution était extrêmement court : à peine sept mois, y compris la démolition des baraquements provisoires existants. Pour le respecter, seule la charpente métallique offrait une solution satisfaisante, permettant, par ailleurs, de réaliser pratiquement le bâtiment en atelier, sans devoir tenir compte des conditions climatiques. Grâce à un planning rationnel, on a pu assembler en usine des éléments de grandes dimensions.

Plan

La surface bâtie est un rectangle de 18 mètres de largeur et de 63,90 m de longueur; il est subdivisé en neuf baies de 7,10 m par huit portiques à nœuds rigides, constitués par des cadres à deux articulations superposées. La poutraison longitudinale des planchers repose d'une part sur les traverses de ces portiques et d'autre part est simplement appuyée sur les murs latéraux.

Coupe transversale

Le bâtiment comporte un sous-sol de 3,20 m, un rez-de-chaussée de 5,50 m et trois étages de 5 mètres de hauteurs respectives. Les portiques sont constitués par quatre cadres superposés. Pour des raisons de sécurité contre l'incendie, on imposa un enrobage de béton pour les trois premiers cadres. Afin d'améliorer l'aspect du portique du dernier étage resté apparent, la traverse fut cintrée.

Le calcul de la raideur des éléments tenait compte de l'enrobage. Par la suite il fut décidé de ne pas enrober les poutrelles pour gagner du temps, et il a fallu ajouter quelques raidisseurs complémentaires à la charpente déjà montée. La protection contre le feu est assurée au moyen de panneaux isolants « Rabitz ».

Choix du type de portique

Le constructeur a étudié deux types :

- a) Le portique à cadres superposés à deux articulations;
- b) Le portique hyperstatique à nœuds rigides, à trois étages surmonté d'un cadre articulé.

Fig. 413. Détails de la façade principale.

Un examen approfondi des avantages et inconvénients de chacun de ces deux types aboutit au choix du premier. La figure 416 donne une comparaison des moments fléchissants sollicitant le portique dans l'un ou l'autre cas. Les moments au pied des béquilles sont nuls dans le premier cas, alors que les moments aux nœuds sont faibles. Dans le deuxième cas, les moments d'encastrement au pied des béquilles réduisent notablement les moments dans les traverses.

Du point de vue constructif, le système du portique hyperstatique à nœuds rigides aurait permis de réaliser les traverses par un profil plus petit; cet avantage est toutefois faible dès que la hauteur du profil à larges ailes parallèles dépasse 300 mm, la largeur d'aile restant constante, le gain de poids résulte presque uniquement de la réduction de hauteur de l'âme. Une raideur plus grande n'est utile que dans le cas de béquilles de grand élancement et n'offre pas d'avantages spéciaux dans le présent cas.

Par contre, les grandes facilités de montage sur chantier sont indéniablement en faveur du type à articulations. L'amincissement des béquilles vers le bas, préféré par les architectes, n'a pas été jugé désirable. Il faut remarquer qu'une construction hyperstatique est souvent moins intéressante que la décomposition de celle-ci en plusieurs éléments statiquement déterminés, entraînant une simplification dans la construction. Il faut se méfier de la transposition pure et simple d'un type de construction usité en béton armé à une construction en acier, car cette imitation entraîne des dispositifs souvent com-

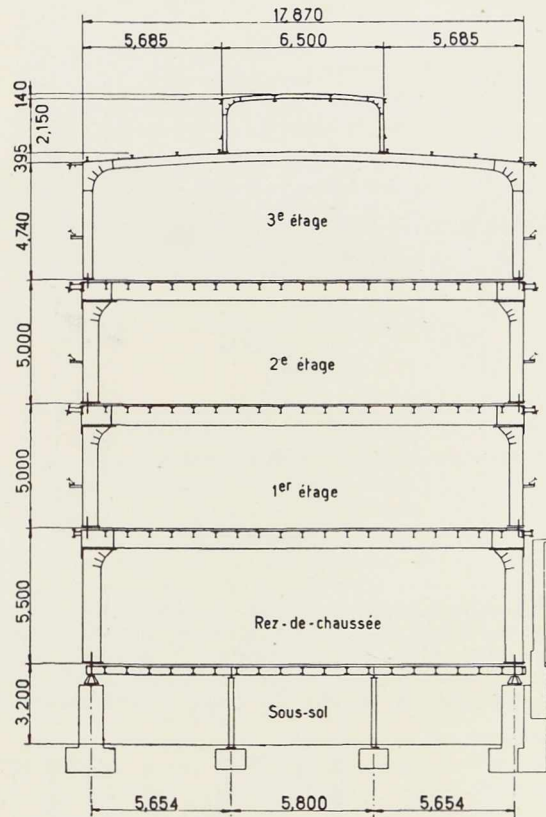


Fig. 414. Coupe transversale du nouveau hall.

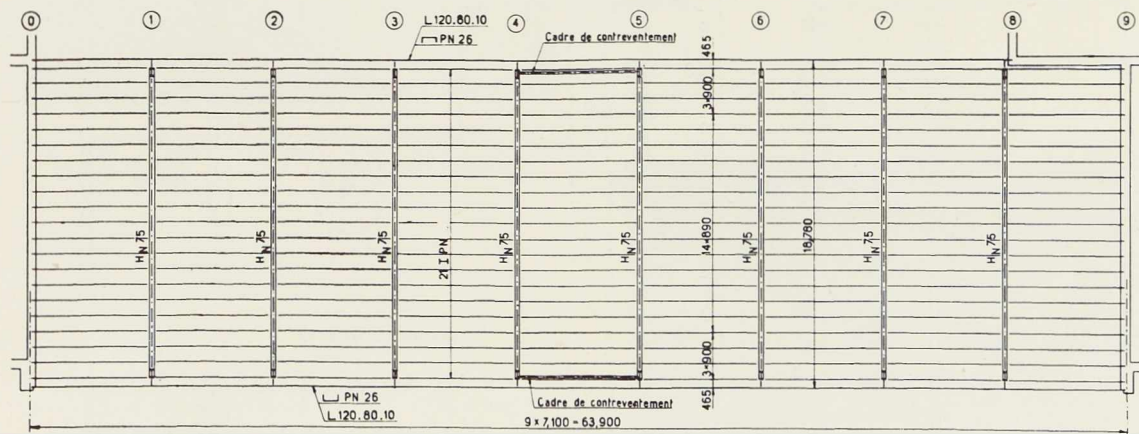


Fig. 415. Vue en plan montrant les huit cadres en poutrelles à larges ailes ainsi que les deux contreventements reliant les portiques sans trous.

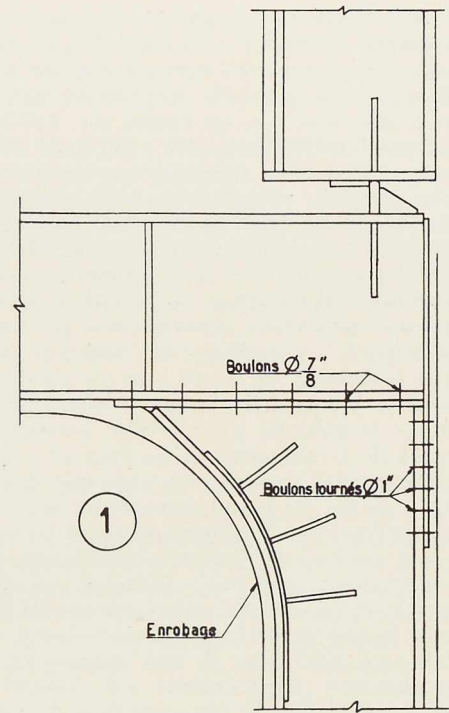
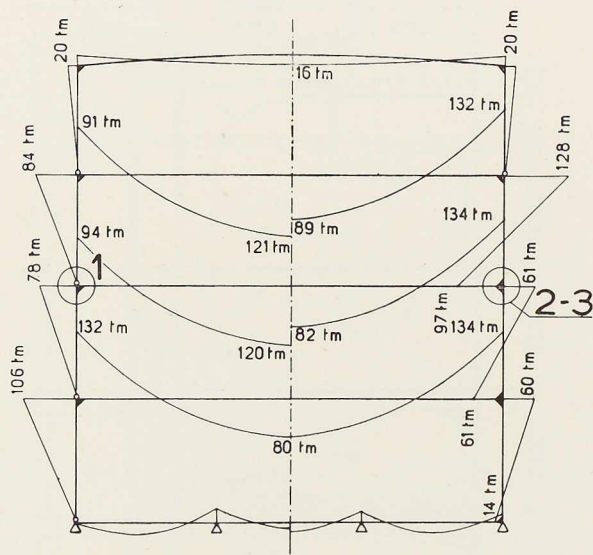
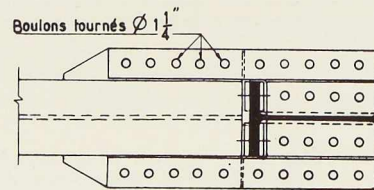
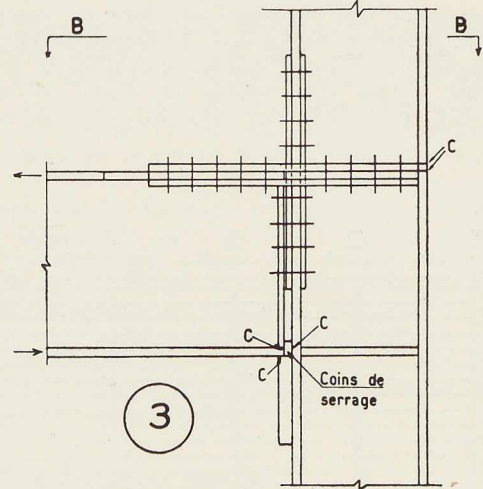
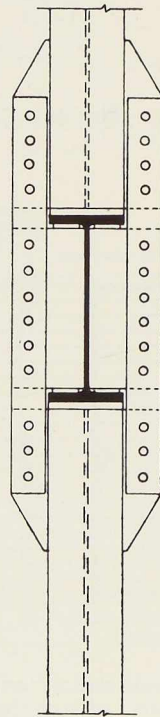
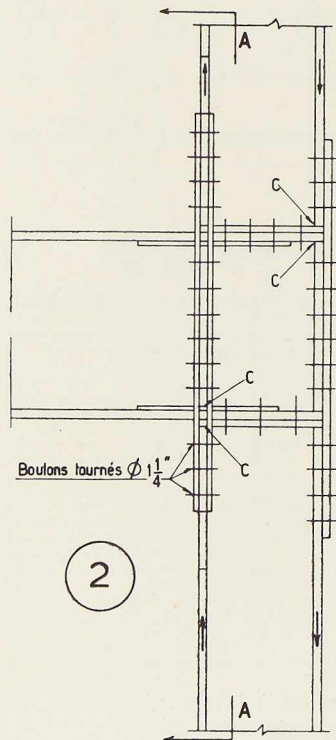


Fig. 416. Comparaison de la réalisation du portique transversal par la méthode à nœuds articulés (à gauche) et à nœuds rigides (à droite). Les tôles 1, 2 et 3 montrent la réalisation pratique de ces nœuds nettement en faveur de ceux à articulation.



pliqués et coûteux pour la transmission des moments. Enfin la détermination exacte des tensions dans les constructions hautement hyperstatiques est théorique, car on ne peut tenir compte de tous les facteurs, parmi lesquels il faut citer les tassements irréguliers des appuis et l'imperfection de l'usinage en atelier et sur chantier.

D'autre part, les éléments d'une charpente métallique articulée pouvaient être entièrement achevés en atelier, c'est-à-dire dans les meilleures

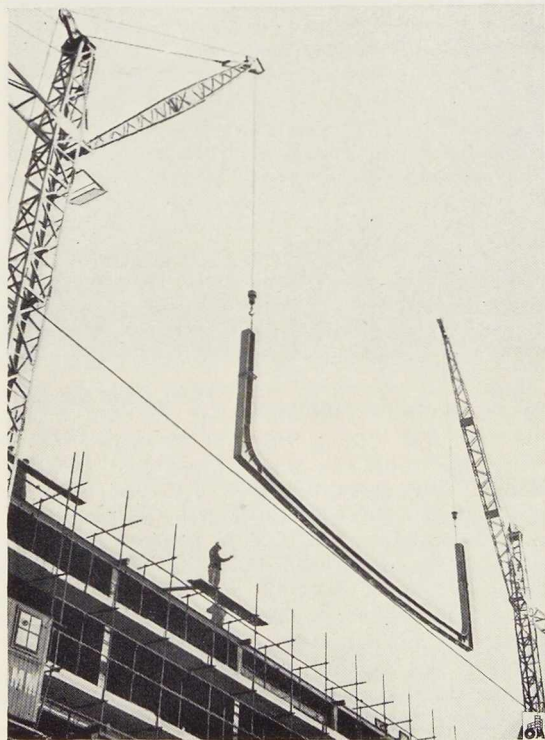


Fig. 417. Mise en place d'un portique du 3^e étage.
Photo Alfred Löhndorf.

conditions de travail, ce qui permettait de réduire au strict minimum la durée du montage exposé aux intempéries.

Le hall IIIb de la Foire de Bâle peut être cité comme exemple d'une construction rationnelle assurant une synchronisation des travaux de montage et de maçonnerie. Lorsque l'on compare la conception des deux types de nœuds (fig. 416) on est frappé par la complexité du système des cadres rigides à étages due notamment au nombre

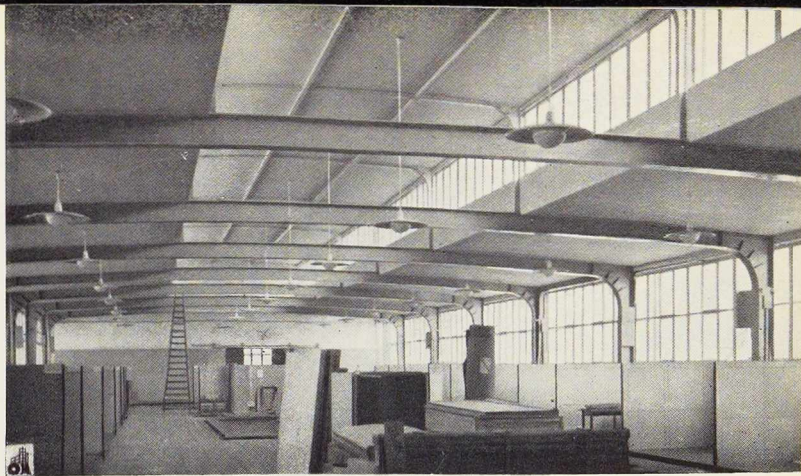


Fig. 418. Vue intérieure du 3^e étage.

de rivets, de boulons de grand diamètre, aux raidisseurs pour reprendre les importantes tensions de cisaillement, ainsi qu'aux surfaces de contact, difficiles à réaliser avec précision en pratique. Les joints d'assemblage exigent de grands soins, les trous devant correspondre exactement. Les soudures de montage, les épaisseurs calibrées ou les cales ne donnent pas l'assurance d'une concordance réelle avec les prévisions des calculs. Il semble que c'est seulement pour des portées moindres, dans le cas, par exemple, des maisons d'habitation, ou des immeubles de bureaux, que la solution à étages à cadres rigides soit plus avantageuse. Les efforts et les moments sont plus petits et les joints peuvent être exécutés par les moyens habituels, d'une manière suffisamment précise.

Un avantage statique supplémentaire peut être obtenu par la réduction des moments dans la traverse, grâce au décalage vers l'extérieur des articulations d'un étage par rapport à celles de l'étage précédent.

Fig. 419. Transport nocturne d'un portique complètement monté en atelier.

Photo Alfred Löhndorf.



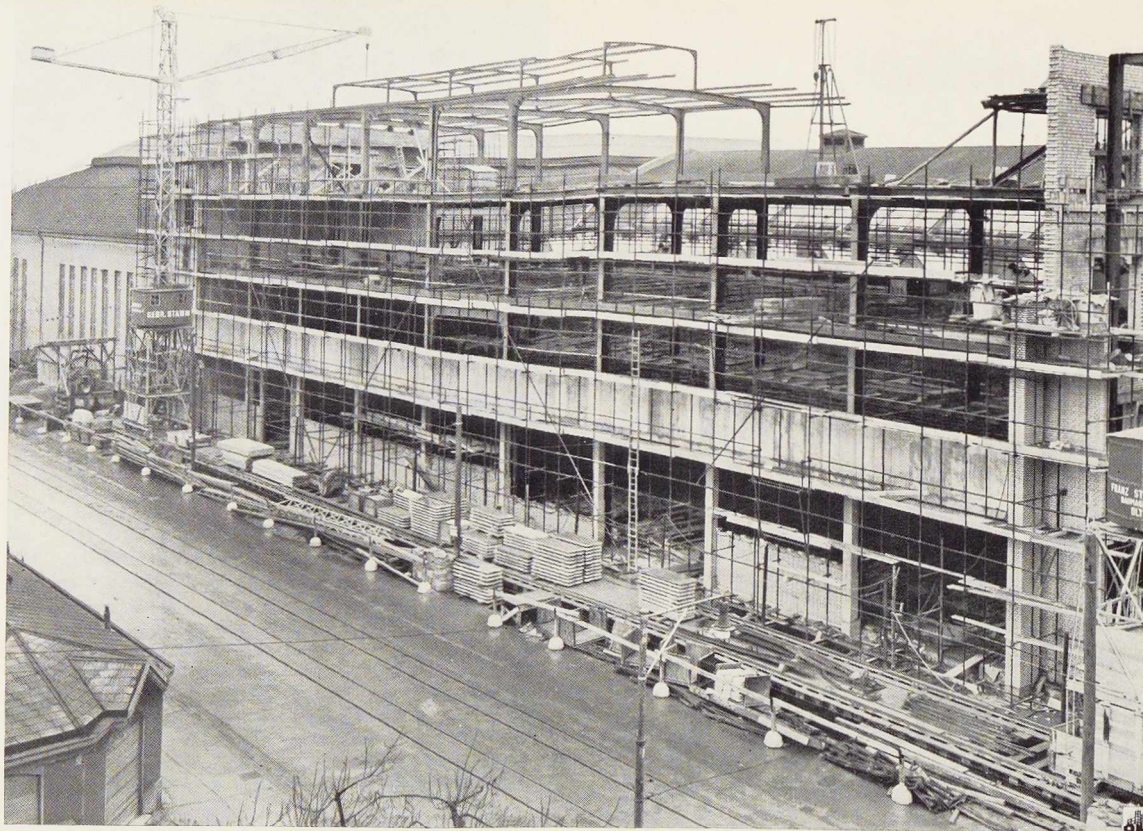


Fig. 420. Vue de la façade Ouest en cours de montage. Photo Alfred Löhndorf.

