

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER
éditée par

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

38, boul. Bischoffsheim, Bruxelles - Téléph. : 17.16.63 (2 lignes)
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégraph. : « Ossature-Bruxelles »

9^e ANNÉE

N° 3

MARS 1940

S O M M A I R E

Le pont suspendu de Lions' Gate, à Vancouver (Colombie britannique)	101
Les charpentes Vierendeel de l'aciérie ILVA, à Savone (Italie), par A. Bozzarelli	107
Bogies à suspension indépendante des voitures électriques de la ligne Bruxelles-Anvers, par J. Fortun	114
Le développement de la construction de maisons en acier, aux Etats-Unis, par L. Rucquoi	117
Chalands soudés pour la Mer Morte	123
Nouveaux essais sur modèles de nœuds rigides - Première partie, par F. Campus	125
CHRONIQUE : Le marché de l'acier pendant le mois de février 1940. - La ventilation du tunnel de la Jonction Nord-Midi, à Bruxelles. - Les constructions soudées en Amérique. Très ancienne application des toitures shed. - Construction d'un grand hall sportif dans l'Etat d'Indiana. - ÉCHOS ET NOUVELLES	143
OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS	145
BIBLIOGRAPHIE	147

COUVERTURE : La photo de la couverture représente les charpentes Vierendeel de l'aciérie ILVA, à Savone (Italie).

ABONNEMENTS :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : 1 an, 60 francs belges.

France et ses Colonies : 1 an, 95 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences GIRARDOT & Cie, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

Autres pays : 1 an, 20 belgas, payables par chèques postaux, par chèque ou par mandat-poste, adressés au Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, à Bruxelles.

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

PRIX DU NUMÉRO :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 7,50,
France : francs français 10,-, **autres pays** : belgas 2,-.

DROIT DE REPRODUCTION :

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

Baume et Marpent S.A.

HAINES-SAINTE-PIERRE
(BELGIQUE)

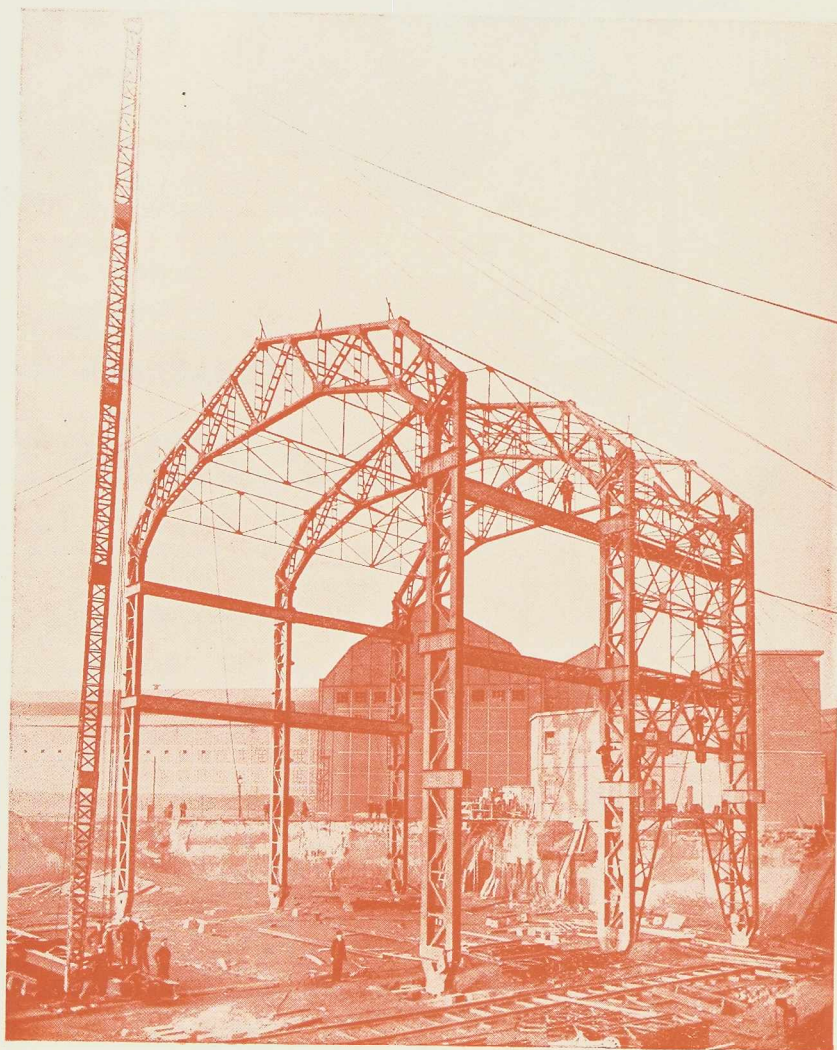
PONTS • CHARPENTES • GAZOMÈTRES
TANKS • PYLÔNES
PORTIQUES • CHEVALEMENTS

AUTOMOTRICES • MOTRICES
TENDERS • BOGIES
REMORQUES • VOITURES

WAGONS DE TOUS TYPES
FOURGONS • CONTAINERS
PIÈCES DE RECHANGE, ETC.

APPAREILS DE VOIE
ET DE SIGNALISATION
PLAQUES TOURNANTES

TOUS MOULAGES D'ACIER
JUSQUE 40 T.



CHARPENTE MÉTALLIQUE. Portée: 25 m - Hauteur: 27 m - Longueur: 110 m.
2 HALLS LATÉRAUX de 16 m de portée chacun.

USINES A HAINES S^T-PIERRE & MORLANWELZ (BELGIQUE)
MARPEM (FRANCE) • ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : BAUMARPEM

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Président d'Honneur : M. Eugène GEVAERT, Directeur Général Honoraire des Ponts et Chaussées.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

M. Albert D'HEUR, Président du Comptoir de Vente de la Sidérurgie Belge.

Vice-Président :

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

Membres :

M. Oscar BIHET, Administrateur-Directeur Général 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. Arthur DECOUX, Directeur Général de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de La Providence, Vice-Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges;

M. Alexandre DEVIS, Administrateur délégué de la S. A. des Anciens Etablissements Paul Devis, Délégué de la Chambre Syndicale des Marchands de Fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique;

Directeur : M. Léon RUCQUOI, Ingénieur civil des Mines, Ingénieur des Constructions civiles, Master of Science in Civil Engineering.

Correspondant étranger : M. Gérard-L. WILKIN, Ing. (A. I. Br.), 370, Riverside Drive, New-York, U. S. A.

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

M. Léon GREINER, Administrateur-Directeur Général de la S. A. John Cockerill, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges;

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

M. Ludovic JANSSENS de VAREBEKE, Président de la S. A. des Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman;

M. Aloyse MEYER, Directeur Général des A. R. B. E. D., à Luxembourg;

M. Henri NOEZ, Directeur Général de la Fabrique de Fer de Charleroi, Président du Groupement des Transformateurs du Fer et de l'Acier de Charleroi;

M. François PEROT, Administrateur Directeur Général 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.

Ingénieurs : M. René-A. NIHOUL, Ing. (A. I. G.);
M. G. N. BALBACHEVSKY, Ing. Tech. (I. G. Lg).

Secrétaire : M. J.-J. THIRY.

LISTE DES MEMBRES

ACIÉRIES BELGES

Angleur-Athus, S. A., à Tilleur-lez-Liége.

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 Croyère, Bois-d'Haine.

Usines Métallurgiques du Hainaut, S. A., à Couillet.

Ougrée-Marihaye, S. A., à Ougrée.

Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de La Providence, S. A., à Marchienne-au-Pont.

Aciéries et Minières de la Sambre, S. A., à Monceau-sur-Sambre.

Métallurgique de Sambre et Moselle, S. A., à Montigny-sur-Sambre.

Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle, S. A., à Marcinelle.

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

Aciéries Réunies de Burbach-Eich-Dudelange (Arbed), S. A., avenue de la Liberté, Luxembourg.

Hauts Fourneaux et Aciéries de Differdange, Saint-Ingbert, Rumelange (Hadir), S. A., 26, avenue de la Porte Neuve, Luxembourg.

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

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.

Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.

Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).

Usines Gilson, S. A., à La Croyère, Bois-d'Haine.

Laminoirs de Longtain, S. A., à La Croyère, 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 Borgnet, 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.

BIBL. UNIV.
GENT

ATELIERS DE CONSTRUCTION

Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de La Croÿère, Seneffe et Godarville, S. A., à La Croÿère.
Awans-François, S. A., à Awans-Bierset.
Ateliers de Construction de la Basse-Sambre, S. A., à Moustier-sur-Sambre.
Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Ateliers de Construction Alphonse Bouillon, 58, rue de Birmingham, Molenbeek-Saint-Jean.
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.
Ateliers Detombay, S. A., à Marcinelle.
Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.
Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.
Ateliers Georges Heine, S. A., chaussée des Forges, Huy.
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 Emile Kas, avenue de Mai, 264-266, Woluwe-Saint-Lambert.
Ateliers de Construction de Malines (Acomal), S. A., 29, Canal d'Hanswyck, Malines.
Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.
Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Pelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).
Ateliers Métallurgiques et Chantiers Navals, S. A., 192, chaussée de Louvain, Vilvorde.
Ateliers de Construction de Morsel et Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Morsel-lez-Anvers.
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.
Chaudronneries A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.
« Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, La Louvière (Baume).
Ateliers Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.
Etablissements D. Steyart-Heene, à Eecloo.
Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont, S. A., à Tirlemont.
Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, à Willebroeck.
Société Anonyme des Anciens Etablissements Paul Würth, à Luxembourg.

CHÂSSIS MÉTALLIQUES

Chamebel (Le Châssis Métallique Belge), S. A. Belge, chaussée de Louvain, à Vilvorde.
« Soméba », Société Métallurgique de Baume, S. A., rue Lecat, La Louvière (Baume).
Ateliers Tantôt Frères, S. A., 39, rue de l'Orient, Bruxelles.

MEUBLES MÉTALLIQUES

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

SOUDURE AUTOGÈNE

Matériel, électrodes, exécution

L'Electrode, S. C., 21, rue de la Meuse, Jemeppe-sur-Meuse.
Electromécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.
ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.
Philips, S. A., 37, 39, rue d'Anderlecht, Bruxelles.

L'Air Liquide, S. A., 31, quai Orban, Liège.
La Soudure Electrique Autogène « Arcos », S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Bruxelles.
L'Oxydrique Internationale, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.

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, 4, quai Van Meteren, Anvers.
Gilsoco, S. A., La Louvière.
Société Commerciale d'Ougrée, S. A., Ougrée.
Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

Anciens Etablissements Paul Devis, S. A., 43, rue Masui, Bruxelles.
Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, Anvers.
Etablissements Geerts et Van Aalst réunis, S. A., à Morsel-lez-Anvers.
Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.
Oortmeyer, Mercken et Cie, Société en commandite simple, 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.
Fers et Aciers Pante et Masquelier, S. A., 30, rue du Limbourg, Gand.
Peeters Frères, 10, Marché-au-Poisson, Louvain.

Collectivement :

Groupeement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 2, rue Auguste Orts, Bruxelles.
Chambre Syndicale des Marchands de fer, 2, rue Auguste Orts, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Etudes Industrielles Fernand Courtoy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.
Bureau d'Etudes René Nicolai, 12, quai Paul van Hoegaerden, Liège; 6, place Stéphanie, Bruxelles.
MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstael, Bruxelles.
M. G. Moressée, ingénieur-conseil (A.I.Lg.), Le Petit Beaumont, Ham, Esneux.
M. A. Spoliansky, ingénieur-conseil (A.I.Lg.), Résidence Palace, 155, rue de la Loi, Bruxelles.
M. P. Streitz, ingénieur-conseil (A.I.G., A.I.Lg., A.I.M.), Bureau d'Etudes « Bétéc », 45, r. Dautzenberg, Bruxelles.
M. J. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U.I.Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.
MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A.I.Br.), 5, rue Jean Chapelié, Bruxelles.

PROTECTION CONTRE LA CORROSION

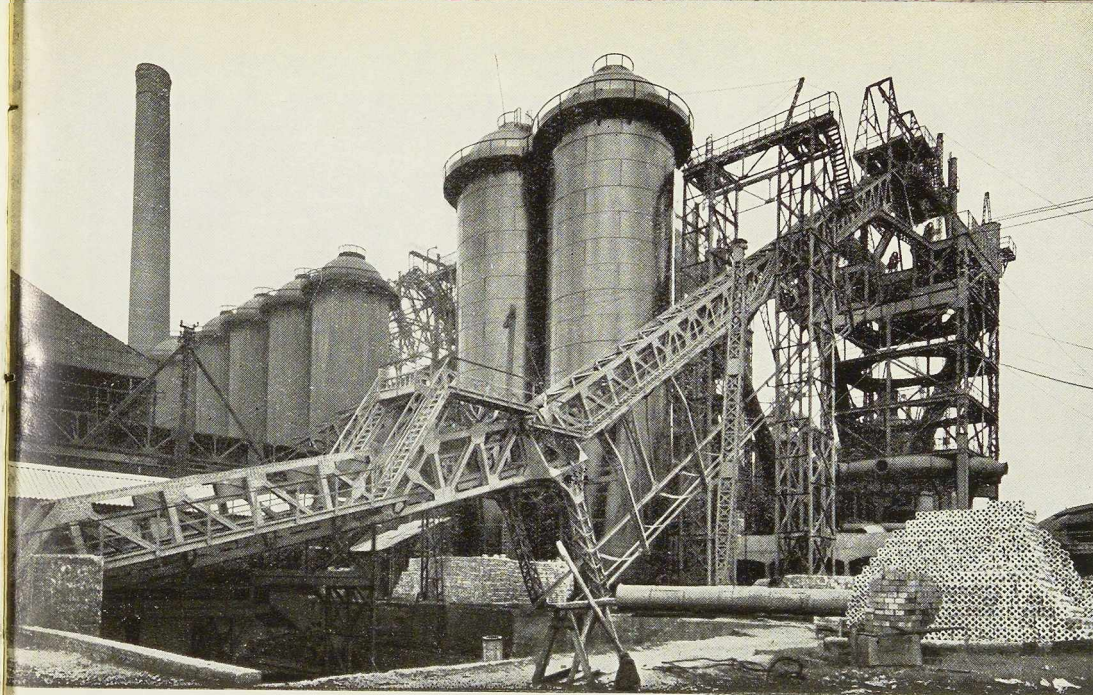
Acéméta, S. A., 64, avenue Rittweger, Haren-Bruxelles.
Métallisation des Flandres, S. P. R. L., 57-59, Vieux Chemin de Bruxelles, Gendbrugge-lez-Gand.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Etablissements Cantillana, S. A., rue de France, 29, Bruxelles.
Le Plancher Tubacier (Produits Durisol), 158, boulevard Adolphe Max, Bruxelles.
Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin, S. A., à Hennuyères.
MM. Vallaeyts et Vierin (Briques Moler), 69, av. Broustin, Ganshoren-Bruxelles; 9, av. Elsdonck, Wilrijk-Anvers.

MEMBRES INDIVIDUELS

M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, 155, rue de la Loi, Bruxelles.
M. Jean François, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.

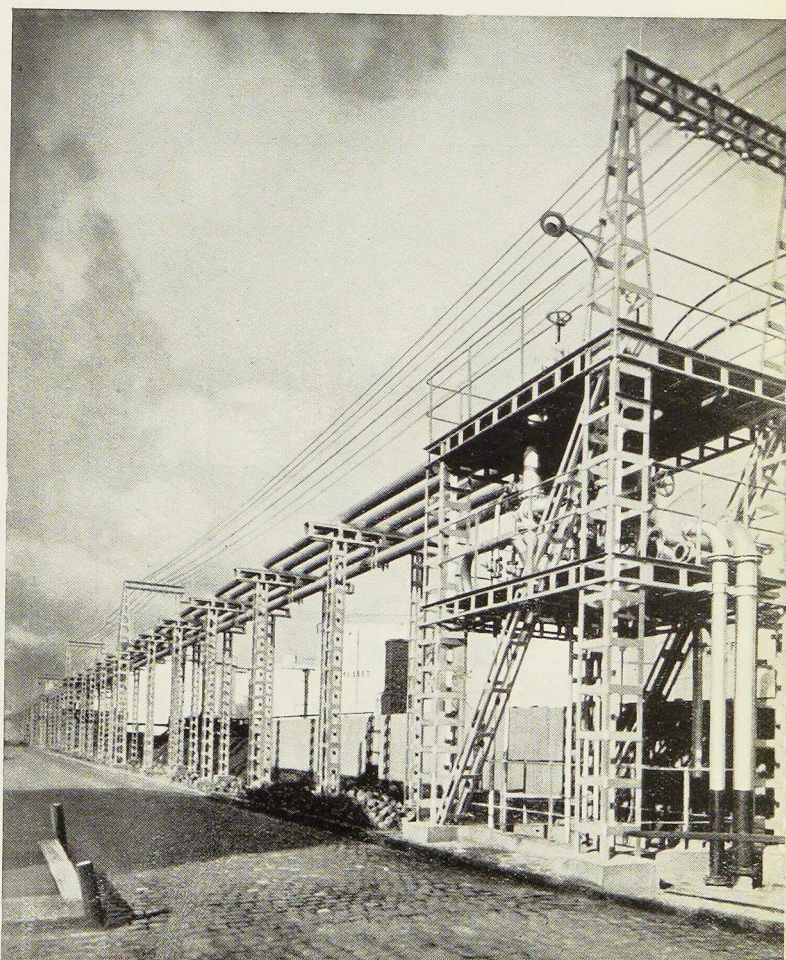


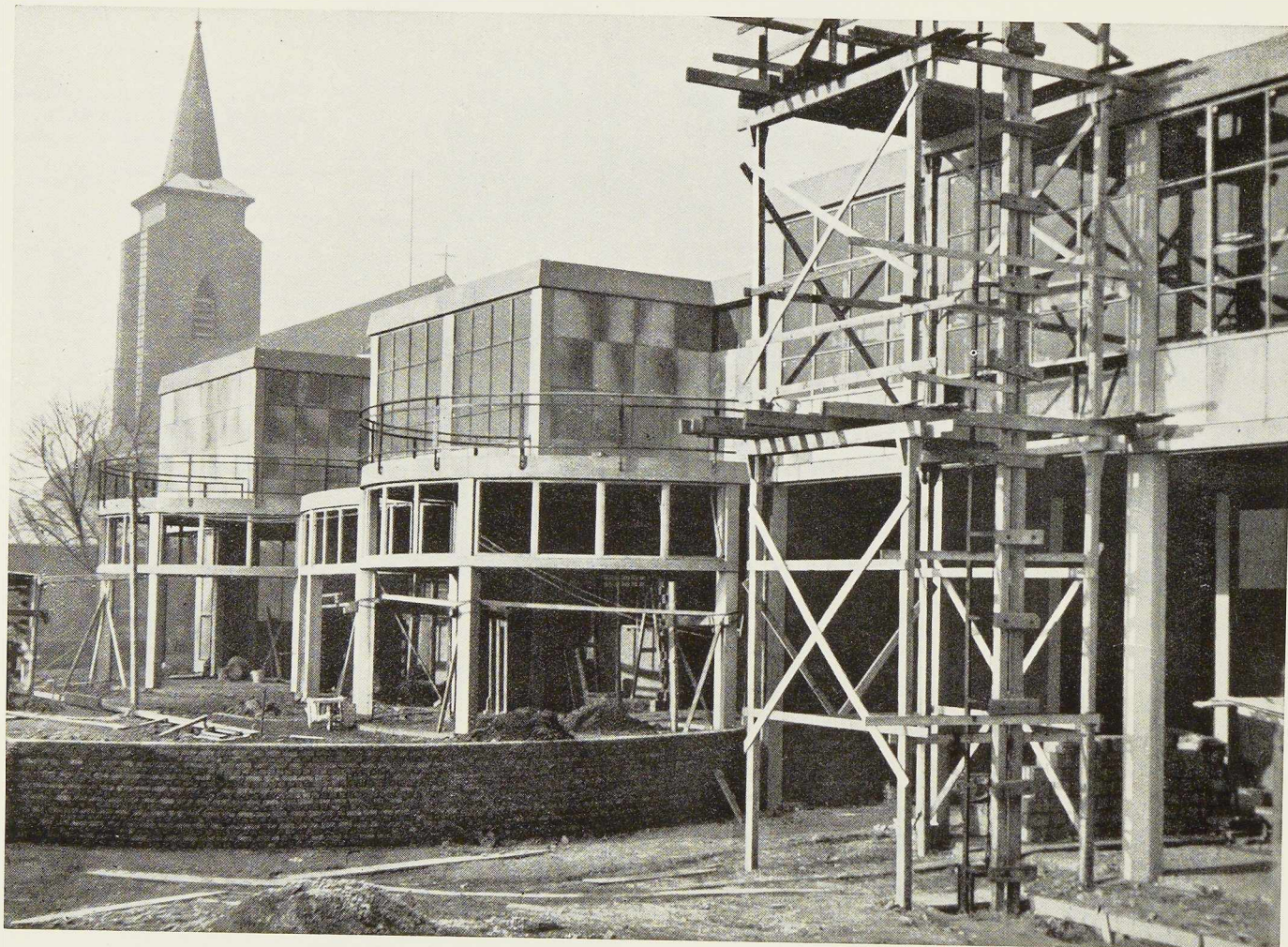
CHARPENTE DE HAUT FOURNEAU ET
APPAREILS COWPER EN MONTAGE AUX
USINES GUSTAVE BOËL A LA LOUVIÈRE

USINES DE BRAINE- LE-COMTE

SOCIÉTÉ ANONYME
TÉL. BRAINE-LE-COMTE N° 7

CONDUITE DES INSTALLATIONS
PÉTROLIFÈRES A ANVERS - SUD





Architecte : V. Bourgeois - Entrepreneur : Carmon Frères, Hornu

L'ÉCOLE DU CENTRE A HORNU

**Les châssis de fenêtre et chambranles
en acier ont été fournis par la Société**

CHAMEBEL

LE CHÂSSIS MÉTALLIQUE BELGE
À VILVORDE . TÉLÉPHONE : BRUXELLES 15.84.24

*Le mazout coûte cher ...
L'approvisionnement en coke est difficile ...*

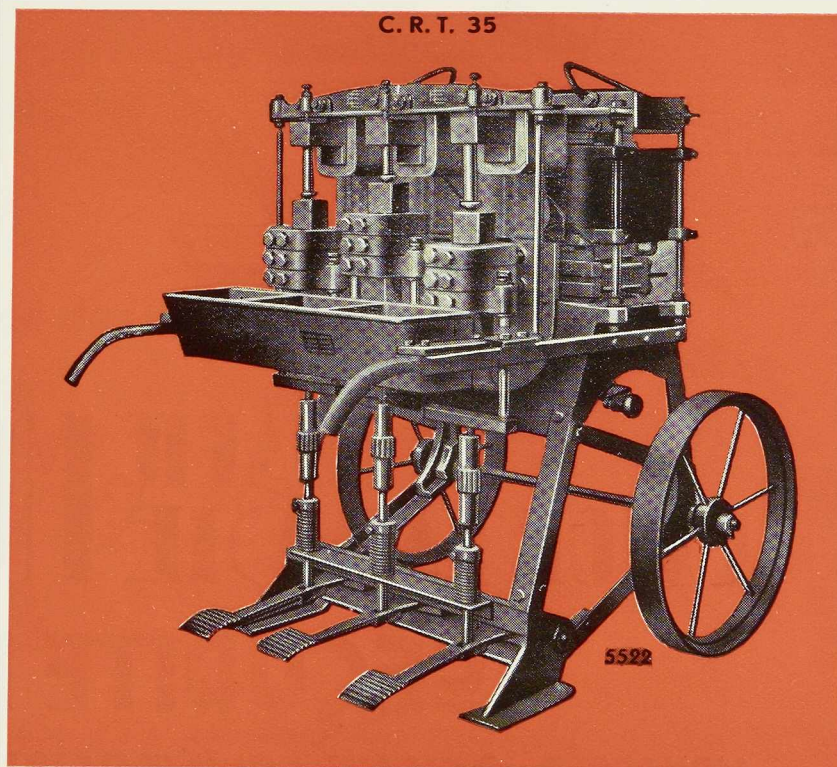
vous éliminerez des pertes de temps, l'appareil étant toujours prêt, _____
_____ **vous** supprimerez les fumées, _____
_____ **vous** augmenterez la production, _____
_____ **vous** supprimerez le manœuvre pour le transport du charbon, _____
_____ **vous** supprimerez le personnel spécialisé, _____
_____ **vous** augmenterez votre rendement, _____

par l'emploi des
CHAUFFE-RIVETS
ELECTRIQUES

Les chauffe-rivets
ÉLECTROMÉCANIQUES
se distinguent par leur

ROBUSTESSE,
MINIMUM D'ENTRETIEN,
RENDEMENT
ÉLECTRIQUE
ÉLEVÉ,

REFROIDISSEMENT
NATUREL PAR AIR



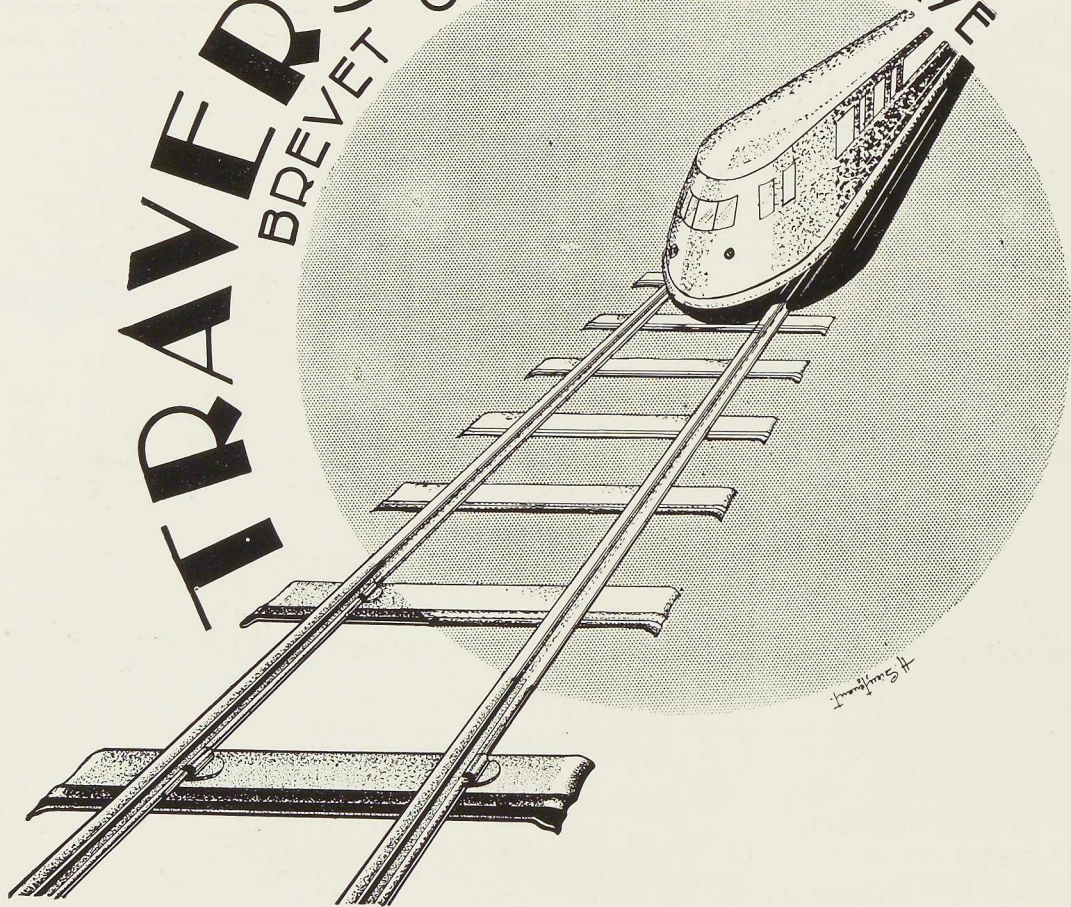
S. A. ELECTROMECHANIQUE

RUE LAMBERT CRICKX, 19

BRUXELLES

TÉLÉPHONE 21.00.65

TRAVVERSE ACIER
BREVET OUGREE MARIHAYE



**LE TRAFIC MODERNE
EXIGE LA VOIE MODERNE**

SECURITE PARFAITE

MONOPOLE DE VENTE / SOCIETE COMMERCIALE D'OUGREE OUGREE
LEZ LIEGE

MARIGRÉE

SOCIÉTÉ COMMERCIALE D'OUGRÉE

Monopole de vente des produits de la
S. A. D'OUGRÉE-MARIHAYE A OUGRÉE (BELGIQUE)

Toute la gamme des produits laminés:

MATÉRIEL DE VOIE

BANDAGES

FIL MACHINE

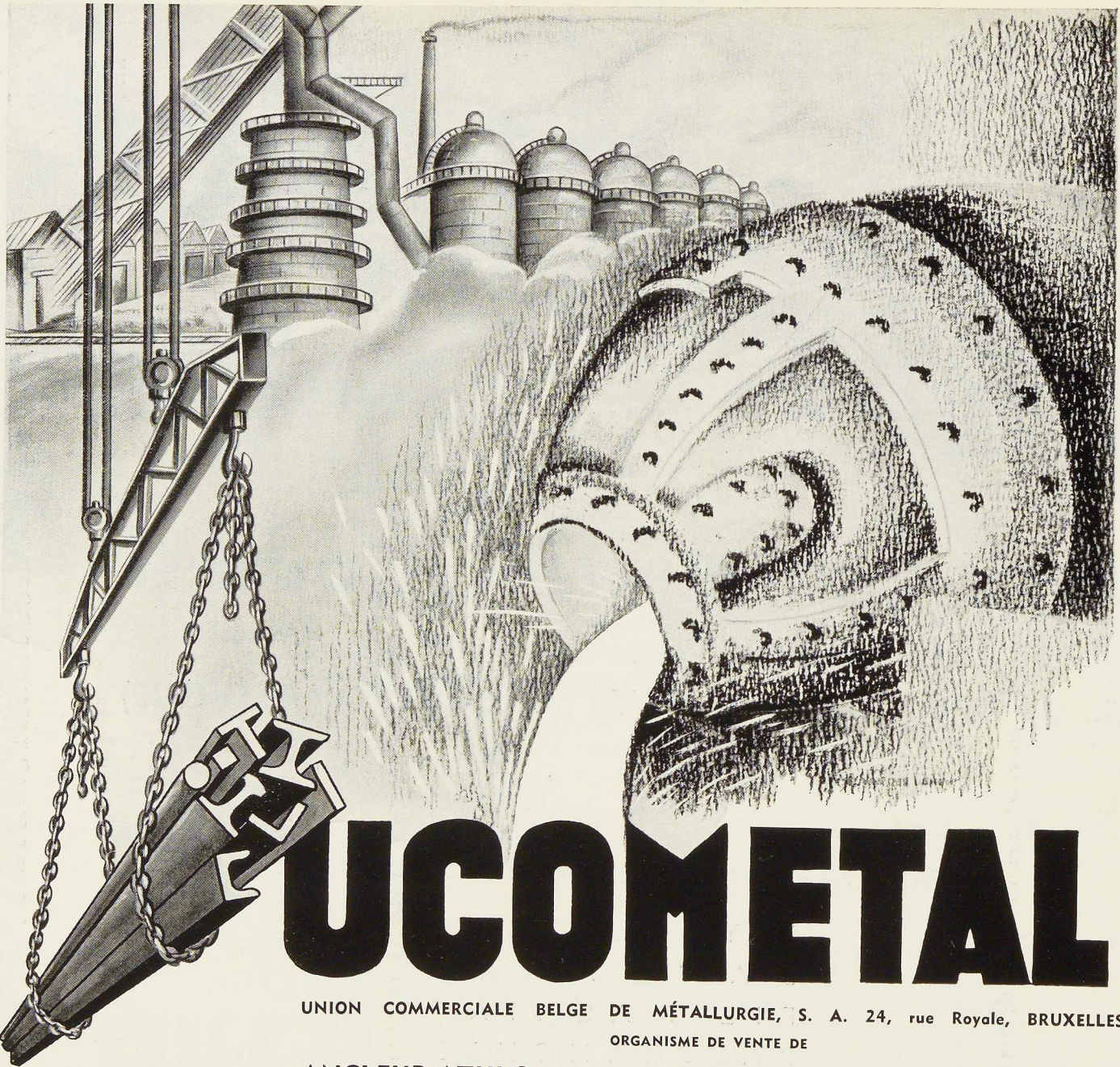
PALPLANCHES

FEUILLARDS QUI SONT APPRÉCIÉS
DANS LE MONDE ENTIER

TOLES GALVANISÉES PLANES ET ONDULÉES

MARQUES « MERCURE » ET « CENTAURE »

CHARPENTES SOUDÉES ET RIVÉES, ETC.



UCOMETAL

UNION COMMERCIALE BELGE DE MÉTALLURGIE, S. A. 24, rue Royale, BRUXELLES
ORGANISME DE VENTE DE

ANGLEUR-ATHUS, Usines à Tilleur, Grivegnée et Athus.

COCKERILL, Usine Métallurgique et Ateliers de Construction à Seraing,
Chantier Naval à Hoboken.

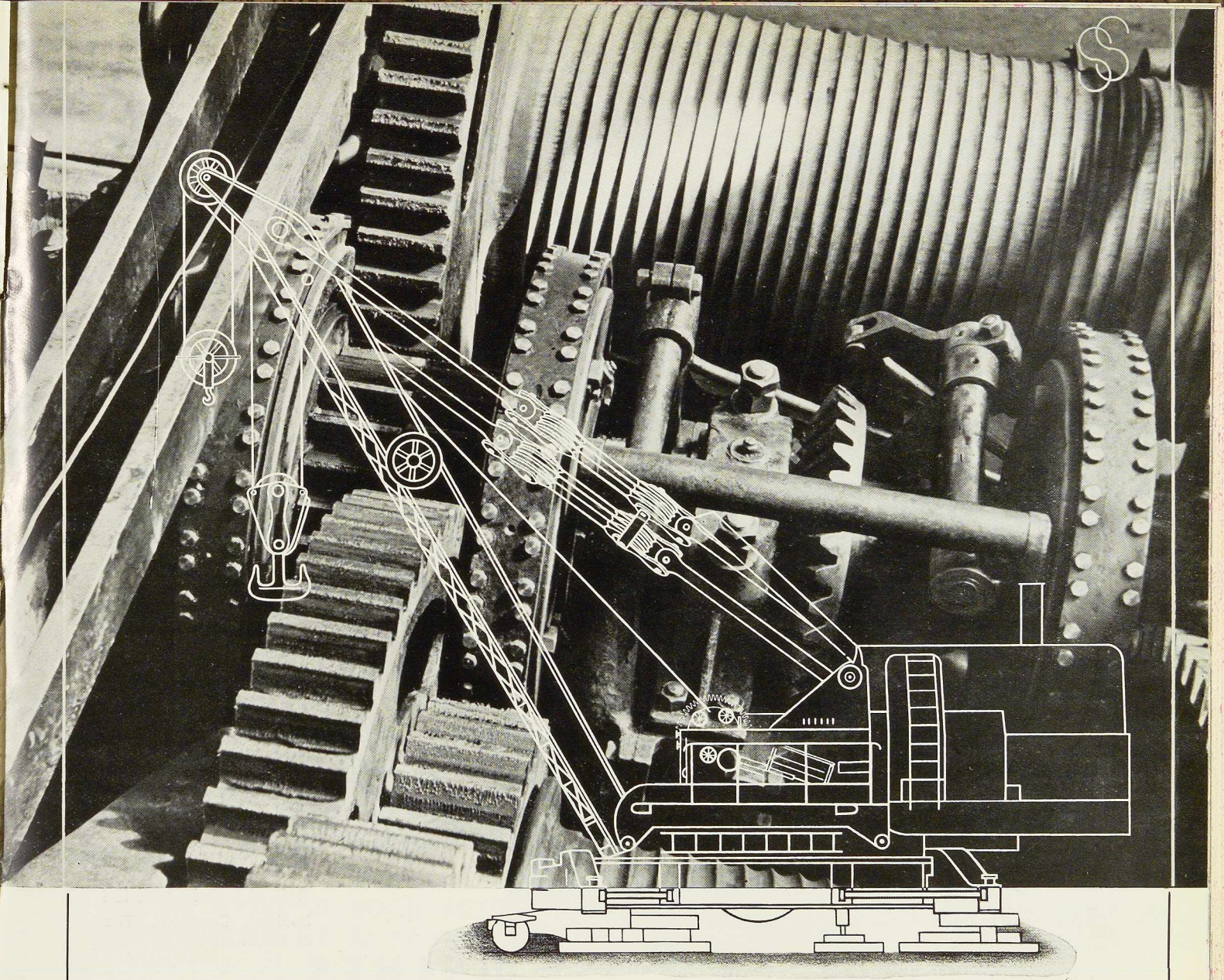
PROVIDENCE, Usines à Marchienne-au-Pont (Belgique).
Rehon (France-M.-et-M.) Haumont (France-Nord).

SAMBRE & MOSELLE Usines à Montignies-sur-Sambre et Châtelineau.

Capital global des usines : 700 millions de francs.

Capacité totale de production : 3 millions de tonnes par an.

TOUS PRODUITS METALLURGIQUES



DÉTAIL DU MÉCANISME D'UNE GRUE ROULANTE DE
150 Tonnes FOURNIE AUX CH. D. F. FRANÇAIS

COCKERILL

SERAING

Studio Simar-Stevens.