Montage

Le 5 novembre 1946, on commença la pose des premiers cadres du sous-sol. Malgré la neige et le gel, l'ossature, d'un poids total de 580 tonnes, fut mise en place vers la mi-janvier. Pour le montage, on se servit de deux grues sur voie de roulement, une de chaque côté du bâtiment. Pour les cadres du rez-de-chaussée et des premier et deuxième étages, les béquilles furent assemblées aux traverses au moyen de boulons. Pour les cadres du troisième étage, les cadres complets transportés la nuit de l'atelier au chantier (fig. 419) furent mis en place le lendemain matin. Le contreventement longitudinal a été réalisé dans les deux façades entre les quatrième et cinquième traverses par des cadres longitudinaux.

Détails constructifs

Les planchers sont en poutraison métallique avec hourdis en béton, fixés par une dalle de répartition en béton. Sur des traverses en bois est fixé un plancher, ce qui permet une grande liberté aux exposants lors de l'installation des

stands. Tous les conduits sont placés dans ce plancher. La surcharge utile est de 500 kg/m^2 pour le plancher et 400 kg/m^2 pour les nervures.

La toiture est en tôle d'aluminium sur voûte, lattis en bois et chevrons métalliques.

Au rez-de-chaussée, la façade est massive; à partir du premier étage, elle est en encorbellement et est réalisée de la manière suivante: plaque de ciment pour la protection contre les intempéries; un espace ventilé suivi d'une isolation en Durisol. Les fenêtres sont en Thermolux pour éviter l'éblouissement dû aux rayons de soleil dans les locaux d'exposition.

Les planchers et les façades furent exécutés en atelier autant que possible et montés sur chantier pendant la période de gel qui aurait rendu très difficile la construction sur place.

Les essais de réception furent exécutés par le Laboratoire Fédéral d'Essais de Matériaux (L.F.E.M.) de Zurich, peu de temps avant l'ouverture de la Foire. Ces essais eurent lieu sur un portique et montrèrent le bon comportement de la charpente; les tensions et déformations relevées furent inférieures aux valeurs calculées.

H. E. D.



A. Nicaise,
Ingénieur à la S. A. Philips

Blindage des hauts fourneaux en tôle soudée

Introduction

Dans la construction des blindages pour hauts fourneaux, il est de la plus haute importance de leur donner en service le maximum de sécurité possible, car la rentabilité du haut fourneau est en fonction de la sécurité.

Il existe différents systèmes de blindage dont tous ne satisfont pas à la condition de sécurité.

Parmi ces derniers, on peut citer notamment les hauts fourneaux maçonnés et ceinturés; les hauts fourneaux dont le blindage est en acier coulé; les hauts fourneaux dont le blindage est formé de tôles assemblées par rivure. Les hauts fourneaux maçonnés et ceinturés permettent un accès aisé à la maçonnerie mais leur exploitation n'offre pas une grande sécurité; en effet, on assiste fréquemment à des percées de fond et à de fortes déformations qui diminuent sensiblement la rentabilité de l'exploitation.

La réalisation des blindages en acier coulé n'augmente guère la sécurité des hauts fourneaux; de plus, ces blindages sont massifs, lourds et coûteux, l'épaisseur des parois en acier coulé allant de 80 à 120 mm.

Outre l'inconvénient d'un grand nombre de nervures qui empêchent le refroidissement uniforme du fourneau, on constate souvent que les assemblages par boulons et frettes se disloquent assez rapidement et diminuent la sécurité pendant l'exploitation, malgré des nombreuses améliorations successives.

Le blindage en construction rivée comparé à celui en acier coulé présente quelques avantages: les joints peuvent se dilater dans une certaine mesure, le refroidissement est meilleur et la sécurité se trouve accrue. Cependant, malgré la rivure en plusieurs rangées avec éclisses, les joints constituent un point faible; ils ne peuvent transmettre les efforts que dans 60 % environ de l'épaisseur pratique de la tôle. Enfin, les nombreuses têtes de rivets nuisent sensiblement au refroidissement du blindage.

On comprend aisément que de telles construc-

tions demandent une grande surveillance suivie de réparations entraînant parfois un arrêt prématuré et complet du haut fourneau.

L'examen de ces trois types de construction montre donc que les cercles ne sont pas assez élastiques pour s'allonger proportionnellement à la dilatation de la maçonnerie et se rompent fréquemment. Cette dilatation disloque également les blindages en acier coulé ou en tôle assemblée par rivure, et dans ce cas, il n'est pas rare de constater des fissures prenant naissance entre les trous de rivets; ces fissures s'agrandissent et deviennent, en fin de compte, irréparables.

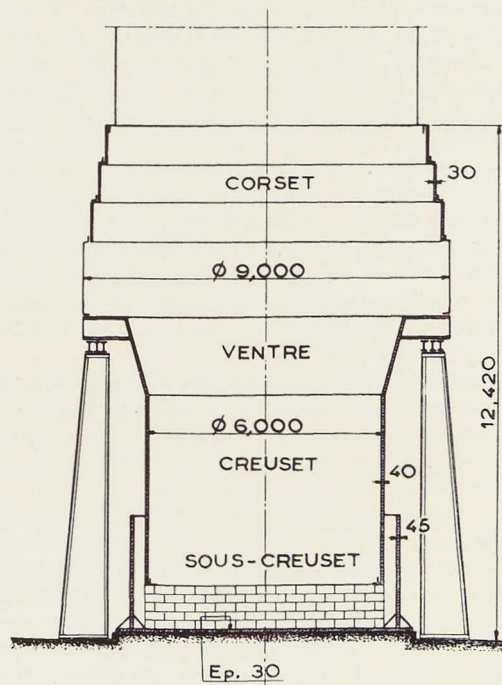


Fig. 421. Coupe schématique d'un haut fourneau.

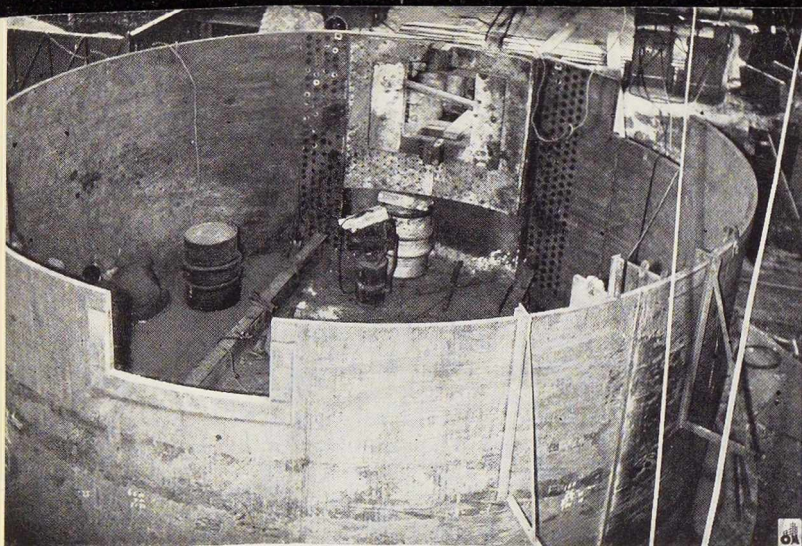


Fig. 422. Vue d'ensemble de la 1^{re} virole (sous-creuset).

Lors de la construction du haut fourneau n° 2 aux Aciéries et Minières de la Sambre (A. M. S.), la direction de ces usines qui a pris en Belgique une part importante dans le développement de la technique sidérurgique, par l'intérêt qu'elle témoigne aux procédés modernes, n'hésita pas à commander un blindage en tôle soudée à la S. A. Arbed, spécialiste de la construction des hauts fourneaux.

La direction des A. M. S. s'est décidée en faveur de cette construction après avoir étudié expérimentalement la tenue du blindage en tôle soudée et sa capacité de déformation; elle avait également la certitude pratique que la conservation des hauts fourneaux, le refroidissement seraient meilleurs qu'avec les anciennes techniques.

En se basant sur les essais, M. Dofny, Chef du Service Technique des A. M. S., détermina les épaisseurs de tôle capables d'assurer la résistance des joints soudés, sur préparation annexe chanfreinée à 60°.

Les considérations suivantes militent en faveur du blindage soudé vis-à-vis du blindage en acier coulé ou rivé.

Le blindage en tôle, sensiblement plus mince, permet à la maçonnerie de se refroidir beaucoup plus rapidement que ne le permet la forte épaisseur en acier coulé ou les couvre-joints d'une construction rivée.

Les calculs montrent qu'un blindage en tôle de 35 mm d'épaisseur présente la même résistance à la rupture qu'un blindage en acier coulé de 100 mm d'épaisseur, assemblé au moyen de boulons et de frettes. Le blindage en tôle pèse 45 à 50 % de moins que le blindage en acier coulé. Son prix de revient est par conséquent sensiblement moins cher. Des réparations ou des modifications peuvent être facilement faites au blindage en tôle soudée.

Pour la construction soudée, le choix du joint bout-à-bout, sans aucun recouvrement, a été déterminé par l'expérience. Tous les essais prouvent que, dans ce genre de travail, une soudure annexe exécutée suivant les règles de l'art, permet de réaliser un joint assurant une sécurité de 100 %.

En 1938, la S. A. Demag a exécuté des essais dont voici les résultats : le premier essai a été réalisé avec deux tôles de 50 mm d'épaisseur, soudées dans un chanfrein à 60°.

L'éprouvette avait une section de 10,4 cm et la tôle se rompait sous une charge de 39 kg/mm².

Le second essai a été exécuté de la même manière mais on déposa sur le cordon deux couvre-joints de 25 mm d'épaisseur soudés sur le corps par des cordons d'angle.

La tôle se déchirait au droit de la soudure des couvre-joints. La charge de rupture était de 38 kg/mm² et le renforcement apparent dû aux couvre-joints entraîna en fait une diminution de la solidité pour une augmentation de poids de matière et de main-d'œuvre.

Le troisième essai était préparé de la même façon mais on avait soudé des couvre-joints de 15 mm d'épaisseur. Dans ce cas la rupture fut constatée dans la tôle pour les charges de 40 kg/mm². Les cordons assez minces de l'assemblage à clives n'avaient donc aucune influence nuisible mais l'augmentation du prix de revient se justifiait par la légère augmentation de la charge de rupture.

La résistance à la rupture des deux autres éprouvettes auxquelles les couvre-joints extérieurs avaient été assemblés par rivure ou par soudure était sensiblement inférieure à la résistance de l'éprouvette uniquement soudée.

Tous ces essais ont été confirmés dans la pratique et la Société Arbed a déjà construit quatre hauts fourneaux soudés au Grand-Duché de Luxembourg et un en Belgique.

Le métal de base employé pour ces travaux est de l'acier SM, qualité chaudière à 37-44 kg/mm².

Afin de donner aux joints le maximum d'élasticité, l'électrode choisie dépose un métal dont les caractéristiques mécaniques (limite élastique et charge de rupture) se rapprochent le plus possible de celles du métal de base.

Il n'est pas souhaitable d'employer une électrode dont la haute limite élastique aurait agi comme un coin de métal déposé, créant à la longue, des fissures dans la zone de transition.



Pour la soudure du haut fourneau n° 2 des A. M. S., le choix s'est porté sur les électrodes Philips « procédé contact » dont les caractéristiques mécaniques sont les suivantes :

Procédé contact : 20 — soudure horizontale.

Limite élastique : 36 kg/mm².

Charge de rupture : 47 kg/mm².

Allongement sur 5 D : 28 %.

Résilience Charpy : 8-10 kgm/cm².

Pliage (2 × l'épaisseur) : 180°.

Procédé contact 18 — soudure verticale.

Limite élastique : 38 kg/mm².

Charge de rupture : 48-50 kg/mm².

Allongement sur 5 D : 25 %.

Résilience Charpy : 10-11 kgm/cm².

Pliage (2 × l'épaisseur) : 180°.

Comme le blindage d'un haut fourneau est principalement soumis à la traction, des tôles chanfreinées furent disposées en prolongement de la virole et des tôles de fond du sous-creuset.

Exécution des soudures

Le blindage soudé d'un haut fourneau moderne se compose de plusieurs parties distinctes (fig. 421). On trouvera ci-après des détails sur la soudure des différents éléments du haut fourneau n° 2 des A. M. S.

Soudure du sous-creuset

a) *Soudure de la tôle de fond* : La tôle de fond, d'une épaisseur de 30 mm, se compose de quatre pièces assemblées par trois chanfreins en V à 60°. La forte épaisseur nécessite une déformation préalable pour chaque pièce assemblée et un programme de soudure judicieusement établi.

Etant donné qu'après soudure la tôle de fond

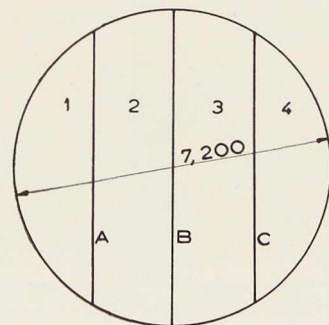


Fig. 423. Disposition des joints de la tôle du fond.

doit être plane, légèrement bombée vers le haut et ne doit, en aucun cas, présenter la forme d'un fond de chaudron qui nuirait à la stabilité de la construction.

On a établi le programme de soudure suivant : les tôles 1, 2 et 3, 4 sont soudées afin de former deux tôles qui sont assemblées ensuite par le joint B. Ce joint est rempli au trois-quarts pour équilibrer les tensions et éviter les déformations lors de la soudure d'angle du pourtour de la virole du sous-creuset car si la soudure assemblant les tôles 1 et 2 était complètement terminée lors de la soudure d'angle de la virole, du sous-creuset, d'énormes tensions apparaîtraient dans le cordon d'angle. Pour éviter ces tensions, on

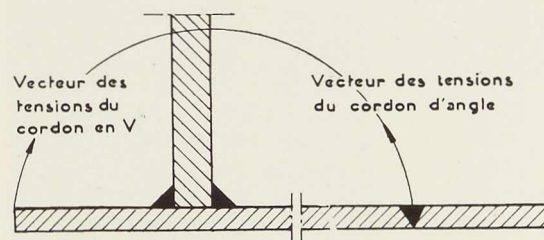


Fig. 424. Répartition des tensions.

soude jusqu'aux deux tiers le joint A et lorsque la virole du sous-creuset est en place, on assemble simultanément le joint A et la soudure d'angle. Les tensions sont nulles dans une certaine proportion et l'on peut obtenir plus facilement un fond convexe.

Concernant la déformation préalable des pièces à assembler, elle est de 35 mm pour les joints A et C et de 70 mm pour le joint B (fig. 425).

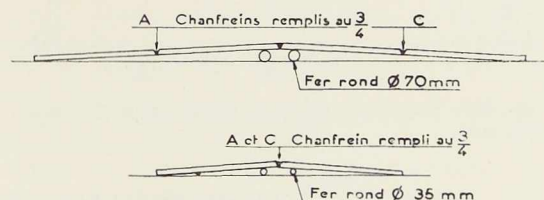


Fig. 425. Déformation préalable des tôles du fond.

b) *Soudure de la virole*. — A cette phase du travail, on dispose d'une tôle de fond que l'on doit assembler avec une virole de 45 mm d'épaisseur qui formera le sous-creuset.

Les viroles sont mises en place et leur calibrage est soigneusement vérifié. Si le calibrage n'est pas exact, on attache l'extrémité de la virole au fond sur une trace de la circonférence; au moyen de cornières soudées sur le fond et de coins pour chasser la masse, on oblige le pourtour de la virole à se mettre sur la trace. Lorsque les trois viroles sont mises en place, on constate quelquefois un bombement dans le sens de la hauteur, ce qui entraîne un mauvais accostage des joints en X. On remédie à cet inconvénient en soudant deux boulons à mi-hauteur de la virole et en les serrant convenablement.

Le programme de soudure comporte les phases suivantes :

- 1° Joints verticaux;
- 2° Soudure du cordon d'angle intérieur et des chanfreins A et B de la tôle de fond;
- 3° Soudure du cordon d'angle extérieur;
- 4° Soudure des goussets.

Concernant les joints verticaux de la tôle de 45 mm, il est nécessaire, afin d'avoir une bonne pénétration, d'accoster les joints avec un intervalle de 6 mm. Après accostage des tôles, cet intervalle se réduit à 4 mm. La première passe est exécutée à l'intérieur ou à l'extérieur suivant que la tôle demande à rentrer ou à sortir. Cette première passe est exécutée en verticale montante, afin d'apporter un volume de matière suffisant pour résister aux fortes tensions de retrait et éviter les fissures du premier cordon.

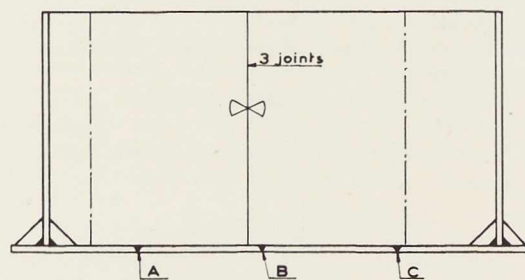


Fig. 426. Représentation schématique du sous-creuset.

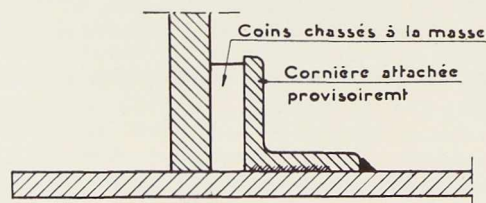


Fig. 427. Rectification du pourtour de la virole au moyen de cornières et de coins.

Lorsque le premier cordon est déposé, on soude avec le procédé contact-18, diamètre 4 mm, et contact-20, diamètre 5 mm, suivant le croquis de la figure 428 (à gauche).

Lorsque les joints verticaux sont terminés, on procède aux soudures du fond et de la virole. Il est nécessaire, pour les raisons déjà indiquées, d'exécuter en premier lieu les cordons d'angle extérieurs. Ces cordons ont été exécutés au moyen de trois passes : C-20, diamètre 6 mm, C-20, diamètre 5 mm (fig. 428, à droite).

Lorsque la soudure est terminée à l'intérieur, on procède à la soudure d'angle extérieure; pour éviter la déformation du pourtour extérieur de la tôle de fond, on dépose des cornières de 100 × 100 × 10 (fig. 429) au fur et à mesure de l'avancement de la soudure.

Ces cornières sont attachées par points et enlevées après exécution.

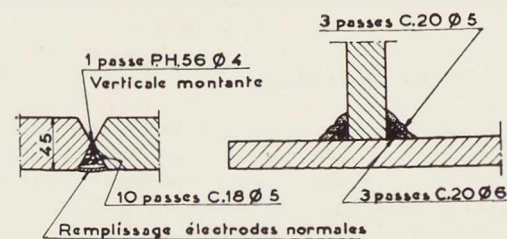


Fig. 428. Mode opératoire des différents joints.

Soudure des goussets

On procède ensuite à la soudure des goussets de renfort. Les cordons avaient 12 mm dans la bissectrice et ont été exécutés en plusieurs passes

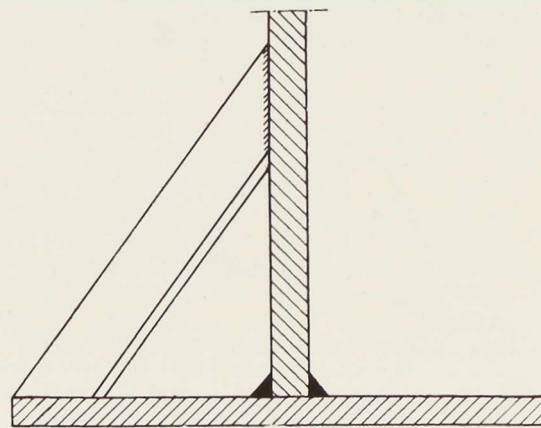


Fig. 429. Disposition des cornières pour éviter la déformation du pourtour.



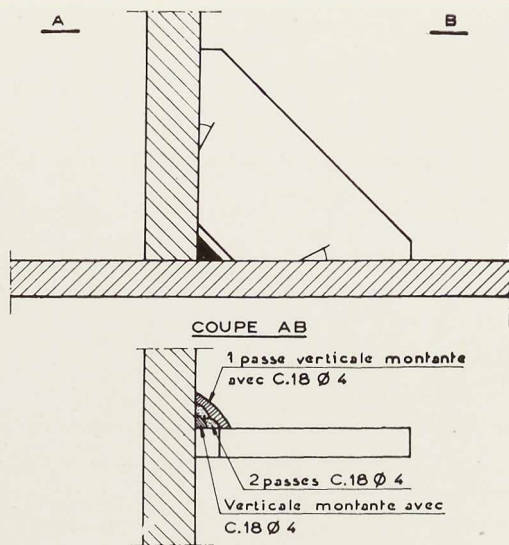


Fig. 430. Ordre des passes pour la soudure des goussets.

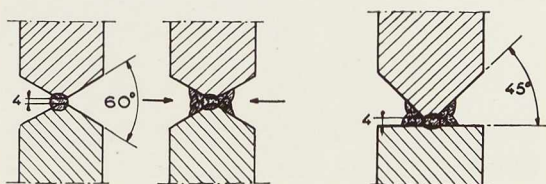


Fig. 431. Soudure du joint en corniche.

verticales montantes et verticales descendantes pour la soudure verticale et en deux passes avec le procédé contact 20, diamètre 5 mm, pour la soudure horizontale.

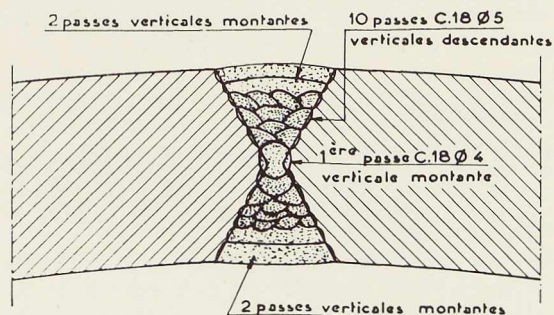


Fig. 432. Réalisation des joints verticaux des viroles inférieures.

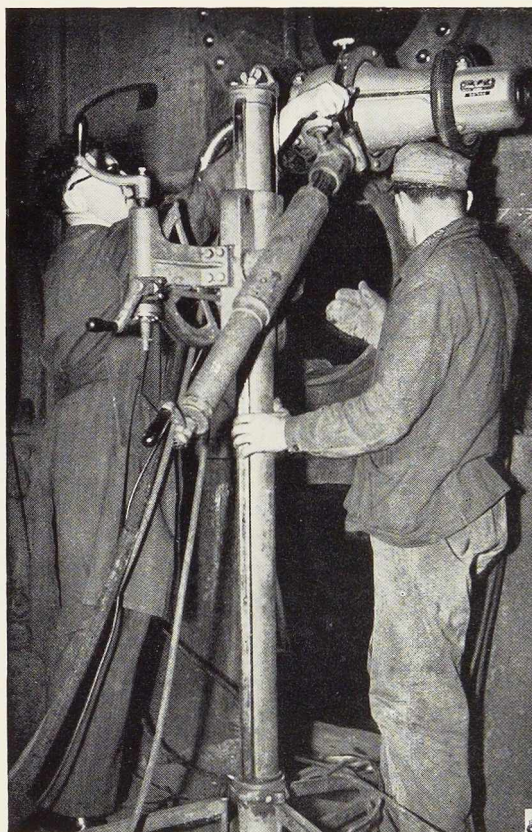


Fig. 433. Mise en place de l'appareil de macro-radiographie Philips 150 KV pour le contrôle des joints verticaux.

Soudure du creuset et du ventre

Lorsque le sous-creuset est terminé, on procède à l'exécution de la maçonnerie de la tôle qui a 1 mètre de hauteur et supporte tout l'édifice.

Pour souder aisément les joints verticaux de la première virole du sous-creuset, on l'assemble sur un plancher mis de niveau sur la virole du sous-creuset.

Les joints verticaux sont soudés en X et l'angle d'ouverture est de 60°.

Afin d'assurer une bonne pénétration, on accoste la virole avec un joint de 7 mm. Une première passe en verticale montante est alors déposée, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur, le choix étant guidé par la déformation de la virole.

Lorsque le premier cordon est déposé en verticale montante, on continue la soudure avec deux ouvriers travaillant simultanément, un certain décalage dans la simultanéité étant déterminé jusqu'à correction du cintrage au droit du joint (fig. 430).

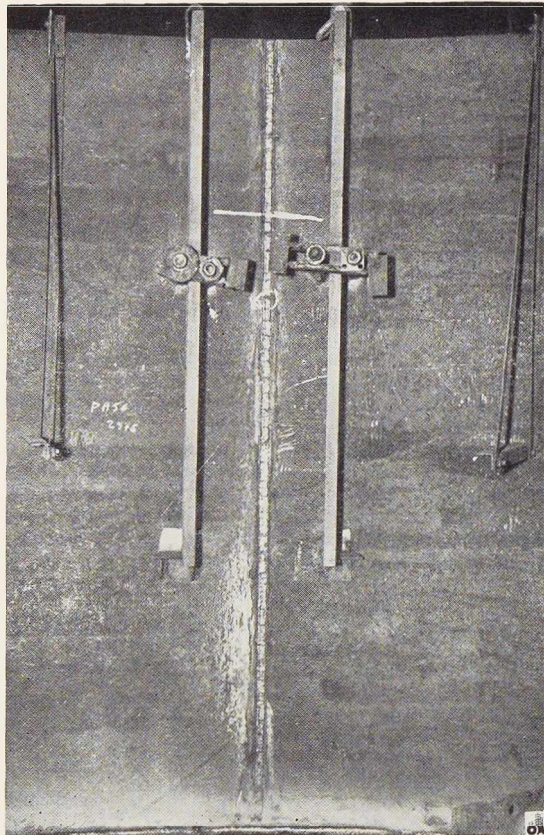


Fig. 434. Joint vertical de la 1^{re} virole.

Lorsque les quatre joints sont terminés, ainsi que la cornière du pourtour inférieur, on assemble la seconde virole du creuset; afin de faciliter la mise en place des quarts de virole supérieure, on dispose des plats rapportés par soudure sur la virole inférieure. Cette plateforme à glissières permet un réglage plus facile.

Après un pointage suffisant des différents joints, on procède à la soudure des joints verticaux suivant le principe appliqué à la première virole.

Soudure du joint en corniche

Dès que les soudures verticales sont terminées, on exécute une première passe de pénétration avec des électrodes contact-18, diamètre 5 mm (fig. 431, à gauche).

La soudure s'exécute ensuite à deux soudeurs travaillant simultanément de chaque côté, pour éviter les déformations.

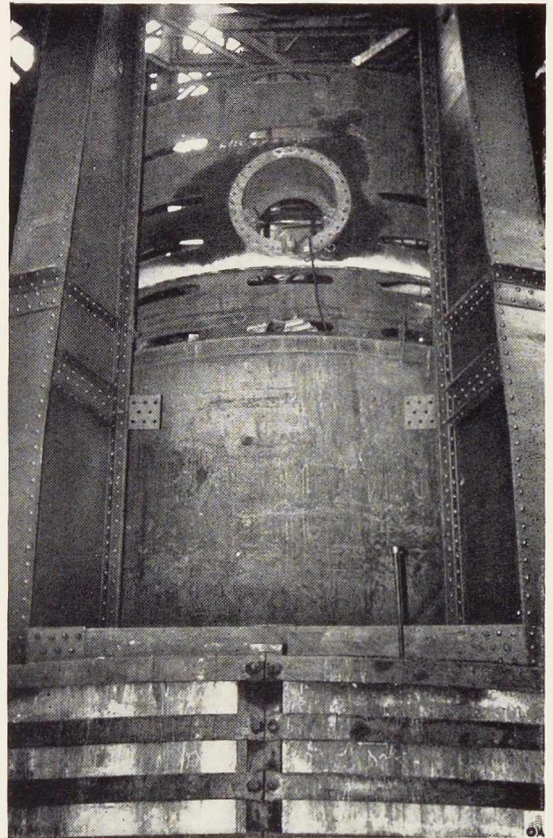


Fig. 435. Vue d'ensemble du montage du sous-creuset et de premiers étalages.

La haute pénétration du procédé contact-18 présente le grand avantage de permettre la soudure de ces joints difficiles, sans reprise à l'envers, sans danger de collage.

Ce procédé supprime d'autre part le chanfreinage des viroles inférieures. Pour la soudure des joints en corniche, le joint est réalisé suivant le croquis de la figure 431 (à droite).

Conclusions

La soudure des blindages des hauts fourneaux par le procédé décrit dans cet article permet de réaliser d'intéressantes économies sur le prix de revient.

C'est ainsi, par exemple, que pour les joints verticaux, cette économie est de l'ordre de 10 %. Elle atteint environ 15 % pour les joints du pourtour.

A. N.



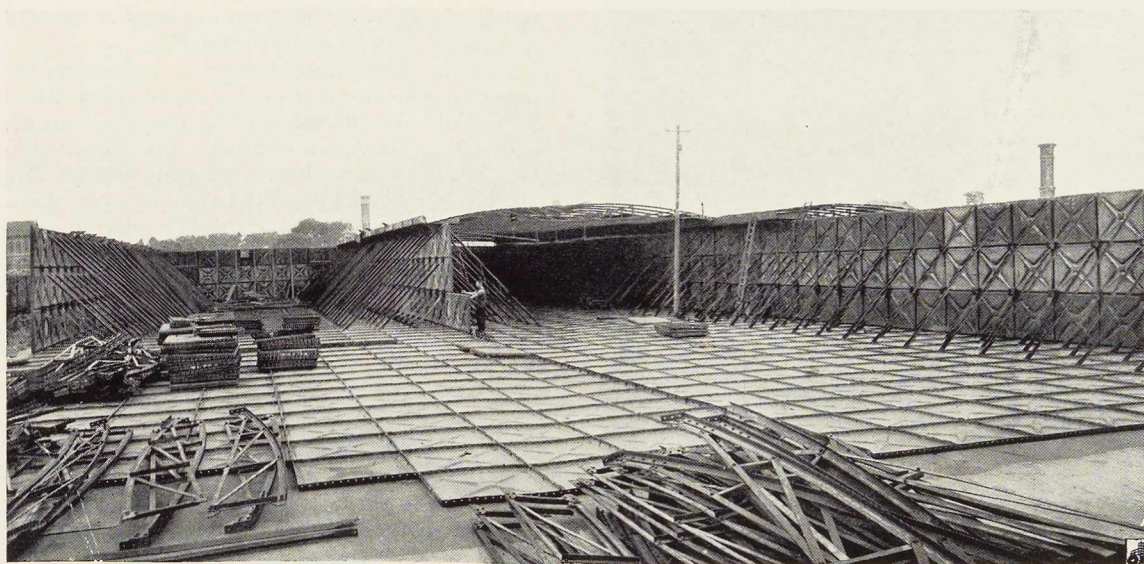


Fig. 436. Réservoir en acier embout, de grandes dimensions, en cours de montage en Grande-Bretagne.

Réservoirs en acier embouti

Les réservoirs en acier embouti, construits par la Société Braithwaite, à West Bromwich (Grande-Bretagne), ont reçu ces dernières années un intéressant développement.

Ils sont constitués de tôles unitaires d'un type standard, de tirants, généralement en cornières, d'ancrages, de boulons, d'écrous, de rondelles, de chevilles et de joints plastiques.

Les tôles sont en acier doux embouti à la presse hydraulique, dans les dimensions carrées de 1,22 m (4 pieds) ou de 1 m de côté.

Le rabattement du rebord effectué sur la tôle pleine sans coins soudés, tant en angle droit qu'à 45°, simplifie la construction et donne au réservoir un aspect uniforme. Il augmente en outre, dans une notable proportion, la rigidité d'ensemble.

Toutes les tôles ont les rebords perforés. Lorsque

la nécessité se fait sentir, des trous destinés à l'ancrage sont prévus dans le corps de la tôle. Les rebords supérieurs sont perforés pour recevoir, soit une couverture standard, soit une nouvelle rangée de tôles.

Les épaisseurs dans lesquelles les tôles sont fabriquées sont prévues en fractions de pouces anglais, soit : 1/8" (3,2 mm), 3/16" (4,8 mm), 1/4" (6,3 mm), 5/6" (7,9 mm) et sont déterminées suivant la profondeur du réservoir envisagé.

Pour les réservoirs destinés à emmagasiner de l'eau chaude, on préconise l'emploi des tôles d'une épaisseur inférieure au 1/4 de pouce (6,3 mm).

Lorsqu'il est fait usage de tôles à rebords intérieurs, la méthode d'installation empêche généralement une surveillance et un entretien réguliers.

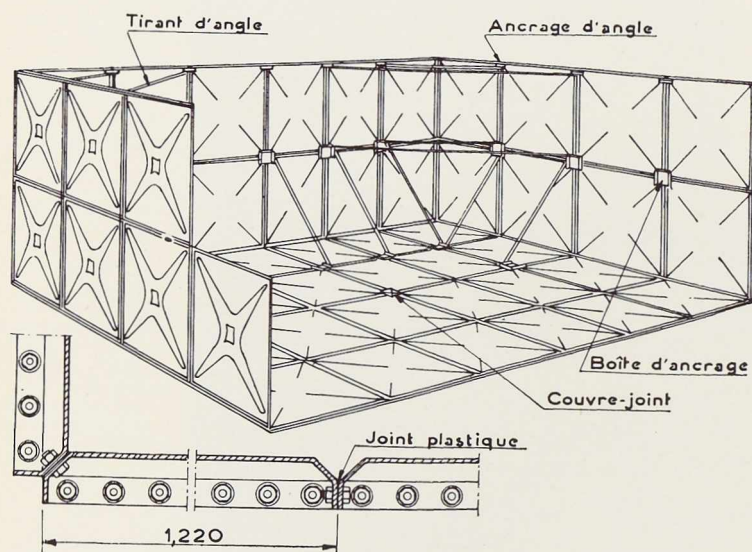


Fig. 437. Schéma d'un réservoir à rebords extérieurs, utilisé dans la majorité des cas.

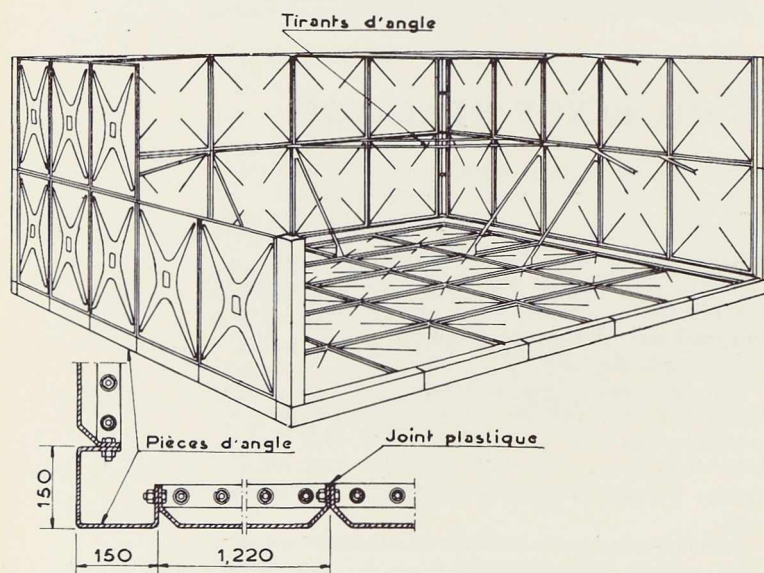


Fig. 438. Schéma d'un réservoir à rebords intérieurs, employé dans les cas où l'espace disponible ne permet pas d'adopter la solution du réservoir à rebords extérieurs.

Aussi, adopte-t-on généralement, dans ce cas, des épaisseurs plus fortes pour les tôles.

Avec des réservoirs variant en profondeur de 1,22 m à 4,48 m ou de 1 à 4 mètres, il y a lieu de prévoir des différences de charges considérables; des tirants en cornières ont été standardisés en différentes dimensions pour pouvoir être adaptés à toutes les conditions qui se présentent.

Quant aux ancrages des tirants, ils se composent généralement d'une cornière reliée aux deux tôles. Ils ont quelquefois la section en caisson, composée de quatre tôles assemblées entre elles. Ce dernier système est particulièrement rigide.

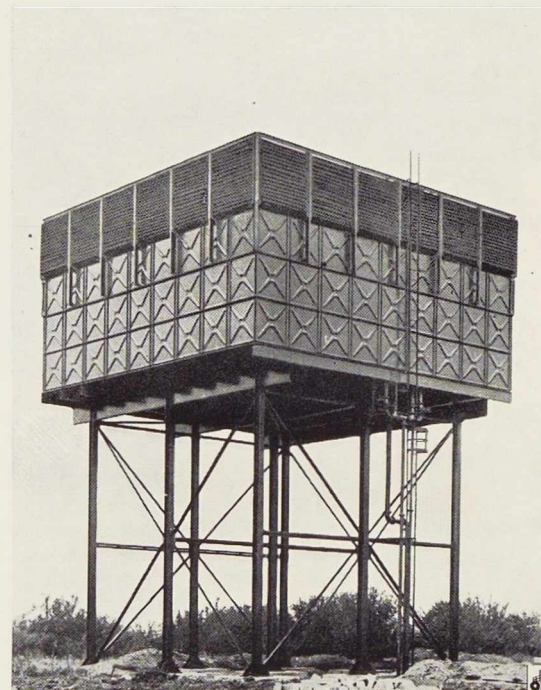


Fig. 439. Vue d'un château d'eau en tôle d'acier embouti.

L'emploi d'ancrages simplifie le profil des tirants, réduit le coût de production et permet d'accélérer le montage.

Tirants et ancrages sont pourvus de trous pour l'assemblage qui est toujours fait au moyen de boulons.

Pour les joints de tôles, on utilise un composé plastique spécial, convenant pour toutes températures et tous climats.



L'expérience a prouvé le bon comportement de tous les joints plastiques dans l'eau froide et l'eau chaude, les huiles combustibles, les huiles Diesel, les mélasses, les solutions faibles de soude caustique ainsi que d'autres liquides.

Les tôles, les tirants et les ancrages sont recouverts d'une couche de peinture bitumineuse noire, avant leur départ des usines. Cette couche est appliquée immédiatement après emboutissage, alors que les tôles sont encore chaudes, d'où une protection durable.