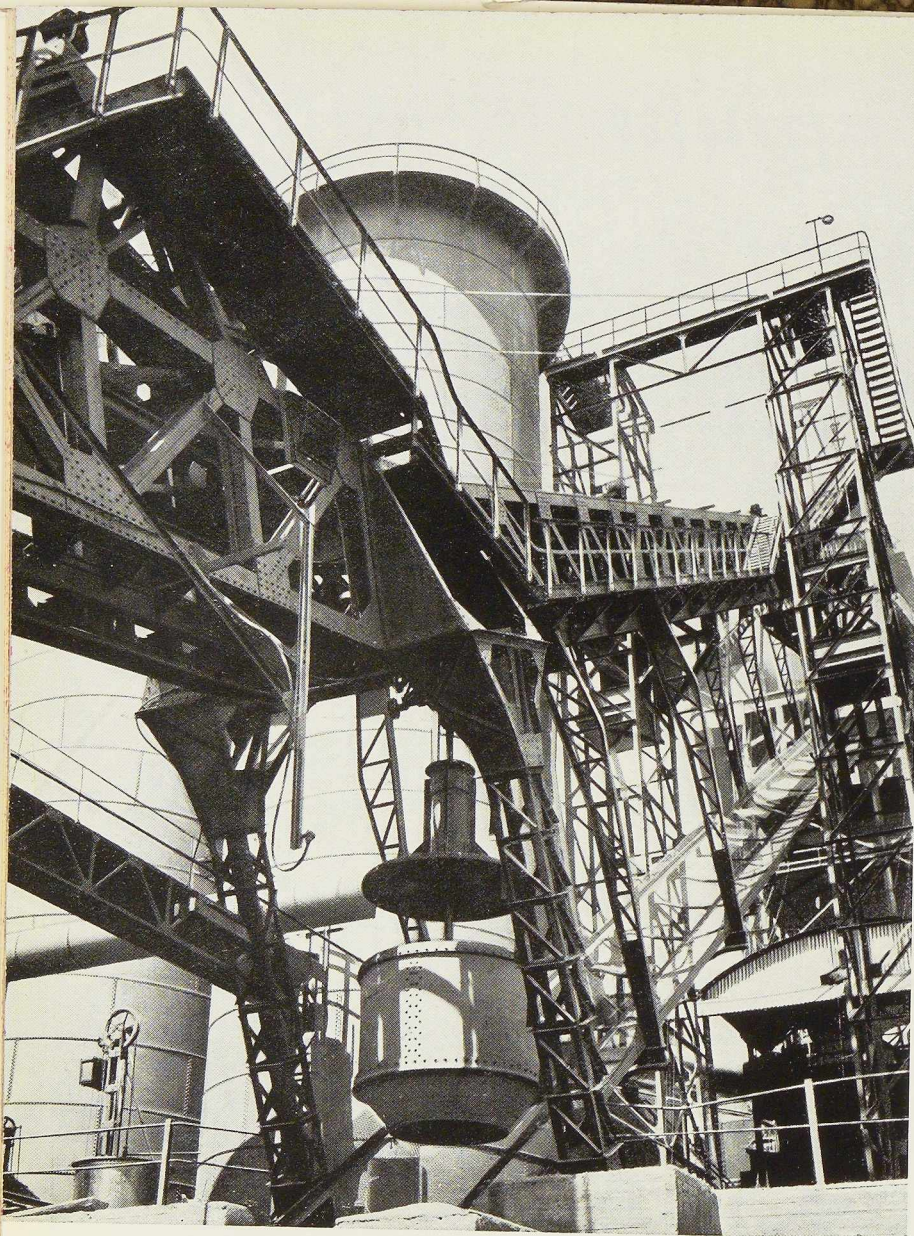


PHOTO W. KESSELS

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.
Électrique. 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.

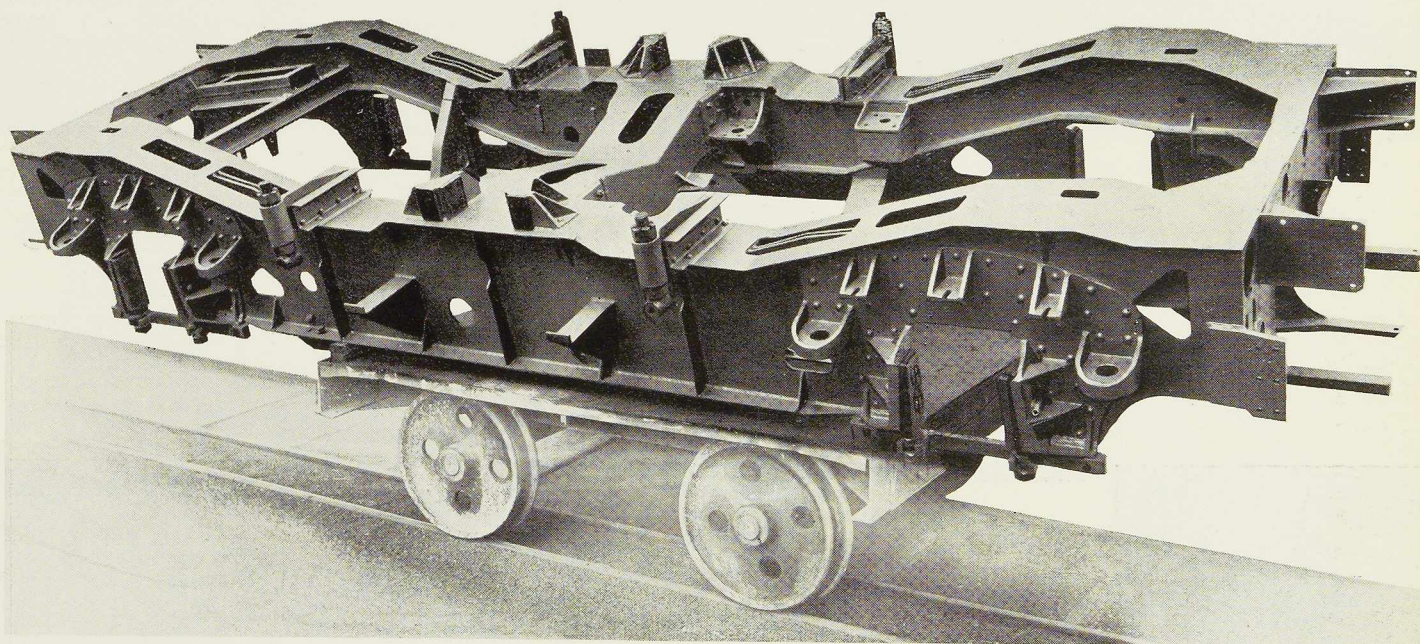
**USINES
GUSTAVE**

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

Téléphones 1133, 1134, 1135, 1712 L. L. — Télégrammes : BOËL, LA LOUVIÈRE

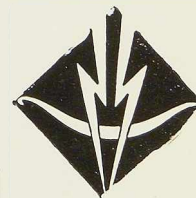
BOËL

*Pour les services les plus rudes,
Pour les sollicitations les plus sévères,
fatigue, chocs répétés, etc.*

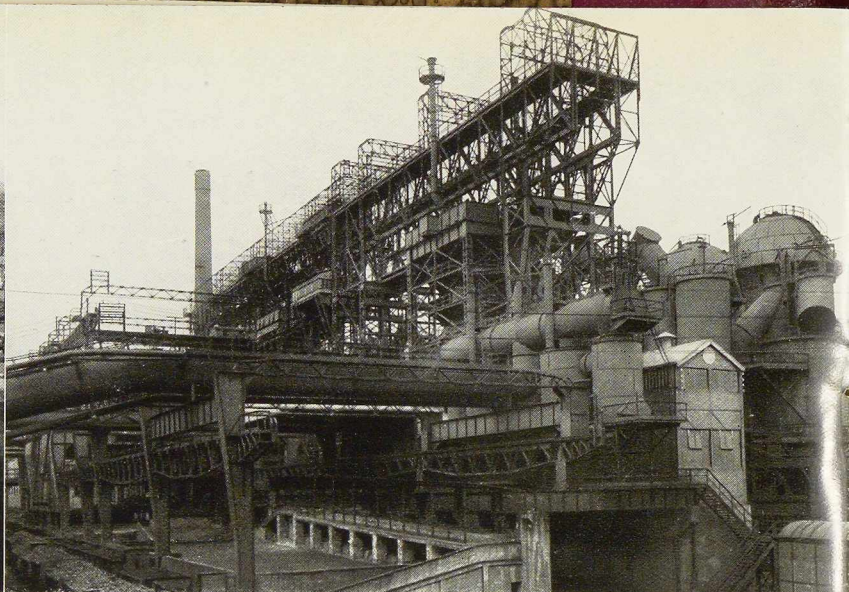
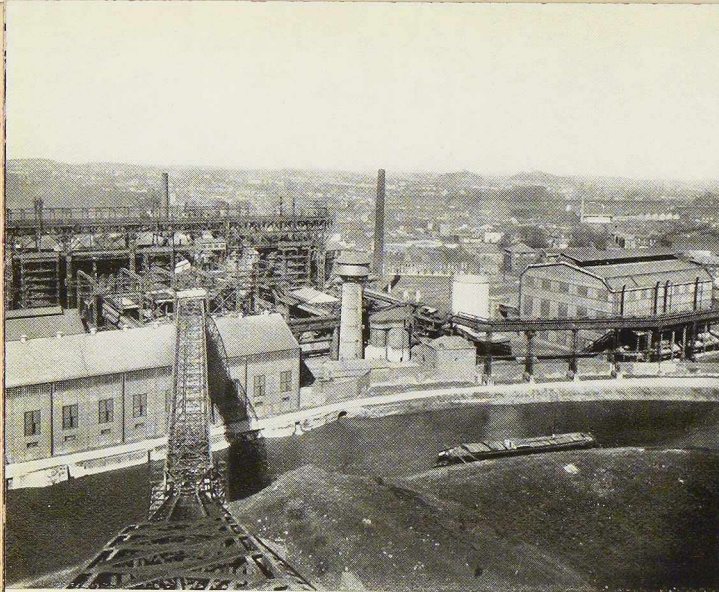


CHASSIS SOUDÉ DE BOGIE MOTEUR — AUTORAIL TRIPLE 1.200 CV. — S. N. C. F. B.
CONSTRUCTEUR : S. A. LA CROYÈRE SOUDURE ARCOS

LES ÉLECTRODES ARCOS STABILEND PRIMENT



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



S. A. Aciéries et Minières de la Sambre

DIVISION : USINES DE MONCHERET

ACOZ

PROFILÉS SPÉCIAUX EN ACIER DOUX, DUR, INOXYDABLE

PROFILÉS LAMINÉS À CHAUD

Cornières égales et inégales.

Tés réguliers et irréguliers.

Fers U divers.

Demi-ronds pleins.

Demi-ronds creux pour anses,
jantes, cosses de câble, échelas,
etc.

Sections pour portes et fenêtres.

Rails et bordures pour fûts.

Bordures et ovales pour cruches.

Moulures.

Mains-courantes.

Nez de marches.

Traversines pour voies étroites.

Eclisses.

Plats rainurés pour tuyaux,
batteuses et autos.

Plats biseautés.

Grilles pour foyers.

Sections spéciales pour monorail.

Profilés pour vitrage sans mastic.

Profilés pour machines agricoles.

Poutrelles pour fûts et clôtures.

Poutrelles pour vis à glace.

Fers à cheval et à mule.

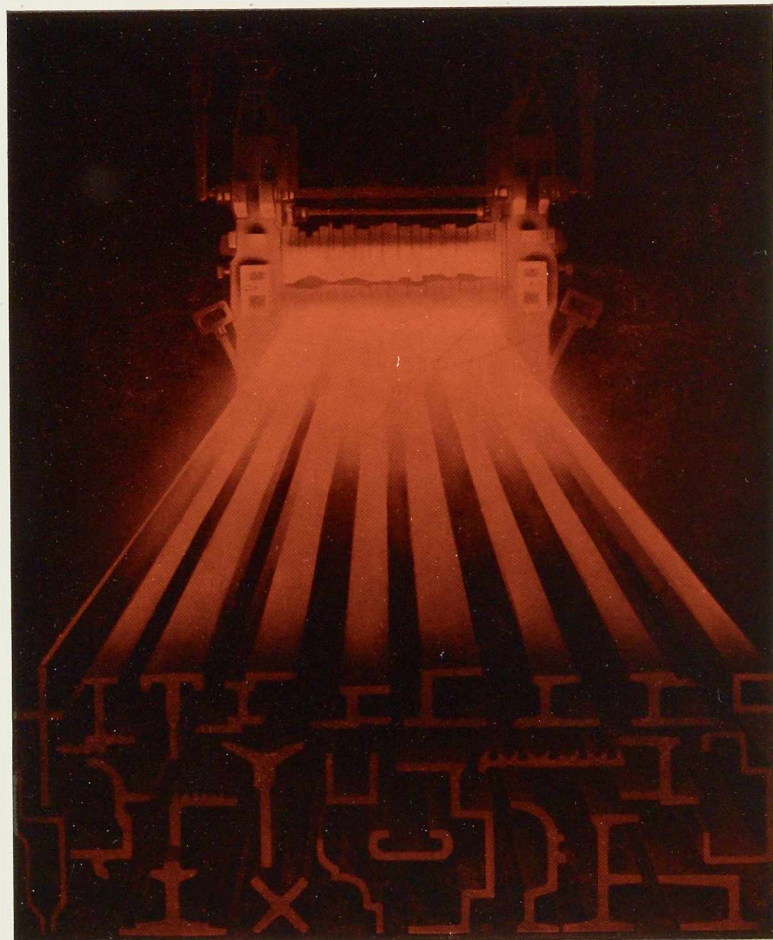
Plats spéciaux.

Matériel pour clôtures, etc.

PROFILÉS LÉGERS FABRIQUÉS À FROID

Profilés pour bâtiment, ameublement, carrosserie,
menuiserie métallique, chemins de fer, aéronautique, etc.





Laminage à chaud

Profilage à froid

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 1527

TÉLÉGRAMMES : LAMILONG La Louvière

CODES : Bentley et Acme

Société Anonyme

LA CROYERE (BELGIQUE)



Ossature métallique du Palais du Commissariat Général de l'Exposition Internationale de l'Eau Liège 1939.

Société Anonyme des Anciens Etablissements

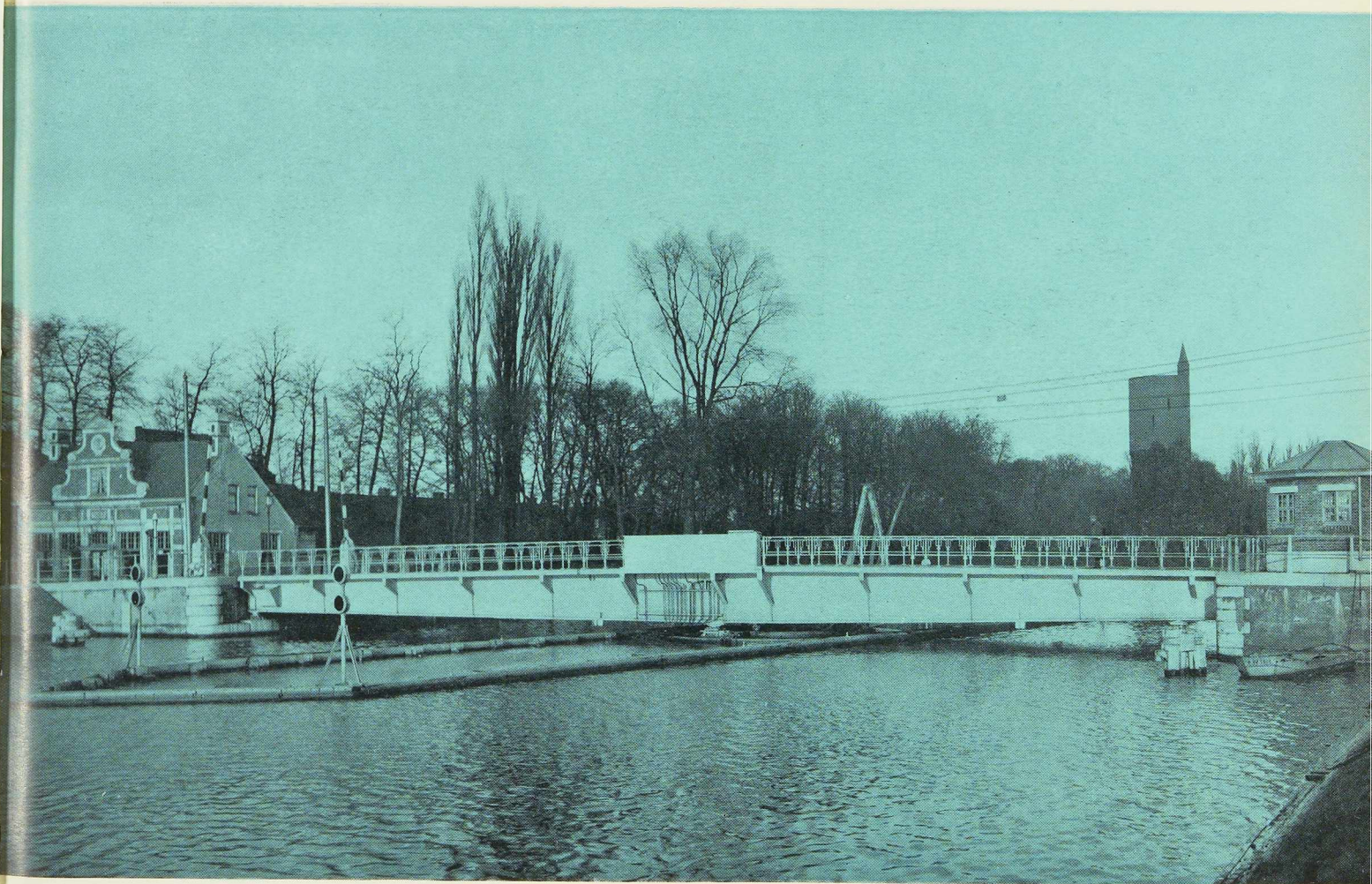
PAUL WURTH LUXEMBOURG

TÉLÉPHONE : 23.22 - 23.23.

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : PEWECO-LUXEMBOURG

**CONSTRUCTIONS METALLIQUES
APPAREILS DE LEVAGE
ET DE MANUTENTION
FONDERIE D'ACIER
MECANIQUE GENERALE**

*Ponts fixes et mobiles
Ossatures métalliques
Tout matériel fixe et roulant*



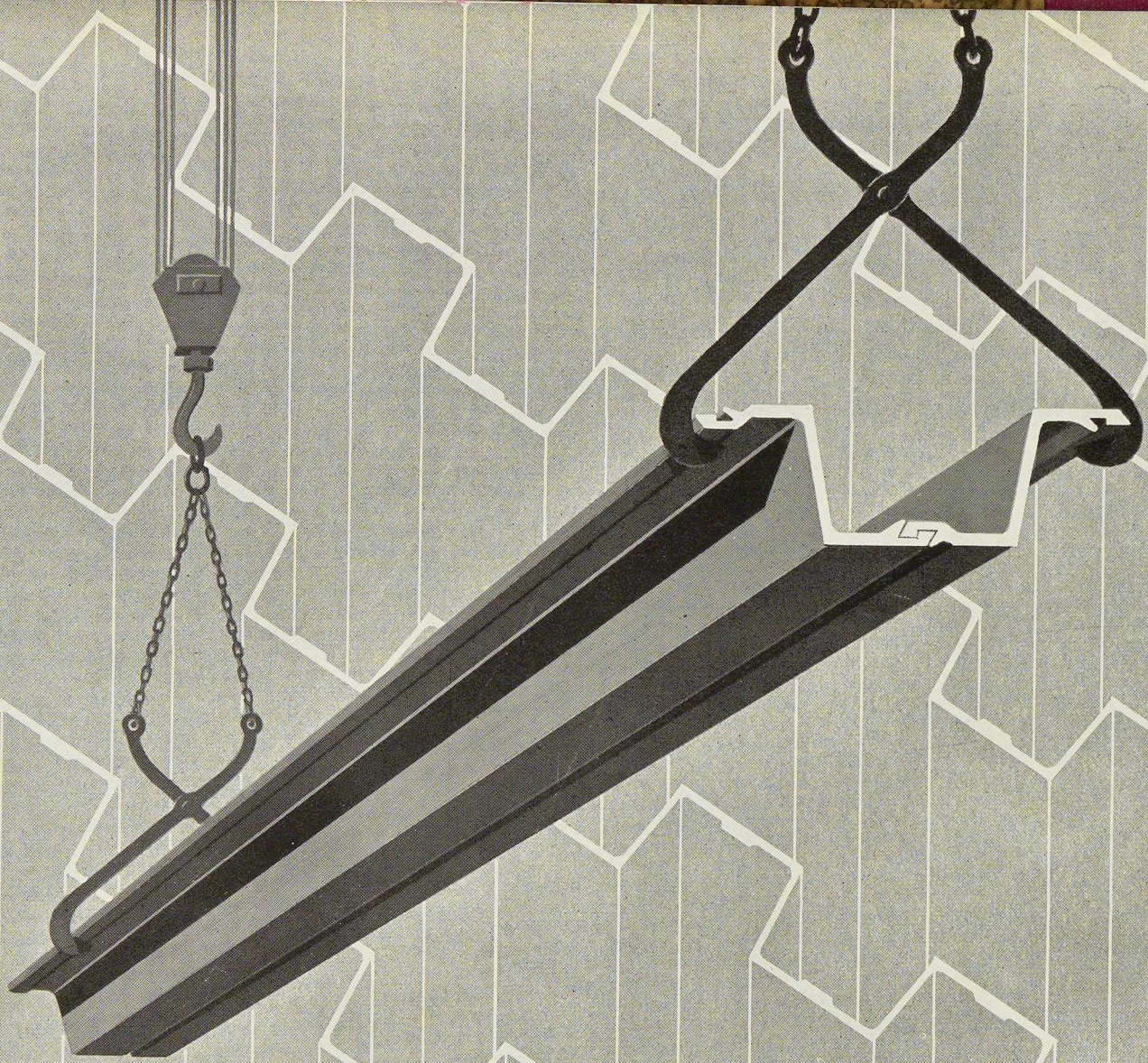
Pont tournant de la porte Sainte-Catherine à Bruges.

LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

SOCIÉTÉ ANONYME

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





D
PALPLANCHES
BELVAL

CO

PALPLANCHES DE L'USINE DE BELVAL



Palplanches de l'Usine de Belval

Types parfaitement conçus.
BELVAL O - TERRES ROUGES - BELVAL Z,
gamme idéale de profils.

Demandez catalogue spécial

Pour la Belgique, s'adresser à

LA BELGO-LUXEMBOURGÉOISE, S. A.

11, QUAI DU COMMERCE, BRUXELLES

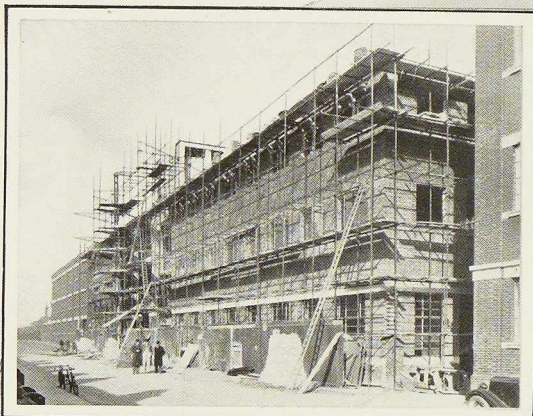
Téléphone : 17.22.46 — Adr. Tél. : Belgolux, Bruxelles

DEMI-PRODUITS · PROFILÉS · ACIERS MARCHANDS
TÔLES · FIL MACHINE · FEUILLARDS · RAILS
PIÈCES FORGÉES · ACIERS SPÉCIAUX · CONCASSEURS

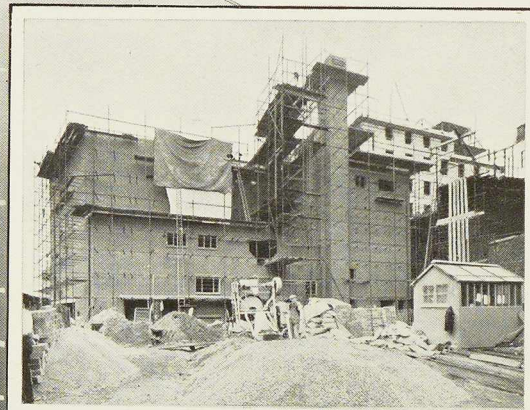
COLUMETA

COMPTOIR METALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS
L U X E M B O U R G

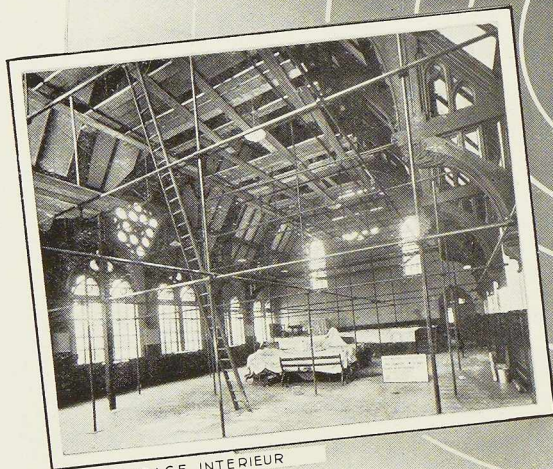
ECHAFAUDAGES TUBULAIRES "BURTON"



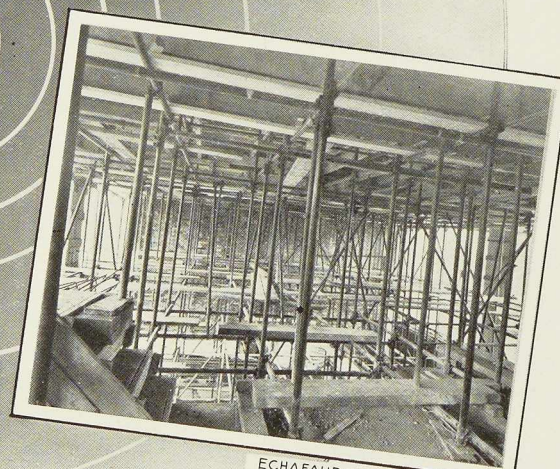
ECHAFAUDAGE INDEPENDANT



ECHAFAUDAGE SIMPLE

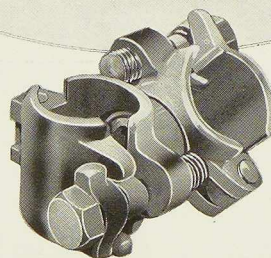


ECHAFAUDAGE INTERIEUR



ECHAFAUDAGE SERVANT D'ETANÇON

Systeme "DOUBLE-GRIP" en acier forgé-estampé



RAPIDITÉ

SÛRETÉ

Concessionnaires exclusifs pour la Belgique, le G.-D. de Luxembourg et le Congo Belge

ANCIENS
ÉTABLISSEMENTS

43 rue Masui
BRUXELLES
Tél. 15.49.40 (4 lignes)

PAUL DEVIS

296, rue Saint-Denis
FOREST
Tél. 44.48.50 (3 lignes)

SOCIÉTÉ
ANONYME

45 rue Goffart
IXELLES
Tél. 11.76.38 - 11.76.98

Les constructions tubulaires « Burton » sont brevetées en Belgique et à l'étranger

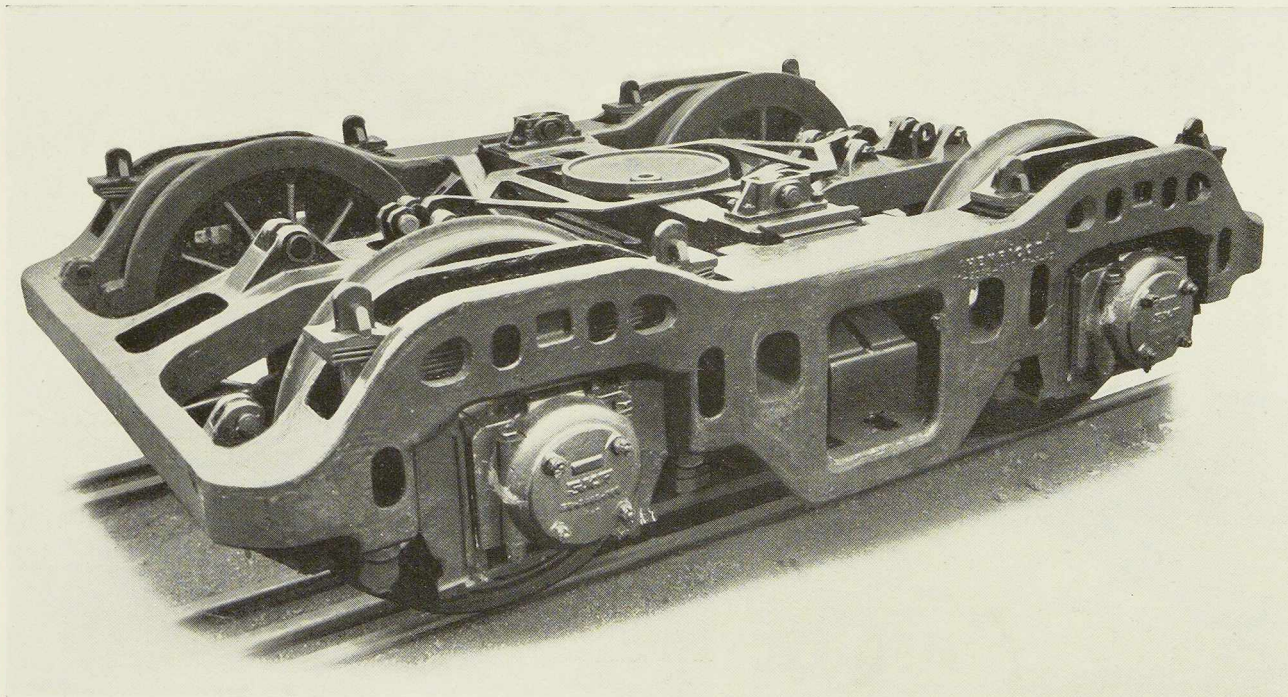
USINES EMILE HENRICOT

SOCIÉTÉ ANONYME

COURT-SAINT-ÉTIENNE

BELGIQUE

ACIERIES · FONDERIES · FORGES
LAMINOIRS · ATELIERS



UNE RÉALISATION DE BOGIE POUR TENDER

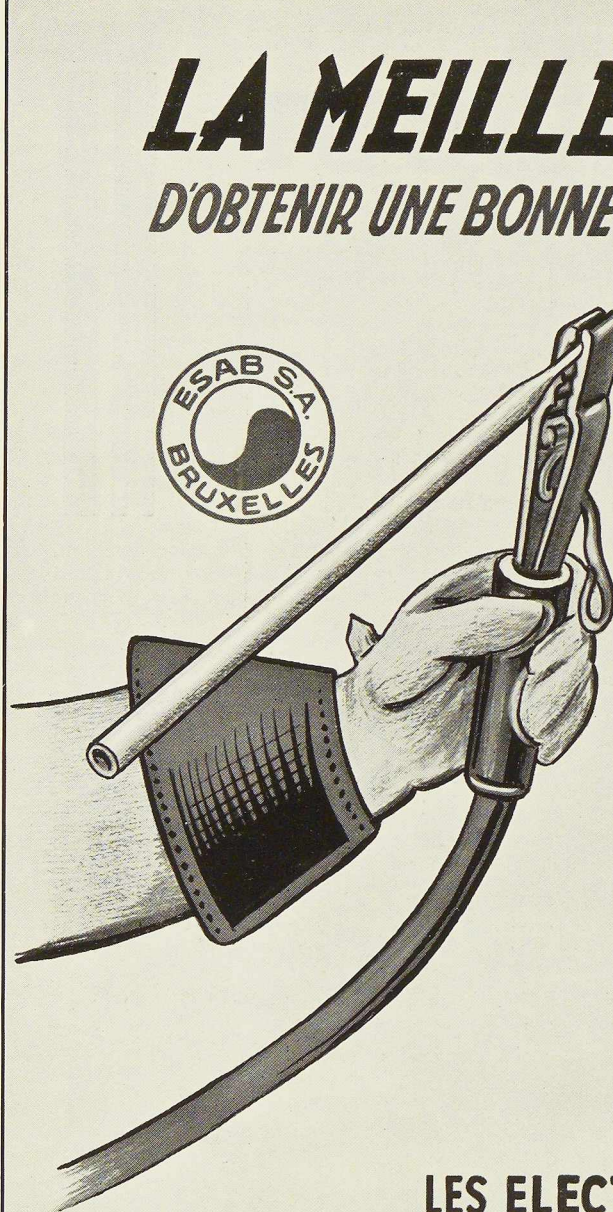
Le châssis monobloc en acier moulé, la traverse danseuse et les boîtes à rouleaux S.K.F. ont été fabriqués en nos usines.

UEH

Fabrique une gamme étendue d'aciers spéciaux sous formes de pièces coulées et forgées ainsi que de barres laminées.

LA MEILLEURE FAÇON

D'OBTENIR UNE BONNE SOUDURE INOXYDABLE



EST D'EMPLOYER LES

ELECTRODES **OKR**

leur revêtement avec prise au milieu permet un ampérage plus élevé, donc **EXÉCUTION PLUS RAPIDE** sans surchauffement du métal l'arc concentré et stable, la fusion régulière assurent une

MEILLEURE PÉNÉTRATION DANS TOUTES LES POSITIONS

le cordon lisse et sans "morsure", le laitier facilement détachable n'exigent qu'un

MINIMUM DE PARACHÈVEMENT

LES ELECTRODES **OKR**

SONT INDISPENSABLES

À UNE SOUDURE ÉCONOMIQUE ET DE QUALITÉ

DE TOUT ACIER INOXYDABLE CONTRE LA ROUILLE, LES ACIDES ET LE FEU

ESAB

SOCIÉTÉ ANONYME
BRUXELLES



SPECIALITES :

BARRES A BOULONS, A ECROUS, A RIVETS

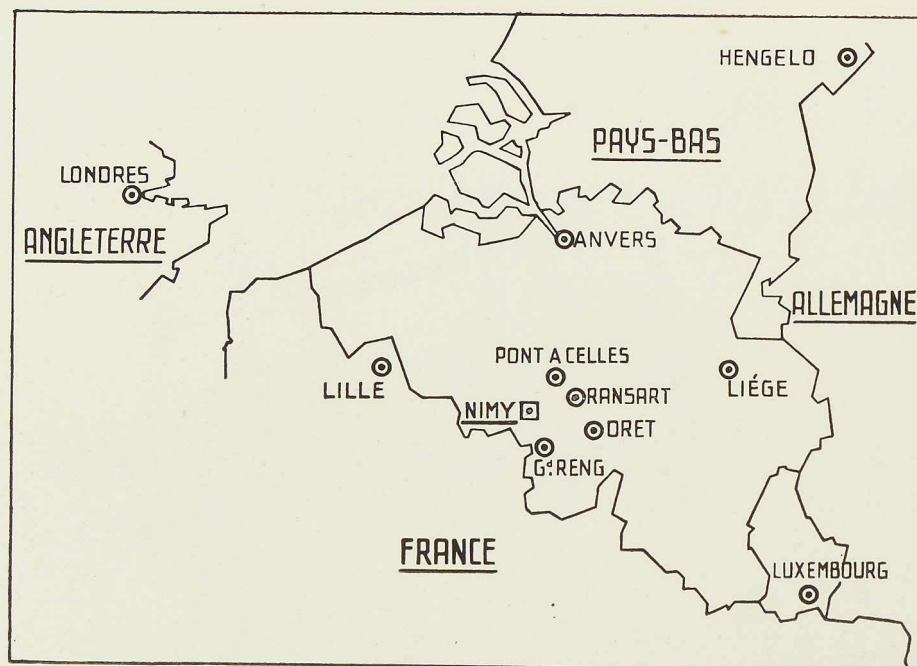
ET A FERS A CHEVAL

PIQUETS DE CLÔTURE STANDARDS, DROP-

PERS ET VARILLAS, Marque déposée T. M.

HAUTES-FOURNEAUX, FORGES & ACIERIES
1912
THY-LE-CHATEAU & MARCINELLE

Société Anonyme
A MARCINELLE



SILICA

Sables de moulages

Société Anonyme **NIMY-LEZ-MONS** (Belgique)

TÉLÉPHONE : MONS 761

TÉLÉGRAMMES : **SILICA MONS**

SIÈGES D'EXPLOITATION :

A) GRAND-RENG & PEISSANT

Téléphone : Peissant 27

Sables de Moulages Jaunes à grains moyens pour Fonderies d'acier et de fonte.
Raccordement par fer : Grand-Reng - par eau : Erquelinnes-Bassins.

B) RANSART & HEPPIGNIES

Téléphone : Charleroi 30.632 - 50.733

Sables de Moulages Rouges à gros grains - Sables à Noyaux pour Fonderies d'acier et de fonte - Sables Rudes pour Béton, Construction, Pavage.
Raccordement par fer : Ransart - par eau : Charleroi-Bassins.

C) ORET & MORIALMÉ

Téléphone : Florennes 39

Sables Réfractaires pour Convertisseurs, Cubilots, Poches, Fours rotatifs - Sables pour Bouchage des Hauts Fourneaux - Terres Réfractaires et Sables Kaoliniques pour Produits Réfractaires et Faïenceries.

Raccordement par fer : Morialmé-Bifurcation.

D) PONT-À-CELLES & OBAIX-BUZET

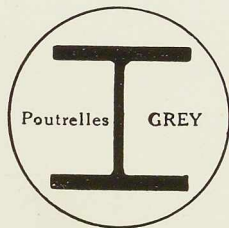
Téléphone : Luttre 261

Sables de Moulages à fins grains pour Fonderies de fonte, cuivre et aluminium.
Raccordement par fer : Obaix-Buzet.

BUREAUX DE VENTE :

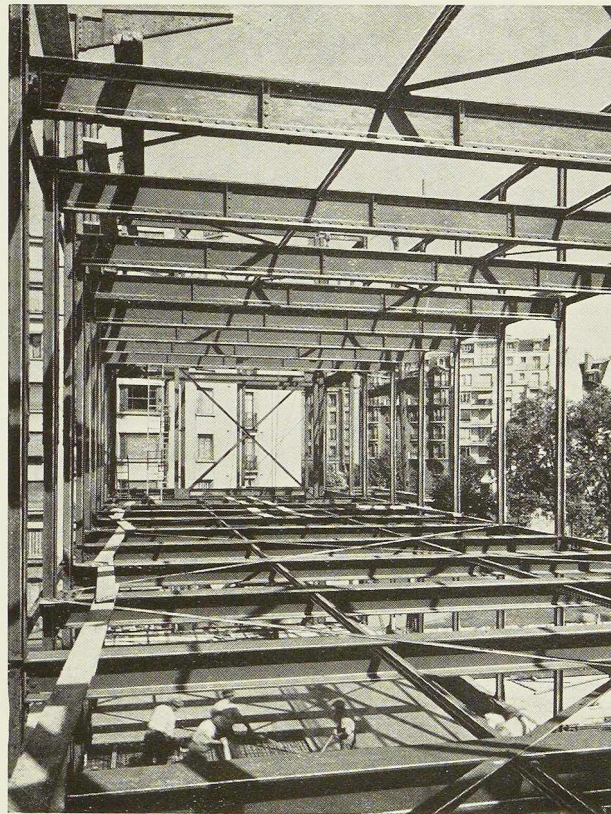
LONDRES (Grande-Bretagne et Irlande).
ANVERS (Scandinavie et Finlande).
HENGELO (Pays-Bas).

LUXEMBOURG (Grand-Duché, Allemagne et Est France).
LILLE (France).
LIÈGE (Belgique).