Une fois au chantier, les réservoirs sont peints, généralement lorsque l'acier a acquis sa patine et présente une bonne surface pour la peinture.

Les réservoirs sont expédiés en pièces détachées, soigneusement marquées. Les types de tôles et les épaisseurs sont clairement indiquées et le montage du réservoir ne présente pas de difficultés spéciales, pour la main-d'œuvre semi-qualifiée.

Pour les petites capacités, de 1 000 à 2 000 litres, il existe des réservoirs cubiques pouvant avoir le dessus ouvert ou fermé; dans ce dernier cas, la tôle du dessus, qui est également interchangeable, peut être munie d'une ouverture de remplissage avec couvercle basculant ou d'un trou d'homme, avec couvercle à charnières.

Ce réservoir cubique démontable est une adaptation du réservoir standard embouti et répond aux besoins des réservoirs de construction de petites capacités et d'un poids le plus réduit possible.

Applications

De nombreux réservoirs, système Braithwaite, ont été construits dans le monde, où on les utilise dans les différentes branches industrielles : teintureries, industrie textile, exploitations minières et agricoles, services publics de distribution d'eau, cokeries, chemins de fer, etc.

Parmi les plus importants réservoirs en acier embouti, on peut citer le réservoir fourni aux distributions d'eau de Murree (Inde) construit au moyen de la main-d'œuvre indigène, dans un site pittoresque presque inaccessible, sujet aux tremblements de terre et aux variations de température, voisines de 50° C.

Cet ouvrage, d'une contenance d'environ 15 000 m³, a une longueur de 62 mètres, une largeur de 49 mètres et une profondeur de 4,90 m. Construit en 26 semaines, le réservoir de Murree a nécessité la mise en œuvre de 3 000 plats, assemblés au moyen de plus de 100 000 boulons.

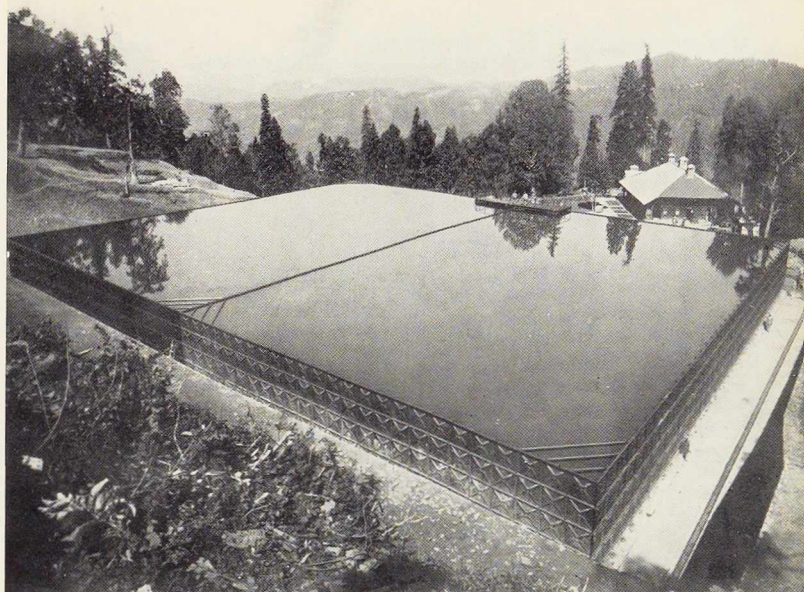
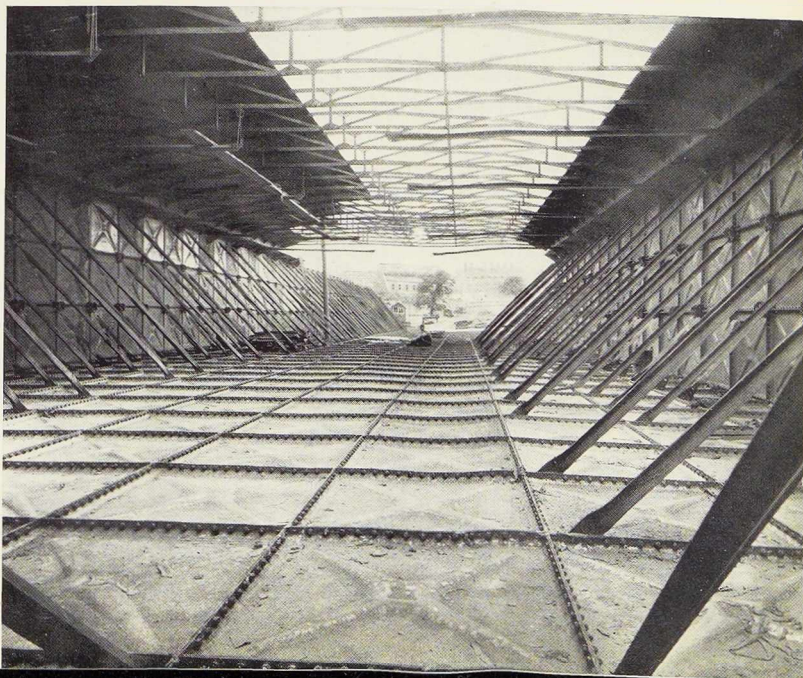


Fig. 440. Réservoir en tôle emboutie d'une contenance de 15 000 m³, érigé à Murree (Inde).

Il est divisé en deux compartiments, de façon à ce que chacun d'eux puisse être vidangé tour à tour, aux fins de nettoyage (fig. 440).

Deux autres réservoirs du même type ont été construits, l'un à Kuchink, dans le Sarawak (Bornéo) et l'autre à Nairobi (Kénya). Leur capacité est de 11 000 m³ et 4 500 m³ respectivement.

Fig. 441. Intérieur d'un grand réservoir construit en Grande-Bretagne.



La conception nouvelle de la sécurité dans les problèmes de flambement des pièces comprimées en acier doux

Jean Dutheil,
Ingénieur A. & M. et I. E. G.,
Lauréat
de l'Académie des Sciences
Dijon (France)

A l'occasion du dernier Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes à Liège, nous avons exposé nos vues sur l'application de la conception nouvelle de la sécurité aux ossatures métalliques (1).

Nous l'avons fait en termes obligatoirement très généraux, pour rester dans le cadre de l'or-

(1) Voir *Publication préliminaire du 3^e Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes*, Liège, septembre 1948, pp. 615 à 623.

(2) Le principe de la méthode Dutheil repose à la fois sur l'observation de certains faits d'expérience et sur une conception cohérente de la sécurité. Nolons cependant que l'application qui en est faite dans la présente étude diffère sur quelques points de celles du texte des Règles d'Utilisation de l'Acier applicables aux travaux dépendant du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme et aux travaux privés (C. M. 1946); les rectifications correspondantes seront proposées en vue de la nouvelle édition de ces Règles.

1^o Interprétation des défauts de structure et de forme des éprouvettes de laboratoire - préflèches.

Lorsqu'on procède à des essais de flambement sur des éprouvettes prismatiques droites, en acier, sous compression centrée ou compression axiale, on constate que, dès le début de l'application de la charge, l'éprouvette prend une certaine flèche et ceci quelles que soient les précautions prises pour se rapprocher de la perfection, tant dans l'usinage de l'éprouvette que dans le dispositif d'essai.

L'affaissement final de l'éprouvette résulte donc des influences simultanées d'un effort normal axial et du moment de flexion; le problème du flambement est donc, pratiquement, un problème de flexion composée.

Cette circonstance est due aux imperfections inévitables présentées par l'éprouvette, l'hétérogénéité du métal, défauts de rectitude de l'axe et de centrage de la charge.

En vue de l'interprétation de ces imperfections inévitables, nous avons été amenés à raisonner sur des éléments stylisés présentant une structure et une forme parfaites, mais comportant une flèche initiale f_0 . Nous avons démontré qu'une compression axiale N appliquée à une pièce de forme quelconque y détermine un moment dont la variation est sinusoidale.

Il en découle que tout se passe alors comme si la ligne moyenne déformée correspondant à cette flèche initiale était une sinusoidale. Or la compression axiale appliquée à une barre déjà fléchie suivant cette forme y détermine un moment fléchissant dont la variation est sinusoidale. En partant de l'équation différentielle classique :

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M_0 \sin \frac{\pi}{l} x.$$

L'on déduit l'équation de cette ligne déformée et à la suite d'une série d'opérations exposées dans notre étude *Le flambement des éléments comprimés dans les ossatures en acier*, on obtient l'expression suivante de la flèche initiale :

$$f_0 = \alpha \frac{l^2}{v}$$

où le coefficient α revêt un caractère statistique moyen.

Sur la base de cette conception de préflèche, le problème du flambement devient un problème classique d'élasticité. La stabilité de la barre prismatique est conditionnée par l'appa-

ganisation du Congrès. Nous nous proposons, dans la présente étude, de préciser les principes que nous avons posés concernant le problème du flambement, en les appliquant à l'exemple concret d'une barre composée en acier doux, soumise à une compression axiale seule.

Notre méthode du calcul au flambement (2)

rition de la tension d'écoulement au bord de la section dangereuse.

Les expériences exécutées sur des éprouvettes bien dressées, conduisent à prendre pour α une valeur de 10^{-5} . La concordance avec la moyenne des points d'essais (Télmayer) est très satisfaisante.

2^o Interprétation de ces mêmes défauts pour les barres d'acier doux mises en œuvre en construction métallique.

La prise en compte dans l'équation d'équilibre du coefficient α permet donc de calculer la valeur de la charge d'affaissement probable, pour une limite d'écoulement donnée du matériau.

Cette valeur de la charge ne pourrait servir de base qu'à une conception empirique de la sécurité, car elle obligerait à admettre comme dans les anciennes méthodes, un coefficient de sécurité variable avec l'éclatement et suffisamment grand pour couvrir des incertitudes mal connues.

Ces considérations nous ont amenés à remplacer dans la valeur de la flèche initiale, le coefficient α par un autre β plus grand et tel que la charge critique qui en découle, ne corresponde qu'à une probabilité d'affaissement assez faible pour être négligeable.

Les incertitudes propres au flambement sont ainsi éliminées, de sorte que la détermination d'une pièce comprimée axialement, peut se ramener à celle d'une barre tendue, et avec l'application du même coefficient de sécurité.

Le coefficient β n'a donc pas comme α un caractère statistique moyen, sa détermination est un problème de sécurité.

3^o Conception de la sécurité par la résolution d'un problème classique d'élasticité.

Il sera donc possible de calculer classiquement la pression n_s mettant en situation critique la barre présentant une flèche initiale :

$$f_0 = \beta \frac{l^2}{v}.$$

Si la valeur de β est choisie de telle façon que dans les conditions normales d'emploi, la probabilité de dépassement de la limite d'écoulement au bord de la section médiane, pour une pression inférieure à n_s , soit pour tous les éclacements, suffisamment faible, n_s jouera un rôle analogue à celui de la limite d'écoulement d'une barre en compression ou traction simple.

Si dans ce dernier cas le coefficient de sécurité s est défini comme le rapport entre la limite d'écoulement n_e et la contrainte admissible n_a sous charges d'exploitation $s = \frac{n_e}{n_a}$,

en posant $k = \frac{n_e}{n_s}$ on définit le coefficient de flambement

qui permet de ramener le problème du flambement à celui de la compression simple.

Si N est la compression axiale appliquée à la barre, ω sa



permet de donner à ce problème une solution qui tient compte des principaux phénomènes qui influent dans un tel cas sur la stabilité.

Il n'est pas question ici de faire un exposé détaillé de cette méthode, mais seulement de chercher à dégager le caractère de sa conception de la sécurité, d'en montrer les différences essentielles avec celle des anciennes méthodes, et les avantages qui en résultent.

I. Conception de la sécurité dans le flambement

Les formules fondamentales et le résumé de leur application aux cas les plus courants (flambement simple et composé) sont donnés ci-après :

section, $n = \frac{N}{\omega}$ la contrainte primaire, ou de compression simple, la condition de stabilité s'écrit :

$$kn < n_a.$$

Il résulte de ce qui précède que le degré de sécurité admis dépend de la valeur de β .

En nous basant sur les essais connus, notamment sur ceux de Telmayer, nous avons proposé de prendre pour l'acier doux ordinaire $\beta = 5$ $\alpha = 5 \times 10^{-5}$.

La Commission Française des Règles d'Utilisation de l'Acier, tenant compte d'autres considérations, a finalement admis $\beta = 4,8 \times 10^{-5}$.

Dans l'équation d'équilibre, la valeur de la flèche initiale fictive intervient finalement par un terme $\pi^2 E \beta$ qui est homogène à une contrainte ainsi que l'a remarqué M. Caquot, Membre de l'Institut, qui a posé $\pi^2 E \beta = n_0$, n_0 étant une contrainte caractéristique.

En rapprochant cette notion de celle de la flèche initiale, on voit que la contrainte n_0 représente la contrainte maximum de flexion, de la barre de longueur l , soumise à une charge transversale continue à répartition sinusoïdale, lui donnant une flèche :

$$f_0 = \beta \frac{l^2}{v}.$$

Pour la commodité des calculs, la notion de *préflèche fictive* peut donc être remplacée par celle de *précontrainte caractéristique*. Bien entendu, cette précontrainte caractéristique, comme la préflèche, a un caractère fictif, c'est-à-dire que la pièce, considérée à son état initial, avant mise en charge, étant supposée droite, dans les limites des tolérances correspondant à une exécution correcte, ne présentant pas de flèche initiale appréciable, ne présente pas non plus de précontrainte n_0 . L'une et l'autre n'apparaissent qu'au cours de la mise en charge, et n'atteignant les valeurs qui leur sont attribuées qu'à l'état critique. La principale cause de leur intervention est donc l'inhomogénéité du matériau.

Avec l'acier doux défini dans les Règles, avec $n_c = 24$ kg/mm², $E = 21000$, on a $n_0 = 10$ si l'on prend $\beta = 4,8 \times 10^{-5}$.

On peut montrer que le coefficient de sécurité, par rapport à la charge critique d'Euler, d'une barre infiniment longue, calculée comme nous venons de l'exposer, est donné par :

$$S' = \frac{n_0 + n_c}{0,6 n_c}$$

en prenant $n_0 = 10$, avec $n_c = 24$, on a $S' = 2,36$.

Pour l'acier 54 en partant des mêmes principes on aboutit à :

$$n_0 = \frac{n_c}{2,4} = \frac{36}{2,4} = 15.$$

D'une façon générale on peut poser $n_0 = \frac{n_c}{2,4}$ pour tous les matériaux élastiques, présentant une limite apparente d'élasticité n_c .

Remarque

Il résulte de ce qui précède que la flèche initiale fictive à

A. Formules fondamentales

Coefficient de flambement :

$$k = \frac{n_c}{n_s}$$

avec :

$$n_s = n_1 - \sqrt{n_1^2 - n_c n_e}$$

$$n_1 = \frac{1}{2} (n_c + n_0 + n_e) \quad (1)$$

$$n_0 = \frac{n_c}{2,4}.$$

prendre en compte est une certaine fonction de la pression, dont β ou n_0 fixent la valeur particulière correspondant à la pression n_s pour une limite d'écoulement donnée. Pour une pression nulle on a évidemment $f_0 = 0$.

La considération de la précontrainte caractéristique

$$n_0 = \frac{n_c}{2,4}$$

ou de la préflèche $f_0 = \beta \frac{l^2}{v}$ avec $\beta = \frac{n_0}{\pi^2 E}$ n'est donc valable que pour la détermination de la pression limite n_s , correspondant à une limite d'écoulement n_e .

4° Extension aux pièces composées de membrures assemblées par treillis et au flambement composé.

L'affaissement d'une barre à treillis est conditionné par celui du tronçon de membrure le plus comprimé.

En négligeant en première approximation l'influence de la déformation complémentaire due à l'effort tranchant, et la raideur des membrures, le problème de la barre à treillis se ramène à celui d'une barre prismatique de même raideur mais ayant une limite d'écoulement :

$$n_e' = \frac{n_c}{kt}$$

kt étant le coefficient de flambement du tronçon. Les mêmes formules sont donc applicables en prenant une précontrainte caractéristique :

$$n_0 = \frac{n_e'}{2,4}.$$

La déformation complémentaire due à l'effort tranchant amène à prendre une pression critique d'Euler $\frac{n_c}{\lambda}$ (voir dans la notation la signification de λ), la précontrainte caractéristique restant égale à $n_0 = \frac{n_e'}{2,4}$, de façon à assurer aux pièces composées le même degré de sécurité que celui des pièces prismatiques. L'effort tranchant se calcule dans ces hypothèses sans difficulté, et permet la vérification des treillis et de leurs attaches.

La prise en compte de la raideur des membrures se fait classiquement en application des mêmes principes.

Dans le cas d'une barre prismatique simultanément fléchie et comprimée, l'équation d'équilibre montre que le principe de superposition des effets des forces reste applicable à condition d'affecter le moment de son coefficient d'amplification λ . Si n_f est la contrainte de flexion due aux forces transversales, il résulte de cette équation d'équilibre, que la barre considérée de limite d'écoulement n_e se comporte au flambement comme si elle n'était soumise qu'à la compression axiale, mais avec une limite d'écoulement fictive :

$$n_e' = n_e - sn_f \lambda.$$

La précontrainte caractéristique est $n_0 = \frac{n_e'}{2,4}$.

Il y a concordance expérimentale à peu près parfaite avec les essais de Kollbrunner sur des barres d'acier rectangulaires soumises à une compression excentrée (*Stahlbau*, 18 mars 1938).

Il y a ainsi raccordement complet de la flexion simple au flambement simple.

Cette théorie s'étend d'ailleurs sans difficultés aux barres à treillis ou barrettes, ainsi qu'aux barres à moment d'inertie variable.



Effort tranchant :

$$T = \frac{n_e - n_s}{s} \frac{I}{V} \frac{\pi}{l} \quad (2)$$

B. Emploi des formules et notations

1° FORMULES FONDAMENTALES

- k = coefficient de flambement.
 n_s = pression critique limite.
 n_c = pression critique d'Euler rectifiée.
 n_0 = précontrainte caractéristique.
 n_e = limite d'écoulement rectifiée.
 $\frac{I}{V}$ = module de flexion dans le plan de flambement.
 l = longueur de la pièce entre articulations.
 s = coefficient de sécurité par rapport à la limite élastique = $\frac{10}{6}$.

2° FLAMBEMENT SIMPLE

a) Pièces prismatiques

n_e = limite d'écoulement ou limite apparente d'élasticité.

$$n_c = \text{pression critique d'Euler } n_c = \frac{\pi^2 E}{\gamma^2}$$

$$\gamma = \text{élancement } \gamma = \frac{l}{\rho}$$

ρ = rayon de giration dans le plan de flambement.




R = contrainte admissible en traction ou compression simple. $R = \frac{n_e}{s}$

λ = coefficient de majoration de la déformation (prise en compte de la déformation complémentaire due à l'effort tranchant).

$$\lambda = 1 + \frac{n_c}{G} \frac{\Omega}{S}$$

Ω = section de la barre.

C. Flambement simple (Compression axiale seule)

		Première condition de stabilité sous pression n	Deuxième condition de stabilité sous l'effort tranchant	Observations
Cas 1	Pièces prismatiques 	$n_e = n_e$ $n_c = n_c$ Vérifier que : $k n \leq R$	$T = \left(1 - \frac{1}{k}\right) \frac{I}{V} \frac{\pi}{l} R$ En première approximation on peut prendre $T = \Omega \text{ mm}^2 \times 0,35 \text{ kg}$	Dans le cas d'une âme très mince dans le plan de flambement $n_c = \frac{n_e}{\lambda}$
Cas 2	Pièces réticulées 	$n_e = \frac{n_e}{k_t}$ $n_c = \frac{n_c}{\lambda}$ Vérifier que : $kk_t n \leq R$	$T = \left(1 - \frac{1}{k'}\right) \frac{I}{V} \frac{\pi}{l} \frac{R}{k_t'}$ En première approxim. (si $\lambda \leq 2$) on peut prendre $T = \Omega \text{ mm}^2 \times 0,35 \text{ kg}$	Dans les pièces normalement construites on a rarement $\lambda > 2$ La formule approchée de T donne une valeur par excès surtout pour les petits et grands élancements.
Cas 3	Pièces composées à membres continus 	$n_e = \frac{n_e}{\lambda}$ $n_c = n_c \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{\Sigma t_i}{I}\right)$ Vérifier que : $kk_t n \leq R$	$T = \left(1 - \frac{1}{k_1'}\right) \left(\frac{I}{V}\right)' \frac{\pi}{l} \frac{R}{k_t'}$ En première approxim. (si $\lambda \leq 2$) on peut prendre : $T = \Omega \text{ mm}^2 \times 0,35 \text{ kg}$	

TABEAU I



D. Flambement composé (Compression axiale et forces ou couples transversaux simultanés)

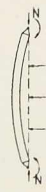
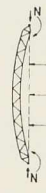
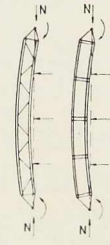
		Première condition de stabilité sous pression n	Deuxième condition de stabilité sans effort tranchant	Observations
Cas 1	Pièces prismatiques 	$n_c = n_c - sn_5$ $n_5 = \frac{M_0 V}{I} \lambda$ $n_c = n_c$ Vérifier que : $k_n + n_5 \leq R$	$T = \frac{\pi}{l} \left[M_0 (\lambda - 1) + \frac{1}{V} \left(1 - \frac{1}{k} \right) (R - n_5) \right]$	Observations communes aux 3 cas Le moment maximum M_0 des forces transversales est supposé se produire dans la section médiane. Les expressions de l'effort tranchant ne concernent que l'effort tranchant complémentaire de flambement. Il faut y ajouter l'effort tranchant des forces transversales.
Cas 2	Pièces réticulées 	$n_c = \frac{n_c}{k_t} - sn_5$ $n_5 = \frac{M_0 V}{I} \lambda_1$ $n_c = \frac{n_c}{\lambda}$ Vérifier que : $k_t (kn + n_5) \leq R$	$T = \frac{\pi}{l} \left[M_0 (\lambda_1 - 1) + \frac{I}{V} \left(1 - \frac{1}{k'} \right) \left(\frac{R}{k'_t} - n_5 \right) \right]$	
Cas 3	Pièces composées à membrures continues 	$n_c = \frac{n_c}{k_t} - sn_5$ $n_5 = M_0 \left(\frac{V}{I} \right)' \lambda_1$ $N_c = n_c \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{\sum i}{I} \right)$ Vérifier que : $k_t (kn + n_5) \leq R$	$T = \frac{\pi}{l} \left[M_0 (\lambda_1 - 1) + \left(\frac{I}{V} \right)' \left(1 - \frac{1}{k'_t} \right) \left(\frac{R}{k'_t} - n_5 \right) \right]$	

TABLEAU II

S = section réduite.

G = module d'élasticité transversal.

$$\left(G = \frac{2}{5} E \text{ pour l'acier} \right).$$

b) Pièces réticulées

(membrures supposées articulées à chaque nœud)

k_t = coefficient de flambement du tronçon de membrure.

k_t' = coefficient de flambement du tronçon de membrure calculé avec $\frac{n_0}{5}$

k' = coefficient de flambement de l'ensemble calculé par les formules (1) mais avec :

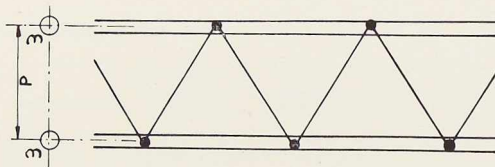
$$n_c = \frac{n_c}{k'_t} \quad n_c = \frac{n_c}{\lambda}$$

$$\lambda = 1 + \frac{n_c}{G} \frac{\Omega}{\Omega_a}$$

Ω = section totale des membrures.

Ω_a = âme équivalente.

n_c = pression critique d'Euler calculée sans tenir compte de la raideur des membrures (annexe).



$\frac{I}{V}$ = module de résistance déterminée sans tenir compte de la raideur des membrures (annexe).

c) Pièces composées à membrures continues

I = moment d'inertie de l'ensemble dans le plan de flambement compte non tenu de la raideur des membrures (voir annexe).

Σi = somme des moments d'inertie des membrures dans le plan de flambement.

V = dans l'ensemble, distance à l'axe neutre du centre de gravité de la membrure la plus comprimée dans le plan de flambement.

v = dans la membrure, distance de l'axe neutre à la fibre la plus comprimée dans le plan de flambement.

k_1' = coefficient de flambement de l'ensemble calculé par les formules (1) mais avec :

$$n_e = \frac{n_c}{k_1' l}$$

$$n_c = n_c \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{\varepsilon_i}{I} \right)$$

λ = calculé comme dans le cas des pièces réticulées (sans tenir compte de la raideur des membrures).

$\left(\frac{I}{V} \right)'$ = module de résistance rectifié.

$$\left(\frac{I}{V} \right)' = \frac{\frac{I}{\lambda} + \varepsilon_i}{\frac{V}{\lambda} + v}$$

3° FLAMBEMENT COMPOSÉ

M_0 = moment maximum des forces et couples transversaux. Ce maximum est supposé se produire dans la section médiane.

χ = coefficient d'amplification du moment en approximation, par excès on peut prendre :

$$\chi = \frac{n_c}{n_c - 2a}$$

χ_1 = coefficient d'amplification du moment rectifié en tenant compte de la déformation

Fig. 442 (à gauche).
Pièce réticulée (membrures articulées aux nœuds).

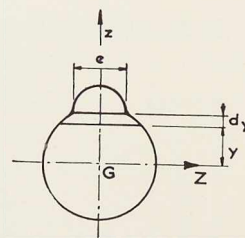


Fig. 443 (à droite).

complémentaire due à l'effort tranchant. On peut prendre approximativement :

$$\chi_1 = \frac{n_c}{n_c - 2n}$$

Ces valeurs approchées du coefficient d'amplification donnent cependant dans certains cas des valeurs notablement trop élevées. Il faudra donc dans certains cas appliquer les valeurs exactes dont le calcul constitue un problème d'élasticité bien connu.

k_1' = coefficient de flambement de l'ensemble, calculé par les formules (1) mais avec :

$$n_c = \frac{n_e}{k_1' l} - sn_5, \quad n_c = \frac{n_c}{\lambda}$$

k_1' = coefficient de flambement de l'ensemble calculé par les formules (1) mais avec :

$$n_e = \frac{n_e}{k_1' l} - sn_5$$

$$n_c = n_c \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{\Sigma i'}{I} \right)$$

Remarque : Dans les trois cas du tableau, les termes I , $\frac{I}{V}$, $\left(\frac{I}{V} \right)'$ ont la même signification que dans le cas correspondant du flambement simple.

E. Annexe

1° SECTION RÉDUITE

On sait qu'au point de vue de la déformation due à l'effort tranchant, tout se passe comme si l'hypothèse de Bernoulli était exacte, la surface de section de la poutre étant toutefois remplacée par la section réduite S (fig. 443).

$$S = \frac{I_s^2}{\int \frac{M_s^2}{e} dy}$$

Pour une section rectangulaire $S = \frac{5}{6} \Omega$;
pour une section de double té, la section réduite



est égale approximativement à la section de l'âme.

2° PIÈCES RÉTICULÉES
(membrures articulées aux nœuds)

L'assimilation à une poutre prismatique se fait en posant :

$$I = \omega \frac{d^2}{2} \quad V = \frac{d}{2} \quad \text{d'où} \quad \frac{I}{V} = \omega d$$

La pression critique d'Euler est

$$n_c = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l}{\rho}\right)^2} \quad \text{avec} \quad \rho = \frac{d}{2}$$

3° PIÈCES COMPOSÉES À MEMBRURES CONTINUES

L'assimilation de la poutre prismatique se fait en prenant un moment d'inertie $I + \Sigma i$ et une demi-hauteur $V + v$ d'où un module de résistance $\frac{I + \Sigma i}{V + v}$ en tenant compte de la déformation due à l'effort tranchant

$$\frac{\frac{I}{\lambda} + \Sigma i}{\frac{V}{\lambda} + v}$$

La conception de la sécurité est basée sur le terme n_s que dans les formules fondamentales (1) nous appelons *pression critique limite*.

a) Flambement simple des pièces prismatiques
(Tableau I, cas 1)

Il résulte de notre théorie que la pression n_s est pour une pièce droite prismatique en acier doux, de limite d'écoulement connue n_e , une pression au-dessous de laquelle l'affaissement ne peut se produire qu'exceptionnellement, malgré différentes causes tendant à provoquer cet affaissement, telles que l'inhomogénéité du métal, les défauts inévitables de rectitude et de centrage, etc. C'est par confrontation avec de nombreux essais que la précontrainte caractéristique qui détermine n_s , a été prise égale à $n_0 = \frac{n_e}{2,4}$.

La pression n_s joue donc dans le flambement un rôle équivalent à celui de la limite d'écoulement dans la compression simple, les incertitudes propres au flambement se trouvant éliminées : le problème du flambement est ainsi ramené à celui de la compression simple.

Si l'on connaît la valeur particulière n_e' de la limite d'écoulement de l'acier constituant la pièce

à vérifier, c'est cette valeur qui pourra être prise en compte dans les formules (1) pour le calcul de n_s , et du coefficient de flambement $k = \frac{n_e'}{n_s}$ permettant de vérifier la stabilité par la condition :

$$kn \leq R$$

Mais si, comme c'est le cas le plus général, on n'a pas d'indication certaine sur cette valeur particulière de la limite d'écoulement, la question se pose de savoir quelle valeur de n_e il faut prendre en compte pour l'acier doux, cette même question se posant d'ailleurs qu'il s'agisse de flexion, de compression simple, ou de traction. La limite d'écoulement de compression simple étant sensiblement égale à celle de traction pour l'acier doux ordinaire, on peut se reporter aux essais de traction. On sait que ces essais présentent une certaine dispersion. Si l'on dispose d'un nombre suffisant d'essais, l'étude de la courbe de dispersion doit aboutir à la détermination d'une valeur de la limite d'écoulement,

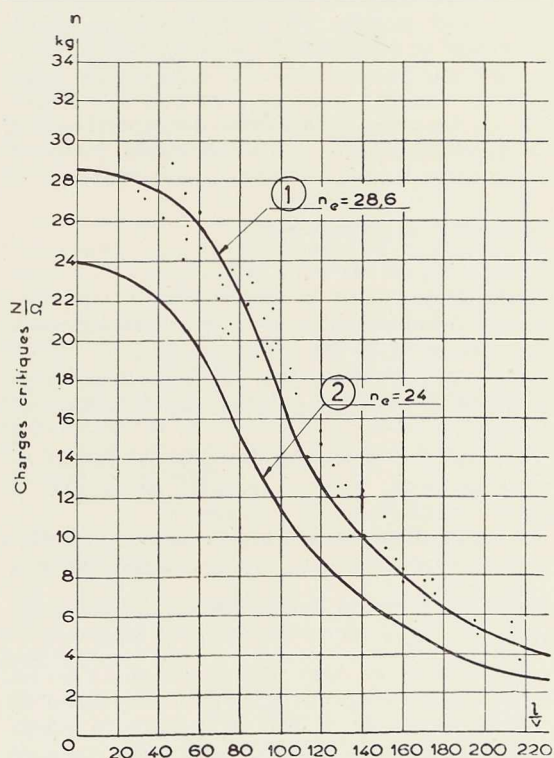


Fig. 444. Courbes représentant la variation de n_s (1) et de n_s (2) en fonction de l'élancement γ .



telle que la probabilité de ruine résultant des valeurs anormalement basses, soit suffisamment faible pour être négligeable.

Des essais systématiques effectués par la S. N. C. F. et la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Constructions Métalliques de France, sur une série de 10 000 éprouvettes en acier doux de provenances les plus diverses, il semble résulter que cette conception oblige à ne pas dépasser la valeur $n_e = 24 \text{ kg/mm}^2$ admise dans les Règles d'utilisation de l'acier, et ceci malgré que la valeur moyenne ressorte à $28,6 \text{ kg/mm}^2$.

Dans les projets on applique donc les formules (1) avec $n_e = 24 \text{ kg/mm}^2$, ce qui donne

$$n_0 = \frac{24}{2,4} = 10.$$

On a ainsi éliminé à la fois les incertitudes propres au phénomène du flambement, et celles qui proviennent de la dispersion de la valeur de la limite d'écoulement. La probabilité d'affaissement par flambement sous une pression n_s , calculée avec ces valeurs, peut donc être considérée comme suffisamment faible pour être négligeable, et on peut prendre par rapport à n_s le même coefficient de sécurité que par rapport à n_e dans le cas d'une barre tendue. On aboutit ainsi à un système cohérent puisque quel que soit l'élanement, à un état critique bien défini, correspond un degré de sécurité, qui est le même que celui d'une barre tendue.

Vérification expérimentale

Sur la figure 444 nous avons tracé en (1) une courbe représentant la variation de n_s en fonction de l'élanement γ avec $n_e = 24 \text{ kg/mm}^2$, $n_0 = 10$, $E = 21\,000$.

On voit que cette courbe se trouve très largement en dessous de tous les points d'essai de Tetmayer.

Par ailleurs il résulte du principe même de notre méthode, qu'il est possible de calculer la pression d'affaissement probable n_z .

Il suffit d'appliquer les formules (1) en prenant une précontrainte caractéristique cinq fois plus petite que pour le calcul de n_s , soit $n_0' = \frac{n_e}{12}$ et n_s devient n_z .

En dehors de tous renseignements sur les valeurs particulières de la limite d'écoulement de chaque éprouvette, il faut ici prendre la valeur moyenne, qui a été trouvée égale à $28,6 \text{ kg/mm}^2$ sur 10 000 éprouvettes de traction, à la suite des essais cités plus haut.

La courbe (2) représente la variation de n_z

en fonction de γ , avec $n_e = 28,6 \text{ kg/mm}^2$,

$$n_0 = \frac{28,6}{12} = 2,38.$$

On voit qu'elle passe sensiblement dans la région moyenne des points d'essais les mieux groupés de Tetmayer, ce qui vérifie l'exactitude de notre hypothèse fondamentale.

b) Pièces composées de membrures assemblées par treillis ou barrettes

L'hypothèse fondamentale admise et vérifiée dans les barres prismatiques s'étend aux pièces composées, et permet de donner au problème du flambement des dites pièces, une solution cohérente. La conception de la sécurité reste rigoureusement la même. Si, en première approximation, on néglige la raideur des membrures et la déformation complémentaire due à l'effort tranchant, l'affaissement de la barre composée est conditionné par celui du tronçon de membrure le plus comprimé. On est ainsi ramené à l'étude du flambement d'une pièce prismatique, dont la limite d'écoulement ne serait plus n_e , mais bien $\frac{n_e}{kt}$, kt étant le coefficient de flambement du tronçon de membrure, calculé par les formules fondamentales (1).

Cependant la déformation complémentaire provenant de l'effort tranchant ne peut pas toujours être négligée, car il peut en résulter une majoration importante des contraintes. Dans une pièce réticulée, il suffit de remplacer n_e par $\frac{n_e}{\lambda}$.

La précontrainte caractéristique doit être conservée, de façon à assurer aux pièces composées le même degré de sécurité que celui des pièces prismatiques. La prise en compte de la raideur des membrures se fait classiquement, en application des mêmes principes.

La détermination de l'effort tranchant nécessaire à la vérification des liaisons, entre les membrures, se fait sans difficulté.

c) Conclusion

De ce qui précède on peut dire que notre conception de la sécurité dans le flambement est fondamentalement probabiliste. Elle aboutit en effet pour une pièce donnée à la détermination de deux pressions critiques :

- L'une n_z correspond à une probabilité d'affaissement très grande.
- L'autre n_s correspond au contraire à une probabilité d'affaissement assez petite pour être négligeable.



La première ne peut servir de base qu'à une conception empirique de la sécurité, car elle oblige à admettre un coefficient de sécurité variable avec l'élanement, et suffisamment grand pour couvrir des incertitudes mal connues. Encore que la possibilité du calcul de n_s , par une méthode rationnelle, puisse être considérée comme un progrès par rapport aux anciennes méthodes qui n'avaient d'autre recours que de s'appuyer sur des formules de raccordement plus ou moins justifiées avec l'hyperbole d'Euler, nous ne lui accordons cependant d'autre valeur que celle d'un moyen de vérification expérimentale, et de discussion théorique.

La seconde est pour nous pratiquement la seule intéressante car elle élimine les incertitudes propres au flambement et à la dispersion de la limite d'écoulement. Elle permet ensuite de construire une méthode de calcul simple et précise, permettant de prendre en compte tous les phénomènes qui influent sur la stabilité au flambement dans les cas les plus complexes. Elle permet d'aboutir à une conception de la sécurité générale et cohérente, puisque tous les éléments d'un système ont ainsi une même probabilité très faible de ruine, qu'il s'agisse de traction, de compression simple et de flambement (1).

Et c'est bien de ce résultat qu'on doit chercher à se rapprocher sauf cas exceptionnels dans toute construction rationnellement étudiée : il est inutile que l'un des maillons d'une chaîne soit plus résistant que tous les autres, car c'est le maillon le plus faible qui fixe la résistance de l'ensemble.

Remarque

Il ne faut pas perdre de vue que la pression limite n_s ne tient compte des imperfections de forme que pour autant qu'elles entrent dans les tolérances admises pour une exécution correcte de la pièce qui doit être droite. La flèche initiale constituant notre hypothèse fondamentale, est une *flèche initiale fictive*, et ce serait une erreur de penser qu'une pièce est correcte tant qu'elle ne présente pas une flèche supérieure. Tout défaut de rectitude dépassant les tolérances courantes doit être considéré comme une malfaçon de nature à diminuer la sécurité et dont il faut éventuellement tenir compte.

II. Exemple d'application

Nous nous placerons intentionnellement dans

(1) Cette cohérence s'étend également à la flexion si l'on tient compte de l'adaptation de plasticité suivant la « Méthode par adaptation contrôlée » (voir notre exposé du 17 juin 1947 à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics).

le cas complexe d'une poutre à échelles, de façon à faire mieux comprendre le mécanisme de notre méthode.