POUTRELLES GREY
A LARGES AILES
ET FACES PARALLELES
DE 10 A 100 cm DE HAUTEUR

TYPE ÉCONOMIQUE D I E
TYPE A AME MINCE D I L
TYPE NORMAL D I N
TYPE RENFORCÉ D I R
TYPE A AILES ÉLARGIES D I H

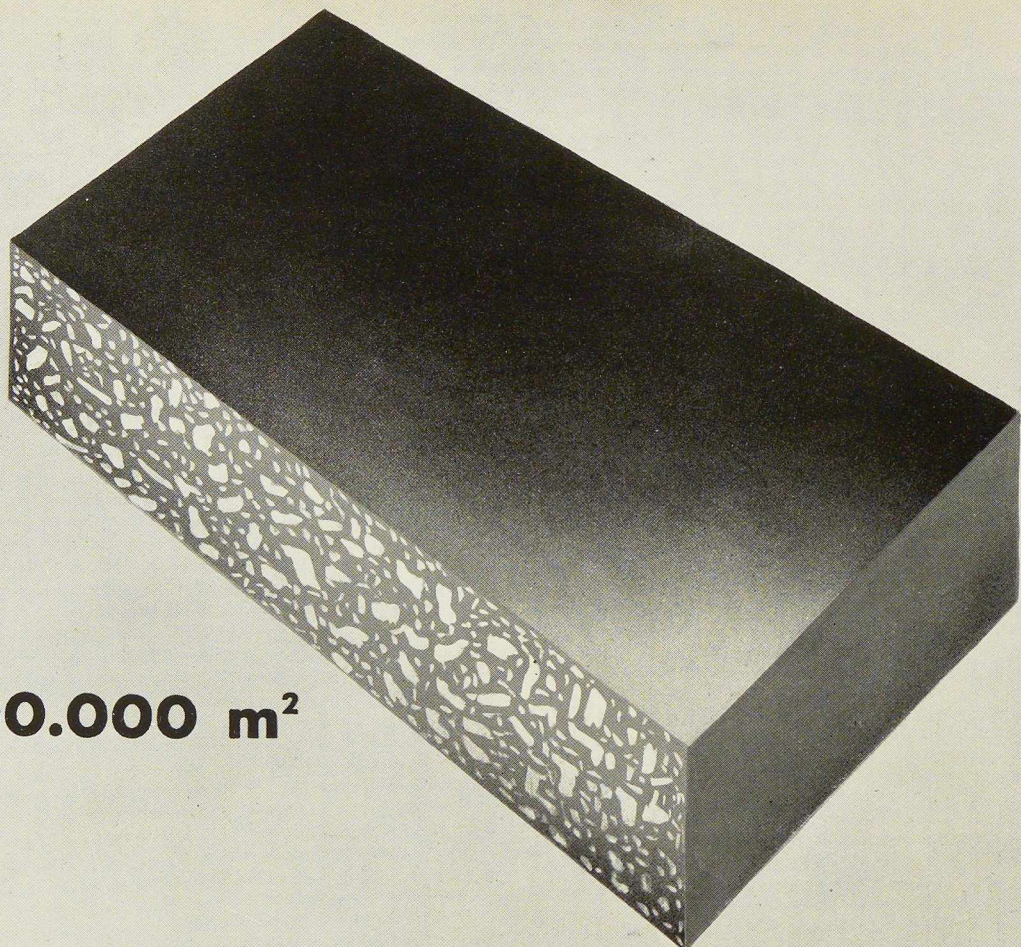


Ossature de la nouvelle école de garçons, boulevard Berthier, à Paris

POUTRELLES GREY

DE DIFFERDANGE

AGENCE DE VENTE POUR LA BELGIQUE ET LE CONGO BELGE :
DAVUM S. A., 4, Quai van Meteren, Anvers.
Téléphone 299.17. (5 lignes) — Télégramme Davumport



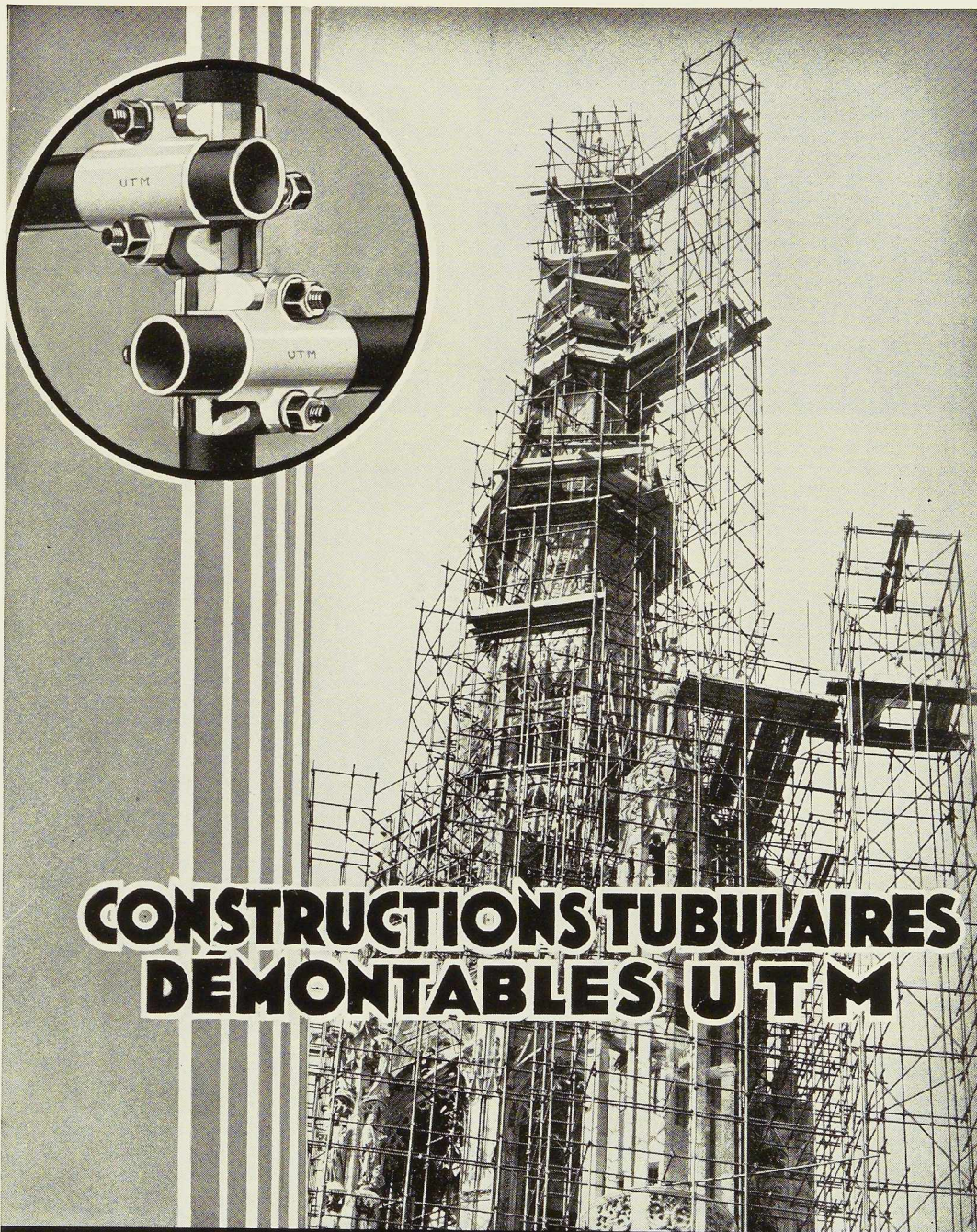
PLUS DE 100.000 m²

FOURNIS A LA SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES ET PARMIS DE NOMBREUSES COMMANDES

Compagnie Générale des Conduites d'Eau, Les Vennes, LIÉGE	1.700 m ²
Société Métallurgique de Baume Someba à LA LOUVIÈRE	600 m ²
Filature et Filteries de France à COMINE (France)	4.300 m ²
Teinturerie et Apprêts De Backer-De Rudder, GAND	600 m ²
Entrepôts du port de GAND	17.000 m ²
Entrepôts du port d'ALEXANDRIE (Egypte)	22.500 m ²
Raffinerie Tirlémontoise à TIRLEMONT	6.300 m ²
Magasins de l'Innovation à BRUXELLES	1.800 m ²
Garages du Tunnel de la Jonction à BRUXELLES	5.000 m ²
Garages de l'Armée à FLAWINNE	4.000 m ²
Société belge Fabricable à BUYSINGHEN	1.800 m ²
Fabrique de Pneus Englebert à COMPIÈGNE (France)	2.000 m ²

ASPHALT BLOCK

Pavement



CONSTRUCTIONS TUBULAIRES DÉMONTABLES UTM

USINES A TUBES DE LA MEUSE

ST. AMÉ FLÉMALLE-HAUTE BELGIQUE

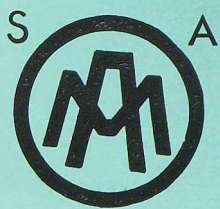
SOBELPRO



Maisons ouvrières antisismiques, construites pour le gouvernement de El Salvador (Division « Ponts et Charpentes » Nivelles)



Ossature métallique de la Cathédrale de Managua, seul monument ayant résisté au dernier séisme. (Division « Ponts et Charpentes », Nivelles)



LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES

Nivelles
B E L G I Q U E

USINES A NIVELLES, TUBIZE, LA SAMBRE, MANAGE

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

9^e ANNÉE - N° 3

MARS 1940

UNIVERSITEIT TE GENT
BIBLIOTHEEK
DER SPECIALE SCHOLEN



Le pont suspendu de Lions' Gate à Vancouver (Colombie britannique)

La ville de Vancouver, avec sa population de plus de 300.000 habitants, est la troisième ville du Canada. Son port, qui constitue une porte ouverte sur le Pacifique, est le second du pays. C'est à l'entrée du port de Vancouver qu'on vient de construire un pont, dénommé *Lions' Gate Bridge*, qui détient le record de portée pour ponts sus-

pendus de l'Empire britannique. L'ouvrage, dont l'esthétique fut particulièrement soignée, comporte une travée centrale de 472 mètres de portée et deux travées latérales de 187 mètres de portée. Dans l'axe de la travée médiane, le tirant d'air atteint 64 mètres au-dessus des plus hautes eaux.

D'un aspect très élancé, les pylônes métalliques

N° 3 - 1940



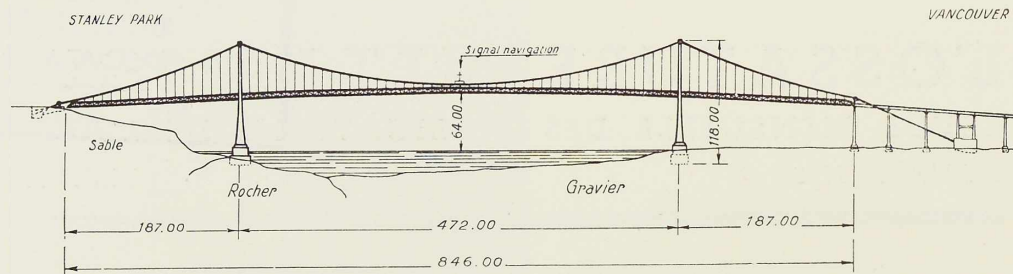


Fig. 168. Elévation du pont Lions' Gate à Vancouver.

ont une hauteur totale de 118 mètres. Le pont suspendu est prolongé du côté de Vancouver-Nord par un viaduc d'accès en acier d'une longueur totale de 659 mètres. Etabli sur le passage des *First Narrows* de *Burrard Inlet*, le pont prend son départ dans le *Stanley Park* sur la rive Sud et descend par un long viaduc à travers les terrains bas de la rive Nord vers *Marine Drive*. Cette grande avenue, très fréquentée, constitue une des promenades les plus populaires de Vancouver.

Commencés en avril 1937, les travaux de construction du pont ont pu être terminés le 14 novembre 1938, date de l'ouverture du pont à la circulation par le Maire de Vancouver. Toutefois, un certain nombre de travaux complémentaires furent exécutés au cours de l'été 1939.

Le coût du pont de Lions' Gate s'est élevé à 3.500.000 dollars canadiens (environ 90 millions de francs belges). La construction du nouveau pont, en établissant des communications faciles

entre les deux rives du port, contribuera grandement à l'expansion des quartiers de Vancouver-Nord et de Vancouver-Ouest.

Fondation des pylônes

Les montants des pylônes métalliques reposent sur des piles en maçonnerie par des semelles cruciformes en acier pesant 18 tonnes chacune, ancrées au moyen d'énormes boulons. Les fondations des piles ont été exécutées au moyen de caissons. Du côté Nord, le caisson est unique, sa longueur totale est de 51^m80 et sa largeur de 14^m60. Le caisson fut descendu par havage jusqu'à une profondeur de 22^m85 sous le niveau du sol, soit 19^m80 sous le niveau des plus basses eaux. Malgré les dimensions de ce caisson, il fut foncé à la profondeur désirée à travers le gros gravier, en un délai de 3 mois de travail ininterrompu, sans de trop grandes difficultés. Pour ce qui est des fondations de la pile Sud, deux caissons cylindriques furent foncés séparément à une profondeur de près de 13 mètres sous le niveau des plus hautes eaux, par des courants qui atteignent la vitesse de 7 nœuds à l'heure à certaines marées. Ces deux caissons avaient été prévus pour permettre le fonçage à l'air comprimé si c'était nécessaire; ils ont été construits sur le rivage, amenés par flottaison à pied d'œuvre, puis échoués à leur emplacement définitif dans des souilles excavées d'avance.

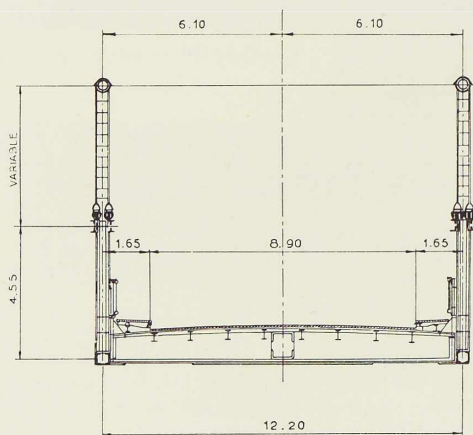


Fig. 169. Coupe transversale du pont.

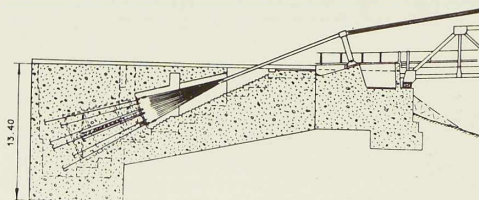


Fig. 170. Massif d'ancrage des câbles. Côté Sud.



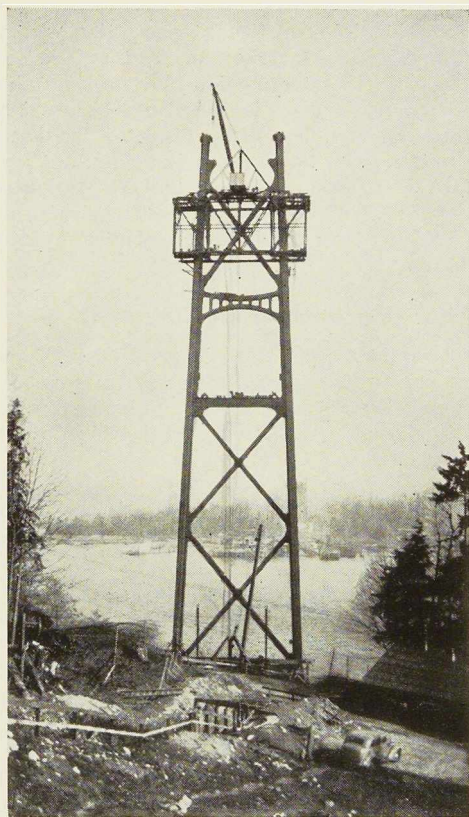


Fig. 171. Pylône côté Sud avec une grue roulante à sa partie supérieure.

Ancrages

Les massifs d'ancrage des câbles porteurs sont en béton armé. Par suite de la différence de nature du terrain, les massifs Nord et Sud se présentent tout à fait différemment l'un de l'autre. C'est ainsi que le massif Nord s'élève presque entièrement au-dessus du sol, tandis que le massif Sud est presque complètement enterré dans l'argile. Le premier est fondé sur le gros gravier, le second est noyé dans l'argile graveleuse.

Pylônes

Les pylônes sont constitués par des portiques métalliques. Leur hauteur est de 118 mètres. Les montants, formés par des assemblages de tôles et cornières, ont une section en caisson. Chaque montant comporte en coupe un caisson central de dimensions constantes et deux caissons laté-

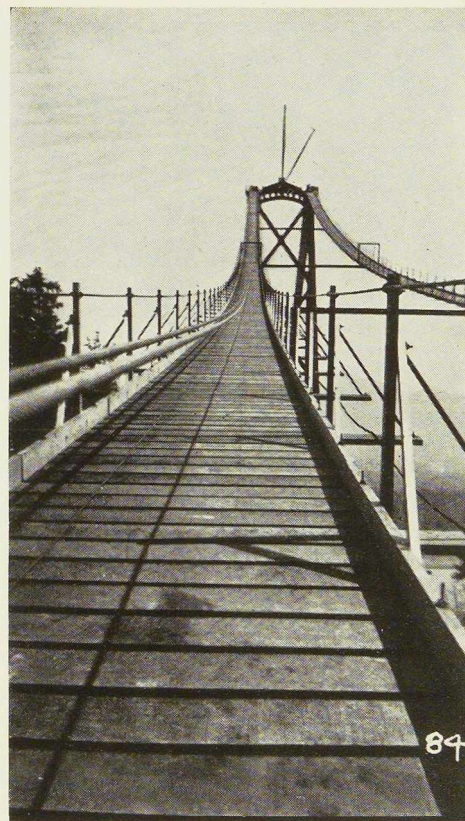


Fig. 172. Passerelle de travail, dite « promenade de chat », pour la confection sur place des câbles porteurs.

raux dont la largeur va en décroissant de la base au sommet. Dans le sens transversal, la largeur des pylônes décroît de 21^m35 à la base jusqu'à 12^m20 au sommet. Les montants sont raidis par des diaphragmes intérieurs. Pour résister aux efforts horizontaux, les deux montants d'un même cadre sont entretoisés au moyen de traverses et de diagonales. Les grandes mailles des diagonales confèrent à l'ensemble un aspect ajouré, non dépourvu d'une certaine élégance.

Acier employé

Les études faites pour le pont de Lions' Gate ont eu pour résultat l'adoption d'un acier mi-dur pour toutes les parties métalliques de l'ouvrage (poutres de raidissement, pylônes, entretoises, etc.), sauf pour les câbles.

L'acier adopté par les constructeurs est du type S-40, répondant aux spécifications de la

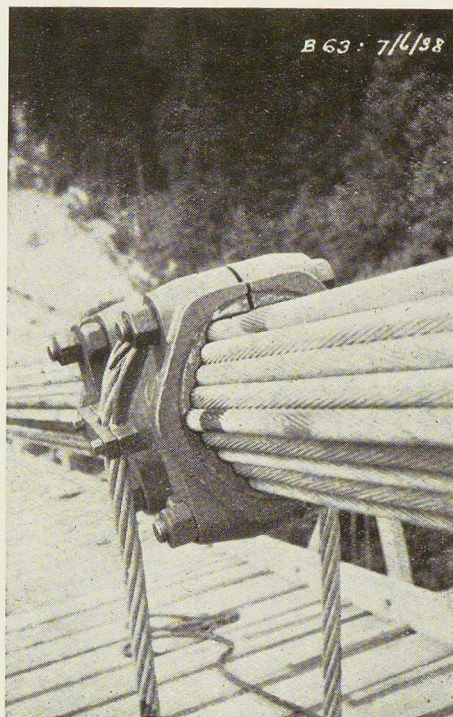


Fig. 173. Câble porteur et câbles de suspension.

Canadian Engineering Standards Association. Ses caractéristiques sont : charge de rupture, 42-52 kg/mm²; limite élastique, 24 kg/mm².

Les câbles sont en acier spécial galvanisé. Le taux de travail de l'acier admis dans les calculs est de 63 kg/mm², ce taux est mesuré sur la section nette de l'acier, sans tenir compte de la couche de galvanisation. Il est intéressant de noter que le taux de 63 kg/mm² dépasse d'environ 33 % la limite adoptée dans les ponts suspendus américains, récemment construits. L'augmentation du taux de travail de l'acier était justifiée par la régularité et la haute résistance des fils étirés à froid employés.

Câbles et suspentes

Les câbles porteurs ont un diamètre de 37 cm; ils sont composés de 61 torons de 47 fils galvanisés. Les torons furent réunis sur place en un paquet hexagonal, puis la section hexagonale remplie par des fourrures en bois de cèdre imprégné pour parfaire une section circulaire finalement frettée par une gaine continue de fils d'acier

doux galvanisé, constituant protection contre les intempéries. La traction maximum dans chaque câble, sous l'effet du poids mort, des surcharges et des variations de température, s'élève à 2.900 tonnes environ. Les suspentes, en acier de même provenance que les câbles principaux, ont un diamètre de 45 mm. L'espacement des suspentes est de 9^m75; l'écartement des câbles principaux est de 12^m20 entre axes des selles placées en tête des pylônes.

Tablier et poutres de rigidité

Le tablier, qui a une largeur de 12^m20 entre axes des poutres de rigidité, livre passage à une chaussée de 8^m95 de largeur, prévue pour 3 files de véhicules. La chaussée est bordée de chaque

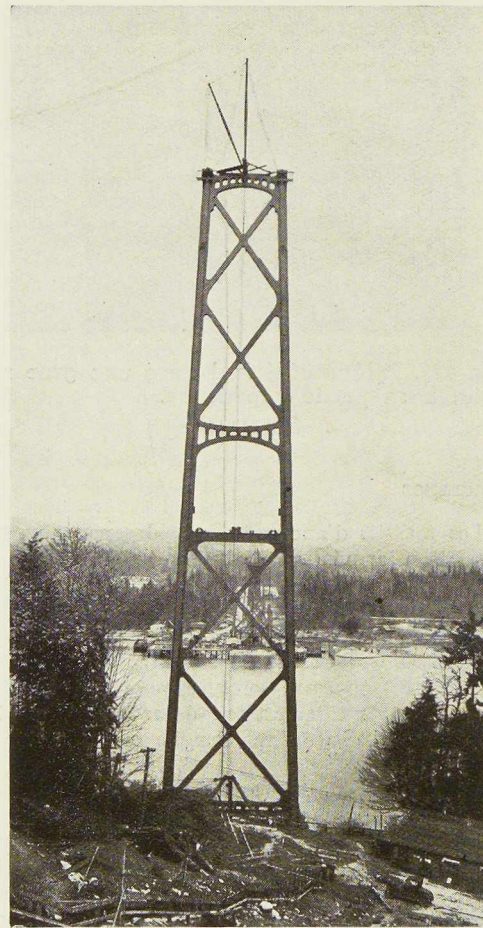


Fig. 174. Vue montrant le contreventement des pylônes métalliques.

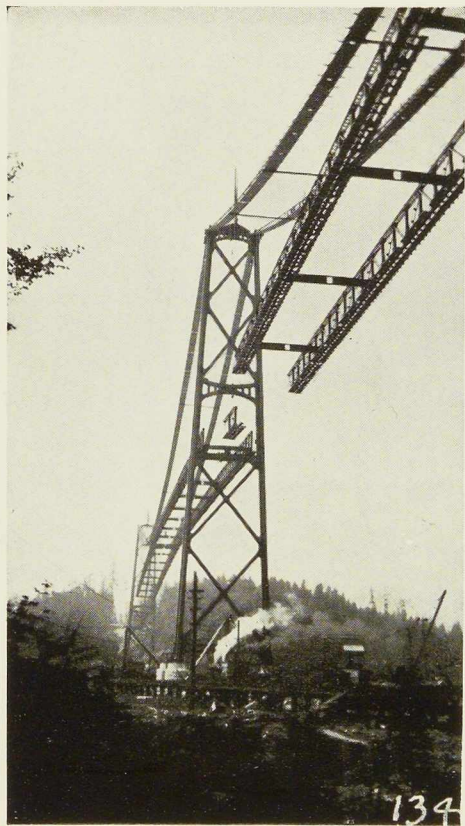


Fig. 175. Vue prise pendant le montage des poutres de rigidité.

côté d'un trottoir de 1^m25 de largeur. Dans la grande travée suspendue, le tablier est du système « Teegrid ». Dans ce système, une série de grillages métalliques, formés de fers T, soudés les uns aux autres, forment l'armature de la dalle. Les grillages sont ensuite remplis de béton sec, vibré sur place. On obtient ainsi une dalle légèrement armée ne pesant que 225 kg par m². La dalle du tablier repose sur un système de poutres transversales et longitudinales. Les poutres de rigidité, d'une hauteur de 4^m60, sont en acier mi-dur. Du type en treillis, elles sont interrompues au droit des pylônes pour le libre jeu de la dilatation. Le rapport hauteur-portée est de $\frac{1}{98}$

pour la travée centrale et de $\frac{1}{25}$ pour les travées latérales. Le poids total des poutres de rigidité et des pièces de contreventement latéral s'élève à 1.570 tonnes.

Viaducs d'accès

Du côté de Vancouver-Ouest, le pont est prolongé par un long viaduc d'accès. Cet ouvrage, d'une longueur de 659 mètres, est construit en acier. Il consiste en une succession de 25 travées dont la plus grande mesure 37 mètres. Les poutres du tablier reposent sur des chevalets métalliques. A intervalles déterminés, des pylônes du type portique rigide ont été introduits, comme « points résistants », en vue de limiter les mouvements dus au trafic et aux variations de température. Les poutres du tablier sont espacées de 1^m35; elles comportent à chaque extrémité un léger porte-à-faux, pour les trottoirs et garde-corps. Pour parer aux effets longitudinaux de dilatation, le viaduc est divisé en cinq tronçons par quatre joints de dilatation. Le viaduc d'accès est relié à la promenade *Marine Drive* par une route en pente de 306 mètres de longueur. C'est là que se trouvent les guichets de péage et les bâtiments d'administration.

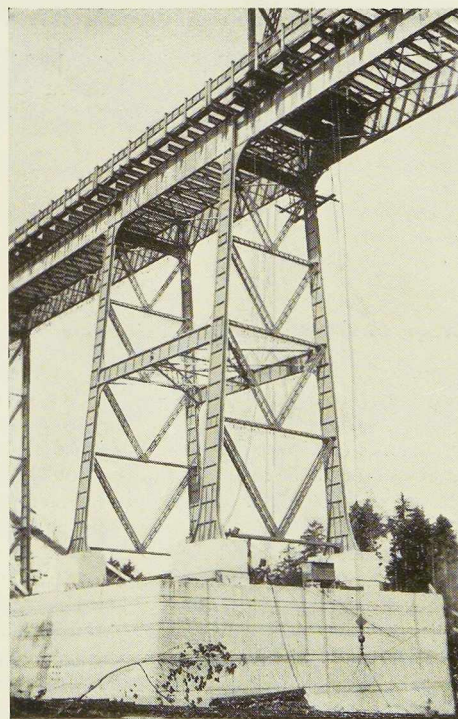


Fig. 176. Un des cadres rigides supportant les travées du viaduc d'approche côté Nord.

N° 3 - 1940





Fig. 177. Entrée Sud du pont de Lions' Gate situé dans une des plus belles régions de la Colombie britannique.

Eclairage et signalisation

Le pont de Lions' Gate est éclairé sur toute sa longueur par des lampes à vapeur de sodium, placées dans l'axe de l'ouvrage. Sur 60 lampes, qui assurent l'éclairage du pont, la moitié s'éteint automatiquement à minuit, tandis que l'autre moitié est contrôlée par un œil photo-électrique. A mi-longueur de la travée principale se trouve un poste surélevé de contrôle des signaux et des plates-formes d'observation. Chaque travée suspendue est pourvue d'un pont mobile de visite.

Les travées du viaduc Nord, les pylônes principaux et les poutres de rigidité ont été recouvertes d'une peinture de jolie tonalité verte. Le dessous des travées suspendues a été peint en brun foncé.

Quant aux câbles et aux suspentes, ils ont reçu une peinture vermeille brillante, dite « rouge d'aviation international ».

Les plans et calculs du pont de Lions' Gate sont l'œuvre des ingénieurs-conseils C. N. Monsarrat et P. L. Pratley, de Montréal, en association avec le major W. G. Swan, de Vancouver, et avec la collaboration de MM. Robinson et Steinman, ingénieurs-conseils à New-York. La superstructure métallique a été exécutée par la *Dominion Bridge Co.* et l'infrastructure par la *Stuart Cameron Co. Ltd.* Les travaux de construction ont été financés par la *First Narrows Bridge Co. Ltd.*

L'entreprise a été contrôlée par les autorités gouvernementales, provinciales et municipales.

Le pont de Lions' Gate, par sa silhouette élégante, s'harmonise parfaitement avec le décor magnifique du site canadien où il est construit.

Les clichés qui illustrent cet article nous ont été obligeamment prêtés par la revue *CIVIL ENGINEERING*, de Londres.



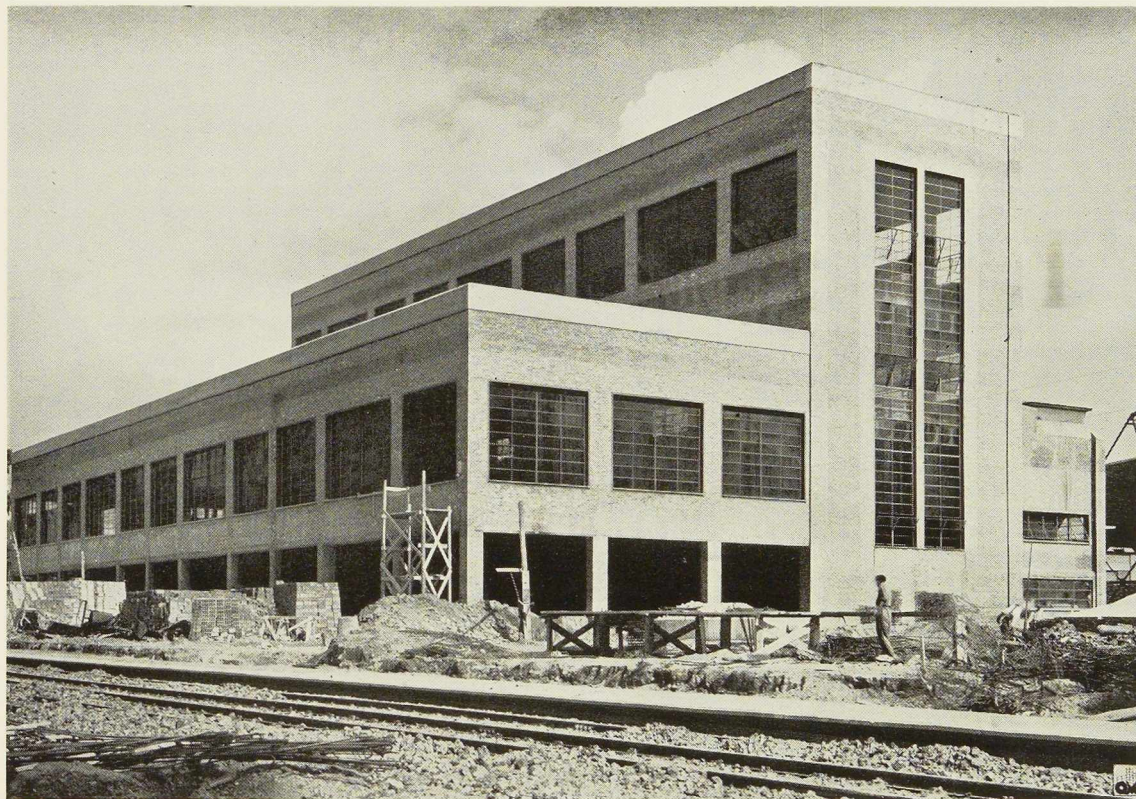


Fig. 178. Vue générale de la nouvelle aciérie ILVA à Savone.

Les charpentes Vierendeel de l'Aciérie « Ilva », à Savone (Italie)

par **A. Bozzarelli**,
Ingénieur,
Chef de Service à la Société ILVA, Gênes

Une entreprise industrielle ne peut pas être considérée uniquement comme source de gain, mais aussi comme source de travail et d'œuvres sociales. Elle doit avoir comme but l'utilité publique. Il convient que ceux qui travaillent dans une entreprise, en y passant la plus grande partie de leur journée, soient logés dans des locaux sains, bien éclairés et accueillants.

Au point de vue utilitaire, on a constaté du reste que le rendement des travailleurs a remarquablement augmenté chaque fois que les conditions, dans lesquelles leur activité est déployée, ont été améliorées.

En général, on considère le coût des immeubles industriels comme une dépense purement passive, qu'on cherche à réduire le plus possible.

N° 3 - 1940



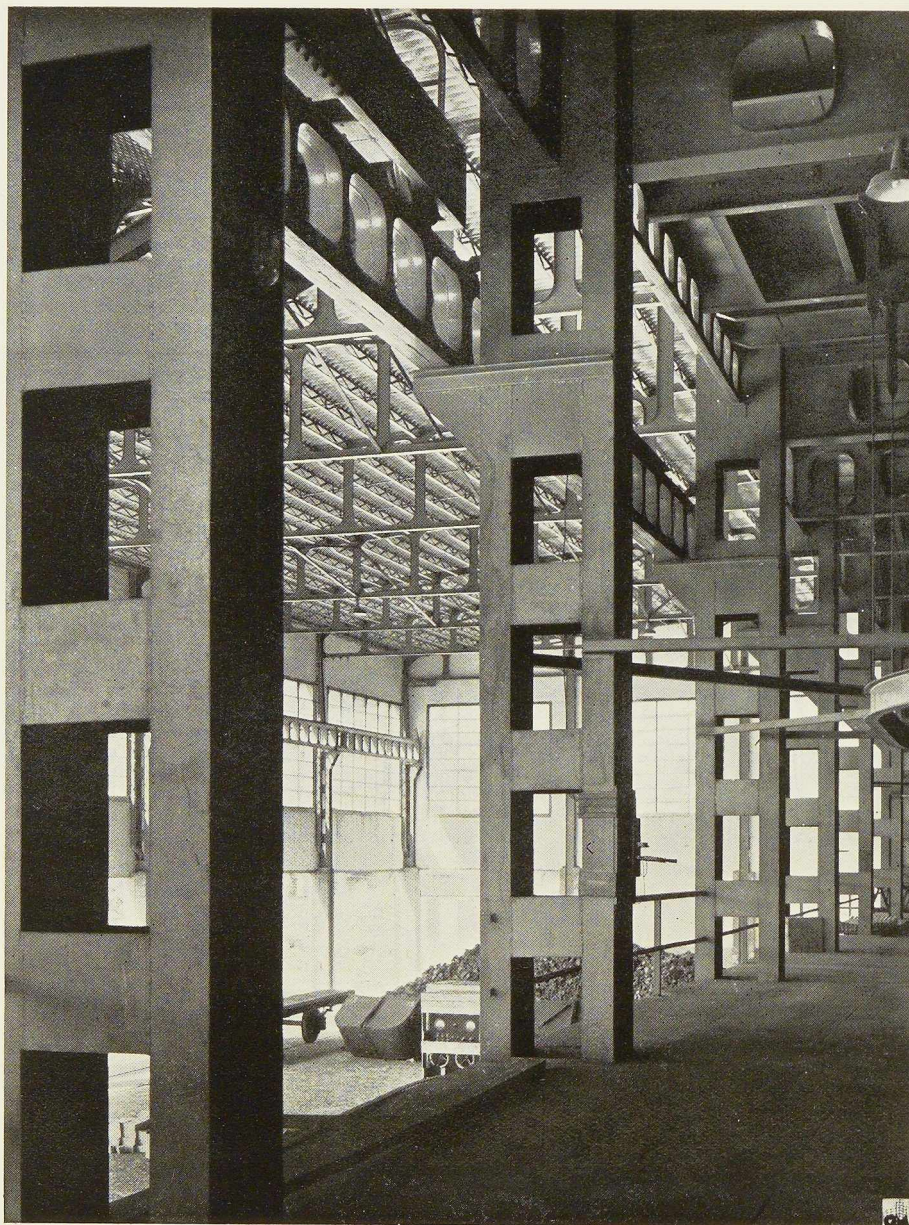


Fig. 179. Vue des colonnes centrales de l'aciérie ILVA. Ces colonnes sont constituées de profilés métalliques soudés réunis entre eux par des diaphragmes horizontaux.

N° 3 - 1940



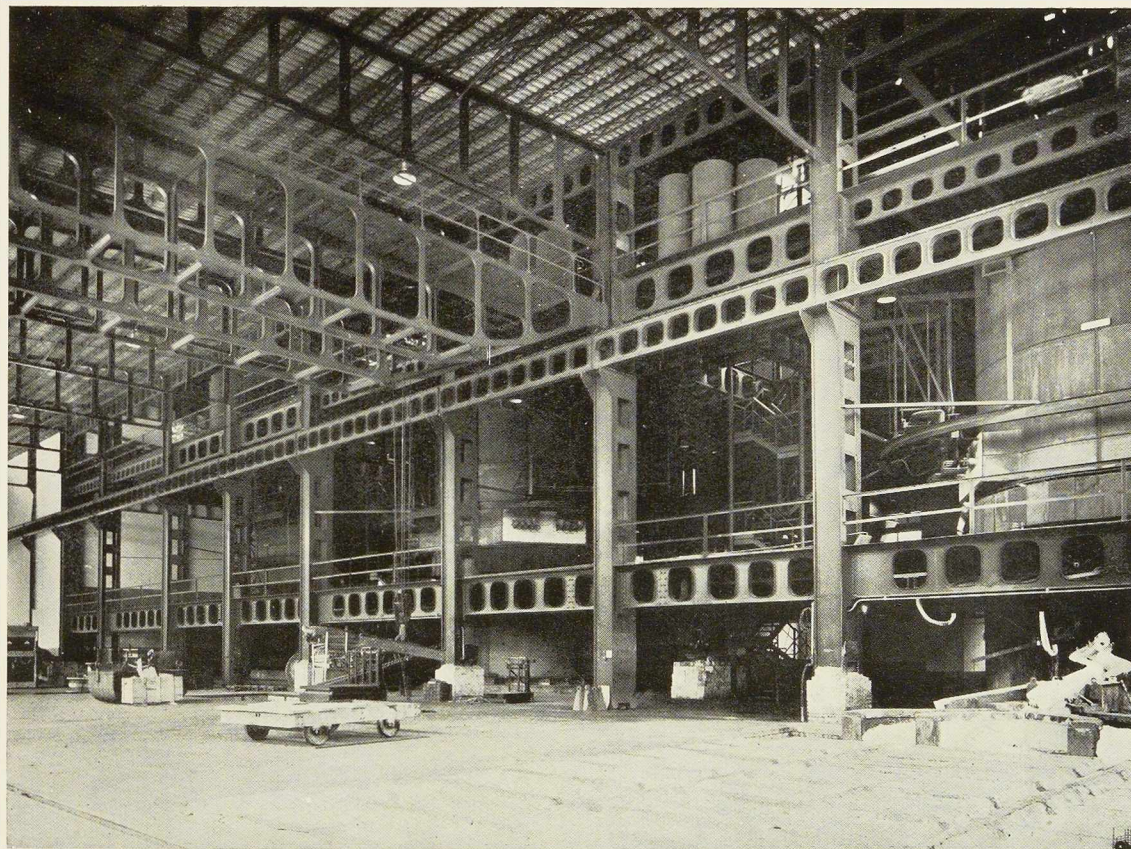


Fig. 180. Vue des trois fours électriques de l'aciérie ILVA.