Considérons la barre représentée figure 445, exécutée en acier doux ordinaire, articulée à ses deux extrémités

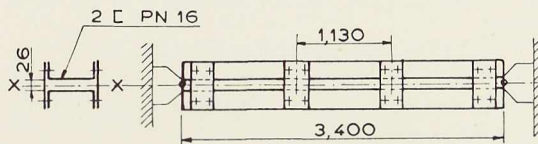


Fig. 445. Barre articulée à ses deux extrémités.

Caractéristiques : Pour l'ensemble :

Section brute : $\Omega = 5\,200 \text{ mm}^2$
 Moment d'inertie suivant XX : $I_{XX} = 686,6 \text{ cm}^4$
 Rayon de giration correspondant : $\rho_{XX} = 3,62$
 Elancement : $\gamma_e = \frac{l}{\rho} = \frac{340}{3,62} = 94$.

Pour le tronçon :

Section brute : $\omega = 2\,400 \text{ mm}^2$
 Plus petit moment d'inertie : $i_1 = 85,3 \text{ cm}^4$
 Rayon de giration : $\rho_1 = 1,88$
 $l_1 = 1,13 \text{ m}$
 Elancement : $\gamma_t = \frac{l_1}{\rho_1} = \frac{113}{1,88} = 60$.

Il s'agit de déterminer la valeur de la compression axiale qu'elle peut supporter sous charges d'exploitation avec un degré de sécurité équivalent à celui des autres éléments de l'ossature dont elle est supposée faire partie. On voit immédiatement qu'on se trouve dans le cas (3) des formules d'application du flambement simple (tableau I, p. 310).

1° Stabilité sous contrainte normale dans les membrures

Sous réserve de vérification concernant l'effort tranchant, la pression maximum admissible est donnée par :

$$n = \frac{R}{kkt}$$

a) Calcul de kt (formules du cas 1).

$$n_c = 24, \quad \gamma_t = 60, \quad n_c = \frac{207\,200}{60} = 57,57$$

$$n_1 = \frac{1}{2} (57,57 + 10 + 24) = 45,78$$

$$n_s = 45,78 - \sqrt{45,78^2 - 57,57 \times 24} = 19,08$$

$$kt = \frac{24}{19,08} = 1,26.$$

(Sur le tableau page 23 des Règles d'Utilisation de l'Acier on peut lire en face de $\gamma = 60$, $k = 1,259$.)

b) Calcul de k (fig. 446).

Dans une poutre à échelle l'âme équivalente Ω_a est donnée par :

$$\frac{1}{\Omega_a} = 0,385 \left(\frac{a^2}{24 I_m} + \frac{ah}{12 I_t} \right)$$

$$a = 113 \text{ cm.} \quad h = 2,6 + 1,82 \times 2 = 6,28 \text{ cm.}$$

$$I_m = 85,3 \text{ cm}^4.$$

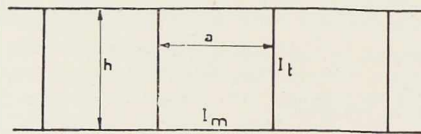


Fig. 446. Poutre à échelle.

Pour deux barrettes en plat de 150/8, $I_t = 450 \text{ cm}^4$

$$\frac{1}{\Omega_a} = 0,385 \left[\frac{113^2}{24 \times 85,3} + \frac{113 \times 6,28}{12 \times 450} \right] = 2,46.$$

Le coefficient de majoration de la flèche est donné par :

$$\lambda = 1 + \frac{n_c}{G} \frac{\Omega}{\Omega_a}$$

dans laquelle n_c est la contrainte critique d'Euler de l'ensemble de la poutre, la raideur des membrures négligée. En négligeant cette raideur, le rayon de giration devient :

$$\rho = \frac{h}{2} = 3,14 \text{ cm, correspondant à } I = \Omega \frac{h^2}{4} = 514 \text{ cm}^3$$

$$\frac{l}{\rho} = \frac{340}{3,14} = 108 \quad n_c = \frac{207\,200}{108^2} = 17,8 \text{ kg/mm}^2$$

$$\lambda = 1 + \frac{17,8}{8\,400} \times 52 \times 2,46 = 1,271.$$

En tenant compte de la raideur des membrures la pression critique d'Euler rectifiée est :

$$n_c = n_c \left(\frac{1}{\lambda} + \frac{\varepsilon i}{1} \right) = 17,8 \left(\frac{1}{1,271} + \frac{170,6}{514} \right) = 20 \text{ kg/mm}^2$$

Limite d'écoulement rectifiée :

$$n_e = \frac{n_c}{kt} = \frac{24}{1,26} = 19,08$$

$$n_0 = \frac{19,08}{2,4} = 7,94$$

$$n_4 = \frac{1}{2} (20 + 7,94 + 19,08) = 23,51$$

$$n_s = 23,51 - \sqrt{23,51^2 - 20 \times 19,08} = 10,5$$

$$k = \frac{19,08}{10,5} = 1,815.$$

c) Charge maximum admissible

La pression admissible est :

$$n = \frac{R}{kkt} = \frac{14,4}{1,815 \times 1,26} = 6,3 \text{ kg/mm}^2.$$

Charge maximum admissible :

$$N = 6,3 \times 5\,200 = 37\,200 \text{ kg}$$

2° Stabilité sous l'effort tranchant

L'effort tranchant maximum est donné par :

$$T = \left(1 - \frac{1}{k_1'} \right) \left(\frac{I}{V} \right)' \frac{\pi}{l} \frac{R}{k't}.$$

Un calcul analogue à celui que nous avons fait ci-dessus pour kt , mais en prenant $n_0 = 2$ au lieu de $n_0 = 10$, donne :

$$k't = 1,057$$

k_1' se détermine alors par un calcul analogue à celui de k mais en prenant :

$$n_c = \frac{n_c}{k't} = \frac{24}{1,057} = 22,7 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{et } n_0 = \frac{n_c}{2,4} = \frac{22,7}{2,4} = 9,45$$

$$n_1 = \frac{1}{2} (20 + 9,45 + 22,7) = 26,07$$

$$n_s = 26,07 - \sqrt{26,07^2 - 20 \times 22,7} = 11,07 \text{ kg/mm}^2$$



$$k_1' = \frac{22,7}{11,07} = 2,05$$

$$\left(\frac{I}{V}\right)' = \frac{\frac{1}{\lambda} + \Sigma i}{\frac{V}{\lambda} + v} = \frac{\frac{514}{1,271} + 170,6}{\frac{7,8}{1,271} + 4,66} = 53,3 \text{ cm}^3$$

$$T = \left(1 - \frac{1}{2,05}\right) 53,3 \times \frac{3,14}{3,40} \times \frac{14,4}{1,057} = 344 \text{ kg}.$$

La part de cet effort tranchant pris par l'effet poutre est :

$$\frac{344 \times 514}{514 + 170,6} = 258 \text{ kg}.$$

En application de la théorie simplifiée de Viendeel, le moment secondaire dans les membrures des mailles extrêmes est :

$$\frac{258 \times 0,565}{2} = 73 \text{ kgm}.$$

Le module de résistance d'une membrure étant $\frac{v}{i} = 18,3 \text{ cm}^3$, la contrainte secondaire correspondante est :

$$\frac{73}{18,3} = 3,98 \text{ kg/mm}^2$$

et la contrainte totale : $6,3 + 3,98 = 10,28 \text{ kg/mm}^2 < 14,4$.

Il en résulte que l'affaissement se produira bien par flambement des tronçons de membrure centraux, ce qui confirme le résultat précédent.

3° Considérations sur la sécurité

La charge critique limite de la pièce considérée est :

$$N_s = 10,5 \times 5\,200 = 54\,700 \text{ kg}.$$

Il résulte des considérations exposées au paragraphe I, qu'il ne s'agit pas de la charge critique avec la signification qu'on a coutume de lui donner et qui est synonyme de charge de rupture quand il s'agit de flambement. La probabilité d'affaissement de la barre sous une charge axiale de 54 700 kg est très faible. Le calcul de la charge d'affaissement probable se ferait sans difficulté, en suivant les règles posées au paragraphe I :

Pour le tronçon de membrure :

$$\gamma t = 60 \quad n_c = 57,57$$

$$n_0' = \frac{28,6}{12} = 2,38$$

$$n_1 = \frac{1}{2} (57,57 + 2,38 + 28,6) = 44,27$$

$$n_2 = 44,27 - \sqrt{44,27^2 - 57,57 \times 28,6} = 26,52 \text{ kg/mm}^2.$$

Pour l'ensemble :

$$n_c = 20 \quad n_0' = \frac{26,52}{12} = 2,22 \quad n_c = 26,52$$

$$n_4 = \frac{1}{2} (20 + 2,21 + 26,52) = 24,36$$

$$n_2 = 24,36 - \sqrt{24,36^2 - 20 \times 26,52} = 16,50 \text{ kg/mm}^2.$$

Charge d'affaissement probable :

$$N_2 = 16,50 \times 5\,200 = 86\,000 \text{ kg}.$$

La barre représentée figure 102 est la reproduction de celle dont la rupture par flambement a entraîné le 7 décembre 1909 la ruine du gazomètre de 200 000 m³ de la nouvelle usine de Grasbrook à Hambourg (1).

Les essais faits au Laboratoire Royal de Berlin-Lichterfelde sur une barre semblable à la suite de cette catastrophe ont donné comme charge de rupture : 89 400 kg.

La charge d'affaissement probable telle que nous l'avons calculée donne donc un écart de 3,5 %, ce qui peut être considéré comme une concordance expérimentale très satisfaisante.

Les barres semblables à celle de la figure 445, et qui entraînent dans l'ossature du gazomètre, devaient supporter sous charges d'exploitation une compression axiale de 52 500 kg. La charge critique limite étant $N_s = 54\,700 \text{ kg}$, il en résultait pour ces barres un coefficient de sécurité, dans le sens que nous lui donnons, égal à :

$$\frac{54\,700}{52\,500} = 1,04$$

ce qui signifie que ces barres présentaient une sécurité comparable à une barre tendue travaillant à :

$$\frac{24}{1,04} = 23 \text{ kg/mm}^2.$$

Il suffisait donc d'un dépassement relativement très faible de la charge théorique pour mettre la stabilité en danger, et cette circonstance explique la catastrophe. D'une part la charge théorique pouvait être dépassée pour diverses raisons : dilatations locales, affaissement inégal des appuis,

(1) Les données sur la catastrophe ont été relevées dans l'ouvrage de GELBLUM, *Charpentes rationnelles les plus économiques*.



etc. D'autre part parmi toutes les barres comprimées il pouvait s'en trouver qui comportent des défauts de structure du métal, susceptibles de donner une charge de rupture comprise entre 54 700 kg et 86 000 kg.

Le projeteur avait sans doute prévu une marge qui semblait le garantir de toutes ces incertitudes, puisque son calcul faisait ressortir un coefficient de sécurité, par rapport à la rupture, de 4,6. Mais ce chiffre était illusoire d'abord par suite de l'emploi abusif de la formule d'Euler, aggravé d'une hypothèse de 1/2 encastrement. Ensuite parce qu'il avait dans son calcul assimilé complètement la barre composée, à une barre prismatique, du fait que l'élanement du tronçon de membrure était inférieur à l'élanement de l'ensemble, et c'est là une autre erreur fondamentale.

Cette catastrophe provient, comme on le constate presque toujours en pareil cas, d'une série d'erreurs dont les effets se cumulent. Sans doute, en 1909, ces erreurs étaient-elles en partie excusables. Mais il est cependant évident que la disposition constructive adoptée était défectueuse : les barrettes étaient trop écartées.

Si l'on essaie en effet d'obtenir un renforcement par le procédé le moins coûteux, c'est-à-dire simplement en écartant les membrures, on constate qu'on n'arrive à aucun résultat satisfaisant, car l'augmentation du moment d'inertie est compensée en partie par l'augmentation de λ . La pression critique d'Euler rectifiée, n'augmente ainsi que lentement, et par suite n_s .

Il faut donc augmenter le nombre des barrettes. En augmentant ce nombre de 2, ce qui réduit la longueur d'une maille à 68 cm au lieu de 113, et en écartant les membrures à 100 mm au lieu de 26, on obtient :

$$kt = 1,07, \quad \lambda = 1,482, \quad n_c = 61,7$$

$$\text{et } n_s = 18,52 \text{ kg/mm}^2$$

ce qui correspond à une pression admissible de $\frac{18,52}{1,666} = 11,10 \text{ kg/mm}^2$ et à une charge maximum admissible de : $11,10 \times 5\,200 = 57\,800 \text{ kg}$, soit une valeur supérieure à la charge théorique d'exploitation. Le plan de flambement reste le même que celui de la barre représentée figure 1, dans le plan perpendiculaire en effet, la charge maximum admissible est de 62 000 kg, et cependant le moment d'inertie dans le plan de flambement est notablement plus grand que dans ce plan perpendiculaire. Ceci montre le danger de l'assimilation d'une barre composée à une barre prismatique.

En laissant de côté les erreurs possibles d'évaluation des surcharges, que nous n'avons pas ici à discuter, on voit par cet exemple que la conception nouvelle de la sécurité dans le flambement, réduisant les incertitudes au minimum, conduit à un degré de sécurité aussi bien connu, et aussi réel que dans le cas d'une simple barre tendue. Sans doute les calculs sont-ils plus complexes que dans la conception empirique, mais c'est là la rançon de tout progrès dans la résistance des matériaux. On peut d'ailleurs remarquer qu'il ne s'agit que d'une complexité apparente, car quel que soit le problème traité, il se ramène à l'application des formules fondamentales (1), et on peut, sur un seul abaque, trouver en simple lecture les coefficients k , kt , $k't$ et k_1' que nous avons calculés à titre d'exemple. Les bureaux d'études de construction métallique peuvent ainsi résoudre, aussi rapidement que par le passé, et plus économiquement, les problèmes courants, qui leur sont posés. Ils peuvent aussi résoudre, sans plus de difficulté et avec certitude, les problèmes les plus complexes du flambement, dont les anciennes méthodes ne donnent pas la résolution.

J. D.

Articles à paraître prochainement :

La Foire de Métallurgie de Liège.

La reconstruction du viaduc de Moresnet, par A. DEHAEN.

La Charpente métallique de la Centrale de Gennevilliers (France).

Le nouveau pont de Fragnée à Liège.

Habillage des constructions métalliques.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois d'avril 1949

		Production acier lingot en tonnes		
		Belgique	Luxembourg	Total
Avril	1949	350 454	208 318	558 772
Mars	1949	408 946	254 029	662 975
Janv.-Avril	1949	1 472 907	905 806	2 388 713
Jan.-Avril	1948	1 238 524	732 124	1 970 648

Des restrictions volontaires des usines ont ramené la production d'avril à quelque 15 % en dessous de celle du mois de mars. Il faut espérer que de nouvelles restrictions pourront être évitées. Trois hauts fourneaux ont été éteints à

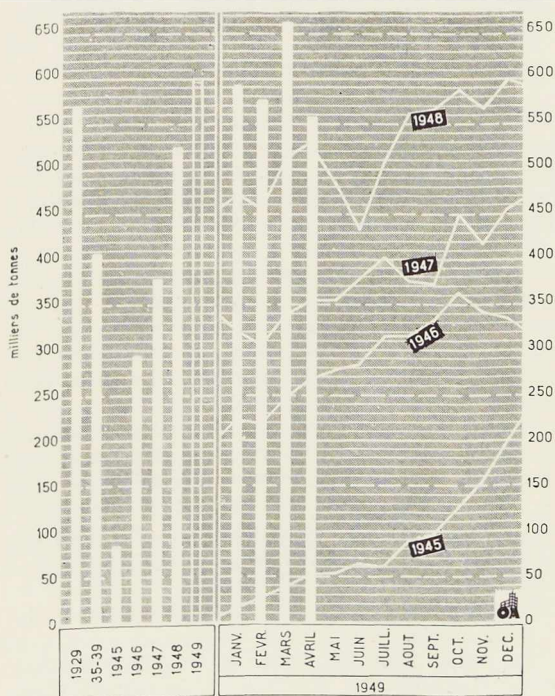


Fig. 447. Production mensuelle des aciéries belges et luxembourgeoises.

Cockerill, Espérance et Musson respectivement.

Lors d'une réunion des sidérurgistes tenue à Luxembourg le 28 avril, les prix des aciers marchands et profilés aux marchés libres ont été fixés à un niveau très proche de celui des marchés organisés. La situation étant ainsi clarifiée, on peut escompter que les acheteurs abandonneront la réserve dont ils faisaient montre depuis quelque temps.

Les ajustements de prix à l'exportation font évidemment rebondir avec plus d'acuité la question des cotations déficitaires appliquées à la consommation intérieure. Un redressement des prix semble maintenant inévitable.

Les approvisionnements en matières premières sont assurés. Les arrivages de minerais luxembourgeois sont en augmentation en avril, avec 144 278 tonnes. La production minière du Grand-Duché est néanmoins tombée de 399 079 tonnes en mars à 359 408 tonnes en avril, en raison de l'arrêt des expéditions vers l'Allemagne. Au marché des mitrilles, la faiblesse de prix règne toujours et le changement de la situation politique à Berlin, qui rend probable la reprise d'envois de mitrilles en provenance de la zone russe, n'est évidemment pas fait pour amener un redressement des cours.

Marché intérieur

Depuis la récente hausse des prix intérieurs anglais, hausse qui atteint une moyenne de 9 %, et qui est la conséquence de l'abandon des principales subventions gouvernementales, les prix belges se situent bien en dessous des cotations intérieures de n'importe quel autre pays, abstraction faite de la trizone allemande dont les prix sont basés sur le cours artificiel du mark. Le marché a connu une certaine faiblesse, mais devant la probabilité d'une hausse des prix, les acheteurs hésiteront moins à placer leurs commandes. Les délais de fourniture sont normaux.

Les expéditions de Fabrimétal ont atteint, au cours du mois de mars, un total de 154 572 tonnes contre 146 512 tonnes en février. Ce total comprend entre autres :

En produits de la tôle. 21 897 tonnes (24 105)
 En matériel de chemin
 de fer et tramways . . . 24 311 tonnes (23 422)



En accessoires du bâtiment	8.137 tonnes (8.100)
En ponts et charpentes	8 279 tonnes (7 144)

La situation est mauvaise dans le département du matériel roulant. Les réparations de wagons de la trizone s'achèvent. On n'attend guère que de nouvelles commandes de la France, si dans le cadre du plan Marshall la convention avec ce pays peut être renouvelée. Dans le département des constructions navales, la situation est relativement bonne. De même les réparateurs de navires ont reçu de nouvelles commandes d'Angleterre, de Norvège et de Russie et ils ont pu augmenter de 20 % les effectifs au travail. Par contre, la construction fluviale est dans le marasme.

Marché extérieur

Les conventions conclues avec les pays des marchés organisés nous assurent l'écoulement de tonnages intéressants. Aux marchés libres, les difficultés financières rendent toujours les affaires difficiles et d'autre part la concurrence, tant de nos voisins européens que des Etats-Unis, devient sérieuse.

Les exportations des trois premiers mois de l'année ont atteint les tonnages suivants :

Janvier	320 183 tonnes
Février	339 688 tonnes
Mars	396 796 tonnes
Total	1 056 667 tonnes

Les trois premiers mois de l'année 1948 n'avaient donné comme total que 722 842 tonnes. Suivant l'importance des tonnages, les exportations ont été dirigées notamment vers les pays suivants : Hollande, Angleterre, Etats-Unis, Suède, Danemark, Suisse, Congo belge, Amérique du Sud.

Conférences du C. E. R. E. S.

Le Centre d'Etudes et de Recherches Scientifiques de l'Université de Liège (C. E. R. E. S.) a consacré sa séance d'études du 2 mai à la question des ponts métalliques. Après une allocution introductive du Professeur Campus, M. H. Dumont, Président du Groupement des Constructeurs de Ponts métalliques, qui présidait la séance, a présenté les conférenciers M. E. Dorlet, Ingénieur à la S. A. John Cockerill et M. W. Kerkhofs, Ingénieur à la S. A. La Brugeoise et Nicaise & Delcuve.

M. Dorlet a fait une communication sur le pont-rails d'Herentals sur le Canal Albert ⁽¹⁾. Ce

pont à double voie comporte une travée centrale du type Vierendeel, de 89,54 m de portée ainsi que deux travées d'approche en poutres à âme pleine, de 33,20 m de portée. Le nouvel ouvrage, qui remplace un ouvrage similaire construit en 1934, a une longueur totale de 158,30 m. La charpente du pont, dont tous les assemblages ont été réalisés par rivure, représente un tonnage de quelque 1 200 tonnes.

Le pont de Gellik, objet de la communication de M. Kerkhofs, présente de nombreux points de similitude avec le pont d'Herentals. Cet ouvrage livre passage à la ligne de chemin de fer Hasselt-Maastricht. Le système adopté se compose d'une travée centrale du type Vierendeel et de deux travées d'approche en poutres à âme pleine. Le pont, dont les assemblages sont rivés, a une longueur totale de 180 mètres et pèse environ 1 400 tonnes.

Le pont d'Herentals a été construit par la S. A. John Cockerill et le pont de Gellik par La Brugeoise et Nicaise & Delcuve.

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

La comparaison des règlements élaborés dans les divers pays est très difficile et devient pratiquement impossible lorsqu'il s'agit de tolérances; aussi, une norme sur cette question, dans le cadre de l'Association Internationale de Standardisation (I. S. A.) est toujours d'une grande utilité. L'I. B. N. vient de rééditer la norme NBN 101 traitant des notions fondamentales du système de tolérances I. S. A.; rappelons que la première édition publiée en 1940 a été rapidement épuisée et la Commission compétente de l'I. B. N. n'a pas jugé opportun d'apporter des modifications au texte primitif.

D'autre part, l'I. B. N. met à l'enquête publique le projet de norme NBN 208. Ce projet traitant des baies et châssis de fenêtres prend place dans la série publiée sous le titre général : *Coordination des dimensions des constructions — Système du module* et qui comprend déjà les normes :

- NBN 180 : Directives fondamentales;
- NBN 181 : Directives générales applicables à la maçonnerie.

Le projet NBN 208 traite de la normalisation dimensionnelle des fenêtres et comprend deux

⁽¹⁾ Voir la description de cet ouvrage d'art dans *L'Ossature Métallique*, n° 12-1948, p. 523.



parties : la première est consacrée aux baies de fenêtres; la deuxième traite des châssis.

12^e Congrès International des Centres d'Information de l'Acier à Paris

Le 12^e Congrès International des Centres d'Information de l'Acier se tiendra à Paris du 22 au 25 juin prochain.

Plusieurs communications seront présentées au Congrès, citons notamment les suivantes :

- Tendances en construction de ponts et charpentes;
- Utilisation de la Vermiculite pour la protection des ossatures métalliques contre le feu;
- Développement et perspectives d'emploi des aciers inoxydables aux Etats-Unis;
- Technique de l'étude des marchés des utilisations de l'acier;
- L'emploi du tube d'acier;
- La coopération entre l'ingénieur et l'architecte aux Pays-Bas;
- L'esthétique des constructions métalliques;
- Détails constructifs des éléments de remplissage et de revêtement dans les constructions métalliques.

Le 75^e anniversaire de la Société Minière et Métallurgique de Rodange

Le 75^e anniversaire de la Société Minière et Métallurgique de Rodange a été célébré le 21 mai à Rodange. En même temps a été fêté le jubilé industriel de M. Libotte, Administrateur-Délégué de cette importante entreprise, en l'honneur duquel on a inauguré un monument érigé dans la cour de l'usine. M. A. Meyer, Président du Conseil d'Administration de l'Arbed et Président de la Chambre de Commerce et d'Industrie du Luxembourg, a rendu hommage au jubilaire qui remercia les personnalités présentes et le personnel pour son dévouement. Le Vicomte Berryer, Ministre plénipotentiaire de Belgique à Luxembourg, remit à M. Libotte la croix de Commandeur de l'Ordre de Léopold.

Congrès International de Technique Portuaire, Anvers, juin 1949

A l'occasion du vingtième anniversaire de la Société Flamande des Ingénieurs (V. I. V.), un Congrès international des techniques portuaires se tiendra à Anvers, du 16 au 19 juin.

Le Comité directeur du Congrès est placé sous la présidence de MM. R. De Naeyer, Secrétaire général au Ministère des Travaux Publics et

Ch. Vergeyst, Administrateur-Inspecteur général des Services de l'Escaut maritime.

Les travaux du Congrès seront divisés en quatre sections :

- a) *Travaux portuaires;*
- b) *Outillage des ports;*
- c) *Manutention et conservation dans les ports des marchandises périssables;*
- d) *Sécurité dans les ports.*

Il y a dix ans

Il y a dix ans *L'Ossature Métallique* publiait, dans son numéro 6/1939, un article sur le cinquantième de trois grandes constructions métalliques. Deux lustres viennent encore de passer et les trois ouvrages fêtent cette année leur jubilé de diamant.

La Tour Eiffel, œuvre de l'ingénieur français Gustave Eiffel, fut inaugurée au Champ de Mars à Paris en 1889. D'une hauteur de 300 mètres, cet ouvrage construit entièrement en fer est constitué par quatre montants en treillis rectilignes jusqu'à la première plateforme, curviligne ensuite et relié par des poutres horizontales formant ceinture et partant des plateformes. Le poids total de la tour est de 9 000 tonnes.

Le Pont du Forth en Ecosse, construit par les ingénieurs Sir John Fowler et Benjamin Baker, fut inauguré en mars 1890. Cet ouvrage métallique à quatre travées a une longueur totale de 1 630 mètres. Les travées centrales ont une portée de 521 mètres entre piles. Les travées de rives ont une longueur de 210 mètres. Le tirant d'air au-dessus du niveau des hautes eaux est de 45 mètres. Il fut employé pour la construction du pont du Forth 56 000 tonnes d'acier.

Le pont Lansdowne, inauguré en mars 1889, franchit l'Indus par une travée cantilever de 250 mètres de portée. Cet ouvrage est un pont-rails à voie unique, la travée franchissant le fleuve se compose de deux porte-à-faux de 94,50 m et d'une partie centrale de 61 mètres; œuvre de l'ingénieur anglais Sir Alexander Rendel. Sa construction a absorbé plus de 3 000 tonnes d'acier.

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

Dans le n^o 5-1949 de *L'Ossature Métallique*, nous avons publié un article sur le nouveau hangar construit pour abriter l'avion géant Bristol-Brabazon I.

Nous tenons à signaler que l'exécution de la charpente en acier de ce hangar a été confiée à la Firme Redpath, Brown & Co Ltd.



Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

Annales des Travaux Publics de Belgique - Numéro Jubilaire

Un volume de 213 pages, format 24 × 31 cm, illustré de nombreuses figures. Bruxelles 1949. Fr. : 250.

Les *Annales des Travaux Publics*, organe du Département des Travaux Publics, viennent de publier un remarquable numéro jubilaire. C'est en 1843 que furent créées les *Annales des Travaux Publics de Belgique*. Depuis lors cette publication n'a cessé de tenir au courant ses lecteurs des développements les plus remarquables dans l'art de construire, tant en Belgique qu'à l'étranger.

En 1927 notamment les *Annales* ont publié un mémoire de M. le Professeur Eugène François sur « Les Laboratoires de Recherches dans leur rapport avec l'avenir économique de la Belgique ». Ce mémoire obtint un très grand succès et provoqua un retentissement général; il avait particulièrement intéressé le Roi Albert qui s'en inspira lors des fêtes jubilaires du 110^e anniversaire des Etablissements John Cockerill au cours desquelles le Souverain prononça un discours sur la recherche scientifique en Belgique, discours qui donna naissance à la création du Fonds National de la Recherche Scientifique.

Le numéro jubilaire des *Annales des Travaux Publics* offre un intérêt tout spécial par la variété des études qu'il contient et les personnalités qui les ont signées.

Parmi les études les plus remarquables de ce numéro, préfacé par M. O. Behogne, Ministre des Travaux Publics, et M. R. De Naeyer, Secrétaire général du Ministère des Travaux Publics, citons notamment :

Un siècle d'activité de l'Administration des Ponts et Chaussées, dans le domaine des Voies hydrauliques, par M. G. Willems, Directeur général des Voies hydrauliques et MM. A. Bijls, A. Caulier et J. Blockmans, Inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées;

Note sur l'activité de l'Administration des Bâti-ments, par M. E. Claeys, Directeur général des Bâti-ments;

Quelques considérations sur l'évolution des ponts-roules, par M. G. De Cuyper, Ingénieur en chef-Directeur des Ponts et Chaussées;

Quelques aperçus relatifs à l'évolution de la

résistance des matériaux et de la théorie de l'élasticité et de la plasticité des corps solides, par M. L. Baes, Professeur à l'Université de Bruxelles, Président de l'Association Belge pour l'Etude, l'Essai et l'Emploi des Matériaux (A. B. E. M.);

Les laboratoires d'essais des constructions, par M. F. Campus, Professeur à l'Université de Liège; *Evolution des constructions métalliques*, par M. A. De Marneffe, Professeur à l'Université de Liège;

Essai sur l'évolution de la technique des ponts du réseau des chemins de fer de l'Etat Belge, par M. R. Desprets, Professeur à l'Université de Bruxelles;

L'évolution de la Métallurgie en Belgique au cours des cent dernières années, par M. R. A. Nihoul, Directeur du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier, etc.

Présenté avec soin et accompagné d'une excellente illustration, ce numéro constitue un document très précieux sur le développement du génie civil au cours des cent dernières années.

La pratique des traitements thermiques des métaux industriels

par G. DE SMET.

Un volume de 320 pages, format 15,5 × 24 cm, illustré de 78 figures. Edité par Dunod, Paris, 1949. Prix : 960 francs français.

L'excellent ouvrage de M. De Smet en est à sa troisième édition, c'est que la pratique raisonnée des traitements thermiques basée sur des données scientifiques constitue la clé de voûte de l'emploi des aciers en général et des aciers spéciaux en particulier.

Le livre comporte des données pratiques et concises sur les différentes transformations moléculaires à partir de la fusion du minerai, dans le domaine des métaux ferreux et non ferreux.

Les avantages de la trempe isothermique, du durcissement structural et autres procédés récents sont également mentionnés.

Une vue d'ensemble sur les principaux types de fours, la pyrométrie, les essais des métaux et contrôle en atelier de pièces traitées complète cette étude, fruit de vingt-cinq années d'observations et d'expérience.

(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).



Fireproof Construction (La construction à l'épreuve du feu)

par Walter C. Voss.

Un volume relié de 278 pages, format 15,5 × 23,5 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par D. Van Nostrand Company, Inc., New-York, 1948. Prix : 6 dollars.

Le problème de la sécurité contre le feu reste un des problèmes importants de la construction. Aussi convient-il de saluer le livre du Professeur Voss qui constitue une contribution particulièrement intéressante dans ce domaine.

L'auteur a réuni dans son ouvrage une documentation très utile sur les qualités que doivent posséder les divers éléments d'une construction pour opposer au feu une résistance d'une durée raisonnable. Les principaux chapitres traitent des fondations, de l'ossature, des différents systèmes de planchers, des murs extérieurs et intérieurs, des toitures, etc.

Grâce aux exemples pratiques judicieusement choisis, le livre de M. Voss sera particulièrement apprécié par les techniciens soucieux sinon de mettre les bâtiments à l'épreuve du feu, du moins les doter d'une sécurité suffisante contre l'incendie.

Rahmenformeln (Formules pour le calcul des constructions à cadres)

par A. KLEINLOGEL.

Un volume de 460 pages, format 17 × 24 cm, illustré de 1 643 figures. Edité par W. Ernst & Sohn, Berlin, 1949. Prix : 25 D. M.

Dans notre numéro de septembre 1939, nous avons rendu compte de la huitième édition de cet ouvrage qui constitue un formulaire très complet destiné à faciliter les calculs pratiques relatifs aux cadres ou portiques ouverts ou fermés, dont les béquilles sont articulées ou encastées à leur base ou bien encore reliées entre elles par des tirants.

Cette édition ne présente que peu d'améliorations par rapport aux trois éditions précédentes. Notons des tableaux donnant l'influence de la température sur les portiques à deux versants et à tirants supérieurs.

Engineering Laminates (Structures composées)

par Albert G. H. DIETZ.

Un volume relié de 113 pages, format 15 × 23 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par

John Wiley & Sons, New-York et Chapman & Hall, Londres, 1949. Prix : 10 dollars.

Cet important ouvrage étudie les propriétés et la résistance des pièces de toutes sortes composées de deux ou plusieurs plaques ou pièces faites du même matériau ou de matériaux différents. Il se compose de vingt-deux études, dues à divers spécialistes. Parmi les sujets traités citons notamment les suivants : Résistance des pièces contre-plaquées et analogues — Pièces composées de bois et de béton — Pièces imprégnées de matières plastiques — Pièces doublées de nickel, de métal monel et d'autres métaux — Dureté et résistance à l'usure des métaux — Pièces doublées de verre — Constructions en sandwich — Pièces doublées de caoutchouc, etc.

Welding Review Year Book 1949 (Annuaire de la Welding Review 1949)

Un volume relié de 342 pages, format 12,5 × 18,5 cm, illustré de plusieurs figures. Edité par Engineering Trader Ltd, Londres, 1949. Prix : 8 sh. 6 d.

Cet annuaire, publié sous la direction de M. J. V. Brittain, contient de nombreux renseignements très utiles aux techniciens de la soudure. Citons notamment les chapitres sur les différents procédés de soudure, sur l'oxy-coupe, la trempe superficielle, le contrôle par rayons X, le brasage, etc. L'ouvrage renferme en outre un guide de soudabilité des différents métaux ferreux et non ferreux qui sera particulièrement apprécié par tous ceux qui consulteront cet intéressant ouvrage.

Au fil du rail (Fascicules XVII, XVIII et XIX)

par Fernand LEBBE.

Trois ouvrages de 32 pages chacun, format 21 × 31 cm, illustrés de nombreuses figures. Edité par l'Editorial Office, Bruxelles, 1949. Prix : 110 francs par fascicule.

Les dix-septième, dix-huitième et dix-neuvième fascicules de l'ouvrage de vulgarisation sur les chemins de fer publiés par M. Lebbe sont relatifs à la Jonction Nord-Midi. L'un des fascicules, consacré aux stations de Bruxelles-Nord et de Bruxelles-Midi, donne les phases des travaux de ces gares. L'autre décrit les cinq tronçons du tunnel, la Halte centrale et les viaducs Sud et Nord. Enfin, le troisième fait l'histoire de la Jonction Nord-Midi à Bruxelles.



Bibliographie

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

20.12a. - Traversée de l'Arno par l'aqueduc Filettolo-Livourne

Aldo TURCI, *Costruzioni Metalliche*, janv.-févr. 1949, pp. 19-20, 4 fig.

En se retirant, les Allemands détruisirent l'aqueduc amenant à Livourne les eaux captées dans les environs de Filettolo qui comporte notamment un pont de 167,56 m au-dessus de l'Arno. L'ouvrage provisoire établi par les armées alliées est maintenant remplacé par un pont de section triangulaire, c'est-à-dire n'ayant qu'une membrure supérieure commune pour les deux poutres continues en treillis, de type Warren, qui supportent l'ouvrage.

Les membrures inférieures de ces poutres, distantes de 2,70 m, sont réunies par un treillis de contreventement qui supporte deux conduites d'acier soudées et boulonnées, de 400 mm de diamètre. Entre ces deux conduites, court une passerelle de service de 0,70 m de largeur.

La membrure supérieure commune est réalisée par deux U de 200 réunis dos à dos par des plats, les membrures inférieures sont des U de 180, les diagonales des doubles cornières. L'acier utilisé est de la nuance A37 et travaille à 14 kg/mm².

L'Arno est franchi en trois travées dont la centrale a 58 mètres entre piles. Les travées de rive ont chacune 54,50 m.

20.13a. - La construction du nouveau pont suspendu de Valence sur le Rhône (France)

G. LEINEKUGEL LE COCQ, *Le Génie Civil*, 15 mai 1949, pp. 177-180, 12 fig.

Le nouveau pont suspendu de Valence sur le Rhône qui a été inauguré et mis en service en février 1949, remplace un ancien pont en maçonnerie détruit pendant la guerre.

Le nouvel ouvrage comporte deux travées de 112,50 m de portée chacune et une travée métal-

lique rive gauche, de 26,28 m. La chaussée a 5,40 m de largeur sur toute la longueur; elle est munie de deux bordures chasse-roues de 0,30 m chacune, ce qui conduit à un écartement total de 6 mètres entre ses deux poutres de rigidité.

En encorbellement, sur toute la longueur du pont, existent deux trottoirs de 1,75 m de longueur chacun. Au total, en tenant compte de l'épaisseur de 0,50 m de chaque poutre de rive, la longueur totale du tablier est de 10 mètres.

La charpente métallique du tablier comporte des entretoises à âme ajourée de 500 mm de hauteur, obtenues par un procédé nouveau et bien moderne.

Ce procédé consiste à transformer un I PN de 320 × 131 × 11,5 en un I PN ajouré de 500 × 131 × 11,5, par découpage et soudure électrique. On accroît ainsi d'une façon très importante le moment d'inertie et le module de section de ces éléments constituant les entretoises du tablier. En ajoutant sur les ailes de l'I PN de hauteur ainsi accrue deux semelles de 140 × 10, on porte le module d'inertie primitif de 780 à 2 000. On peut ainsi disposer sous le tablier des canalisations d'eau, de gaz, d'air, d'électricité, pouvant être facilement posées, surveillées au moyen de passerelles de visite établies sous le tablier.

Les pylônes sont montés à leurs bases sur des rotules en acier. La suspension sur chaque tête de pont comporte trois câbles paraboliques, constitués chacun par 217 fils de 4,73 mm de diamètre; elle est complétée dans les deux travées suspendues par quatre câbles de tête par pylône en 91 fils de 4 mm de diamètre.