Des constructions architecturales soignées, des installations ordonnées et bien conservées laissent à l'œil une impression favorable, difficile à effacer, de l'ordre, de la correction et de la bonne tenue de l'entreprise. L'aspect extérieur des bâtiments industriels doit présenter un caractère rationnel à travers le rapport harmonieux des différentes parties constitutives. Mais si l'on imprime au bâtiment une telle ligne architecturale extérieure, on ne peut pas non plus négliger l'intérieur. Il faut donc, sans sacrifier la fonction et l'économie, exprimer l'ossature métallique par des lignes aussi harmonieuses que possible. C'est alors que se pose la question : quel est la forme d'ossature qui convient le mieux pour donner à une construction un aspect plus moderne, plus simple et plus rationnel ? On peut observer, par exemple, que les fermes des types anglais, Polonceau ou à la Mansard présentent une forêt dense

de minces treillis et ne possèdent pas cet aspect de tranquillité dû à une compréhension immédiate des formes, qui caractérise les poutres pleines. L'impression mécanique qui naît de leurs formes ne cadre pas avec la conception immédiate et simple des choses.

La revue française ACIER, qui a publié à propos de l'esthétique des charpentes métalliques une étude très poussée (1), écrit que les treillis métalliques pour être plaisants doivent satisfaire à un certain nombre de conditions, qui peuvent se résumer comme suit :

- 1° Accuser une réelle unité dans leurs tracés;
- 2° Ne faire usage que de formes géométriques très simples;
- 3° N'être pas dessinés à une échelle excessive, c'est-à-dire correspondre à des modules qui

(1) Voir « ACIER », n° 1, 1936, édité par l'O.T.U.A.



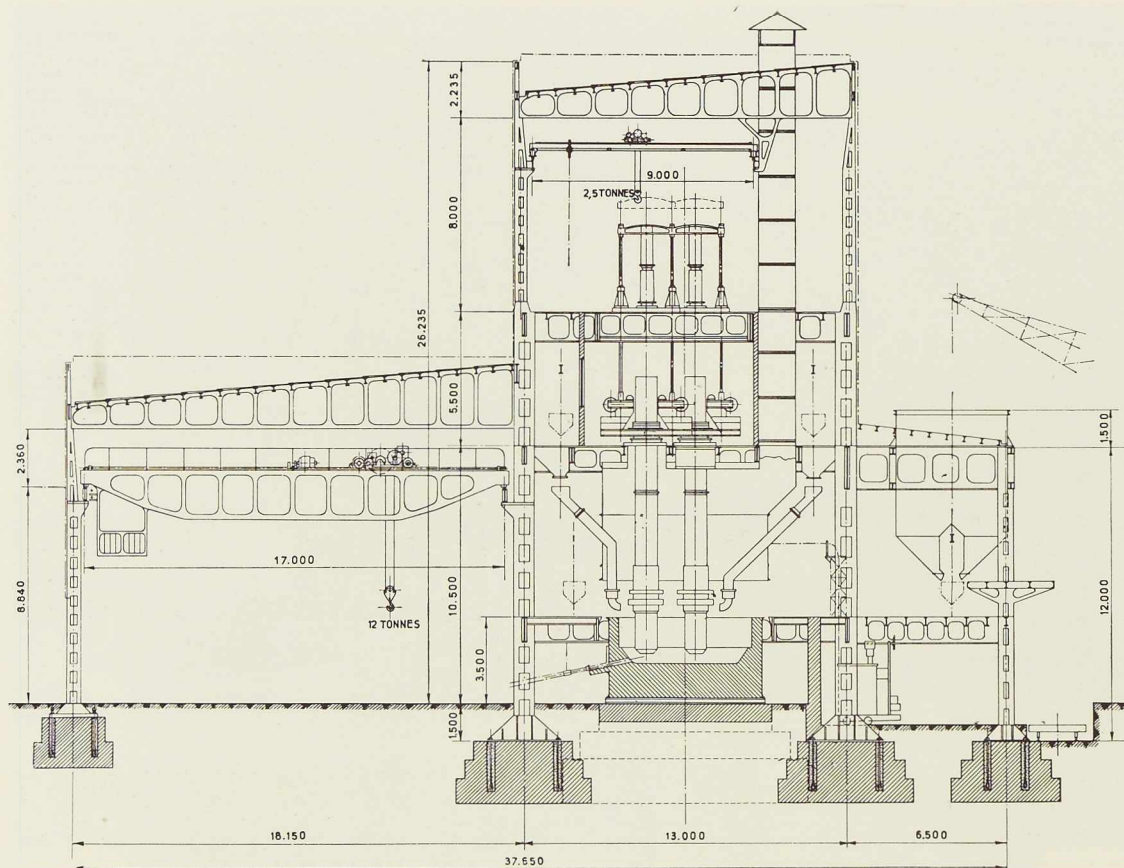


Fig. 181. Coupe transversale des installations de la nouvelle aciérie électrique.

restent petits par rapport aux hauteurs entre membrures auxquelles ces treillis servent d'âmes.

Les triangulations de grandes dimensions des poutres, qui à une certaine époque furent à la mode, déplaisent aujourd'hui parce que manquant de simplicité. Les poutres à âme pleine qui ont pris, spécialement en Allemagne, un grand développement, donnent en général à la construction un aspect robuste et tranquille. Mais si la paroi pleine convient bien à la construction des ponts, elle donne souvent, au contraire, un sens de pesanteur dans les grands ouvrages de charpentes. Le type qui s'adapte le mieux à ce genre de constructions est le type Vierendeel, qui tient le milieu entre les treillis habituels et la paroi pleine.

La tendance de ces dernières années en matière de constructions métalliques consiste dans des

lignes simples, dégagant un aspect moderne. La Société ILVA s'est inspirée de ces principes pour la construction à Savone d'une nouvelle installation pour la fabrication des aciers spéciaux, faisant partie du programme autarcique italien concernant la sidérurgie.

La construction qui abrite la nouvelle aciérie présente des caractéristiques qui méritent d'être signalées. Les éléments de l'ossature métallique furent assemblés par soudure en atelier et boulonnés au montage. Les charpentes sont du type Vierendeel, entièrement soudées. Elles prennent appui sur des colonnes métalliques, également soudées, formées avec des profils normaux réunis entre eux par des diaphragmes soudés. Le bloc principal, qui abrite les trois fours électriques, est un bâtiment à trois étages. Sa longueur est de 60 mètres, sa largeur de 19^m50; sa hauteur atteint 26^m23. A ce bâtiment est adossé un vaste



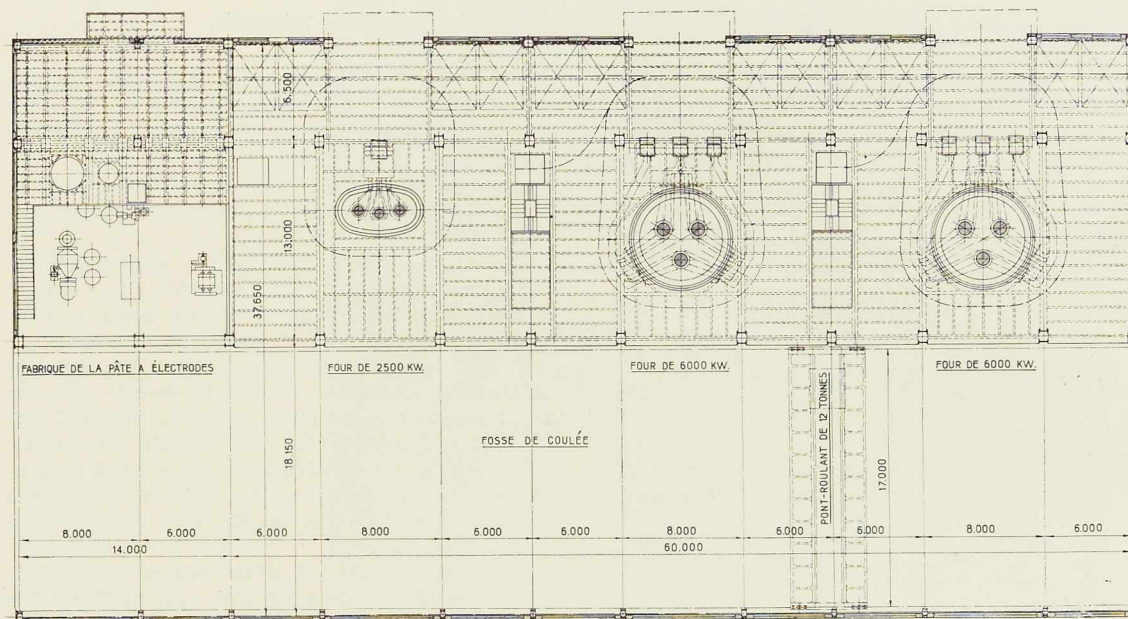


Fig. 182. Plan des installations de l'aciérie ILVA.

hall mesurant $74^m00 \times 18^m15$ et contenant la fosse de coulée. L'ensemble des installations est complété par une fabrique de pâtes d'enrobage d'électrodes, logée dans une annexe mesurant $19^m50 \times 14^m00$. L'ossature de l'aciérie est calculée pour les charges suivantes :

- Toiture : 130 kg/m^2 (poids mort et surcharge);
- Planchers aux niveaux $+ 16^m00$ et 10^m50 : 500 kg/m^2 , plus le poids propre des planchers et des machines;
- Plancher au niveau $+ 3^m50$: 1.500 kg/m^2 , plus le poids propre du plancher et des machines;
- Saillies au niveau $+ 5^m00$ sous les trémies : 2.000 kg/m^2 .

L'ossature métallique de l'aciérie reçoit en outre la charge de 12 trémies à minerai, pesant chacune environ 185 tonnes. Enfin, tout le poids des fours électriques (sauf le creuset) est supporté par les planchers du 2^e et du 3^e étage.

L'installation est composée de deux fours jumelés de 6.000 kW et de 2.500 kW, du type à électrodes. Les fours sont triphasés à arc, de fabri-

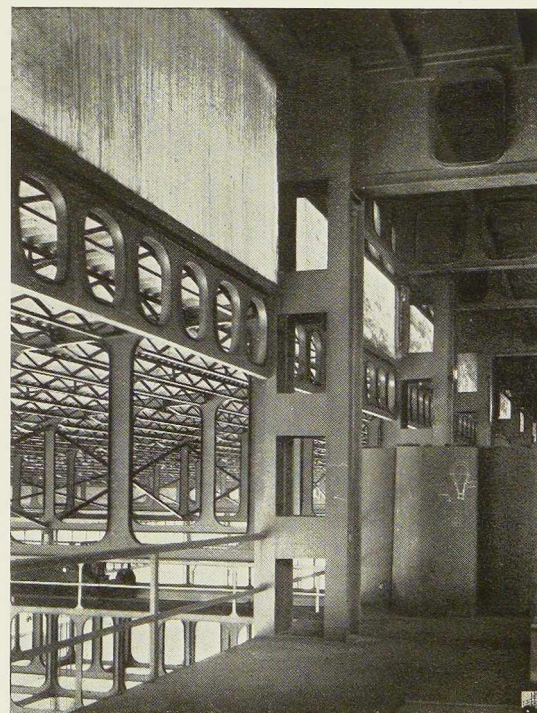


Fig. 183. Détail de l'ossature métallique montrant les poutres Vierendeel et les colonnes à diaphragmes horizontaux.



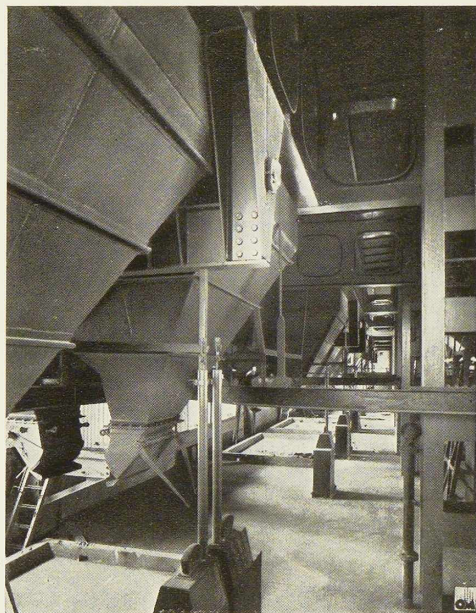


Fig. 184. Trémies à minerais.

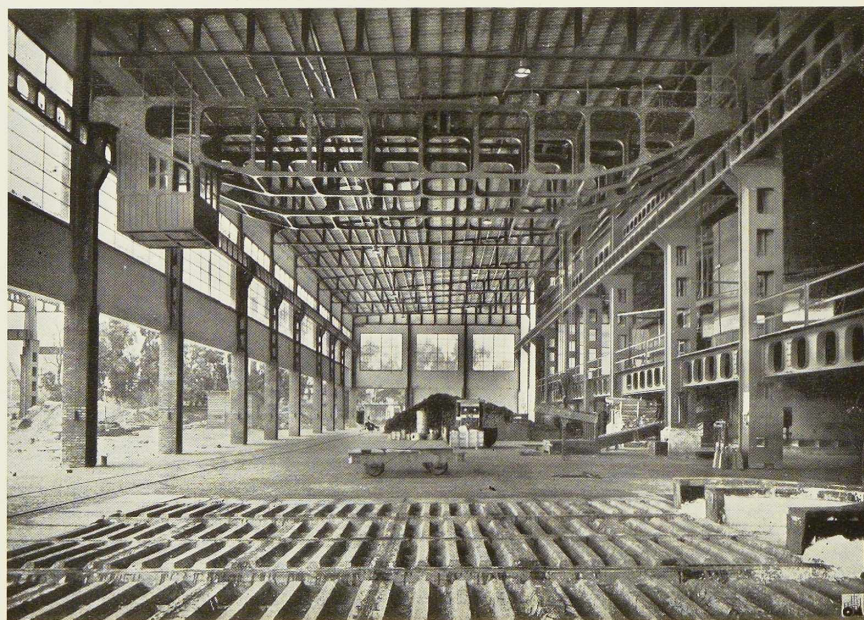
cation Brown-Boveri avec des électrodes Soederberg. Les fours électriques, basés sur le principe de la réduction, produisent les aciers par réduction directe des minerais.

Les électrodes, du type Soederberg continu, sont suspendues à des cylindres hydrauliques (un pour chaque électrode).

La commande des électrodes, soulèvement et abaissement, se fait automatiquement au moyen d'un dispositif électrique. Les deux fours de 6.000 kW peuvent travailler avec des électrodes de 950/850 mm de diamètre, selon les nuances d'aciers à fabriquer et selon la densité du courant employé dans chaque cas. C'est ainsi que pour les alliages Fe-Mn, on emploie des électrodes de 950 mm de diamètre et des tensions plus basses, tandis que pour les alliages Fe-Si on a recours aux électrodes de 850 mm et à des tensions plus élevées.

Le four de 2.500 kW a les mêmes caractéristiques que le four de 6.000 kW, sauf qu'il possède un creuset elliptique au lieu d'un creuset cylindrique. Ce four a ses trois électrodes disposées en

Fig. 185 (ci-dessous). La fosse de coulée.



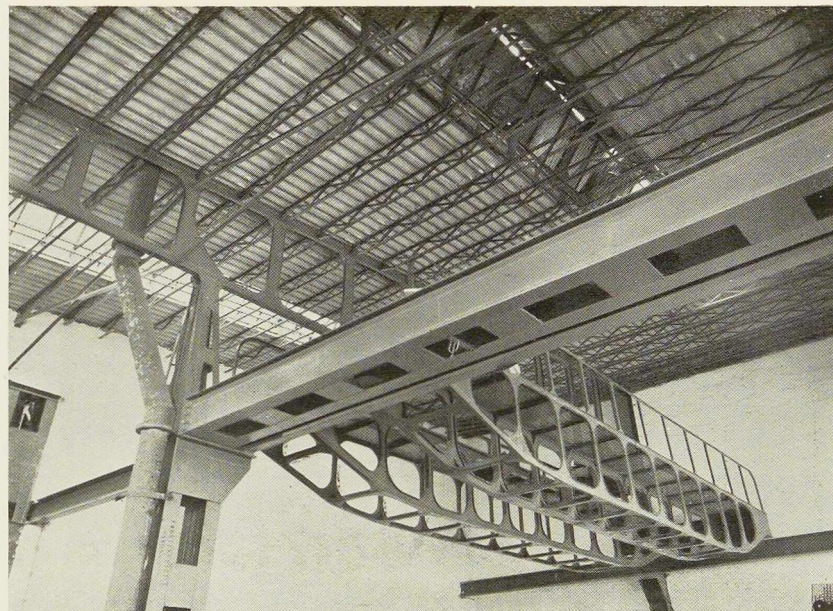


Fig. 186. Pont roulant réalisé en poutres Vierendeel.

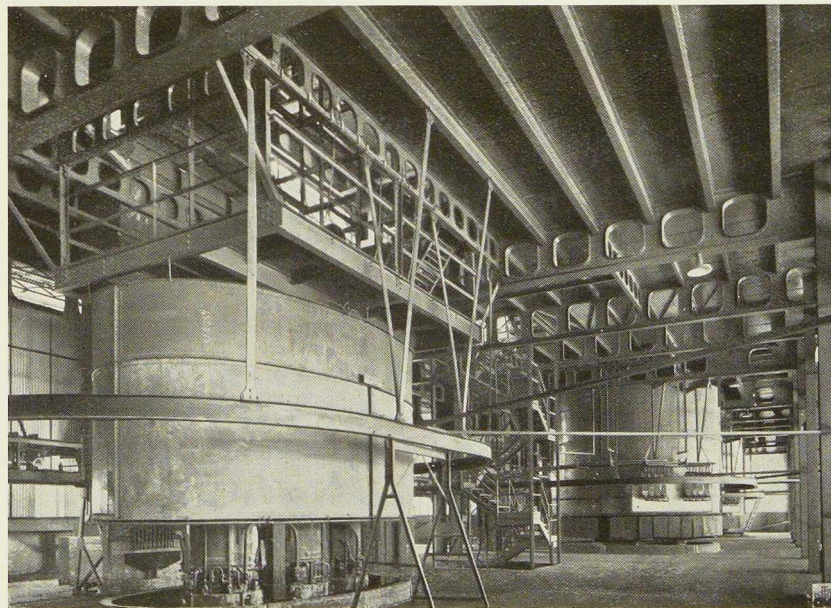


Fig. 187. Fours électriques de l'aciérie ILVA.

ligne au lieu d'être placées selon les trois sommets d'un triangle équilatéral; il a trois bouches de coulée, une devant chaque électrode. Un four de 6.000 kW peut produire :

Alliage Fe-Mn 35 tonnes par jour;
Alliage Fe-Si 18 tonnes par jour;

Fer 45 tonnes par jour.
La production dépend de la puissance et aussi de la qualité des alliages. Le four de 2.500 kW peut produire dans le rapport de $\frac{2,5}{6}$

A. B.

N° 3 - 1940



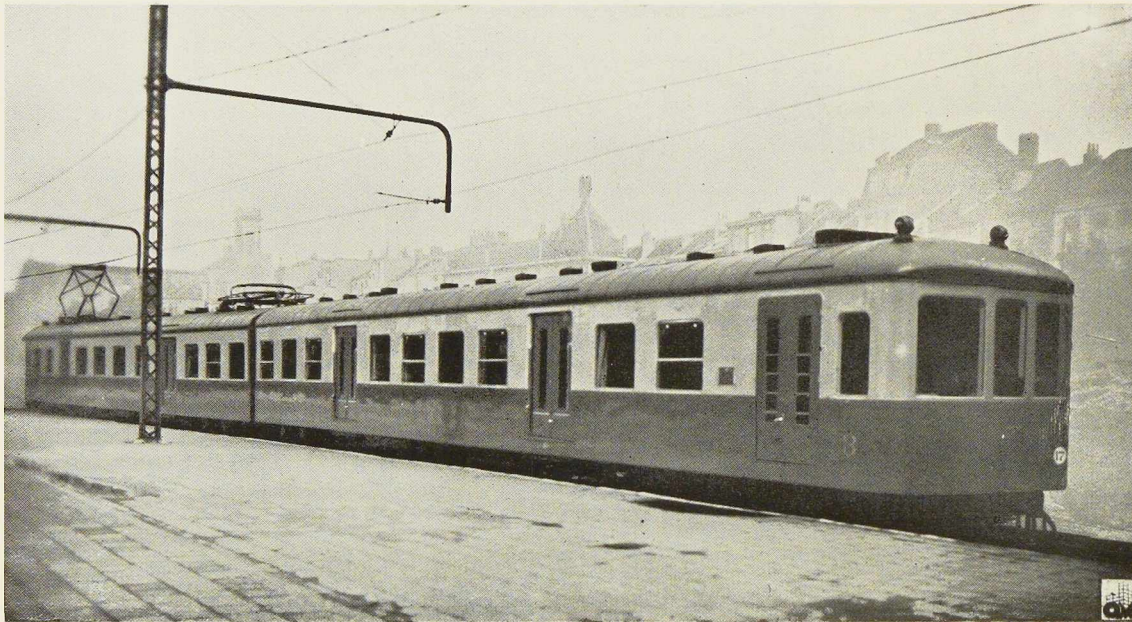


Fig. 188. Vue générale des nouvelles voitures électriques de la ligne Bruxelles-Anvers, équipées de bogies à suspension indépendante.

Bogies à suspension indépendante des voitures électriques de la ligne Bruxelles - Anvers

par J. Fortun,

Directeur technique aux Ateliers Métallurgiques de Nivelles

Lors de l'électrification de la ligne Bruxelles-Anvers en 1935, la Société Nationale des Chemins de Fer Belges a admis d'équiper les bogies de moteurs entièrement suspendus avec entraîneurs électriques. Le système adopté, ayant fait ses preuves, était le moteur Secheron, fourni par les *Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi*.

Au moment de la première construction en 1935, ces moteurs ont été placés sur des bogies ordinaires à double suspension, mais le jeu trop faible entre l'essieu et l'arbre creux du moteur n'a pas permis d'admettre pour la suspension une amplitude capable de donner tout le confort désirable aux voyageurs.

Lors de la commande en 1938 des nouvelles voitures, dénommées *type banlieue*, pour la même ligne de Bruxelles-Anvers, la Société Nationale des

Chemins de Fer Belges a maintenu le principe du moteur entièrement suspendu, mais a imposé que la suspension des voitures nouvelles ait une flexibilité au moins égale à celle des voitures ordinaires en service, qui donnent un confort parfait aux voyageurs.

Les *Ateliers Métallurgiques de Nivelles*, qui ont été chargés de l'étude des deux types de voitures, celles de 1935 et de 1938, ont été amenés, suivant ces conditions, à rechercher un bogie moteur nouveau, alliant les trois principes ci-après :

- 1° Application du moteur entièrement suspendu du type existant aux voitures de 1935, avec possibilité de démontage et remontage du carter sans devoir enlever le train de roues;
- 2° Flexibilité de la suspension plus grande,

N° 3 - 1940



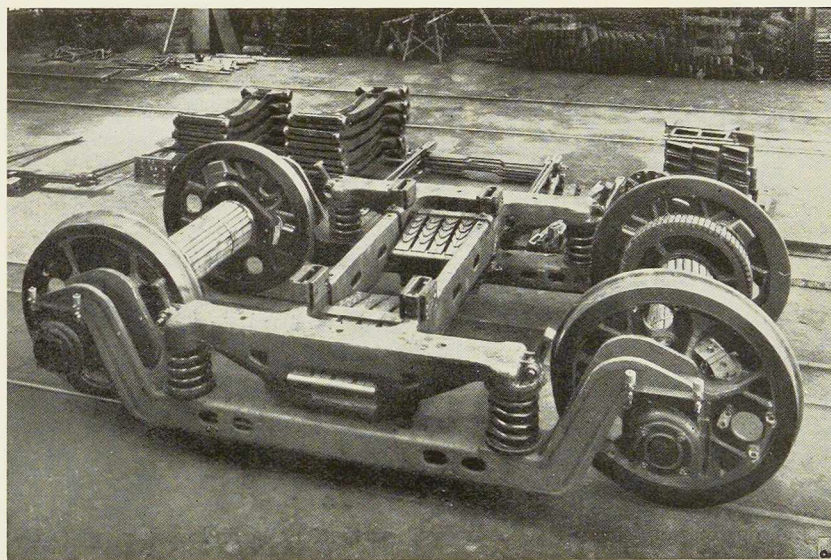


Fig. 189. Vue montrant la première partie du bogie dont la suspension intéresse les voyageurs.

garantissant un confort parfait aux voyageurs;

- 3° Protection maximum de la voie en diminuant, autant que possible, les poids non suspendus.

Suivant ces données, un bogie nouveau a été étudié et appliqué aux huit voitures jumelées qui circulent sur la ligne de Bruxelles-Anvers depuis le 2 octobre 1939. Ces bogies, dénommés à suspensions indépendantes, sont composés de deux cadres s'ajustant l'un dans l'autre et permettant

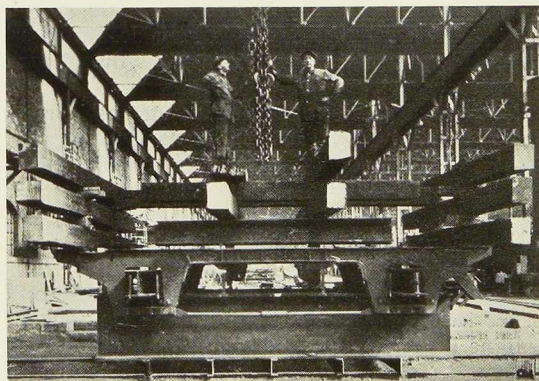


Fig. 190. Essai des cadres moteurs sollicités par les charges maxima.

d'obtenir une suspension indépendante de la caisse du véhicule destinée aux voyageurs, par rapport au cadre de suspension portant le moteur et le frein.

Suspension affectant les voyageurs

La figure 189 montre la première partie du bogie à suspension intéressant les voyageurs. Comme dans tous les bogies remorqués, la suspension consiste en des ressorts elliptiques portant la traverse danseuse et montés sur une traverse oscillante qui reporte la charge au cadre porteur, par l'intermédiaire de la suspension pendulaire.

Les cadres prennent appui sur quatre groupes de ressorts en spirale portés par des balanciers égalisateurs. Ces balanciers posent directement sur les boîtes d'essieux qui transmettent les efforts aux roues.

Dans cette suspension étagée, il a été admis des ressorts standard de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges, qui donnent entière satisfaction en service.

Suspension affectant les moteurs

Les moteurs sont portés d'une manière rigide, et, dans ce cas particulier, en trois points, sur un cadre indépendant qui prend appui sur les boîtes à huile par l'intermédiaire de ressorts à lames. Sur ce même cadre est montée toute la



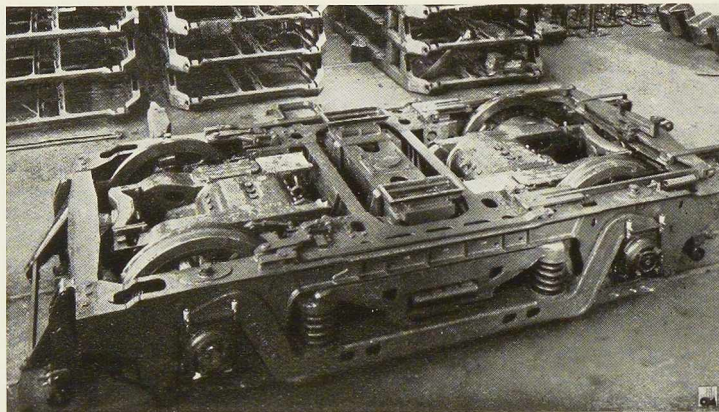


Fig. 191. Vue d'un bogie complètement équipé.

timonerie de frein, de même que les chasserpierres et les brosses de contact. Il est donc clair qu'aucun des effets dus au moteur et au freinage ne peut être transmis à la caisse par le cadre moteur, celui-ci étant entièrement indépendant de la suspension de caisse décrite ci-avant, et que la totalité de la superstructure du bogie, à l'exclusion des trains de roues, boîtes et balanciers, sont entièrement suspendus, ce qui est très avantageux au point de vue de la bonne conservation du matériel et de la voie.

La figure 191 montre un bogie complètement équipé avec ses deux cadres, les deux moteurs, le frein dont la timonerie a été calculée pour l'application du frein auto-variable *Westinghouse*, permettant le freinage de 160 % du poids porté. Les moteurs ont été fournis, montés et réglés sur les bogies par la société S. E. M., à Gand.

En complément du type spécial de suspension indépendante décrit ci-avant, ce bogie a été muni de quelques perfectionnements nouveaux. La traverse porteuse prend directement appui sur la traverse danseuse à l'endroit des patins de glissement qui sont au-dessus des ressorts à pincette, ces patins travaillant constamment dans un bain d'huile, d'où allègement considérable de la traverse danseuse et de la traverse du pivot du châssis; les crapaudines sont montées sur garnitures en caoutchouc, annulant toute transmission de bruit à la caisse, et servent simplement au guidage et à l'entraînement du véhicule.

Les tiges de suspension des ressorts à lames supportant le cadre moteur permettent, par l'intermédiaire d'écrous et contre-écrous, le réglage en hauteur de ce cadre moteur dans le sens longitudinal par rapport à l'axe des essieux. Les coins de rattrapage de jeu dans les glissières des boîtes

permettent le réglage par rapport à l'axe vertical. Ces deux réglages garantissent donc, sans usinages spéciaux et très coûteux, la coïncidence parfaite de l'axe du moteur (arbre creux) avec l'axe des essieux, cette coïncidence pouvant également être ramenée en exploitation, sans démontage ni usinage, après usure des glissières des boîtes ou affaissement des ressorts.

Les cadres porteurs ont été fabriqués en acier coulé de haute résistance au four électrique, par les *Usines Emile Henricot*, à Court-Saint-Etienne. Les cadres moteurs ont été fabriqués en tôle d'acier Siemens-Martin, entièrement soudés. Le parachèvement total de ces cadres a été fait après soudure par les *Ateliers Métallurgiques* en leur Division de Tubize.

Cette construction nouvelle a également permis de faire tous les essais séparés de chaque cadre, ceux-ci étant sollicités indépendamment par des efforts bien connus. La figure 190 montre l'essai des cadres moteurs sollicités par les charges maxima dues au moteur et résultant du démarrage de celui-ci.

Ces bogies, en donnant aux voyageurs le confort qui ne peut être admis que par une flexibilité très grande de la caisse, donnent également une suspension réglable et indépendante du moteur, permettant de réaliser les desiderata des constructeurs électriciens, c'est-à-dire éviter les trop grandes oscillations qui provoquent la destruction du moteur. Seize bogies de ce type sont en service sur les nouvelles voitures de banlieue de la ligne Bruxelles-Anvers et donnent entière satisfaction. La suspension de ces voitures motrices, qui roulent à la vitesse de 120 km/h, est aussi parfaite que celle des remorques de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges. J. F.



Le développement de la construction de maisons en acier aux Etats-Unis

par L. Rucquoi,

Directeur du Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier

L'Amérique a fondé depuis plusieurs années de grands espoirs dans l'industrialisation de la construction des maisons d'habitation. Tous les éléments paraissent, en effet, réunis pour garantir le succès : marché annuel considérable, besoin limité à un nombre restreint de types différents, grand développement des installations et équipements électriques, thermiques, mécaniques et sanitaires incorporés dans toutes les maisons américaines modernes.

La construction industrielle en série, qui a fait ses preuves dans tant d'autres domaines — et notamment dans celui de l'automobile — semblait devoir réussir, ici aussi, à améliorer la qualité du produit — en particulier, en augmentant toutes les commodités électriques et mécaniques telles que : chauffage automatique à thermostat, conditionnement de l'air, cuisine entièrement électrifiée et mécanisée avec lave-vaisselle automatique, lessiveuses automatiques, etc. — tout en réduisant le prix.

De nombreux essais ont été faits. Des « maisons de demain » ont été présentées par de grandes

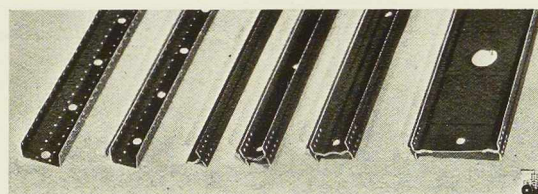


Fig. 193. Vue des profilés Stran-Steel en tôle d'acier.

firmes d'équipements électriques aux expositions de Chicago en 1933 et de New-York en 1939. De nombreuses sociétés se sont constituées pour l'étude et la construction de maisons métalliques en série. La construction en série appelle l'acier, qui se façonne aisément, offre le maximum de résistance sous le minimum d'encombrement et de poids, s'expédie et se monte facilement et à peu de frais.

Le stade des essais ne semble pas encore dépassé : malgré le coût élevé de la main-d'œuvre aux Etats-Unis, les maisons en bois et même en briques sont encore difficilement battues sur le

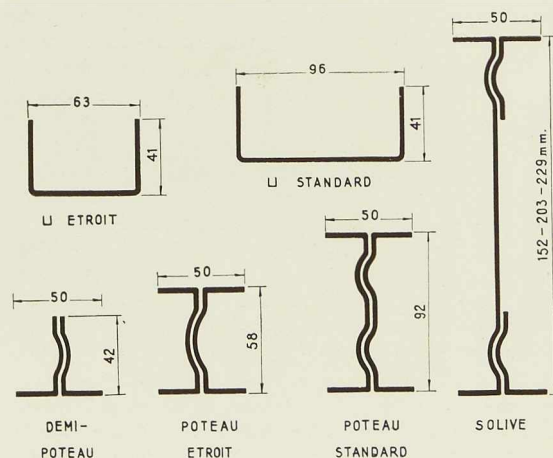


Fig. 192. Dimensions des profilés Stran-Steel.

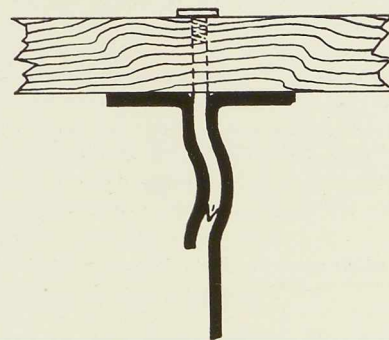


Fig. 194. Une des caractéristiques essentielles du système Stran-Steel est qu'il permet l'emploi de clous ordinaires pour la fixation des divers éléments.

N° 3 - 1940



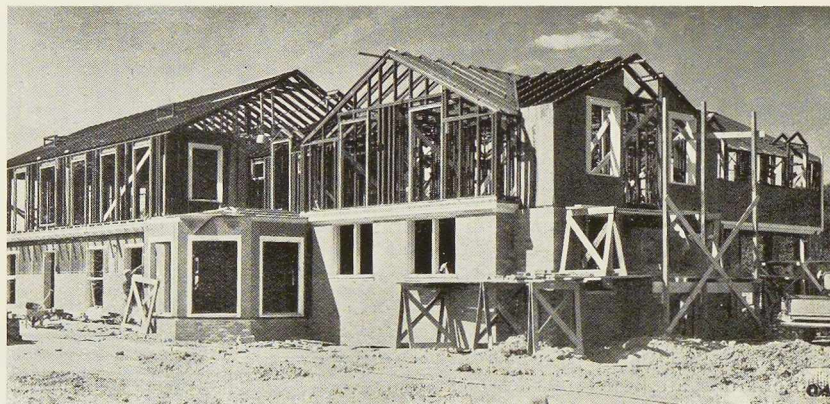


Fig. 195. Ossature et combles en profils Stran-Steel d'un groupe d'habitations. Les murs extérieurs sont en maçonnerie de briques.

terrain du prix par les maisons standardisées en acier. Néanmoins, plusieurs systèmes se développent et se préparent peut-être de glorieuses carrières. La plupart se rapprochent du principe de la construction en bois (ossatures en chevrons et madriers, parois extérieures en planches disposées horizontalement à recouvrement) si répandu aux Etats-Unis ⁽¹⁾. Nous nous proposons de décrire les quelques systèmes que nous avons pu étudier sur place au cours de notre récent voyage aux Etats-Unis.

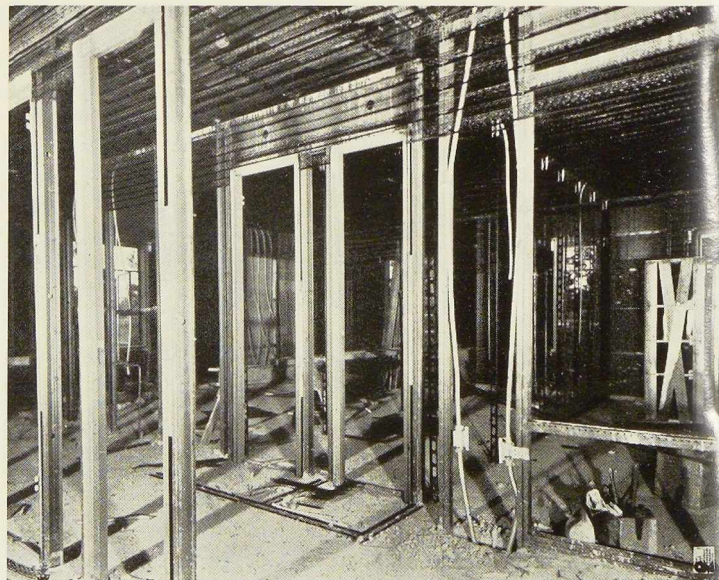
Les maisons Stran-Steel

Les aciéries de la *Great Lakes Steel Corporation*, qui comptent parmi les gros producteurs de tôles fines au train continu, ont créé un département spécial pour la fabrication de profilés de construction en tôle d'acier (fig. 192 et 193) et pour en développer l'emploi dans la construction.

Les sections double-té, qui existent en trois dimensions, sont réalisées par soudures par points d'éléments de tôle en acier inoxydable. Les sections peuvent être obtenues en diverses épaisseurs (depuis 1,6 jusqu'à 3,2 mm). La caractéristique essentielle de ces sections est qu'elles permettent la fixation par simple clouage (fig. 194) de tout matériau (bois, tôle ondulée, plaques diverses).

⁽¹⁾ On estime qu'environ 80 % des maisons d'habitation aux Etats-Unis sont en bois.

Fig. 196. Les encadrements de portes et les ossatures des cloisons intérieures servent de support à un treillage en métal déployé sur lequel les enduits seront appliqués. Le plafond est exécuté par le même procédé.



La vente au détail de ces sections est prévue dans tout le territoire des Etats-Unis, les dépôts étant généralement confiés aux marchands de bois locaux.

L'assemblage entre eux des divers éléments de l'ossature en acier se fait, dans les trous percés d'avance, à l'aide de vis spéciales à filet allongé et coupant. Une douzaine de pièces de raccord, de formes spécialement étudiées pour les assemblages les plus courants, existent de stock.

Les sections *Stran-Steel* permettent de réaliser, en des temps records, des ossatures légères de maisons. Les murs extérieurs sont généralement exécutés en briques; les planchers et les cloisons,





Fig. 197. Une villa, œuvre de l'architecte Victor Nurmi, réalisée en ossature Stran-Steel.

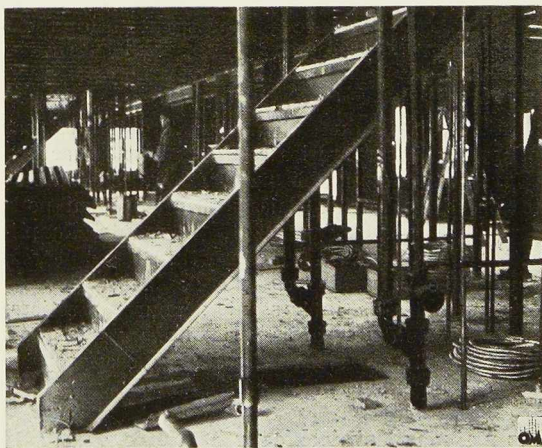


Fig. 198. Les escaliers en tôle d'acier sont très répandus aux Etats-Unis. Noter que les canalisations diverses sont installées avant la construction des cloisons.

en béton sur armature en métal déployé à nervures. L'élimination du bois pour tous les éléments portants, y compris les combles, élimine pratiquement le danger d'incendie.

Le système *Stran-Steel* a été récemment adopté pour la construction d'un groupe de 203 petites maisons à appartements, « Springwells Park », que la Fondation Ford érige à Dearborn près de Détroit. Ces maisons, construites dans un site boisé, comportent un rez-de-chaussée et un seul étage et sont divisées en un certain nombre d'appartements. L'érection de l'ossature d'un de ces bâtiments destiné à contenir 24 petits appartements n'a pris que 6 jours.

Les maisons Hoess Brothers

Le système des frères Hoess, de Hammond dans l'Etat d'Indiana, près de Chicago, est essentiellement calqué sur les modes habituels de construction des maisons en bois : seul le revêtement extérieur est en acier, encore que celui-ci conserve

N° 3 - 1940



identiquement l'aspect des planches en bois (fig. 199 et 200).

La maison à revêtement en tôle d'acier exige beaucoup moins d'entretien de peinture que la maison en bois, et l'on sait que dans les maisons en bois, même fort soigneusement entretenues, la peinture ne peut atteindre certaines parties qui pourrissent et doivent être périodiquement remplacées. Le revêtement en acier évite la propagation des incendies car les flammèches provenant d'un foyer voisin ne tombent plus sur des matériaux combustibles. Enfin, l'idée maîtresse des frères Hoess était de mettre à la disposition de l'importante population ouvrière de leur région, un matériau facile à mettre en œuvre, en sorte que tout homme, désireux d'occuper utilement les loisirs que lui laisse la semaine de 40 heures sinon même de 36 heures de travail, puisse construire aisément sa propre maison. Les succès remportés par les frères Hoess dans ce domaine leur ont créé une réputation nationale.

Les « planches » en acier qui constituent l'élé-

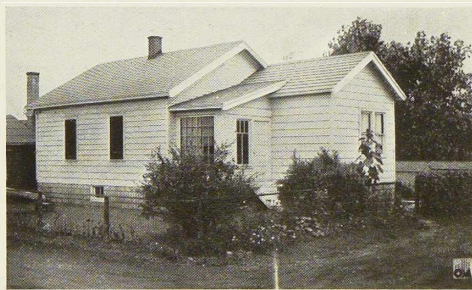


Fig. 199. Vue d'une maison à revêtements extérieurs et toiture en tôles d'acier du système Hoess.

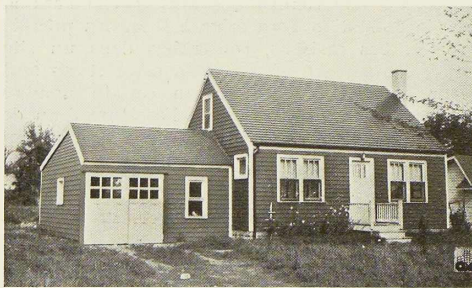


Fig. 200. Autre maison avec garage entièrement revêtue en tôle d'acier système Hoess.

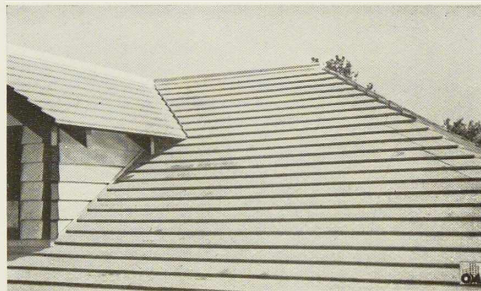


Fig. 201. Détail d'une toiture dont la couverture, les noues, le faite et les arêtiers sont en tôle d'acier du système Hoess. La rencontre des deux parois verticales de la lucarne est réalisée à l'aide d'éléments en tôle s'emboîtant les uns dans les autres.

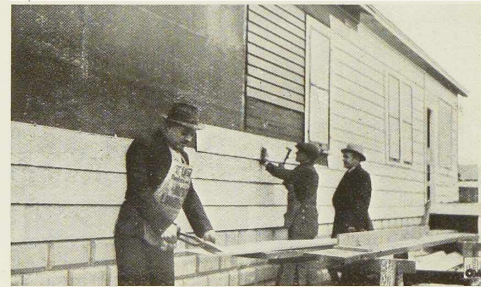


Fig. 202. Mise en place des revêtements système Hoess. Le libre jeu des dilatations est permis tant dans le sens transversal que dans le sens longitudinal.

ment essentiel du système sont obtenues par pliage continu entre les rouleaux d'une machine à former. La figure 202 montre la pose à emboîtement des planches, laissant un libre jeu pour les dilatations. La figure 201, qui montre l'application du système à la couverture des toitures, permet de se rendre compte de la solution de plusieurs détails intéressants : noues, arêtiers, rencontre de deux parois verticales, pour lesquels des éléments en tôle d'acier de forme appropriée ont été ingénieusement réalisés.

Les maisons Harnischfeger

Les importants ateliers de construction *Harnischfeger* de Milwaukee, dans l'Etat de Wisconsin, ont créé un département de maisons standardisées. Le système, mi-bois, mi-acier, consiste



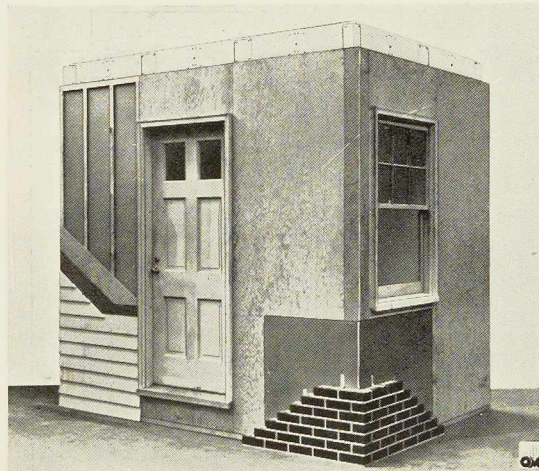


Fig. 203. Habillage extérieur de la maison Harnischfeger. A gauche, le revêtement en voliges à recouvrement si répandu aux Etats-Unis. A droite, paroi d'une demi-brique reliée aux panneaux de contreplaqué par des crochets galvanisés.

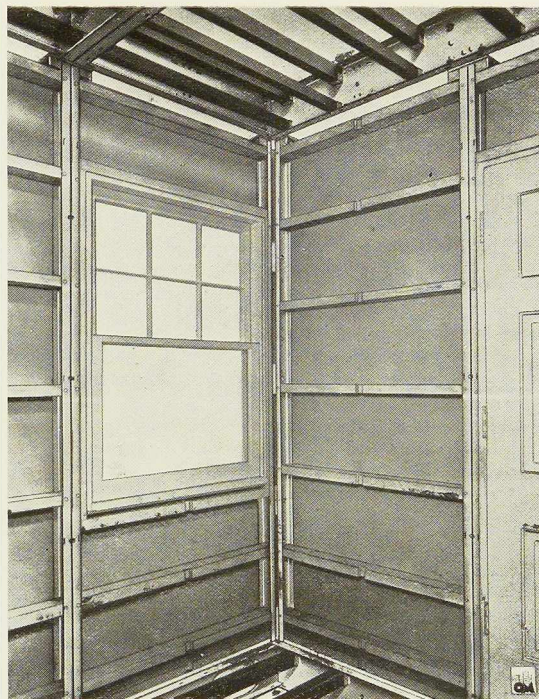


Fig. 204. Détails constructifs du système Harnischfeger. Les montants des cadres juxtaposés constituent des poteaux en acier capables de supporter le poids d'un étage et des combles.



Fig. 205. Bloc de huit appartements érigés à Arlington dans l'Etat de Virginie, suivant les plans de l'architecte A. F. Thelander. Les murs extérieurs, les planchers et plafonds et les cloisons intérieures sont en panneaux standard Harnischfeger.

N° 3 - 1940



en des panneaux standard fabriqués en usine et qui s'assemblent les uns aux autres à l'aide de simples clavettes.

Les panneaux sont constitués par des cadres en tôles pliées en acier au cuivre de 1,8 mm d'épaisseur; ils comportent des chevrons raidisseurs en bois et une plaque de bois contreplaqué vers l'extérieur. Les plaques de revêtement intérieur, et notamment les plaques de plâtre destinées à recevoir les enduits, sont aisément clouées sur ces chevrons. Des panneaux comportant une porte ou une fenêtre sont construits dans les mêmes cadres et d'après les mêmes principes. Pour les cloisons intérieures, le revêtement en contreplaqué est omis. Tous les panneaux mesurent 1^m20 de largeur.

Les planchers et plafonds sont construits à l'aide de panneaux de 1^m20 de largeur, entretoisés par des chevrons, prêts à recevoir sur place les revêtements choisis par le propriétaire.

La figure 204 montre le détail de la construction; la figure 203 est la vue extérieure d'un élément de démonstration, où l'on voit comment on peut habiller la maison Harnischfeger, soit à l'aide d'une paroi d'une demi-brique construite contre un revêtement en papier asphaltique, soit à l'aide de voliges à recouvrement posées, comme à l'habitude, sur papier asphaltique.

Enfin, la figure 205 montre que le système Harnischfeger se prête à la construction d'immeubles importants.

Les maisons Le Tourneau

La société Le Tourneau à Peoria dans l'Etat d'Illinois s'est créée une réputation mondiale par ses engins de terrassement, dits *scrapers*, qui, remorqués par de puissants tracteurs, enlèvent une couche de terre à la surface du sol, trans-

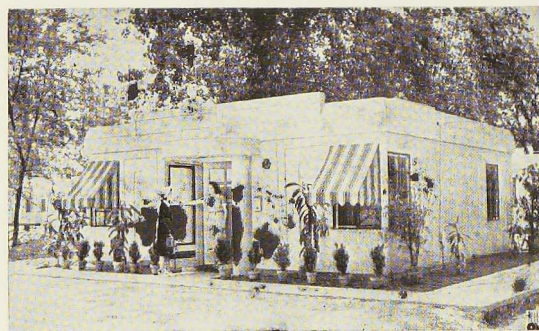


Fig. 206. Maison Le Tourneau en panneaux de tôle emboutie. L'intérieur et l'extérieur de la maison sont en acier.

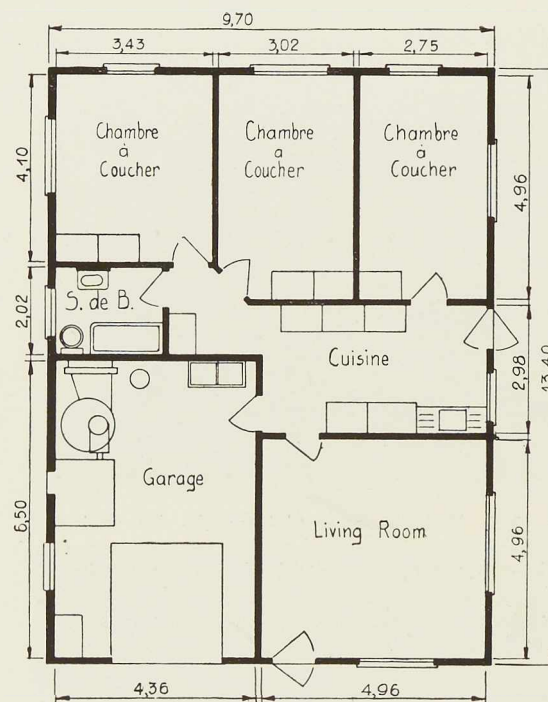


Fig. 206bis. Plan d'une maison type Le Tourneau.

portent le déblai et le répandent en une couche mince en un endroit plus ou moins rapproché. Les travaux de nivellement se font, grâce à cet outillage, dans des conditions imbattables d'économie et de rapidité.

Le génie inventif de M. Le Tourneau s'est appliqué depuis quelques années à la solution du problème de l'habitation standard. Il a réalisé des panneaux en tôle emboutie de 1^m15 de largeur, 2^m30 de longueur et de 10 ou 15 cm d'épaisseur; la tôle employée est de 2,8 mm d'épaisseur: 2 tôles constituent un panneau; des raidisseurs sont disposés entre les deux à intervalles de 60 cm maximum; ces raidisseurs sont fixés par soudure. On obtient ainsi un panneau très résistant et très isolant. Ces panneaux sont utilisés pour les murs extérieurs, les cloisons intérieures et les plafonds; des panneaux-portes et des panneaux-fenêtres sont construits suivant le même principe.

L'assemblage des panneaux entre eux se fait par soudure. On a réalisé ainsi des constructions monolithes et qui sont à tel point étanches qu'on a même pu en expédier toutes finies, par flottage, de l'usine vers le site d'érection de l'autre côté de la rivière Illinois.

L. R.



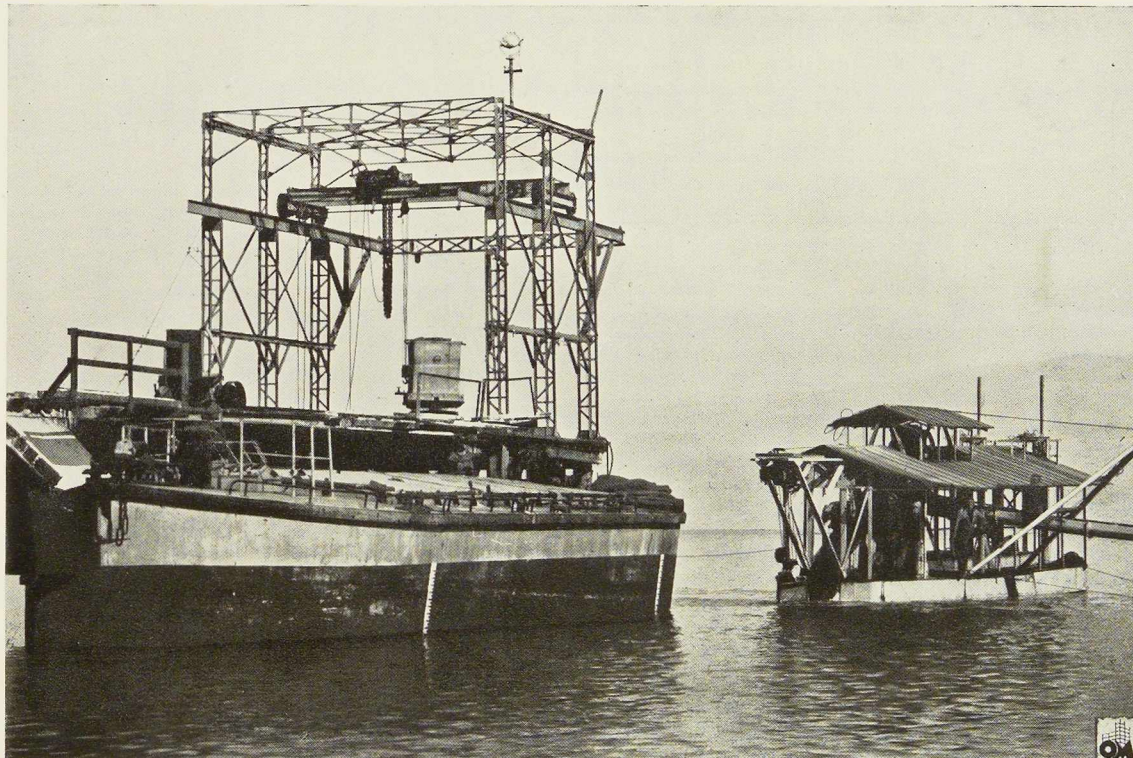


Fig. 207. Vue d'un chaland soudé construit pour le service sur la Mer Morte.

Chalands soudés pour la Mer Morte

La Mer Morte, qui constitue une des curiosités de la Palestine, est alimentée par le fleuve Jourdain, mais ses eaux n'en sont pas moins si fortement salées qu'elles ne contiennent aucun être vivant.

L'analyse de l'eau de la Mer Morte révèle la présence de 275 grammes de sels par litre, soit huit fois plus riche en sels que l'eau des autres mers.

La première initiative d'étudier la possibilité d'exploiter les richesses minérales de la Mer Morte remonte à 1911.

A la suite d'expériences et de travaux préparatoires, qui se sont poursuivis pendant plusieurs années, une compagnie fut constituée sous le nom de la *Palestine Potash Ltd.* Cette société possède aujourd'hui sur les rives de la Mer Morte deux usines de 2.000 cv chacune, qui produisent de la potasse et du brome.

L'exploitation des dépôts des sels minéraux nécessite toute une flottille de remorqueurs, dragueurs et chalands, ainsi que des tanks pour le stockage des sels. Les installations de la *Palestine Potash Ltd.* ont été étudiées spécialement en vue de la réduction, au strict minimum, des transports qui se font dans des conditions très ardues. C'est ainsi que les derniers 50 km doivent être franchis en camions automobiles, souvent sous le feu des francs-tireurs arabes. Depuis longtemps tous les tanks sont soudés sur place; il y a quelque temps, on a décidé de remplacer toutes les barges en bois par des bateaux entièrement soudés.

Il est à signaler que l'entreprise, par suite de sa situation écartée, dépend à un haut degré de son atelier de réparation, où tous les procédés de soudeuse sont appliqués, tant pour la réparation que pour les constructions neuves.

La compagnie a fait construire quelques cha-



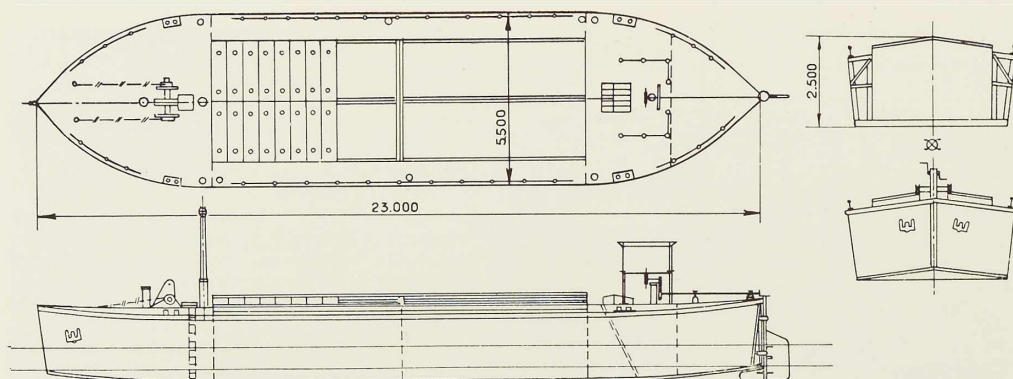


Fig. 208. Plan, élévation et coupes d'un chaland soudé en service en Palestine.

lands entièrement soudés de 100 tonnes de capacité et mesurant $23^m00 \times 5^m50 \times 2^m50$. Ces dimensions pourraient paraître minimales eu égard à la capacité du chaland; il faut toutefois se rappeler que l'eau de la Mer Morte a un poids spécifique très élevé. Contrairement à ce que l'on aurait pu croire, la corrosion n'est pas à craindre, l'eau saline ayant plutôt une action bienfaisante sur les tôles.

La figure 208 donne l'élévation, le plan et les coupes des chalands. Une vue d'ensemble est donnée à la figure 207, où l'on voit, à droite, un dragueur pour l'exploitation des sels.

Le procédé de construction des chalands a été le suivant :

Après avoir soudé les tôles du bordé de fond,

les varangues furent soudées par tronçons. Les tôles du bordé latéral furent soudées dans la position horizontale et les membrures furent fixées sur les bordés, dans la position indiquée, par soudure par tronçons. Les bordés latéraux furent mis en place ensuite et les membrures soudées aux varangues. Finalement, la soudure d'angle fut achevée. On utilisa des électrodes OK 37 et OK 48, cette dernière électrode est une électrode enrobée et comprimée, fabriquée par la filiale anglaise de la Société ESAB.

Bibliographie

La Revue d'ESAB : SVETSAREN, n° 13, 1939.

A paraître dans les prochains numéros de L'OSSATURE MÉTALLIQUE :

Les nouveaux tanks de la Transport & Trading Co., à Anvers.

Le pont de Main Avenue, à Cleveland (Etats-Unis).

Le nouveau dispensaire-hôpital de la ville de Puteaux (France).

L'école de garçons, boulevard Berthier, à Paris.

Nouveaux essais sur modèles de nœuds rigides (Deuxième partie), par F. CAMPUS.

Les hangars métalliques du La Guardia Airfield à New-York.

Les silos à céréales en acier.

Influence de la rigidité de la superstructure d'une construction en arc, par B. ENYEDI.



Nouveaux essais sur modèles de nœuds rigides

par F. Campus,
Professeur à l'Université de Liège

PREMIÈRE PARTIE

I. Introduction

Nos premiers essais sur modèles de nœuds rigides ont été entrepris en 1929. Ils ont fait l'objet d'une communication à la séance du 11 mai 1932 à l'A.B.E.M. et ils ont été publiés dans la *Revue Universelle des Mines* en 1933 (1). Leurs résultats ont été résumés également dans un rapport au deuxième Congrès International des Ponts et Charpentes à Berlin, en octobre 1936 (2).

Il est utile pour la signification des nouveaux essais de faire un résumé critique des anciens.

Ils avaient été inspirés par ceux de l'Ingénieur J. SCHROEDER VAN DER KOLK, dont il a été rendu compte dans des articles de M. le Professeur VIERENDEEL (3) et de M. le Professeur N. C. KIST (4). L'expérimentateur néerlandais a opéré sur un modèle en tôle de 3,7 mm d'épaisseur dont le schéma est reproduit à la figure 209. Il représente un nœud symétrique de poutre Vierendeel, la branche verticale correspondant à la membrure, la branche horizontale au montant. Les deux branches ont la même hauteur (50 mm) et les nœuds sont limités par des quarts de circonférences de cercles symétriques, de 40 mm de rayon.

On peut faire d'importantes objections à ce dis-

positif. Le modèle est considérablement idéalisé; le montant a la même section que la membrure; la distance des points d'inflexion de membrure, correspondant à la largeur d'un panneau, est environ le quart de la distance du nœud au point d'inflexion du montant, soit le 1/8 de la hauteur du panneau. Il est à présumer que cette « disproportion » a pour but de réduire l'effet de l'effort tranchant en vue de se rapprocher de la flexion pure. Mais l'étude exclusive de la flexion simple est précisément un autre défaut qui rend les résultats très incomplets et de nature à inspirer des conclusions peu en rapport avec la situation des ouvrages réels auxquels on voudrait les appliquer.

Dans une poutre Vierendeel normale, les tensions les plus importantes ne proviennent pas de la flexion des montants et membrures, mais des efforts longitudinaux des membrures. Dans une ossature à étages multiples à nœuds rigides, les effets de compression des colonnes l'emportent aussi sur la flexion des entretoises. La sollicitation du modèle uniquement par flexion constitue une simplification expérimentale inadmissible en ce qui concerne l'étude de l'effet de la forme du nœud sur la branche verticale (membrure ou colonne) et encore excessive pour l'examen de la branche horizontale (montant ou traverse), soumise cependant à l'influence principale de la flexion. En ce qui concerne les mesures effectuées, SCHROEDER VAN DER KOLK a déterminé les tensions sur les tranches du modèle, ce qui est commode, et en outre les dilatations normales dans deux directions perpendiculaires (parallèles aux deux branches), en un grand nombre de points régulièrement répartis dans l'intérieur du nœud. Ces mesures exprimées en tensions (E.δ), ne représentent cependant pas des tensions. Elles ne suffisent pas pour permettre de déterminer l'état de contrainte en chaque point, notamment les directions, les grandeurs et les signes des tensions principales. Il en résulte que

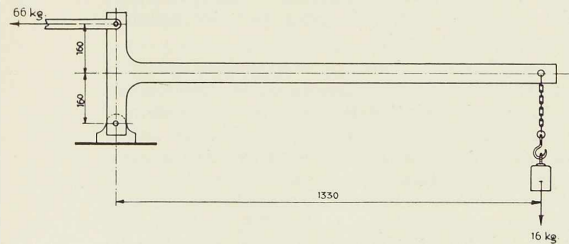


Fig. 209. Schéma du modèle, en tôle de 3,7 mm d'épaisseur, utilisé par l'Ingénieur J. Schroeder van der Kolk.



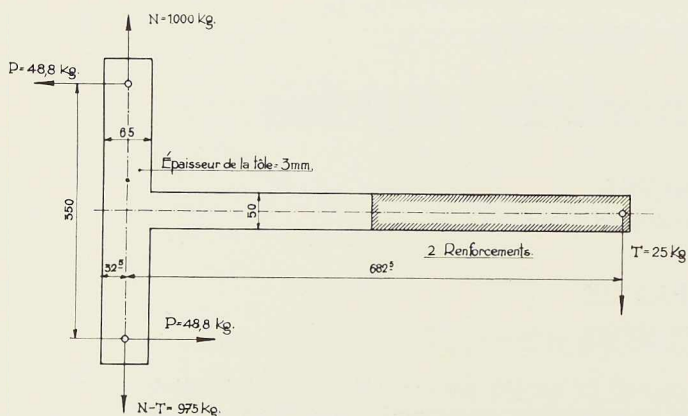


Fig. 210. Schéma du modèle sur lequel furent effectués les essais au Laboratoire d'Essais des Constructions du Génie Civil à Liège en 1929-1930.

les résultats obtenus sont peu explicites et incomplets, en dépit d'un travail expérimental important.

Les essais effectués au Laboratoire d'Essais des Constructions du Génie Civil à Liège en 1929-1930 répondent au schéma de la figure 210. La tôle a 3 mm d'épaisseur, la branche verticale 65 mm de hauteur, la branche horizontale 50 mm. Ces dimensions correspondent aux rigidités relatives des colonnes et traverses d'une charpente projetée à l'époque. La distance entre les points d'inflexion de la branche verticale et celle du nœud au point d'inflexion dans la branche horizontale sont dans un rapport inférieur à 1/2, plus voisin de la réalité. Cependant, ici encore le bras de levier horizontal a été exagéré de manière à produire au nœud un moment incident convenable sans force transversale trop grande. Ceci non dans le but de réduire l'effort tranchant, mais pour ménager la machine d'essai. Les modèles ont, en effet, été fixés dans les têtes d'amarrage d'une machine de traction Amsler de 10 tonnes et soumis à un effort longitudinal de 1.000 kg en même temps qu'au moment de flexion précité. L'effort longitudinal et le moment de flexion étaient dans un rapport défini, inspiré de l'étude de la charpente projetée et en rapport avec les dimensions du modèle.

Certaines objections faites à l'expérience de J. SCHROEDER VAN DER KOLK ne s'appliquent pas aux dispositions précitées. Un progrès important provient de la considération de l'effort longitudinal dans la branche verticale. On peut encore

critiquer l'absence d'effort normal dans la branche horizontale, mais son importance relative est faible. Un autre avantage réside dans l'essai comparatif de modèles de nœuds de divers types. Mais, sauf en ce qui concerne le nœud sans renforts, cet avantage est compensé par le fait que trois des quatre modèles sont dissymétriques, pour la raison qu'ils étaient destinés à une étude pour un projet particulier de charpente, ce qui diminue la généralité des résultats.

Les mesures effectuées, quoique ayant déjà exigé un très long travail, ont été assez restreintes. Entreprises dans un but pratique, les expériences ont été limitées à l'essentiel parce que le temps était mesuré. On a surtout déterminé avec soin les tensions sur les tranches, qui sont les tensions les plus fortes. On a également relevé les (E.δ) normales à quelques sections transversales, qui ont conduit à quelques-unes des conclusions les plus intéressantes. Des recherches effectuées longtemps après les nôtres se sont bornées à des mesures partielles de tensions sur les tranches (*). Cependant, nous avons toujours estimé que les mesures faites n'étaient qu'une introduction à une auscultation plus étendue, nécessaire pour avoir une idée satisfaisante du fonctionnement statique des nœuds. En 1929, il nous manquait non seulement le temps, mais aussi les moyens et les collaborateurs. Nous ne disposions guère que de tensomètres Huggenberger du type B, le moins perfectionné et le moins commode à manipuler en laboratoire. Nous ne disposions d'aucun appareil de tarage; il fallait se servir pour cette opération d'une barre tendue et d'un appareil à miroirs de Martens. La presse de 10 tonnes, sans dispositif de maintien automatique de la charge, exigeait deux opérateurs pour les essais, dont l'un maintenait la charge à la presse, l'autre effectuait les lectures des tensomètres. Enfin, la machine n'était disponible que peu de temps par jour.

En 1937-1938, un programme d'essais plus complet a pu être entrepris grâce aux circonstances favorables que voici.

Nous disposons dans nos nouveaux laboratoires du Val-Benoît d'une machine de traction de 20 tonnes, à maintien automatique de la charge, fréquemment disponible. Un opérateur suffit donc. Un atelier de mécanique a permis un montage très perfectionné par rapport à l'ancien. Nous disposons d'un nombre suffisant de tensomètres Huggenberger des types A, C, et FX, perfectionnés et commodes. Notre comparateur interférentiel pour le tarage des extensomètres (*) permet un tarage rapide et fréquent. Cet appareil a été construit par les spécialistes *Yvon et Jobin* de Pa-



ris, grâce à une subvention du Fonds National de la Recherche Scientifique. Enfin, la même institution nous a permis d'engager en 1937-1938 un collaborateur scientifique de grande valeur, M. Ch. MASSONNET, qui a effectué la majeure partie des mesures et du travail de calcul très important pour l'exploitation complète des résultats. En 1938-1939, une partie du travail a été effectuée par M. PIERARD, élève-ingénieur, sous la direction de M. Ch. MASSONNET, ensuite (modèle VI) par M. DEHAN.

II. But des essais et méthodes employées

Le but des essais est l'auscultation complète et l'examen comparatif de cinq modèles plans de nœuds symétriques à trois branches, plus l'auscultation partielle d'un sixième modèle.

L'étude élastique complète d'une pièce plane comporte la détermination du champ des tensions dans toute l'étendue de cette pièce, c'est-à-dire la détermination en chaque point de la direction et de la grandeur des tensions principales. Pratiquement, il suffit de rechercher ces éléments pour un nombre suffisant de points convenablement répartis à la surface de la pièce. On peut en déduire aisément les lignes isostatiques, les trajectoires des tensions tangentiels, les diagrammes des composantes normales des tensions dans diverses sections droites, etc., bref tous les éléments caractérisant la sollicitation de la pièce.

La méthode utilisée pour déterminer en un point les tensions principales en direction et en grandeur consiste à mesurer au moyen de tensomètres les déformations de la pièce au point considéré suivant trois directions : verticale, horizontale et oblique à 45°. La théorie de l'élasticité plane permet de déduire de ces trois mesures l'angle de la croix des tensions principales avec les axes coordonnés et la grandeur de ces tensions. En de nombreux points, on a effectué une quatrième mesure (surabondante) à titre de vérification.

Les tensomètres utilisés ont été des tensomètres Huggenberger à miroirs. On a utilisé 8 tensomètres type A (amplification 1.200) et 2 tensomètres type C (amplification 1.100) fonctionnant sur la base de 20 mm. On a employé également aux endroits de forte variation de tension 2 tensomètres type FX (amplification 2.000) fonctionnant sur la base de 10 mm.

Au sujet de l'emploi des tensomètres il y a deux remarques à faire : D'abord, un tensomètre placé suivant une direction A-B ne mesure pas la déformation élémentaire suivant cette direction, mais bien la composante normale de la dé-

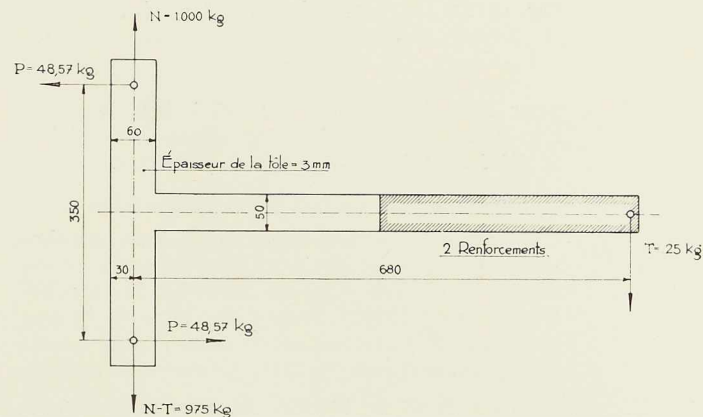


Fig. 211. Schéma du modèle utilisé dans les nouveaux essais.

formation élémentaire conjuguée à la facette perpendiculaire à la direction A-B.

Ensuite, les appareils ayant une base de mesure de longueur finie b (généralement 20 mm), la déformation mesurée est la déformation moyenne sur la longueur b et non la déformation réelle au point milieu de cette base. Il en résulte une erreur qui peut devenir importante aux endroits de forte variation des tensions. C'est pourquoi on a intérêt à utiliser à ces endroits des tensomètres à base de 10 mm.

III. Dispositif d'essais

A. Nœuds

Le schéma des modèles de nœuds utilisés est représenté à la figure 211. Les dimensions sont à peu de chose près celles de l'étude de 1929-1930; les efforts sont les mêmes. Les modèles ont été réalisés en acier doux ordinaire de 37-44 kg par mm^2 de résistance. Le module d'élasticité longitudinale E a été mesuré sur une éprouvette spéciale au moyen d'appareils à miroirs de Martens. Le coefficient de Poisson ν a été déterminé au moyen de tensomètres Huggenberger. Les résultats ont été les suivants :

$$\begin{aligned} \text{Nœuds 1 et 2 } E &= 21.300 \text{ kg/mm}^2 & \nu &= 0,27 \\ \text{Nœuds 3, 4, 5 et 6 } E &= 21.900 \text{ kg/mm}^2 & \nu &= 0,30 \end{aligned}$$

B. Machines d'essais

Les modèles de nœuds définis ci-dessus ont été essayés dans une machine de traction Amsler de 20 tonnes (fig. 212). Cette machine est munie d'un dispositif spécial de maintien de la charge qui a



Fig. 212. Machine de traction Amsler de 20 tonnes utilisée pour les essais.

pour effet de stabiliser l'effort à la valeur que l'on désire. Ce dispositif a grandement facilité et accéléré les mises en charge des modèles.

C. Montage des nœuds dans la machine

L'effort de traction est appliqué aux branches verticales du nœud par deux broches passant dans des trous ménagés dans ces branches. Ces broches transmettent l'effort venant des têtes de la machine par l'intermédiaire de deux étriers munis de têtes sphériques (fig. 214). Ce montage permet:

- a) à l'effort de traction de se centrer exactement sur l'axe des branches verticales;
- b) au nœud de pivoter autour de l'axe vertical coïncidant avec l'axe de la machine de traction.

La branche horizontale du nœud passe dans un guidage formé de deux flasques. Ce guidage, qui empêche toute oscillation horizontale et tout flambement latéral de la branche en question, est fixé à la machine d'essais par deux tringles horizontales passant dans deux colliers boulonnés sur les colonnes de la machine (fig. 212 et 214). La longueur des tringles est réglable à volonté, de sorte que l'on peut orienter la branche horizontale du nœud dans toutes les positions. Cette liberté est nécessaire pour permettre le placement des tensomètres Huggenberger en tous les points du nœud, malgré l'obstacle formé par les colonnes de la machine d'essais.

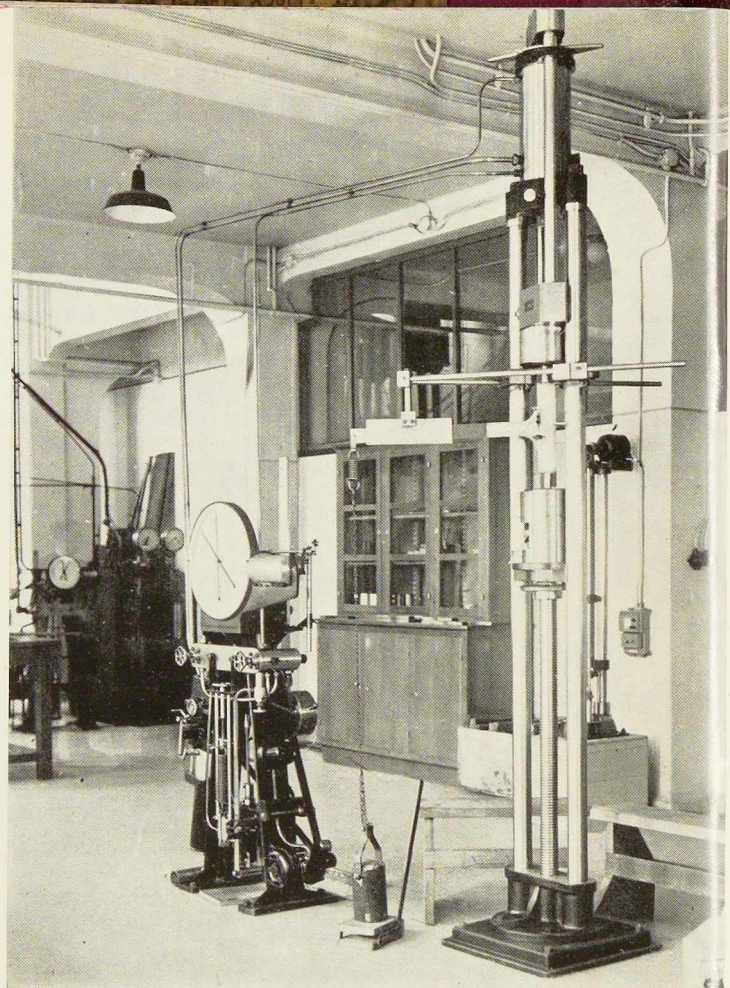
L'effort de flexion, dû à un poids de 25 kg, est appliqué à l'extrémité de la branche horizontale. La transmission de l'effort se fait par l'intermédiaire d'une chaîne et d'un ressort à boudin chargé d'assurer une mise en charge progressive.