Les épreuves de l'ouvrage ont donné des résultats très satisfaisants.

40.11. - Rails sans joints aux Etats-Unis

Schweizerische Bauzeitung, 26 février 1949, p. 136 et *Railway Age*, 18 septembre 1948, p. 62.

Pour les voies à grandes vitesses, l'intérêt de la suppression des joints se manifeste de plus en plus. Aussi, la « Elgen Joliet et Eastern Railway » procède-t-elle, depuis 1943, à la pose de voies sans éclisses. Les rails, de 12 mètres de longueur, sont assemblés par soudure en atelier, pour former des tronçons de 240 et 480 mètres de longueur; ces tronçons sont ensuite amenés par wagons spéciaux sur place. La voie la plus longue, exécutée actuellement par ce procédé, comporte une longueur de 3,9 km.

(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.





SOCIÉTÉ COMMERCIALE DE SIDÉRURGIE
S. A.

1^a, RUE DU BASTION (ELITE HOUSE) BRUXELLES
TÉLÉPH. : 12.31.70 (4 LIGNES) 12.00.53 (3 LIGNES) — C. C. P. 33.97
TÉLÉGR. : SIDÉRUR-BRUXELLES — REG. COMM. : BRUX. 207.794

S
SIDERUR

VOUS OFFRE TOUTE LA GAMME
DES PROFILÉS MOULURÉS A FROID
POUR LA CONSTRUCTION DE :

Vos meubles métalliques
Vos charpentes légères
Vos vitrages sans mastic
Vos voitures métalliques pour
chemins de fer etc.... etc....

Consultez-la pour tout profil spécial pouvant être
mouluré à froid hors feuillard laminé à chaud.

Office Technique de Publicité



ATELIERS DE
BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

USINE A VILVORDE

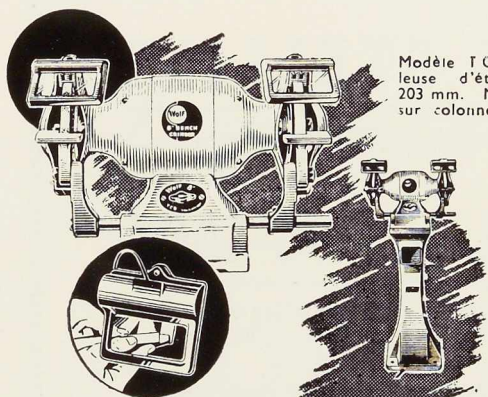
192, CHAUSSÉE DE LOUVAIN, VILVORDE
Téléphone : Bruxelles 15.20.96, Vilvorde 51.00.36

USINE A BOUCHOUT

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

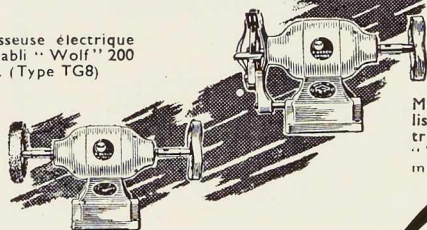
PONTS, CHARPENTES, CHAUDRONNERIE,
TANKS, MATÉRIEL POUR HUILLERIES,
USINES À CAOUTCHOUC, SÉCHOIRS À
CAFÉ.

TÔLES GALVANISÉES, ARTICLES DE
MÉNAGE, CHÂSSIS MÉTALLIQUES.



Modèle TG8 Meuleuse d'établi de 203 mm. Montable sur colonne au sol

Polisseuse électrique d'établi "Wolf" 200 mm. (Type TG8)



Meuleuse et polisseuse électrique d'établi "Wolf" 200 mm. (Type TG8)

Arrivez plus VITE AU BUT..

En employant des machines plus rapides pour l'affûtage, de votre outillage, ainsi que pour vos opérations de meulage, de dérouillage, de polissage, etc.

Les meuleuses Wolf d'établi et sur colonne, sont conçues d'une façon telle, qu'elles accélèrent l'exécution de tous les travaux et assurent un fini parfait. Leur forme profilée moderne donne une plus grande liberté de mouvement; un puissant moteur à régime continu, maintient la vitesse voulue pour l'exécution du travail; des supports d'outils réglables spécialement conçus et des protecteurs éclairés améliorent le maintien de l'outil, la qualité du travail, et assurent aux yeux une protection complète. Les colonnes au sol sont étudiées pour un minimum d'encombrement, et pour permettre de meuler à la hauteur convenant le mieux à l'exécution du travail. Ce ne sont là que quelques-unes des particularités des meuleuses Wolf, qui font de ces outils les meilleurs qui soient sur le marché. De nombreux accessoires permettent d'économiser temps et argent dans l'exécution d'un grand nombre de travaux que l'on fait actuellement avec des outils de modèle périmé.

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

Wolf

OUTILLAGE
ÉLECTRIQUE

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

J. & R. LENAERS

5 Avenue Ernest Renan, Bruxelles, 3.

En vente dans les principaux magasins d'outillage

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

Vertil

SOBEMI S.A.

FLOOR POLISH
OIL
EMAIL
VERNIS
ANTI-GEL
CONSERVES
CONFITURE
HARINGEN

UN EMBALLAGE POUR CHAQUE PRODUIT

Frigo Social:
22, BOULEVARD EMILE BOCKSTAELE - BRUXELLES
USINES: BRUXELLES - TÉL: 26.49.55 - 3 LIGNES
LINT-LEZ-ANVERS: TÉL: 124.31 ET 121.14

PEINTURE ANTIROUILLE STELLINE

assurant la meilleure protection de toutes surfaces et charpentes métalliques.

EMAUX POUR MACHINES STEL-O-LACK

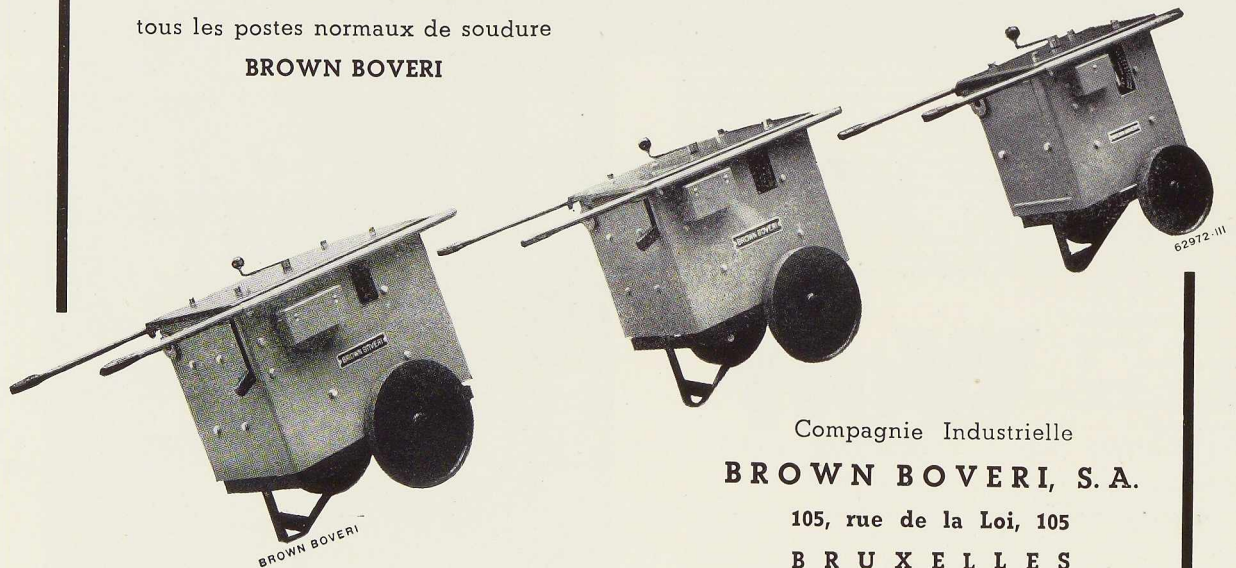
durs, brillants, résistants, pour moteurs, machines industrielles et agricoles, applicables à la brosse et au pistolet.

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

Economies en perspective !

grâce à la

COMETE ROUGE

NOUVELLE
ÉLECTRODE à FORTE PÉNÉTRATION

qui permet de souder

SANS CHANFREINER

EN DEUX PASSES

LES TOLES DE 18 MM

(POSTE NORMAL)



SOUDOMETAL S. A.

83, CHAUSSÉE DE RUYSBROEK, FOREST-BRUXELLES

TÉLÉPHONE : 43.45.65 ET 44.09.02

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : SOUDOMETAL-BRUXELLES



INDUSTRIELS,

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

Spécialisé en ÉLECTRICITÉ, MÉCANIQUE
THERMO-DYNAMIQUE, GÉNIE CIVIL

Se charge d'étudier l'ORGANISATION, l'AMÉLIORATION
la TRANSFORMATION, l'AGRANDISSEMENT de vos usines

Bureau d'Etudes Industrielles **F. COURTOY, S. A.**

43, rue des Colonies. BRUXELLES

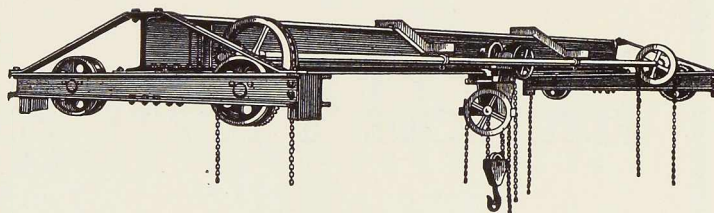
LES
CONSTRUCTEURS SPÉCIALISTES
DU PONT ROULANT

ATELIERS DE
CONSTRUCTION

P. BRACKE

S. P. R. L.

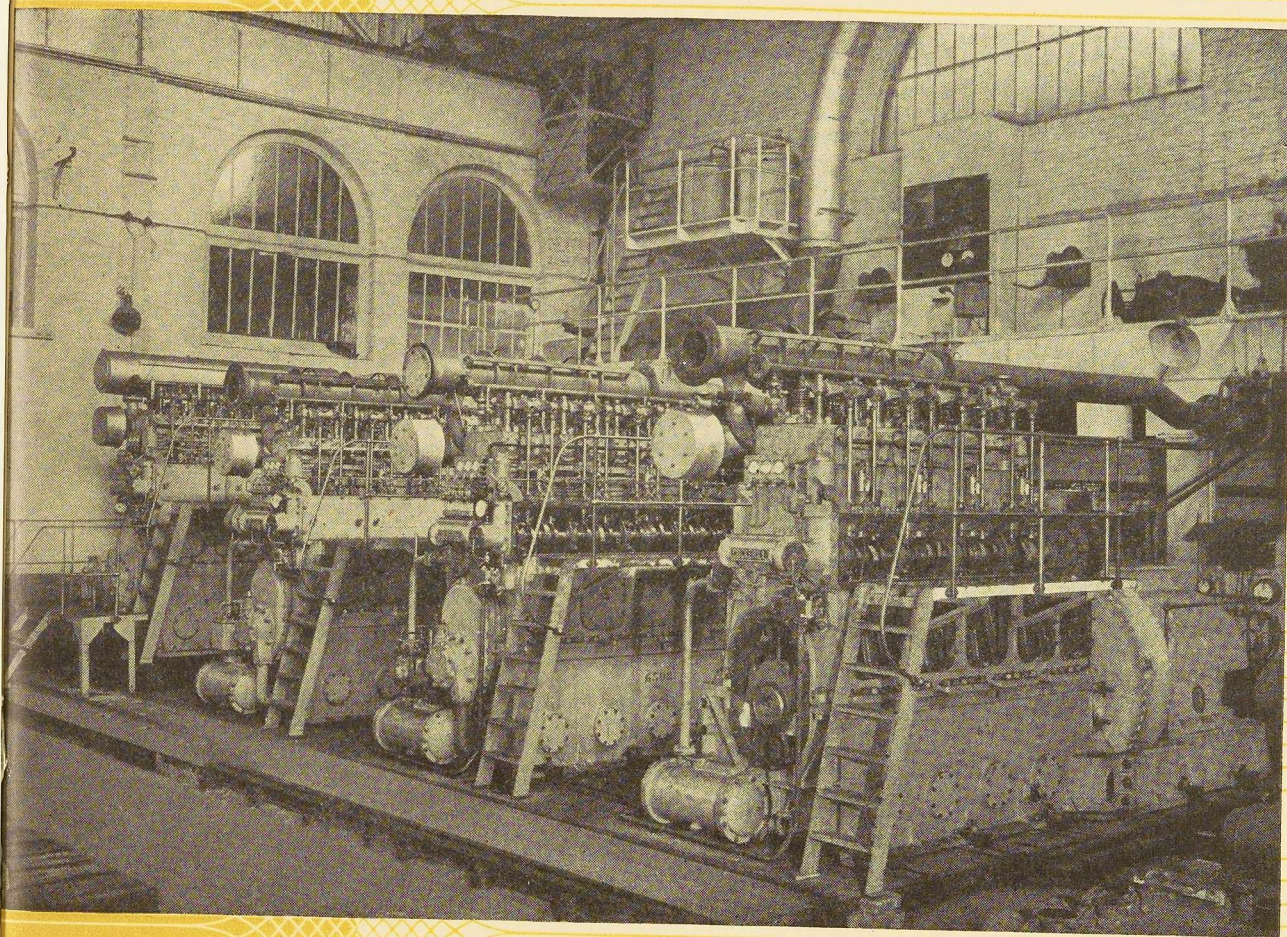
Rue de l'Abondance, 30-40, BRUXELLES
Téléphone 17.39.66 - Reg. Com. Bruxelles 303



MANUTENTION - MONORAILS - TRANSPORTEURS - PALANS - CHARIOTS - TREUILS
MOUFLES, ETC... RÉPARATIONS - ENTRETIEN

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A. C. M. T.	7	E. S. A. B.	5
L'Air Liquide	31	S. A. Ateliers de Construction Jambes Namur	20
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	27	Jouret	21
Ateliers Métallurgiques de Nivelles, S.A. Baume et Marpent, S. A.	22	S. A. L. Leemans & Fils	11
J. Beeckmans, S. A.	19	Laminoirs de Longtain	29
B. E. I.	18	Anc. Ets Nobels-Pelman, S. A.	32
Usines Gustave Boël	38	Ougrée - Marihaye	15
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis . Boulonneries de Liège et de la Blanchis- serie, S. A.	10	L'Oxydrique Internationale	17
P. Bracke	34	Peintures Astral-Celluco, S. A.	26
Brown Boveri, S. A.	35	Siderur	33
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv. P. et M. Cassart	38	Sobemi	35
Cockerill couv.	36	Someba	6
Columeta	II	Soudométal	37
Davum	III	Stella, S. A.	36
A. Demey	2	Usines à Tubes de la Meuse	12
Alexandre Devis & C ^o	13	Ucométal	24-25
Société Métallurgique d'Engghien-Saint- Eloi couv.	14	Ateliers Vanderplanck, S. P. R. L.	23
	16-30	S. Wolf & C ^{ie}	35
	IV	Anciens Ets Paul Würth	28



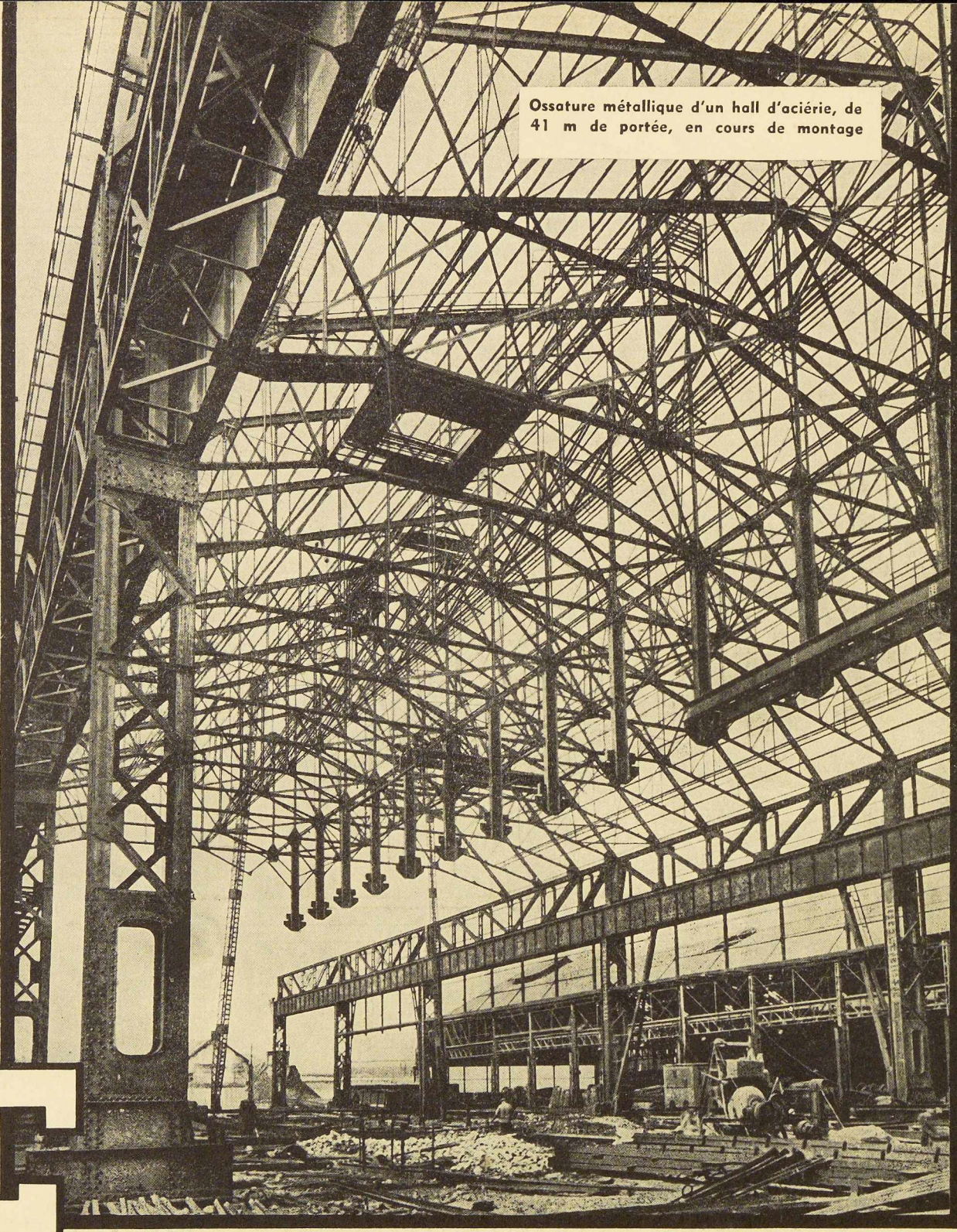
Plancher de montage
des moteurs 31/39.

METALLURGIE · CONSTRUCTIONS
MECANIQUES & METALLIQUES
CONSTRUCTIONS NAVALES



S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING · BELGIQUE



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

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

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