IV. Mesures

A. Sollicitations étudiées

L'étude complète d'un nœud demande la recherche des états élastiques qui s'y produisent lorsque ce nœud est sollicité par *traction simple*, par *flexion simple* et par *flexion composée avec traction*.

Les mesures ont été faites pour les cas de traction simple et de flexion composée. On a admis, en vertu du principe de superposition des effets, que l'on pouvait en déduire la sollicitation de flexion simple par simple soustraction, en supposant que le modèle soit resté parfaitement élastique dans toutes ses parties au cours de l'expérience.



B. Exécution des mesures. Nombre de lectures et mises en charge

En moyenne, chaque point intérieur d'un nœud a exigé 4 mesures de déformation et chaque point de la tranche 1 mesure. On trouve ainsi par nœud un nombre moyen de 230 mesures.

En vue de stabiliser les indications des tensomètres, on a toujours procédé à trois mises en charge préliminaires. D'autre part, pour éliminer les erreurs dues à la flexion transversale du nœud, il a été nécessaire de disposer chaque fois deux tensomètres symétriquement et de faire la moyenne de leurs indications. Chaque mesure a donc nécessité 6 lectures : une à vide, une en traction simple et une en flexion avec traction, et ceci sur les deux faces du modèle. Pour plus de précision, chaque mesure a été faite trois fois, et on a pris la moyenne arithmétique des résultats obtenus. Chaque mesure a donc exigé $3 \times 6 = 18$ lectures.

Le nombre total de lectures par nœud a donc été d'environ : $3 \times 6 \times 230 = 4.140$ lectures.

En moyenne, on a pu placer simultanément



3 tensomètres sur chaque face du modèle, c'est-à-dire qu'on a pu effectuer trois mesures de déformation à la fois. Le nombre de groupes de trois mesures par nœud a donc été d'environ $\frac{230}{3}$. Pour chaque groupe de mesures, on a effectué 3 mises en charge préliminaires et 3 mises en charge proprement dites. Le nombre total de mises en charge par nœud a donc été d'environ $\frac{230}{3} \times 6 = 460$.

Le nœud n° 5 a nécessité environ 40 mesures, soit 80 mises en charge. Le nombre de lectures effectuées a été d'environ : $3 \times 4 \times 40 = 480$ lectures.

L'ensemble des essais sur les 6 modèles de nœuds a donc nécessité au total :

$$5 \times 230 + 40 = 1.190 \text{ mesures.}$$

$$5 \times 4.140 + 480 = 21.180 \text{ lectures.}$$

$$5 \times 460 + 80 = 2.380 \text{ mises en charge de la machine.}$$

V. Exploitation des mesures

Au lieu d'utiliser les équations de l'élasticité plane, on a employé un procédé graphique basé sur la théorie du diagramme du cercle (?).

On trouvera ci-dessous l'exposé sans démonstration de la suite des opérations à effectuer pour déduire des 3 mesures de déformation faites en un point la direction et la grandeur des tensions principales en ce point.

Préliminaires

Appelons δ_v , δ_h , δ_f , et δ_m les composantes normales des déformations conjuguées aux facettes horizontale, verticale et obliques à 45° dans les deux sens. Ces composantes s'obtiennent en disposant le tensomètre respectivement verticalement, horizontalement, oblique vers le haut et la droite, oblique vers le haut et la gauche. Constata-tions d'abord que les quantités δ_v , δ_h , δ_f , et δ_m , doivent satisfaire à la relation algébrique :

$$\delta_v + \delta_h = \delta_f + \delta_m \quad (1)$$

Comme il n'en est généralement pas ainsi à cause des erreurs d'expérience et du fait que la base du tensomètre a une longueur finie, on compense la différence des deux membres de la relation (1) ci-dessus en la répartissant par parties égales sur les 4 δ .

Tracé du diagramme du cercle (fig. 213)

a) On trace une droite horizontale;

b) D'un point quelconque C de cette droite, on décrit une circonférence dont le rayon vaut

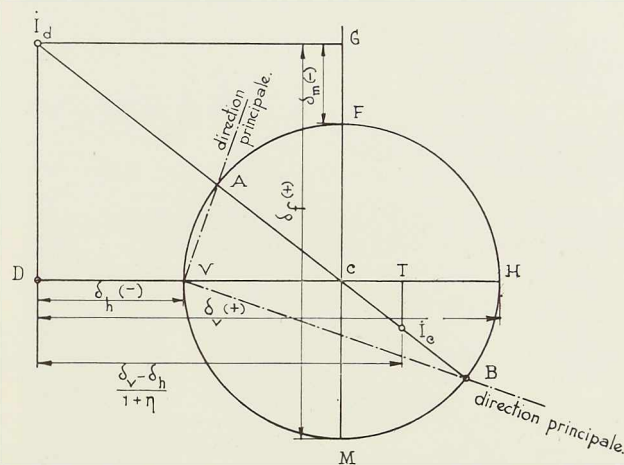


Fig. 213. Tracé du diagramme du cercle.

$\frac{\delta_v + \delta_h}{2}$ à une échelle déterminée (échelle des déformations);

c) Cette circonférence coupe la droite horizontale aux points V et H; on porte à l'échelle choisie δ_h à partir de V et δ_v à partir de H, en considérant les extensions comme positives et en les portant vers l'intérieur du cercle;

d) Les deux segments ainsi construits ont même extrémité D;

e) Soient F et M les points de rencontre du cercle avec le diamètre vertical indéfini. On porte δ_f à partir de M et δ_m à partir de F, en suivant la même convention de signe que ci-dessus en c). On détermine ainsi un point G;

f) On mène par les points D et G la verticale et l'horizontale respectivement. Ces deux droites se coupent au point I_d , qui est le centre d'involution des déformations;

g) Joignons I_dC et prolongeons cette droite jusqu'au cercle; elle coupe le cercle aux points A et B. Les directions VA et VB sont les directions principales au point O du corps plan étudié. Les segments I_dA et I_dB représentent, à l'échelle choisie pour les déformations, les déformations principales suivant les directions VB et VA respectivement;

h) Pour obtenir la grandeur des tensions principales, on porte sur le diamètre horizontal, à partir du point D, la longueur $\frac{\delta_v - \delta_h}{1 + \eta}$ où η est le coefficient de Poisson du métal; on détermine ainsi un point T. On trace la verticale de T; elle coupe la droite I_dC en un point que nous notons I_c . Ce point est le centre d'involution des tensions, plus exactement son symétrique par rapport au centre du cercle. Les tensions principales dirigées



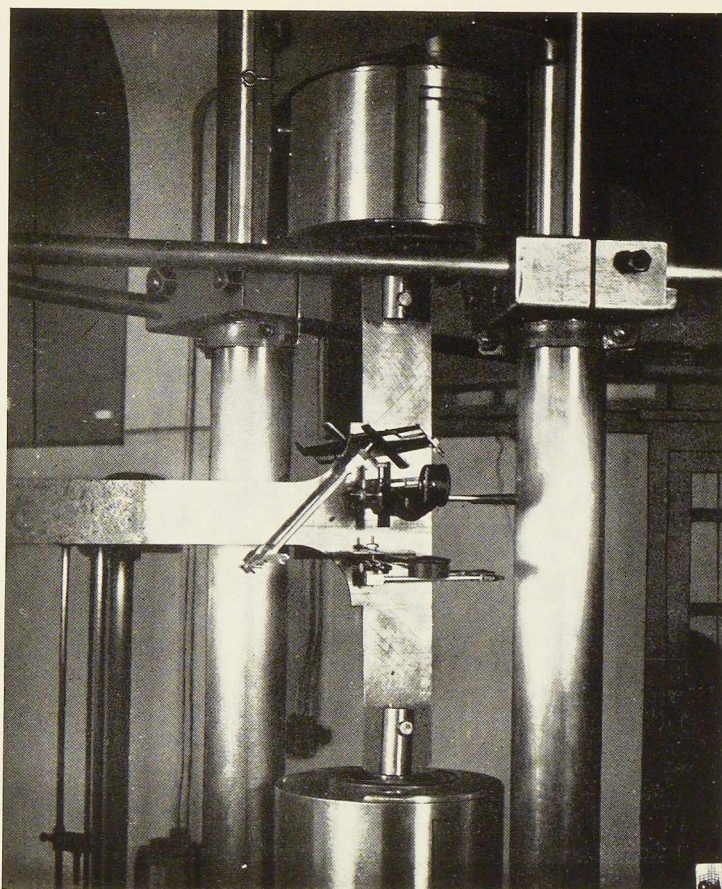


Fig. 214. Détails de montage d'un modèle au moyen de broches et disposition des appareils de mesure.

suivant VA et VB sont représentées respectivement par les segments adjacents $I_c A$ et $I_c B$ à l'échelle

$$1 \text{ mm} = \frac{1}{\varepsilon b} \frac{E}{(1 - \nu)} \text{ kg/mm}^2,$$

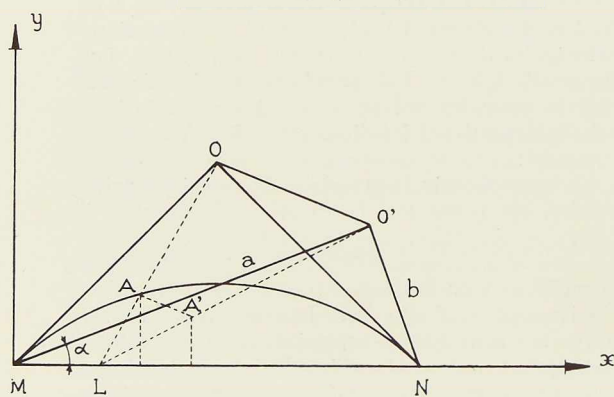


Fig. 215. Tracé de la sinusoïde déformée.

N° 3 - 1940



E étant le module d'élasticité en kg par mm^2 , b la longueur de la base de mesure du tensomètre, exprimée en mm, ε l'échelle des déformations (exemple, si un micron est représenté par 10 mm, $\varepsilon = 10.000$);

i) Le segment VT représente, à l'échelle des tensions définie ci-dessus, la composante normale (verticale) de la tension sur une facette horizontale. De même, le segment TH représente la composante normale (horizontale) de la tension sur une facette verticale.

V. Modèles de nœuds étudiés

Tous les modèles de nœuds sont symétriques par rapport à l'axe de la branche horizontale et représentent des nœuds à trois branches d'une membrure inférieure droite tendue de poutre Vierendeel. Le modèle n° 1 reproduit un nœud sans renfort. Il a été obtenu par une légère modification du modèle n° 1 des premiers essais (1). Le modèle n° 2 représente un nœud à deux goussets triangulaires rectangles isocèles. Il ont 4 cm de côté; la surface de chaque gousset est de 8 cm^2 . Ce modèle a été réalisé par transformation d'un modèle existant.

Le modèle n° 3 a des goussets symétriques par rapport à la bissectrice et de profil sinusoïdal osculateur aux deux branches droites, de 7 cm de longueur suivant chaque côté. La surface de chaque gousset est de $4,65 \text{ cm}^2$; celle du gousset circulaire de même empattement est $10,5 \text{ cm}^2$ (7 cm de rayon).

Le profil n° 4 a des goussets dissymétriques par rapport à la bissectrice. Le profil est une sinusoïde déformée et allongée, osculatrice aux deux branches droites. Ses longueurs sont respectivement 10 cm suivant la branche horizontale et 5 cm suivant la branche verticale. La surface du gousset est de $4,75 \text{ cm}^2$. Celle du gousset elliptique ayant les mêmes dimensions suivant les deux branches est de $10,73 \text{ cm}^2$.

La construction de la sinusoïde déformée est aisée. Les deux côtés a et b du triangle rectangle formé par les tangentes extrêmes au profil étant donnés, traçons ce triangle M O' N (fig. 215). Sur l'hypothénuse (corde de la courbe), traçons une demi-onde de sinusoïde dont les tangentes aux points d'inflexion M et N sont orthogonales. Soit O le point de rencontre de ces tangentes. Pour obtenir à partir d'un point A de cette sinusoïde un point A' de la courbe cherchée, il suffit de tracer OA, de déterminer son intersection L avec MN, de tracer LO' et de mener par A une parallèle à OO'. Elle coupe LO' au point A' cherché.

L'équation de cette courbe, dans le système

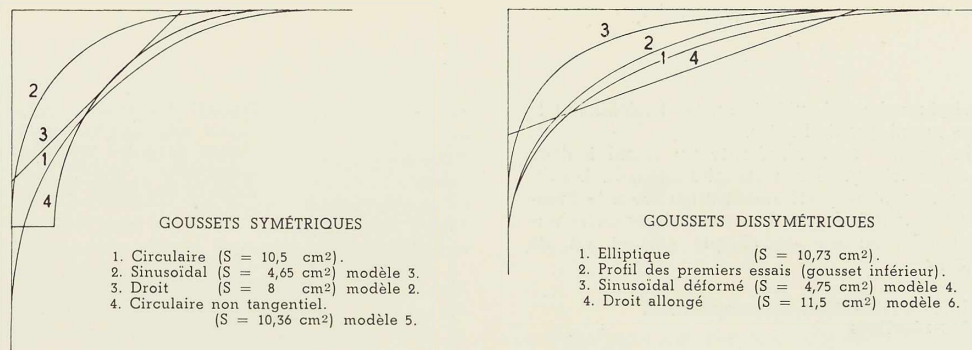


Fig. 216. Formes des goussets des nœuds. Plans.

d'axes yMx , est, en désignant par l la longueur de la corde :

$$x = ky + \frac{l}{\pi} \arcsin \frac{\pi y}{lm}$$

avec $m = \sin 2\alpha = \frac{2ab}{a^2 + b^2}$

et $k = \frac{1}{\lg 2\alpha} = \frac{a^2 - b^2}{2ab}$

(l'équation de la sinusoïde de départ est

$$x = \frac{l}{\pi} \arcsin \frac{\pi y}{l})$$

Les modèles nos 3 et 4 ont été réalisés dans de nouvelles tôles. Leurs épaisseurs exactes sont de 2,97 et 2,91 mm. En tout cas, il a été tenu compte des épaisseurs exactes pour les calculs des tensions. La figure 216 montre la comparaison de divers profils dessinés à la même échelle, d'une part des goussets symétriques sinusoïdal et circulaire, d'autre part un gousset sinusoïdal déformé et un gousset elliptique. On a comparé aussi à ces derniers et à la même échelle le profil du gousset inférieur du modèle IV des essais de 1929-1930. On remarque que ce profil est légèrement à l'intérieur du profil elliptique, mais en est très voisin. En fait, il s'agit, ainsi qu'il a été dit ailleurs [(1) et (2)], d'un profil en hyperbole équilatère à asymptotes parallèles aux deux branches. Cette hyperbole a été disposée par rapport aux deux branches de manière à obtenir un renforcement sur une longueur suffisante de la traverse (branche horizontale) sans empattement excessif sur la colonne (montant vertical). Elle n'est donc ni osculatrice ni même tangente aux deux branches, mais l'angle d'incidence est en réalité insignifiant.

Dans la suite, nous avons appliqué à diverses charpentes des goussets elliptiques [voir également (1) et (2)]. L'opportunité de ces formes hyperboliques et elliptiques a été confirmée par des essais dynamiques nombreux effectués en Allemagne (3) sur des modèles de nœuds réels à trois dimensions. Pratiquement, elles peuvent

être considérées comme identiques, ainsi qu'il résulte de la figure 216.

Ayant poursuivi nos études à la suite de notre communication au deuxième Congrès International des Ponts et Charpentes à Berlin en 1936 (2), nous avons dès cette époque envisagé qu'il serait plus avantageux encore d'adopter comme profils des nœuds des sinusoïdes osculatrices, de préférence allongées, déformées par rapport à la sinusoïde de la même manière que l'ellipse est obtenue par déformation à partir du cercle. De telle sorte que le profil du modèle n° 4 peut être considéré comme l'aboutissement des principes maintes fois exprimés dans nos publications antérieures [(1) et (2) et autres]:

1° qu'il faut réduire l'importance des nœuds par rapport aux grands goussets circulaires usuels des poutres Vierendeel;

2° qu'il faut que les goussets courbes aient une courbure variable, variant en sens inverse du moment fléchissant, ce qui conduit à avoir un gousset plus long selon la branche horizontale (montant ou traverse), que selon la branche verticale (membrane ou colonne).

Le modèle n° 4 satisfait à ces deux conditions d'une manière complète. Sa surface est très réduite et le maximum de courbure se produit très près des branches ayant le plus faible moment fléchissant, ce qui diminue les tensions maxima du nœud. D'autre part, ce profil est non seulement tangent mais osculateur et réalise une continuité parfaite de courbure qui atténue toutes les perturbations et s'adapte très bien aux trajectoires des tensions.

Pour le cas où la symétrie serait jugée nécessaire, encore que cela ne paraisse jamais indispensable, le gousset sinusoïdal symétrique, modèle n° 3, possède les mêmes avantages que le précédent en ce qui concerne l'étendue et la continuité de courbure, mais sa forme et la variation de courbure sont moins favorables. Le maximum de courbure a lieu sur la bissectrice, aussi près



de la branche qui subit le moment fléchissant le plus grand que de l'autre.

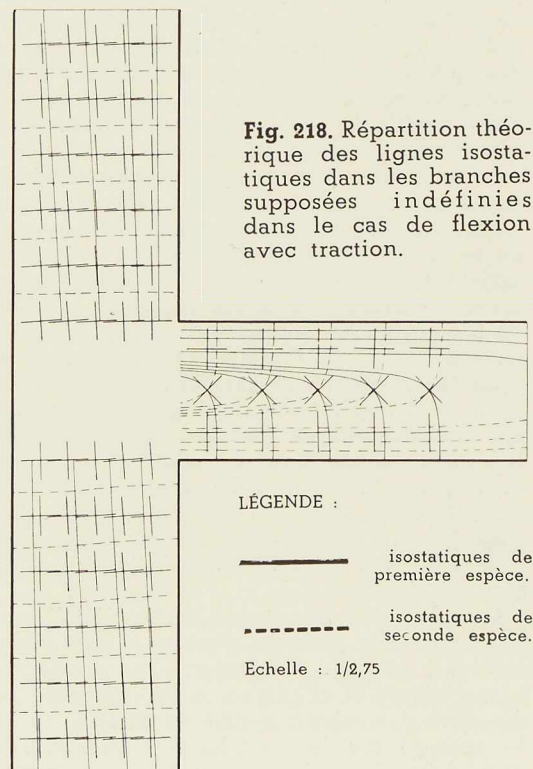
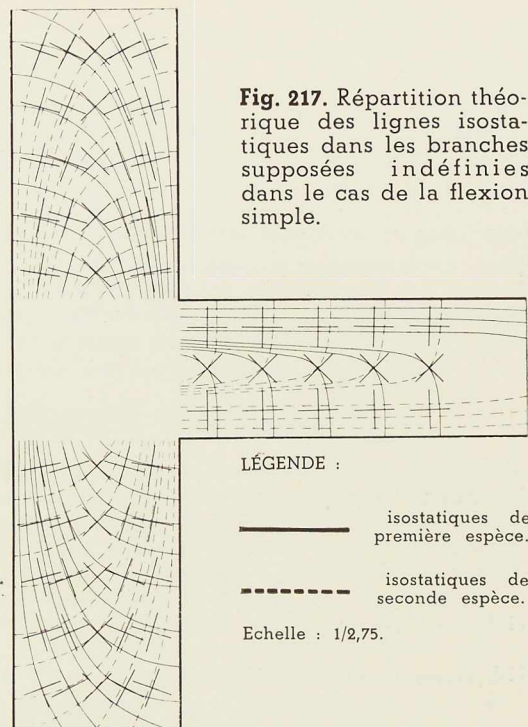
Le modèle n° 6 représente un nœud à deux goussets triangulaires rectangles allongés. Les côtés mesurent respectivement 8 cm selon la branche horizontale et 2,875 cm selon la branche verticale. La surface de chaque gousset est de 11,5 cm².

VII. Représentation et comparaison des résultats

Pour chaque point ausculté, le cercle des déformations et des tensions a été tracé, ce qui a défini complètement l'état de tension en chaque point pour chacun des trois cas de sollicitation. Ce travail fait l'objet d'un véritable dossier. Il nous a paru utile de donner de ces résultats laborieusement acquis une représentation assez complète. La portée des nouveaux essais est hors de comparaison avec les précédents, rappelés dans l'introduction, et rejoint celle des recherches les plus complètes effectuées sur les angles de cadres à deux branches (9).

Pour chacun des modèles 1, 2, 3, 4 et 6, six planches ont été dressées (fig. 219 à 248), représentant pour la *traction simple*, pour la *flexion simple* et pour la *flexion avec traction* respectivement le réseau des lignes isostatiques les directions principales et la grandeur des tensions principales d'une part (fig. 219 à 223, 229 à 233, 239 à 243), d'autre part les diagrammes des tensions sur les bords et les composantes normales des tensions dans toute une série de sections (fig. 224 à 228, 234 à 238, 244 à 248). Les diagrammes des tensions tangentielles n'ont pas été tracés pour éviter une surcharge des planches. Il est facile d'apprécier en chaque point ausculté la valeur de la tension tangentielle maximum par la demi-différence des tensions principales. En général, elles sont très modérées dans l'intérieur des nœuds et les valeurs maxima sont atteintes sur les bords, comme pour les tensions normales.

Les tensions d'extension sont considérées comme positives. Les trajectoires des tensions principales maxima sont dites *lignes isostatiques de première espèce*; celles qui leur sont orthogonales sont dites de *deuxième espèce*. Pour compléter la représentation, on a dessiné sur deux planches spéciales les isostatiques théoriques correspondant au calcul élémentaire de la flexion simple (fig. 217) ou combinée avec la traction (fig. 218) dans les branches droites indéfinies. Du point de vue de l'élasticité plane, les représentations effectuées sont très suggestives et résolvent le problème que nous nous sommes proposé avec une précision expérimentale satisfai-



sante. C'est de la même méthode que M. Th. Wyss (*) s'est servi. Les résultats des nouveaux essais sont plus certains que ceux de 1929-1930. Un avantage de la méthode réside dans l'inaltérabilité du modèle, qui permet de procéder à des contrôles pour les points qui éveillent des doutes à la suite des calculs. De nombreuses vérifications de ce genre ont été faites.

Grâce à la représentation développée des résultats obtenus, les planches donnent une image détaillée des états élastiques considérés. Nous jugeons superflu de commenter chaque planche. Nous nous bornerons à une comparaison des résultats.

A. Traction simple (fig. 219 à 228, pp. 134 et 135)

La sollicitation est entièrement symétrique par rapport à l'axe du modèle. Néanmoins, tous les points ont été auscultés et on a adopté des valeurs moyennes pour les points symétriques. A distance suffisante du nœud et des points d'application de l'effort, la tension est uniformément répartie dans la branche verticale. Une légère perturbation se manifeste au fur et à mesure que l'on se rapproche du nœud à partir d'une distance de l'axe horizontal qui est la plus grande pour le modèle 2, la plus petite pour le modèle 1 et intermédiaire pour les modèles 3, 4 et 6.

Dans l'étendue même du nœud se manifeste le phénomène d'excentricité de la résultante, qui altère l'uniformité de la répartition des tensions normales appliquées aux sections transversales horizontales. L'altération est minimum dans le modèle 1, maximum dans les modèles 2 et 6, moyenne et à peu près équivalente dans les modèles 3 et 4. Le phénomène est généralement le plus accusé sur l'axe horizontal. Le modèle 2 montre qu'il y a même changement de sens des tensions normales appliquées à la section axiale, à l'intérieur de la branche horizontale, lorsqu'on s'éloigne du nœud. Le diagramme d'extension sur l'axe sort nettement des limites de la branche verticale et pénètre dans le gousset, au maximum pour les modèles 2 et 6, de manière moyenne et équivalente pour les modèles 3 et 4 et au minimum pour le modèle 1. Ce diagramme est triangulaire pour le modèle 2, à courbure convexe pour les modèles 3 et 4, à double courbure pour le modèle 6, et d'allure assez uniforme sur une grande partie de la largeur de la branche verticale pour le nœud 1.

Il résulte de l'excentricité de la résultante dans la région du nœud un épanouissement des isostatiques de première espèce, maximum pour les nœuds 2 et 6, moyen pour les nœuds 3 et 4, minimum pour le nœud 1. La tension sur le

bord rectiligne continu de la branche verticale est majorée. Les coefficients de majoration sont les suivants :

$$\begin{aligned} \text{nœud 1} & - \frac{5,90}{5,59} = 1,055; & \text{nœud 2} & - \frac{7,36}{5,66} = 1,30; \\ \text{nœud 3} & - \frac{6,80}{5,58} = 1,215; & \text{nœud 4} & - \frac{7,25}{5,71} = 1,265; \\ & & \text{nœud 6} & - \frac{6,25}{5,66} = 1,10. \end{aligned}$$

Remarque : Les variations des tensions calculées proviennent des petites variations d'épaisseur des modèles.

On remarque sur les modèles 2, 3 et 4 qu'il existe un point singulier sur les bords des goussets et qu'il existe de légères tensions de compression parallèlement au bord aux extrémités du nœud voisines de la branche horizontale. Ces remarques ont déjà été faites par nous (*). Ces compressions sont les plus fortes au nœud 1, où les points singuliers sont au voisinage des angles vifs de raccord des bords rectilignes des deux branches. Ces points doivent nécessairement donner lieu à une concentration de tensions que l'auscultation effectuée est impropre à déceler et qui est très localisée. En ces points, par suite des tensions principales de signes contraires, les tensions tangentielles atteignent également le maximum. Sur le modèle 6, on constate l'existence de deux points singuliers sur chaque hypothénuse, dont un assez voisin de l'angle peu obtus de l'enracinement à la membrane. Les modèles 1 et 2 montrent que les tensions dépassent les valeurs données par le calcul sur les bords des branches verticales au voisinage des raccords aux nœuds, ce qui doit résulter des discontinuités angulaires. L'effet sur le nœud 2 est assez marqué. Sur le nœud 1, il doit l'être plus que ne le marque le dessin, à cause de l'imperfection de l'auscultation au voisinage de l'angle.

B. Flexion simple (fig. 229 à 238, pp. 136 et 137)

S'il s'agissait de flexion pure produite par un couple, la sollicitation serait antisymétrique. L'existence d'un effort tranchant en flexion simple n'altérerait pas cette antisymétrie, si l'application de la force extérieure de 25 kg et des réactions verticales aux deux articulations de la branche verticale était réalisée de manière antisymétrique. C'est ce qu'admet la théorie élémentaire de la résistance des matériaux, dont les isostatiques théoriques de flexion simple sont représentées sur une planche spéciale (fig. 217) et sont antisymétriques.

Dans la réalisation de l'essai, le dispositif d'application de la charge altérerait nécessairement



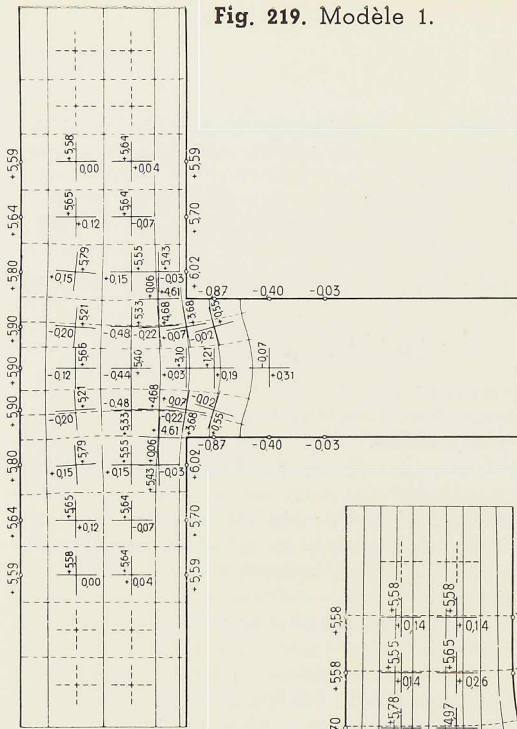


Fig. 219. Modèle 1.

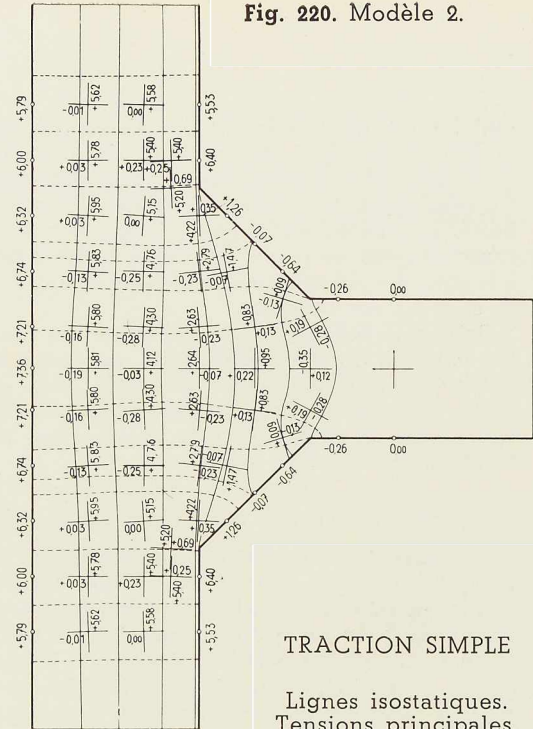


Fig. 220. Modèle 2.

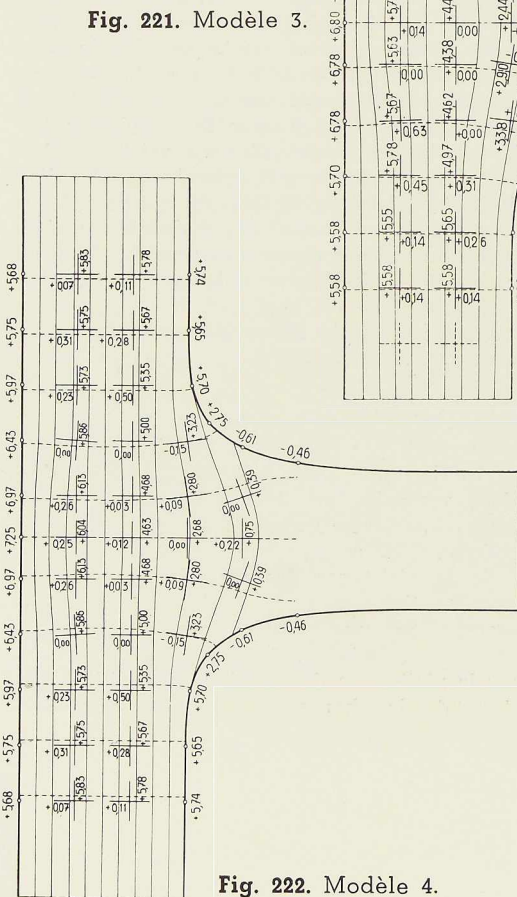


Fig. 221. Modèle 3.

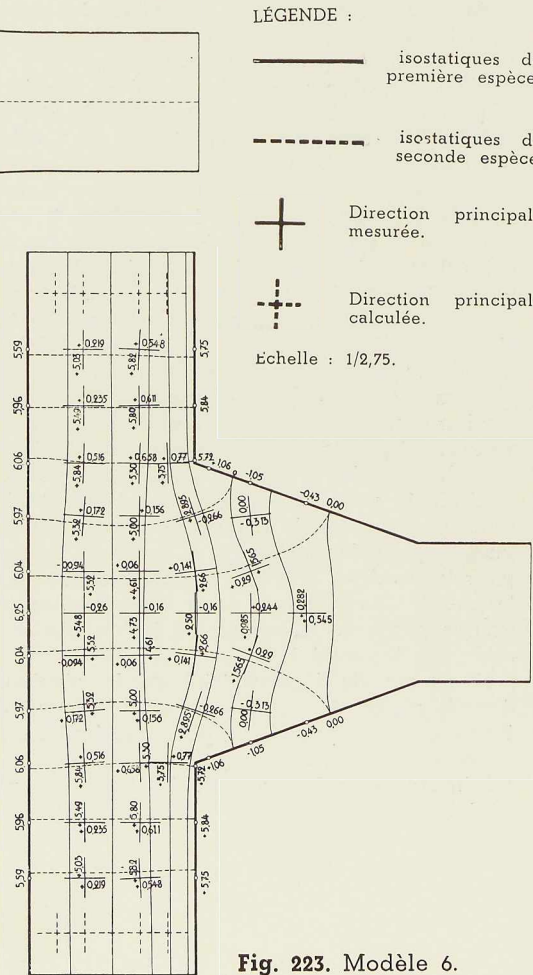


Fig. 222. Modèle 4.

TRACTION SIMPLE
Lignes isostatiques.
Tensions principales.

LÉGENDE :

- isostatiques de première espèce.
- - - isostatiques de seconde espèce.
- + Direction principale mesurée.
- + Direction principale calculée.

Echelle : 1/2,75.

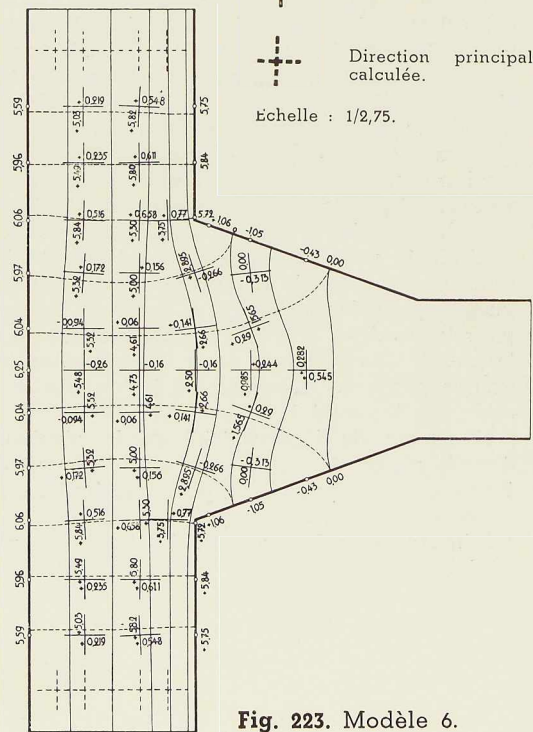


Fig. 223. Modèle 6.

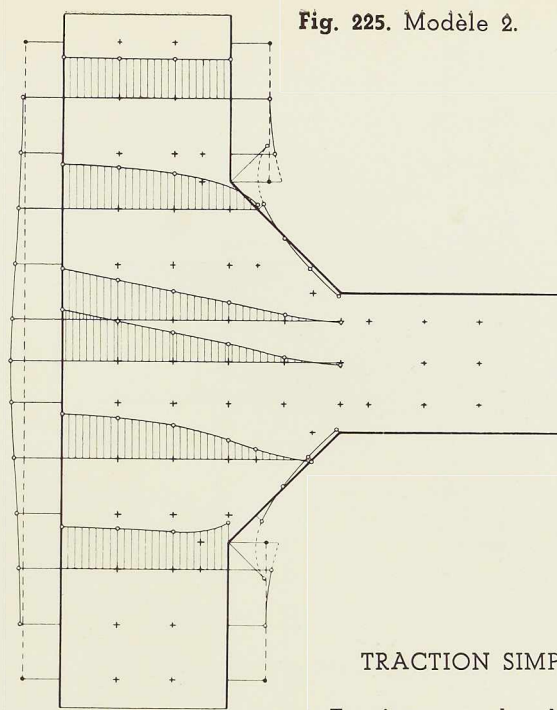
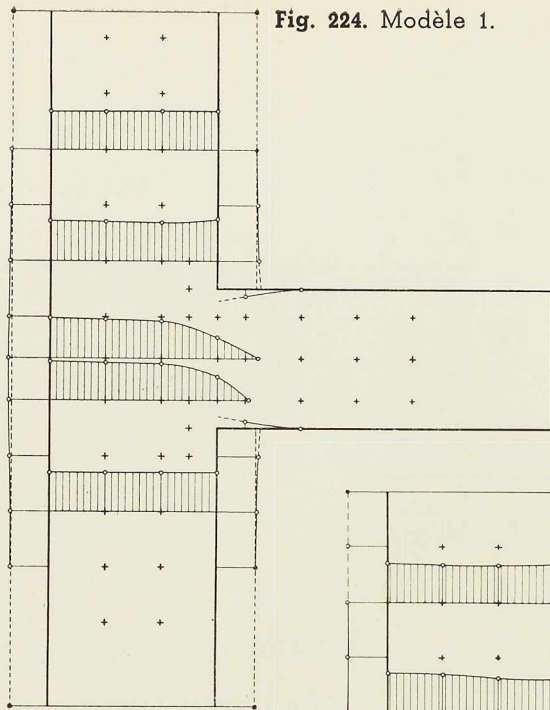
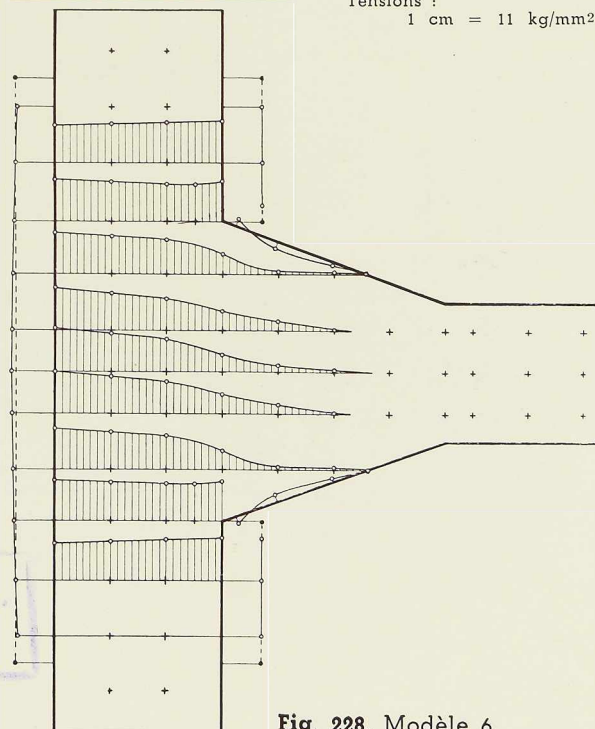
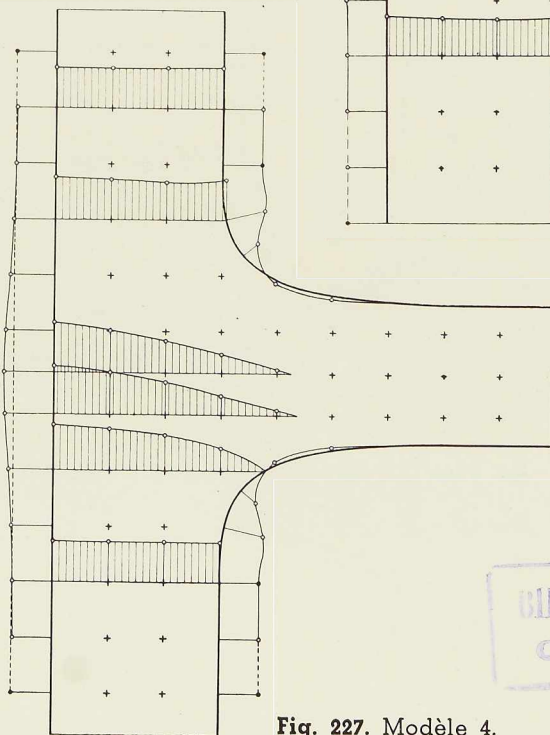
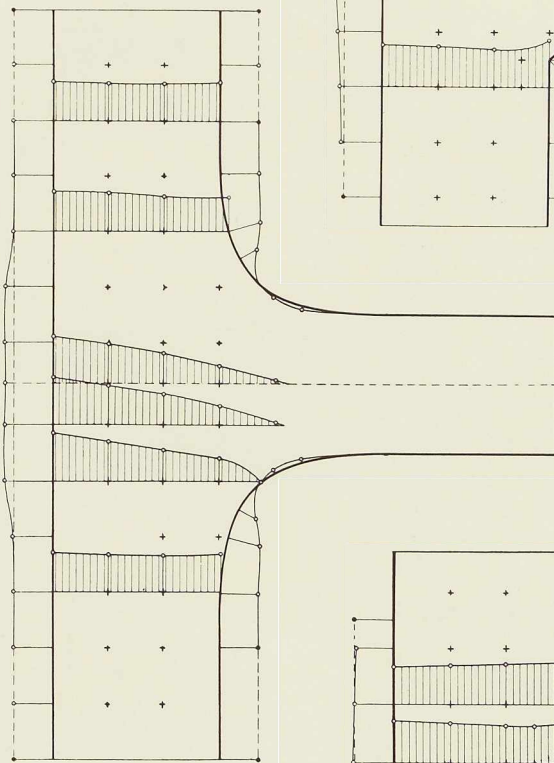


Fig. 226. Modèle 3.



TRACTION SIMPLE

Tensions sur les bords.
Composantes normales
des tensions.

LÉGENDE :

- Point mesuré.
- Point calculé.

Echelles :
Longueurs : 1/2,75.
Tensions :
1 cm = 11 kg/mm².

BIBL. UNIV.
GENT

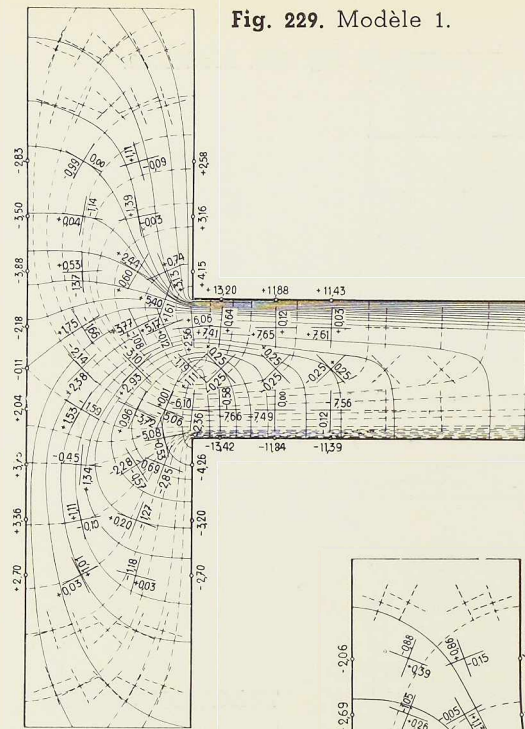


Fig. 229. Modèle 1.

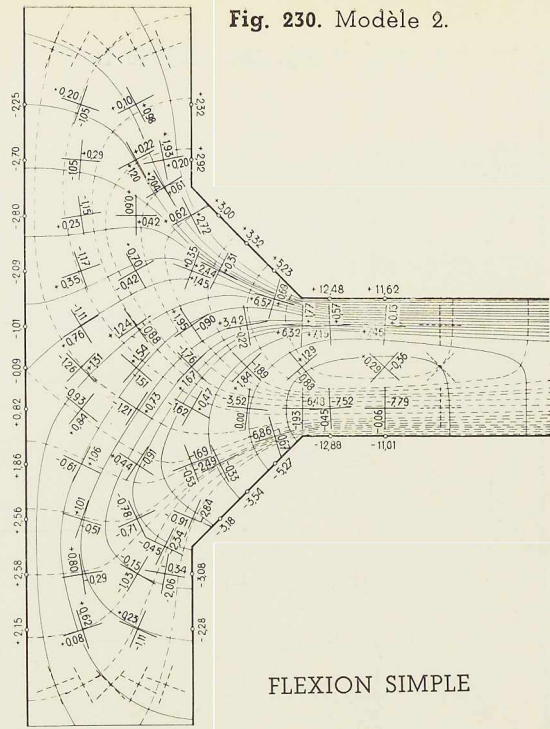


Fig. 230. Modèle 2.

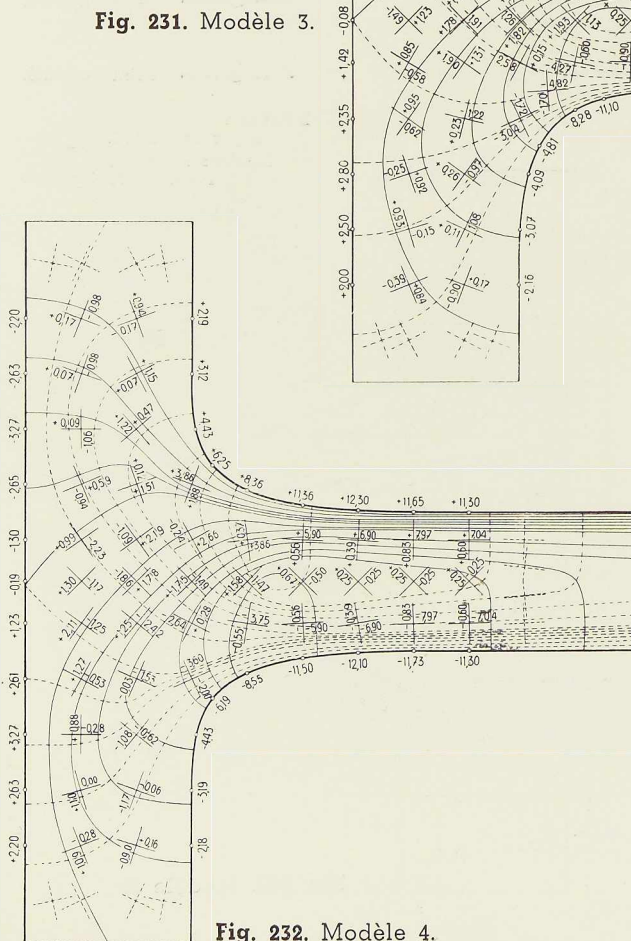


Fig. 231. Modèle 3.

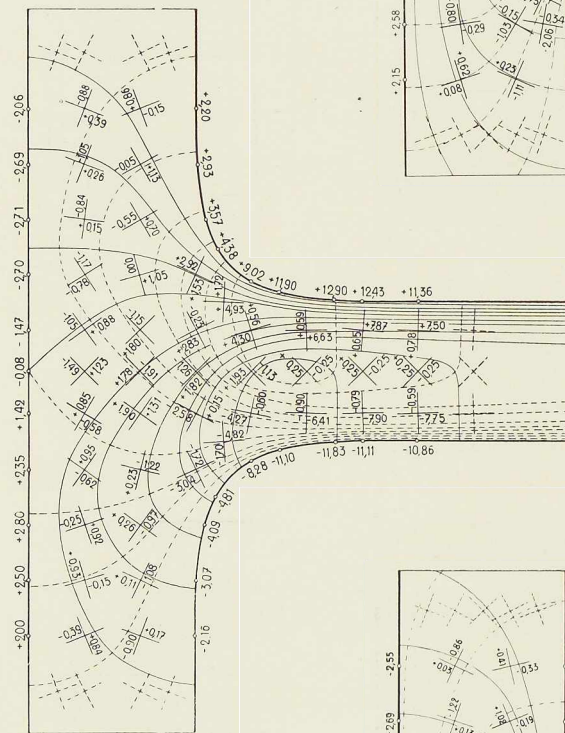


Fig. 232. Modèle 4.

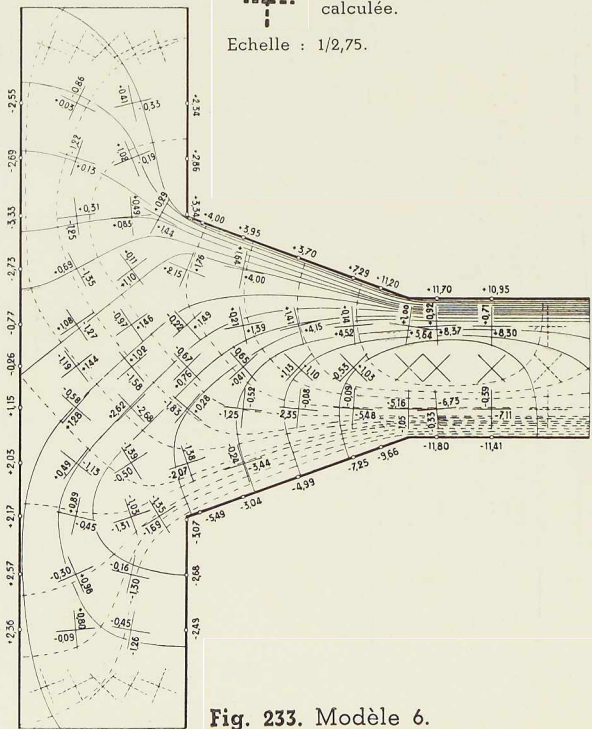


Fig. 233. Modèle 6.

FLEXION SIMPLE

Lignes isostatiques.
Tensions principales.

LÉGENDE :

--- isostatiques de première espèce.

— isostatiques de seconde espèce.

⊕ Direction principale mesurée.

⊕ Direction principale calculée.

Echelle : 1/2,75.

Fig. 234. Modèle 1.

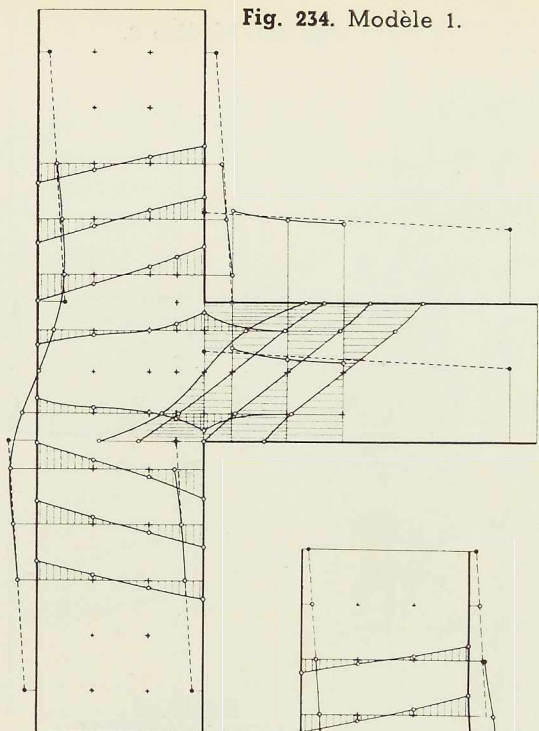
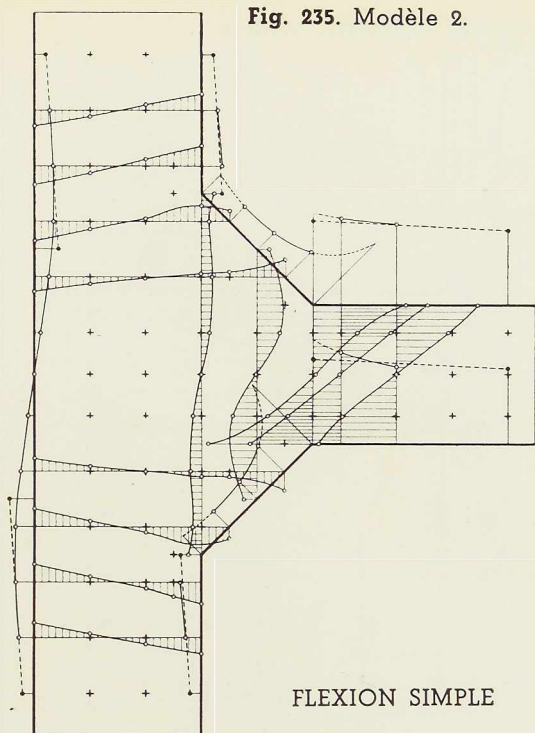


Fig. 235. Modèle 2.



FLEXION SIMPLE

Tensions sur les bords.
Composantes normales
des tensions.

LÉGENDE :

—○— Point mesuré.

- - -●- - - Point calculé.

Echelles :

Longueurs : 1/2,75.

Tensions :
1 cm = 11 kg/mm².

Fig. 236. Modèle 3.

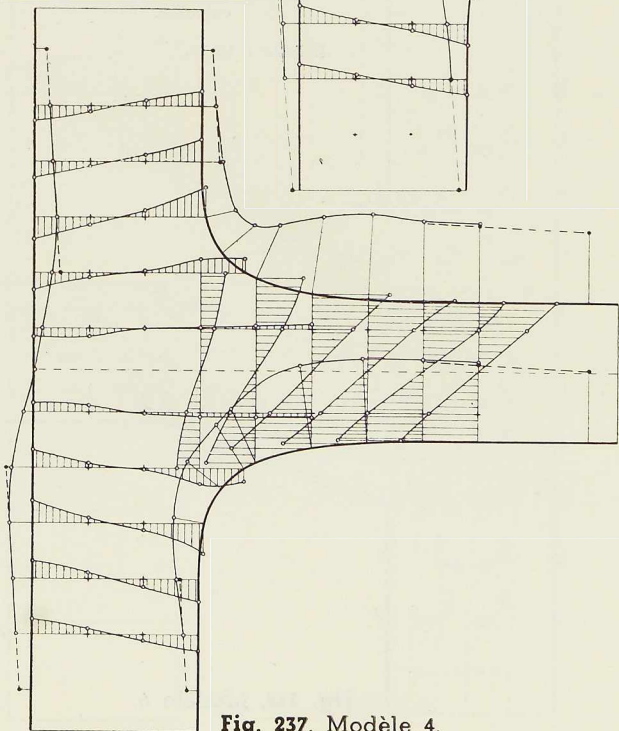
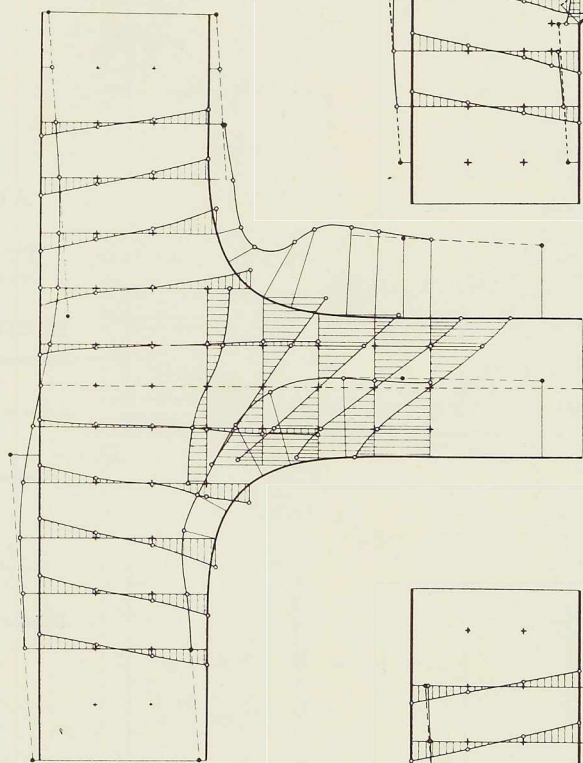


Fig. 237. Modèle 4.

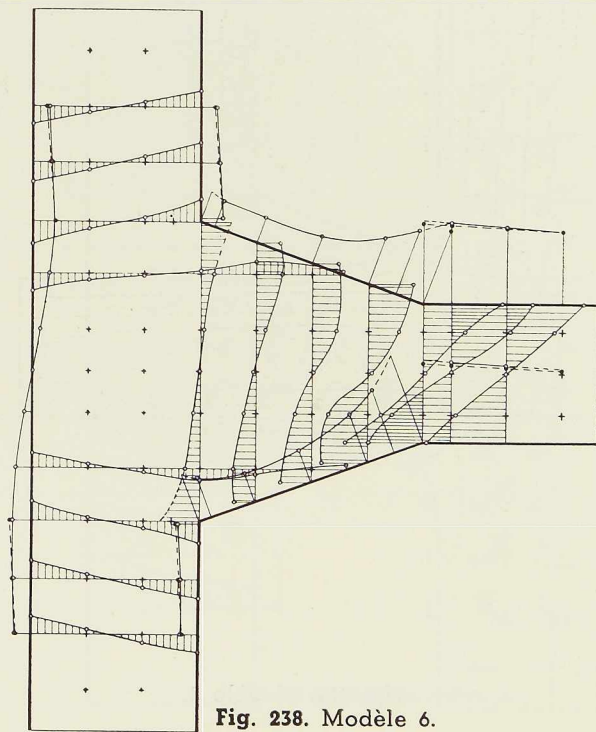


Fig. 238. Modèle 6.

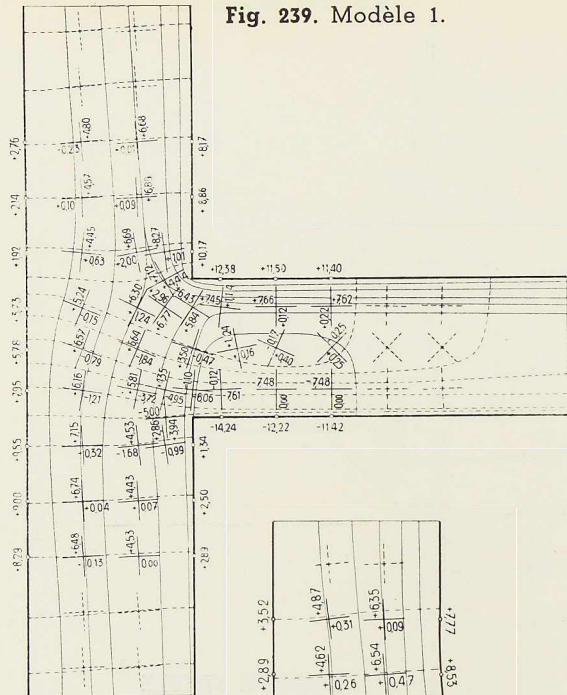


Fig. 239. Modèle 1.

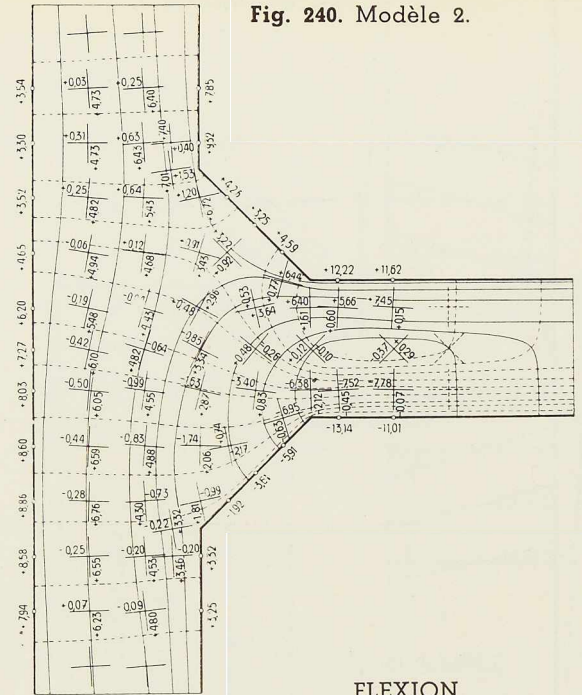


Fig. 240. Modèle 2.

Fig. 241. Modèle 3.

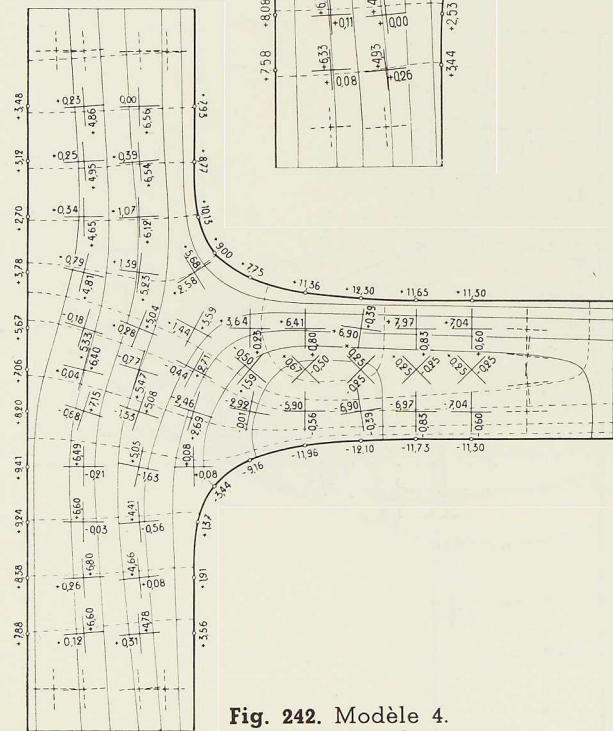
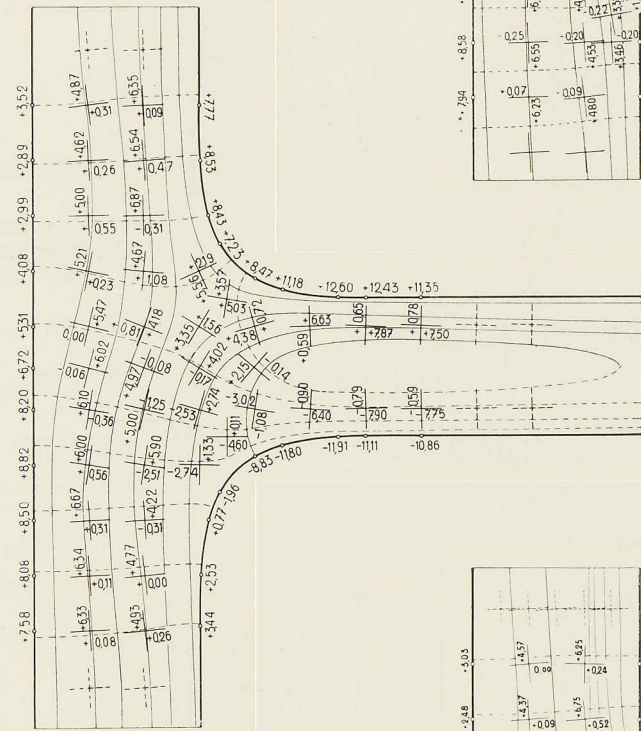


Fig. 242. Modèle 4.

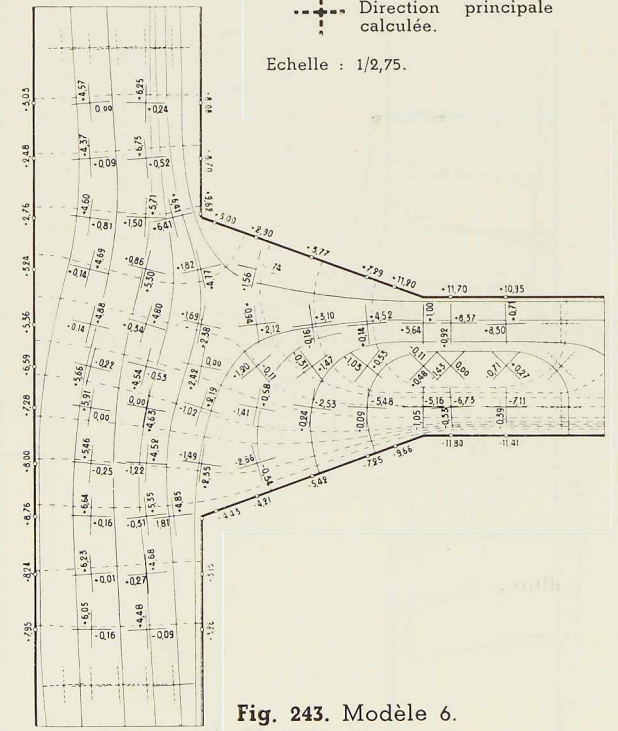


Fig. 243. Modèle 6.

FLEXION
AVEC TRACTION

Lignes isostatiques.
Tensions principales.

LÉGENDE :

- isostatiques de première espèce.
- - - isostatiques de seconde espèce.

+ Direction principale mesurée.

+ Direction principale calculée.

Echelle : 1/2,75.

Fig. 244. Modèle 1.

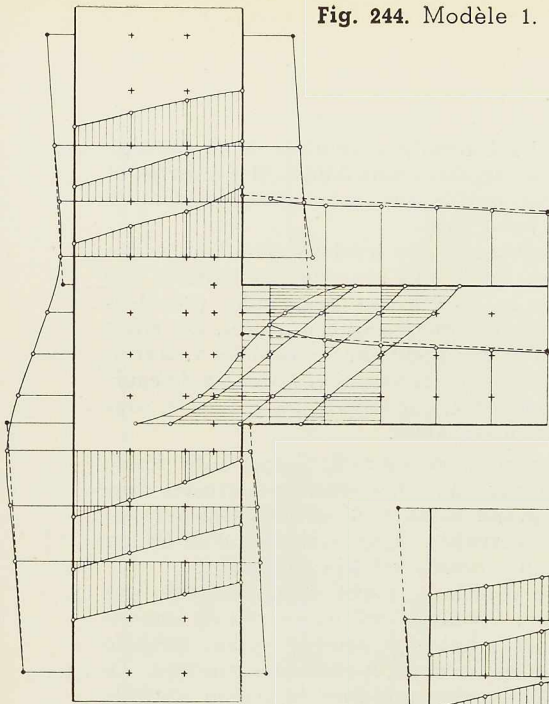


Fig. 245. Modèle 2.

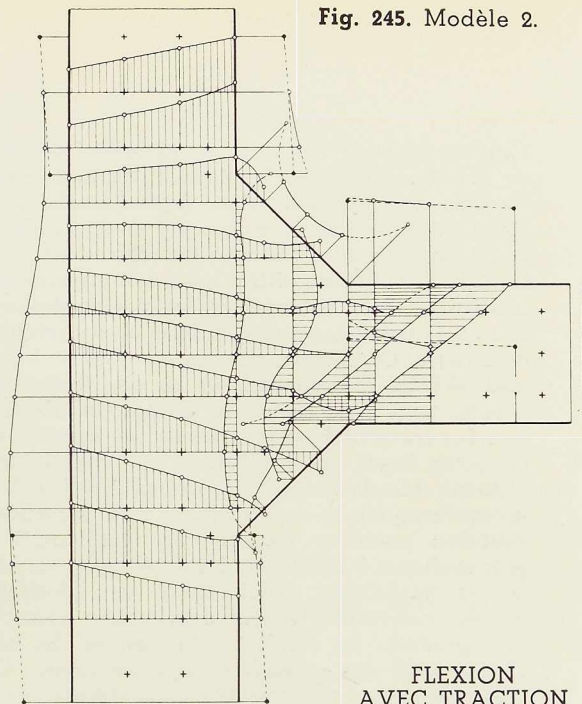


Fig. 246. Modèle 3.

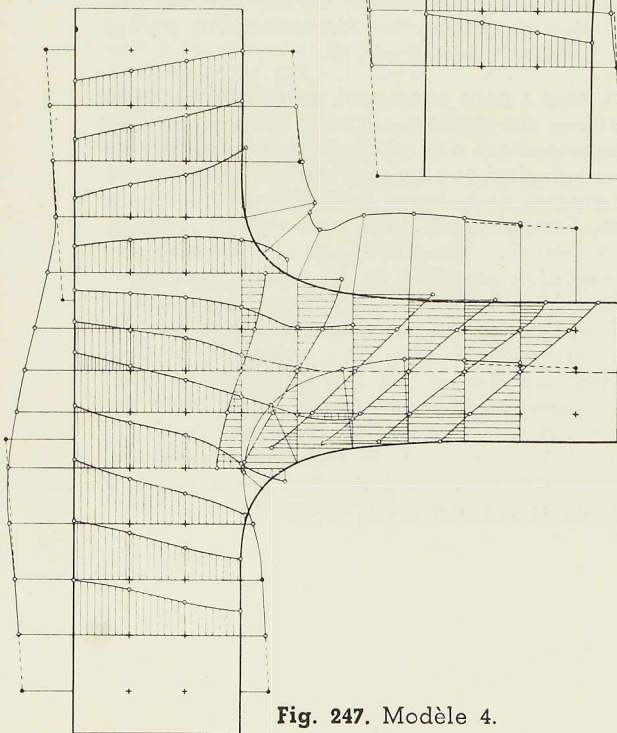
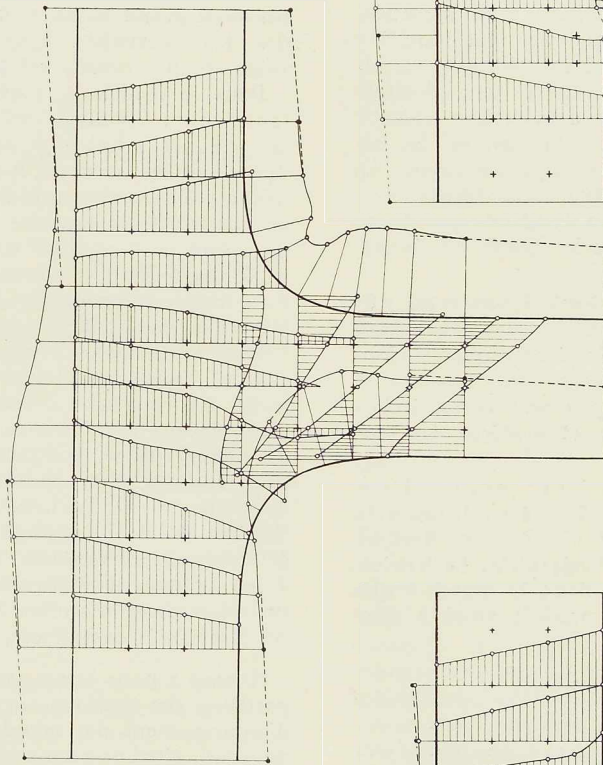


Fig. 247. Modèle 4.

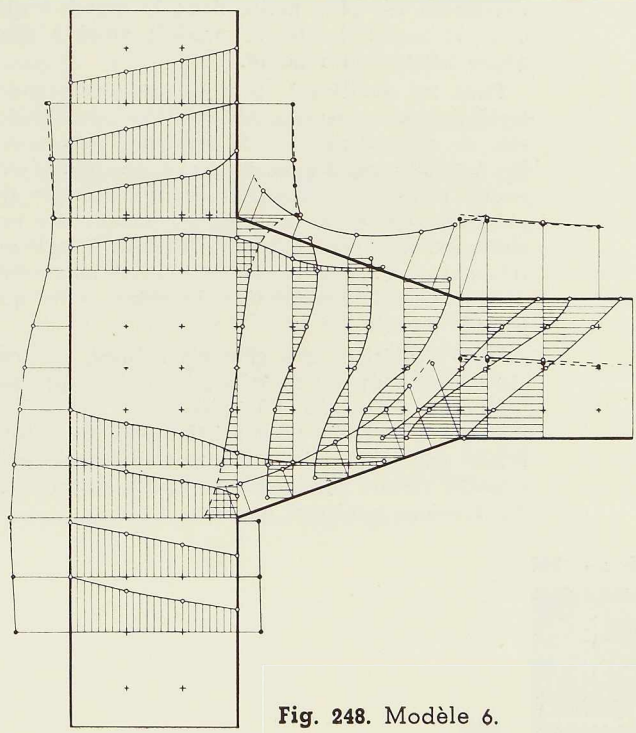


Fig. 248. Modèle 6.

FLEXION
AVEC TRACTION

Tensions sur les bords.
Composantes normales
des tensions.

LÉGENDE :

—○— Point mesuré.

---●--- Point calculé.

Echelles :

Longueurs : 1/2,75.

Tensions :
1 cm = 11 kg/mm².

l'antisymétrie en agissant sur le bord inférieur de l'œillet. En outre, la réaction verticale était reportée sur l'appui inférieur de la branche verticale entraînant une compression de 25 kg dans la moitié inférieure de cette branche. C'est une imperfection du dispositif d'essai; son importance relative est très faible et certes pas supérieure aux effets des défauts des modèles et des erreurs de mesure. Cependant, elle nous a conduit à représenter les résultats relatifs au cas de flexion simple, pour tous les points de part et d'autre de l'axe horizontal, sans effectuer les moyennes. Les petits écarts qui en résultent sont vraisemblablement dus davantage aux causes accidentelles invoquées qu'à la perturbation d'antisymétrie. Peut-être aurait-on obtenu une représentation plus conforme à des hypothèses théoriques usuelles en rétablissant l'antisymétrie des résultats par des moyennes. Il nous a paru plus objectif de reproduire les résultats obtenus, en les accompagnant des observations précédentes. La faible altération systématique ou accidentelle de l'antisymétrie ne se marque d'ailleurs que d'une manière très atténuée dans les tracés des isostatiques et des diagrammes.

Les allures des lignes isostatiques sont très suggestives. Dans le modèle 3, et davantage encore dans le modèle 4, les isostatiques s'adaptent bien aux profils courbes des goussets et présentent des courbures peu accentuées, indice d'une variation progressive et modérée des tensions.

Les tensions les plus élevées se produisent sur les bords. Pour les nœuds 3 et 4 c'est, selon la règle générale, à quelque distance du raccord de la courbe à la branche horizontale. La tension maximum est plus petite dans le nœud 4 que dans le nœud 3, elle se produit aussi à plus grande distance du nœud.

Dans les modèles 1, 2 et 6, les plus grandes tensions sont mesurées au voisinage des angles vifs de raccordement à la branche horizontale. Il est certain que les tensions sont plus fortes aux angles mêmes, de quantités qui doivent être appréciables en raison de la forte courbure des isostatiques, sauf pour le gousset 6, dont l'angle est très obtus et pour lequel la tension maximum doit vraisemblablement être du même ordre que pour le modèle 4.

Dans l'intérieur des goussets mêmes, les tensions sont toujours beaucoup moindres que sur les bords, même dans le modèle 1. Par le fait même, les tensions tangentielles maxima y sont faibles également; elles atteignent aussi leurs plus grandes valeurs sur les bords, égales aux moitiés des tensions normales maxima.

Sur le bord rectiligne continu de la branche verticale, les tensions sont faibles. Il y a un point singulier au milieu. Les isostatiques possèdent en outre un point focal.

Les diagrammes des tensions sont bien caractéristiques. En ce qui concerne les tensions sur les bords, les conclusions des études précédentes ⁽¹⁾ ⁽²⁾ sont entièrement confirmées. Les effets des angles se marquent sur les modèles 1, 2 et 6, tandis que ceux de la variation favorable de courbure du gousset 4, par rapport au gousset 3, sont nettement discernables.

Une contribution nouvelle importante réside dans les diagrammes des tensions normales dans un assez grand nombre de sections transversales des deux branches. Leur variation d'allure au voisinage des nœuds est très suggestive.

Dans le modèle 1, l'effet d'augmentation des tensions au voisinage des angles vifs de raccord est très net, aussi bien dans la section verticale que dans les sections horizontales voisines. Le même effet se remarque dans la section verticale de raccord de la branche horizontale au gousset du nœud n° 2 et dans une mesure atténuée au n° 6. Cependant, les tensions normales à la section d'enracinement du gousset n° 2 sont très faibles et dénotent un empattement excessif.

Dans les modèles 3 et 4 à nœuds courbes, on observe à peine une légère tendance à l'accroissement des tensions normales dans les sections transversales de la branche horizontale à l'origine du nœud, qui se transforme progressivement en une tendance à la diminution, maximum dans la section d'enracinement. Au point de vue de l'utilisation de la matière et de la progressivité de variation des tensions, la supériorité du nœud 4 est nettement marquée, encore que les diagrammes dans la section d'enracinement n'aient pu être tracés complètement.

Il nous a paru intéressant de déterminer la répartition des tensions normales dans les sections d'enracinement des nœuds des cinq modèles en question, ainsi que dans un sixième modèle ayant un gousset de la forme préconisée par le Professeur Vierendeel ⁽¹⁰⁾. Pour ce dernier modèle, n° 5 (voir fig. 249 et 250), on s'est borné à une auscultation complète de la section d'enracinement. Les directions et grandeurs des tensions principales en ont été déduites, ainsi que les tensions normales dans cette section. La répartition de ces tensions est très différente de celles des autres nœuds. Elle établit l'exactitude des remarques que nous avons exprimées antérieurement à ce sujet ⁽²⁾. Si l'on compare les diagrammes de répartition des tensions normales à l'enracinement dans les divers nœuds étudiés



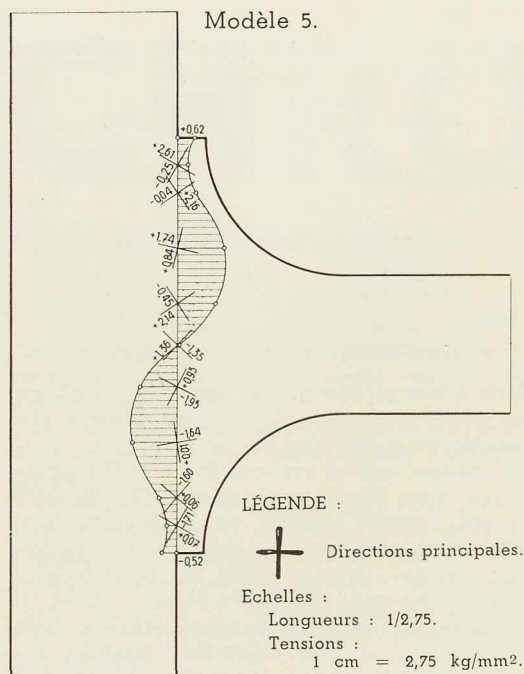


Fig. 249. Répartition des tensions principales et des tensions normales dans la section d'enracinement du montant dans le cas de la flexion simple.

à l'hypothèse proposée par M. Vierendcel⁽¹¹⁾, on constate une discordance marquée. Celui qui s'en rapproche le plus est le modèle 2, à propos duquel nous avons déjà fait remarquer que les tensions normales d'enracinement sont les plus faibles et l'empattement excessif.

Nous avons également déterminé pour le modèle 5 les diagrammes des tensions sur les bords du gousset en flexion simple. Le rayon de courbure est de 5 cm et l'empattement du nœud est important, ainsi que son aire. Cependant, il y a un accroissement notable de tension, exactement au raccordement de la courbe avec la branche horizontale, dû selon toute vraisemblance à la discontinuité de courbure. Le dispositif est moins favorable que les nœuds 3 et 4.

Pour comparer les divers types de nœuds par un coefficient, le terme le plus convenable semble être le rapport k de la tension maximum mesurée à la tension calculée par les formules ordinaires de la résistance des matériaux dans la section d'enracinement dans le modèle 1, soit 13 kg par mm². On trouve les résultats suivants :

$$\text{nœud 1} \quad k = \frac{13,20}{13} = 1,1015 \quad (S = 0).$$

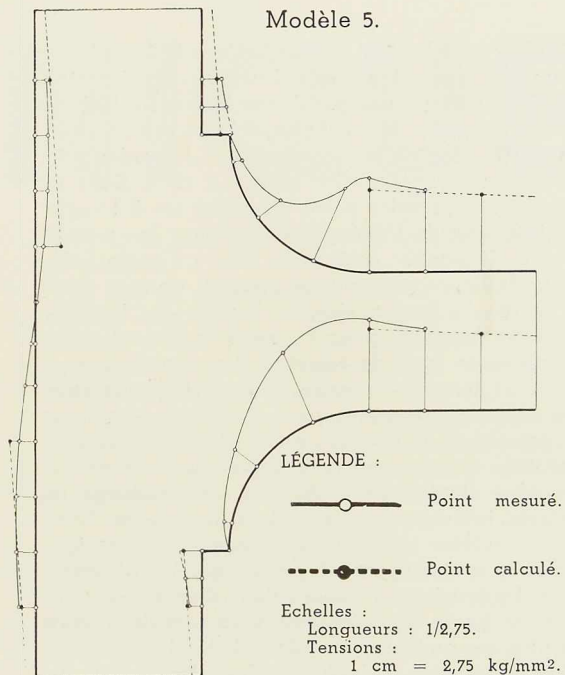


Fig. 250. Répartition des tensions sur les bords dans le cas de la flexion simple.

$$\text{nœud 2} \quad k = \frac{12,48}{13} = 0,96 \quad (S = 8 \text{ cm}^2).$$

$$\text{nœud 3} \quad k = \frac{12,90}{13} = 0,993 \quad (S = 4,65 \text{ cm}^2).$$

$$\text{nœud 4} \quad k = \frac{12,30}{13} = 0,946 \quad (S = 4,75 \text{ cm}^2).$$

$$\text{nœud 5} \quad k = \frac{13,70}{13} = 1,055 \quad (S = 10,36 \text{ cm}^2).$$

$$\text{nœud 6} \quad k = \frac{11,80}{13} = 0,910 \quad (S = 11,5 \text{ cm}^2).$$

C. Flexion avec traction (fig. 239 à 248, pp. 138 et 139).

Cette sollicitation est équivalente à la superposition des deux autres.

Les isostatiques de la branche verticale conservent l'allure de la traction simple, mais elles sont déviées fortement à la partie supérieure du nœud. Les isostatiques de la branche horizontale ont principalement l'allure de celles de la flexion simple, mais assez altérée à l'approche du nœud. La combinaison des caractères différents de ces isostatiques engendre deux points singuliers^(*).

(*) Le point focal de la flexion simple subsiste.



Dans les modèles 3 et 4, l'un est sur le bord inférieur du gousset et constitue un demi-centre étoilé à trois branches. L'autre est à l'intérieur du gousset, vers la partie supérieure et constitue un centre étoilé à trois branches. Ce dernier a le même caractère dans les nœuds 1 et 2. Dans le nœud 1, le premier point singulier est à l'angle vif inférieur de l'enracinement. Dans les nœuds 2 et 6, il semble également être à l'angle inférieur de l'enracinement du gousset. Comme dans le cas de la flexion simple, l'allure des isostatiques est favorable pour le nœud 4; elle est aussi satisfaisante pour le nœud 3. Les nœuds 1 et 2 donnent lieu de nouveau à de fortes courbures des lignes isostatiques près de l'angle supérieur de raccord de la branche horizontale à la branche verticale ou au gousset. Cependant, les tensions les plus élevées mesurées sont au voisinage de l'angle inférieur correspondant de ces modèles. Ces caractères sont atténués dans le modèle 6.

En ce qui concerne les tensions, les diagrammes des tensions normales dans diverses sections sont de forme très régulière en dehors des nœuds et plus ou moins altérée dans l'étendue de ceux-ci. Les tensions principales dans l'intérieur des goussets restent cependant toujours modérées, de même que les tensions tangentielles. A ce point de vue, le nœud 1 est naturellement le moins favorable. Les tensions maxima se produisent toujours sur les bords. Les tensions mesurées les plus fortes sont celles du nœud 1, ce sont des compressions. Ensuite vient le nœud 2, avec une compression maximum également. Les nœuds 3 et 4 donnent des tensions maxima de traction modérées et presque égales, au voisinage du raccord de la courbe avec la branche horizontale. L'existence dans le nœud 4 d'un maximum de courbure au voisinage du raccord avec la branche verticale y produit une augmentation de tension, qui reste inférieure notablement au maximum mais qui, par suite de la réduction de l'empannement du nœud, est du même ordre que la traction maximum qui se produit près de l'enracinement au nœud 1. Pour le nœud 6, les tensions près des angles doivent être du même ordre de grandeur que pour le nœud 4.

Il en résulte que la combinaison des effets de la traction et de la flexion atténue l'avantage du nœud 4 par rapport au nœud 3, qui ressort de l'examen du cas de la flexion simple. D'une manière générale, l'étude montre bien l'influence considérable des efforts longitudinaux de la branche verticale et l'insuffisance du seul examen de la flexion simple.

Le rapport k' , des tensions maxima mesurées comparées à la tension maximum calculée comme

dans le cas de la flexion simple, a les valeurs suivantes pour les divers nœuds :

$$\text{modèle 1} \quad k' = \frac{14.14}{13} = 1,095$$

$$\text{modèle 2} \quad k' = \frac{13.14}{13} = 1,01$$

$$\text{modèle 3} \quad k' = \frac{12.60}{13} = 0,97$$

$$\text{modèle 4} \quad k' = \frac{12.30}{13} = 0,946$$

$$\text{modèle 6} \quad k' = \frac{11.80}{13} = 0,910$$

Mais il faut répéter que le modèle 3, grâce à son plus grand empannement, est sensiblement plus favorable pour les tensions de la branche verticale; comme celle-ci est soumise à l'effet prédominant d'un effort longitudinal, elle demande une plus grande sécurité que la branche horizontale, influencée principalement par la flexion. Il est vrai que, dans la réalité, un effort longitudinal s'exerce aussi dans cette branche. Assez faible par rapport à l'effort longitudinal de la branche verticale, il peut cependant produire une certaine modification à l'avantage du nœud 4. Une solution optimum serait probablement réalisée par une sinusoïde moins déformée que celle du nœud 4, par exemple dans la proportion 2/3 au lieu de 1/2. Les deux nœuds sinusoïdaux 3 et 4 réalisent dans le cas de flexion avec traction la variation la plus uniforme des tensions et de la transmission la plus favorable des efforts; ils assurent la meilleure utilisation de la matière.

F. C.

- (1) F. CAMPUS : « Etudes et essais relatifs aux nœuds de charpentes » (*Revue Universelle des Mines*, 1er et 15 janvier, et 1er février 1933).
- (2) F. CAMPUS : « Nœuds rigides de charpentes métalliques continues » (Publication préliminaire du deuxième Congrès International des Ponts et Charpentes, Berlin 1936).
- (3) *Annales des Travaux Publics de Belgique*, avril 1924.
- (4) N. C. KIST : « De vereischte dikte van knoopplaten van Vierendeelgiggers » (*De Ingenieur*, 15 avril 1916. La Haye).
- (5) D. ROSENTHAL et P. LEVYAY : « Etude de la forme rationnelle du raccord dans un nœud formé par deux barres assemblées à angle droit » (*Revue Arcos*, août 1938).
- (6) R. DANTINE : « Congrès National des Sciences », Bruxelles 1935.
- (7) F. CAMPUS : « Représentation géométrique de l'état triple de tension », *Le Génie Civil*, 19 avril 1930.
- (8) A. DÖRNEN : « Essais sur nœuds rigides, spécialement de poutres Vierendeel soumises à de fortes sollicitations dynamiques » (Rapport final du 2^e Congrès International des Ponts et Charpentes, Berlin 1936).
- (9) Th. WYSS : « Die Kräftefelder in festen elastischen Körpern », Ed. Springer, 1926.
- (10) A. VIERENDEEL : « Cours de Stabilité des Constructions », tome IV, 1935.
- (11) A. VIERENDEEL : « Cours de Stabilité des Constructions », tome IV, et *La Technique des Travaux*, juin 1928.

∴

L'OSSATURE MÉTALLIQUE publiera dans son prochain numéro la deuxième partie constituant la suite et la fin de l'étude du professeur Campus.



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois de février 1940

Aucun changement n'est à signaler quant à l'activité de l'industrie sidérurgique belgo-luxembourgeoise, telle que nous l'avons analysée dans nos bulletins précédents.

Le degré d'occupation des usines et les réserves de commandes n'ont subi aucune fluctuation notable.

A l'exportation, on signale çà et là la présence d'offres américaines, mais étant donné le peu d'importance des tonnages disponibles, les effets de cette concurrence ne peuvent avoir aucune répercussion sur la situation générale des producteurs ni sur les perspectives pour les prochains mois.

Au marché intérieur belge, le redressement gagne progressivement du terrain. Les ouvrages pour compte de la Défense Nationale, la grande consommation des charbonnages et de nouvelles affaires d'exportation concourent à stimuler un nombre de plus en plus grand d'usines transformatrices; en outre, de grosses transactions en matériel roulant et en charpentes sont en bonne voie de réalisation, et l'on espère les faire aboutir très prochainement.

La production des aciéries belges s'est élevée, en janvier 1940, à 315.490 tonnes, contre 318.370 tonnes en décembre 1939 et 289.790 tonnes en novembre 1939.

La ventilation du tunnel de la Jonction Nord-Midi, à Bruxelles

Le tracé de la jonction ferroviaire Nord-Midi, dont les travaux avancent activement, comporte un tunnel long de 1.900 mètres environ, allant de l'église de la Chapelle à la rue Saint-Lazare. La ventilation de ce tunnel constitue un problème très important. Après de longues et minutieuses études, il a été décidé d'adopter la ventilation transversale dans la gare centrale et la ventilation longitudinale pour la voie courante. L'installation comportera essentiellement trois centrales d'aspiration, situées respectivement rue Saint-Jean, rue Vieille-de-la-Bergère et rue de Schaerbeek, et trois centrales de soufflage, dont deux situées à proxi-

mité de la gare Centrale et la troisième rue des Comédiens.

Le pertuis central et le pertuis Ouest seront réservés aux trains à vapeur et aux voitures à traction Diesel, tandis que le pertuis Est sera emprunté en service normal par des trains électriques. Il est à remarquer qu'il n'a pas été possible de prévoir des débits d'air suffisants pour maintenir en tout temps une atmosphère claire; il a fallu se limiter à ne considérer que la nécessité de réduire le plus possible la présence de fumée et de brouillard en provoquant, dans les tunnels, un balayage aussi rapide que possible.

Cette limite de ventilation est due non à des considérations économiques, mais à une cause d'ordre uniquement technique, à savoir que la dépression à créer dans la gare Centrale est, du fait de la ventilation longitudinale en voie courante et de la disposition qu'il a fallu adopter pour les centrales, un élément qui régit tout le système. Malgré la limite de cette ventilation, le temps d'évacuation maximum de trois minutes ainsi obtenu peut être considéré comme très satisfaisant, puisque la fréquence des trains prévue est, aux heures de pointe de trafic, de 24 convois par heure. L'étude technique du problème de la ventilation du tunnel a été confiée au Bureau d'Etudes Industrielles F. Courloy (B.E.I.).

Construction d'un grand hall sportif dans l'Etat d'Indiana (E.-U.)

L'Etat d'Indiana vient de construire à Indianapolis un grand hall pour différentes manifestations sportives telles que rodéos, concours hippiques, matches de hockey, etc.

Le bâtiment, qui constitue la plus grande construction du genre aux Etats-Unis, est à ossature métallique. Celle-ci comporte 14 cadres rigides, dont la portée varie de 57 à 77 mètres. Les dimensions extérieures du hall sont 118 × 77 mètres, la hauteur maximum atteint 32^m50. L'arène proprement dite mesure 37 × 83 mètres. Le hall est prévu normalement pour donner place à 8.000 spectateurs.

D'après *Engineering News-Record*,
28 décembre 1939.

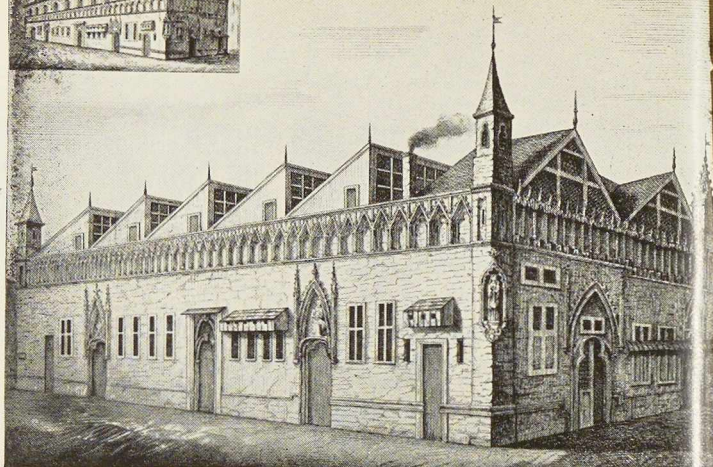
N° 3 - 1940



Fig. 251. Une très ancienne application des toitures shed : les Halles-aux-Draps érigées en 1317 à Louvain. En cartouche, les Halles en 1680.

Les constructions soudées en Amérique

Une commission permanente vient d'être constituée à l'*American Institute of Steel Construction* dont la première activité consistera à étudier une spécification relative aux assemblages soudés d'osatures pour bâtiments. A côté de recommandations générales, on y trouvera une série de dispositions standard relatives aux pieds de colonnes, aux couvre-joints de colonnes ordinaires et de colonnes supportant des ponts-roulants, à des assemblages simples de poutres sur colonnes, à des consoles supportant des charges excentriques, à des détails caractéristiques de poutres, enfin un diagramme définissant le rapport entre les dimensions des soudures et l'épaisseur maximum des pièces à souder.



(Cliché I.N.R.) Dessin de H. Otto.

De son côté, la 2^e sous-commission de la Commission des Aciers de la *Société Américaine d'Essai des Matériaux* sortira, probablement encore en 1940, un essai de spécification pour les aciers de construction à mettre en œuvre dans les ponts et charpentes soudés.

D'après *Steel Constructor* de janvier 1940.

ECHOS ET NOUVELLES

Pont de Ghlin

La Société *Baume et Merpent*, à Haine-Saint-Pierre, est adjudicataire de la superstructure métallique du pont-route Mons-Baudour, à Ghlin, à établir au-dessus du canal de Nimy à Blaton.

Pont de Nevele

Nous apprenons la prochaine mise en adjudication d'un pont à Nevele, sur l'autostrade de Gand à Bruges. L'ouvrage de 100 mètres de longueur totale, est prévu en trois travées continues de 25, 50 et 25 mètres; il comportera quatre poutres à âme pleine sous voies; le tonnage d'acier sera de l'ordre de 700 tonnes.

Charpentes

La Société Anonyme de *Construction et des Ateliers de Willebroeck* a obtenu la commande des parties métalliques pour les ouvrages d'art de la gare du Nord, dont la *Société Générale des Grands Travaux et d'Entreprises* est adjudicataire.

*
**

Une nouvelle tranche de l'entreprise de surélévation de la gare de Bruxelles-Midi a été confiée à la firme *Solrahy*, qui a rétrocédé les 5.000 tonnes de charpentes métalliques de cette entreprise à la *Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi* et aux *Ateliers Métallurgiques de Nivelles*.

Travaux de la Jonction Nord-Midi

La Société Anonyme de *Construction et des Ateliers de Willebroeck* a obtenu la commande des charpentes métalliques du troisième tronçon du tunnel de la jonction (Orsendael-Loxum), adjudgé aux *Entreprises Ed. François et Fils*.

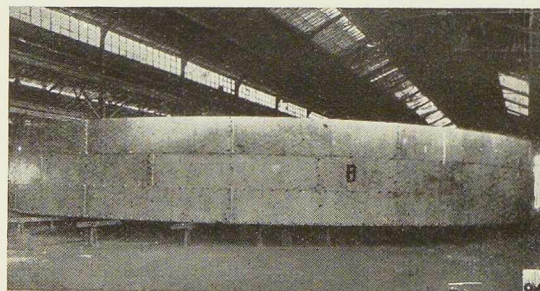


Fig. 252. Vue d'une des deux cuves métalliques destinées à la Division Broyage et Décantation de l'Union Minière du Haut Katanga. Ces cuves, d'un diamètre de 26 mètres et d'une hauteur de 4^m20, représentent un tonnage de 200 tonnes, elles ont été construites par les Ateliers Métallurgiques de Nivelles.



Ouvrages récemment parus

dans le domaine des applications de l'acier ⁽¹⁾

Practical Microscopical Metallography (Métallographie microscopique pratique)

par R. H. GREAVES et H. WRIGHTON.

Un volume relié de 272 pages, format 15,5 × 25,5 cm, illustré de 331 figures. Edité par Chapman et Hall, Londres, 1939. Prix : 18 shillings.

Le but de cet important traité est d'étudier les méthodes et les résultats d'examen de métaux et alliages avec l'aide du microscope.

L'ouvrage, qui en est à sa troisième édition, a conquis droit de cité dans les pays anglo-saxons et se trouve dans la plupart des bibliothèques de laboratoires de métallurgie et d'ingénieurs métallurgistes.

Les auteurs n'ont pas voulu traiter la métallographie en général. Des sujets tels que la détermination et l'interprétation des diagrammes constitutifs, l'étude de la structure cristalline des métaux et alliages et la théorie des modifications dans l'état solide sont examinés très sommairement, dans le seul but d'expliquer et de systématiser les résultats obtenus par l'examen microscopique.

Le but principal du traité est de donner, sous un volume restreint, une série de photographies-types, accompagnées par un bref commentaire sur la façon dont ces photographies ont été obtenues, ce qu'elles signifient et les relations qui existent entre la structure observée et les caractéristiques mécaniques des métaux. L'ouvrage comporte 15 chapitres dont les principaux ont pour titres :

Introduction — Préparation des éprouvettes pour l'examen microscopique — Le microscope et la méthode d'examen microscopique — photomicrographie et macrographie — Structure des métaux purs et des alliages — Structure et caractéristiques du fer en lingot et du fer ouvré — Structure et caractéristiques des aciers au carbone recuits et normalisés et effet du travail à chaud et à froid — Structure et caractéristiques des aciers trempés et revenus — Structure et caractéristiques des aciers spéciaux et effet des traitements thermiques — Inclusions non-métalliques et défauts des aciers — Structure et caractéristiques de la fonte crue, de la fonte et de la fonte malléable.

En préparant leur troisième édition, les auteurs ont profité de l'occasion pour revoir et augmenter leur travail. Quelques additions ont été faites aux chapitres traitant du microscope et de l'exa-

men microscopique. Par ailleurs, le chapitre sur la structure des aciers au carbone trempés et revenus a subi des modifications, nécessitées par l'état actuel de cette question.

Agenda Béranger 1940

Ouvrage de 260 pages, format 9 × 14 cm, avec figures, édité par la Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège. Prix : 20 francs belges.

Ce petit aide-mémoire, présenté sous une forme pratique, est consacré aux différents domaines intéressant les techniciens en général (mathématiques, banque, mécanique, calcul vectoriel, poids et mesures, etc.).

Reibung und Verschleiss (Frottement et usure)

Un ouvrage de 192 pages, format 15 × 21 cm, illustré de 121 figures. Edité par le V. D. I. Verlag, Berlin, 1939. Prix : 10 RM.

Cet ouvrage est un recueil de mémoires présenté aux Journées de l'Usure, organisées à Stuttgart en octobre 1938, par le V. D. I. (Association des Ingénieurs allemands). A côté d'une introduction, consacrée aux recherches sur l'usure, l'ouvrage contient 18 mémoires dont les principaux traitent des sujets suivants : Résultats pratiques des essais d'usure — L'oxydation par frottement — L'usure des dents d'engrenages — Problèmes d'usure du rail et des roues — Usure des turbines à eau et des pompes.

Paquebot « Baudouinville »

Une brochure de 42 pages, format 24 × 30 cm, illustrée de très nombreuses figures et de deux planches. Editée par les Etablissements E. Stockmans et C^{ie}, Merxem-Anvers, 1939.

La Compagnie Maritime Belge (C. M. B.) vient de publier un luxueux album consacré à son nouveau *Flag-Ship* le paquebot *Baudouinville*, dont L'OSSATURE MÉTALLIQUE a donné dans son numéro de décembre 1939 une description détaillée. L'album de la C. M. B. constitue une synthèse très réussie de cette petite ville flottante où tout a été prévu pour le confort, l'agrément et la sécurité des passagers.

P-Träger Handliste (Catalogue des poutrelles à larges ailes)

Une brochure de 48 pages, format 21 × 30 cm. Editée par P-Träger-Beratungsstelle, Peine (Allemagne), 1939.

Ce catalogue est divisé en 5 parties qui ont

(1) Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent être consultés en notre salle de lecture, 14, rue Van Orley, à Bruxelles, ouverte de 8 à 12 et de 2 à 6 heures tous les jours ouvrables (les samedis : de 8 à 12 heures).



Construisez en acier! Sauvegardez l'avenir

pour titres : Poutrelles à larges ailes Din — Poutrelles à larges ailes parallèles hors standard — Tableaux de construction — Profils divers à section simple ou composée et tableaux de dimensions et caractéristiques — Tableaux de résistance.

Annuaire du Bâtiment et des Travaux publics

par H. ANGELY.

Carnet de poche relié de 241 pages, format 9×14 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par la Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liège, 1940. Prix : 22,50 francs belges.

Ce formulaire renferme « l'essentiel à emporter sur le terrain » par l'ingénieur, l'architecte ou l'entrepreneur.

Son contenu est aussi varié qu'abondant. On y trouve, outre les tables et formules usuelles, des renseignements à jour sur les sujets suivants : Terrassements — Fondations — Epuisements — Murs de soutènement — Maçonneries — Légers ouvrages — Planchers — Ossatures en élévation — Couverture — Peinture et vitrerie — Routes — Canalisation — Construction d'abris contre les bombardements aériens.

Der durchlaufende Balken auf elastisch drehbaren und elastisch senkbaren Stützen, einschliesslich des Balkens auf stetiger elastischer Unterlage (La poutre continue sur appuis élastiques et compressibles avec applications à la poutre sur sol compressible)

par A. MANGER.

Un ouvrage de 170 pages, format $15,5 \times 22,5$ cm, illustré de 77 figures, 25 tableaux et 8 plans hors texte. Edité par A. G. Gebr. Leemann et C^o, Zurich, 1939. Prix : 12 francs suisses.

L'ouvrage du D^r Manger constitue le mémoire n° 10 de l'Institut de Statique des Constructions de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich.

Le but de ce mémoire est de fournir aux ingénieurs-constructeurs une méthode générale permettant un calcul commode de tous les systèmes de poutres continues sur appuis compressibles. Cette méthode s'applique autant aux méthodes simples qu'aux poutres à travées et à moment d'inertie variables, sur appuis dont la raideur et le degré de compressibilité peuvent être quelconques. Elle s'étend aussi aux systèmes continus comportant une rotule dans certaines travées.

Les résultats sont obtenus directement, sans répétition des opérations de calcul. Une deuxième phase du calcul permet de déterminer l'effet de déplacements horizontaux des systèmes d'appui ou de raccourcissements de la poutre, ainsi que celui des déformations primaires éventuelles des colonnes.

Enfin, l'auteur étend sa méthode à un calcul généralisé des poutres sur sol compressible, dont

le moment d'inertie et la largeur d'appui peuvent, sans compliquer les calculs, varier à volonté sur toute leur longueur, ainsi que la constante élastique du sol. Toutes les solutions sont données tant sous leur forme numérique que graphique. La méthode pourra servir aussi pour le calcul des poutres de répartition des ponts ainsi que, par exemple, de réservoirs à parois d'épaisseur variable. Enfin, elle permet un calcul facile de pieux de forme quelconque.

Ouvrages publiés par l'Académie des Sciences d'Ukraine

L'Académie des Sciences d'Ukraine, à Kiev, nous a envoyé deux brochures, dont voici les titres :

1. **Avtomaticheskaja svarohnaja golovka dlja dugovoj svarki metallicheskim i ugolnym elektrodom** (Mécanisme automatique pour la soudure à l'arc à électrode métallique ou en charbon)

par P. BUCHTEDT et M. CHATALBASHJAN;
prix : 2 roubles.

2. **Vpliv shvidkosti deformuvannja na kharakteristiki naprugenogo stanu** (L'effet de la rapidité de la déformation sur les caractéristiques de l'état de tension)

par N. I. CHERNIAK; prix : 3,50 roubles.

Annuaire général du Bâtiment, des Travaux publics et des Industries qui s'y rattachent

Un volume de 610 pages, format 16×24 cm. Edité par les Anciens Etablissements A. Puvrez, Bruxelles, 1940. Prix : 30 francs belges.

Malgré la crise que traverse actuellement le bâtiment en Belgique, les éditeurs de l'Annuaire général du Bâtiment viennent de publier la neuvième édition de cet ouvrage de documentation. Comme par le passé, on y trouve les adresses de tous les architectes, ingénieurs-conseils, entrepreneurs, des producteurs et fournisseurs. Une partie intitulée « Documentation professionnelle » contient de nombreux renseignements sur la législation intéressant l'industrie du bâtiment.

Catalogue

Electrodes Philips

Une brochure de 16 pages, format 15×24 cm. Editée par la Division Technique et Industrielle de la Société Philips, Bruxelles 1939.

On trouve dans ce catalogue les applications et les caractéristiques : des électrodes pour la soudure générale du fer et de l'acier, des électrodes pour le rechargement à grande dureté, des électrodes spéciales et des électrodes pour la soudure des aciers inoxydables.

N° 3 - 1940



Bibliographie

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

15.35. - La recherche dans le domaine de la soudure aux Etats-Unis

G. F. JENKS, Bulletin de l'American Society for Testing Materials, décembre 1939, pp. 23-25.

Le président du département de la recherche industrielle au Comité de la Soudure de l'Engineering Foundation aux Etats-Unis expose le programme des travaux arrêté par le Comité.

« L'industrie de la soudure, écrit-il, est relativement jeune. Les économies qu'elle a permis de réaliser ont amené son rapide essor. Mais, bien que le procédé soit simple à appliquer, les phénomènes qui accompagnent sa mise en œuvre sont extrêmement compliqués. L'application efficace et sûre de la soudure requiert la compréhension de ces phénomènes. Une longue expérience, qui constitue un guide sûr dans les techniques plus anciennes, n'existe pas dans la technique de la soudure. La recherche est la méthode logique d'obtenir les renseignements nécessaires. »

Le programme de recherches arrêté par le Welding Research Committee comporte l'étude au point de vue des qualités de soudabilité des différents métaux de base : aciers au carbone, aciers faiblement alliés, aciers fortement alliés, alliages de cuivre, d'aluminium, de nickel. En outre, diverses études indépendantes du matériau de base sont confiées à des sections distinctes. Citons : les méthodes d'essai, les tensions dans les soudures les examens non destructifs des soudures, la soudure par résistance, et les essais de fatigue.

20.11a. - La mise en service du pont de Götaälv (Suède)

Sveltsaren, janvier 1940, pp. 480-481, 1 fig.

Le 26 novembre 1939, les autorités suédoises ont inauguré le nouveau pont de Götaälv, à Göteborg. Les travaux de construction de cet ouvrage, dont la longueur avec les viaducs d'accès atteint 950 mètres, ont duré 2 1/2 ans. Le nouveau pont est métallique, du type à poutres à âme pleine. Le fleuve Göta est franchi par huit travées fixes de 35 à 42 mètres de portée et une travée basculante de 22 mètres de portée. Les travées des viaducs

(1) La liste des quelque 250 périodiques reçus par notre Association, a été publiée dans le n° 2-1939, pp. 109-112 de L'OSSATURE MÉTALLIQUE. Ces périodiques peuvent être consultés en la salle de lecture du Centre belgo-luxembourgeois d'Information de l'Acier, 14, rue Van Orley, à Bruxelles, ouverte de 8 à 12 et de 2 à 6 heures tous les jours ouvrables (les samedis : de 8 à 12 heures).

Les numéros d'indexation indiqués correspondent au système de classification dont le tableau a été publié dans L'OSSATURE MÉTALLIQUE, n° 1-1937, pp. 43-45.

d'accès Nord et Sud ont des portées variant de 8^m20 à 17^m70. Les poutres-maitresses des travées du pont proprement dit sont au nombre de quatre; elles sont composées d'une âme de 2^m50 de hauteur, soudée à des semelles de 450 mm de largeur du type « Nasenprofils ».

Les poutres-maitresses furent exécutées en acier à haute résistance St. 52, tandis que pour les poutres transversales et les pièces de contreventement on a employé l'acier St. 44. Les travées fixes prennent appui sur des piles en béton par l'intermédiaire de colonnes tubulaires de 500 à 700 mm de diamètre. Les colonnes sont construites en pendule avec, à chaque bout, des appuis sphériques. Tous les assemblages ont été réalisés par soudure. Au total, il fut mis en œuvre 2.860 tonnes d'acier et 110.000 électrodes OK 52 P.

31.2. - Le nouveau bâtiment d'administration de la P.G.E.M. à Arnhem (Hollande)

J.-H. OOSTERHUIS, De Ingenieur, 19 janvier 1940, pp. B.1-B.9, 11 figures.

L'augmentation considérable de la consommation de l'énergie électrique, due aux multiples applications nouvelles utilisant le courant électrique, a obligé de nombreuses sociétés de production et de distribution d'agrandir ou de construire de nouveaux locaux destinés à abriter leurs bureaux. L'une de ces sociétés, la P.G.E.M. (Provinciale Geldersche Electriciteits-Maatschappij) qui a inauguré en 1933 sa nouvelle centrale électrique, vient de prendre possession de son nouvel immeuble à Arnhem. Cette construction à quatre étages couvre une superficie de 710 m² environ.

Le choix du système constructif s'est fixé sur l'ossature portante en acier pour les raisons énumérées ci-après :

- 1° montage rapide;
- 2° sécurité du matériau acier;
- 3° construction peu encombrante, les coffrages des planchers s'appuyant directement sur l'ossature métallique sont réduits au minimum;
- 4° l'ossature métallique, même partiellement terminée, permet aux différents corps de métiers de se succéder;
- 5° une meilleure isolation;
- 6° économie.

En dehors de ces questions d'ordre technique, le choix du mode de construction a été influencé par une considération d'ordre architectonique : la construction d'aspect léger.

L'ossature métallique a été enrobée de béton ou encastree dans les murs ou cloisons. Les planchers sont en béton armé et prennent appui directement



Maximum de sécurité

sur l'ossature. Les châssis des fenêtres sont en acier galvanisé.

Un tunnel de 30 mètres de longueur, construit en béton armé, relie l'ancien et le nouveau bâtiment situés de part et d'autre d'une chaussée à grand trafic.

Le nouveau bâtiment de la P.G.E.M. a nécessité la mise en œuvre de 125 tonnes d'acier St. 37.

36.1. - Le réservoir d'eau sphéroïdal de Brookline (Etats-Unis)

Génie Civil, 27 janvier 1940, pp. 70-71, 2 fig.

La paroi des réservoirs cylindriques travaille : tangentiellement à l'extension; verticalement à la compression (poids propre et poids du toit) et à la flexion (poussée de l'eau et du toit, en calotte sphérique). On peut réaliser une forte économie de métal en adoptant une forme de révolution telle que la tôle travaille uniquement à l'extension suivant le méridien et le parallèle.

Les réservoirs couverts, construits d'après ce principe, reçoivent la forme générale que prendrait un ballon de caoutchouc sphérique rempli d'eau et posé sur un plan, soit sensiblement un ellipsoïde aplati et tronqué par un parallèle. Tels sont les réservoirs dits « Hortonsphériques », employés pour contenir des hydrocarbures.

La ville de Brookline (Massachusetts) ayant besoin d'un réservoir susceptible de stocker 4.500 m³ d'eau avec une différence de hauteur inférieure à 9 mètres, a adopté un réservoir sphérique, le premier destiné à contenir de l'eau. La forme adoptée est une calotte sphérique raccordée à une portion de tore. La hauteur au pôle est de 14^m335, le diamètre maximum 27^m45 à environ 5^m50 du sol; la capacité totale est de 7.500 m³, dont 4.500 m³ entre le pôle et le parallèle à 7^m62 au-dessous.

La calotte est raidie par 32 cornières méridiennes et deux parallèles, le tore par 32 poutres verticales ayant la forme d'un segment de cercle. Tous les assemblages sont soudés bout à bout. L'ouvrage a coûté en tout 92.750 dollars.

36.3. - Un château d'eau de grande capacité

A. POTTER et M. K. KLEGERMAN, *Engineering News-Record*, 23 novembre 1939, pp. 60-62, 2 fig.

On vient de construire à Batavia, dans l'Etat de New-York aux Etats-Unis, un grand château d'eau métallique. Celui-ci compte parmi les plus élevés du pays; la hauteur totale de cet ouvrage atteint, en effet, 51^m60. La capacité du réservoir est de 6.750 m³ et son diamètre de 31^m40. Pour permettre de réaliser le maximum d'économie, toute latitude fut laissée aux constructeurs en ce qui concerne le nombre et la disposition des colonnes ainsi que

Construisez en acier!

le type de la toiture et du fond. Le projet adopté comporte 28 colonnes disposées suivant deux circonférences concentriques; la conduite d'amenée centrale, de 3 mètres de diamètre, sert elle aussi de colonne.

La soudure fut largement adoptée, mais les assemblages des tôles des parois cylindriques et du fond, ainsi que les assemblages des colonnes, furent réalisés par rivure.

Le contreventement des colonnes est assuré par des poutres circulaires. Le coût total de l'ouvrage s'est élevé à 143.761 dollars (environ 4,3 millions de francs belges), dont 85 % pour le pylône et le réservoir proprement dits.

40.22. - La nouvelle automotrice n° 701 des Chemins de Fer Fédéraux Suisses

F. STEINER, *Schweizer Baublatt*, Zurich, 20 janvier 1940, pp. 14-18, 6 fig.

Une nouvelle automotrice, dénommée « La flèche du Jura », a été mise en service, entre La Chaux-de-Fonds et Neuchâtel, en novembre 1938.

Les constructeurs cherchaient surtout à réaliser une voiture aussi légère que possible. Celle-ci présente des particularités originales, tant en ce qui concerne son aspect extérieur que son équipement et l'appareillage électrique.

La voiture, y compris l'installation électrique, pèse 44 tonnes. La carcasse a été réalisée en construction soudée, en acier inoxydable. La voiture est prévue pour transporter 100 voyageurs dont 56 assis. Des dispositions ont été prises pour permettre l'accouplement d'une remorque.

40.24. - Développements récents aux Chemins de fer de l'Etat italien

Engineering, 12 janvier 1940, pp. 34-35, 4 fig.

Pendant les années 1938 et 1939, les Chemins de fer italiens ont mis en service 137 locomotives électriques, 47 automotrices électriques, 4 trains aérodynamiques, 20 trains ordinaires et 50 automotrices Diesel.

Les usines Piaggio, à Gênes, fabriquent actuellement des voitures à voyageurs en acier inoxydable, sous licence de la Budd Mfg Co., de Philadelphie (E. U.).

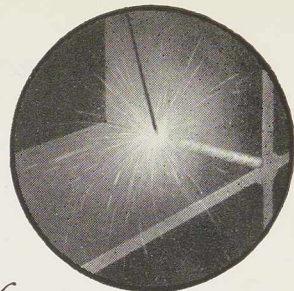
Les voitures en acier inoxydable qui seront utilisées sur les lignes principales du réseau italien ont les caractéristiques suivantes : longueur entre tampons : 21^m82; largeur totale : 2^m95; hauteur au-dessus du niveau du rail : 3^m71; écartement des bogies : 15^m48. Le poids de chaque voiture en ordre de marche est de 18 tonnes, contre 44 tonnes que pèsent les voitures existantes de mêmes dimensions. Tous les assemblages sont réalisés par soudure.



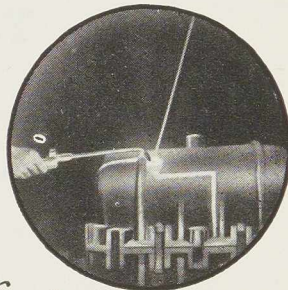
Souder...



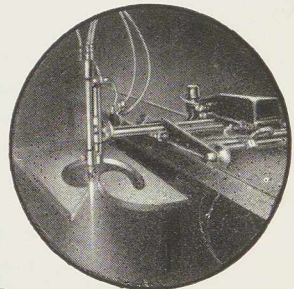
avec les appareils "AIR LIQUIDE"
c'est travailler pratiquement
et économiquement.....



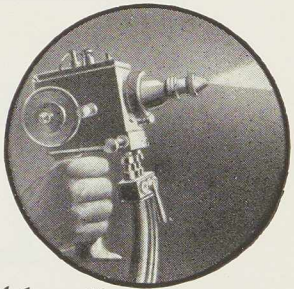
Souder à l'arc...



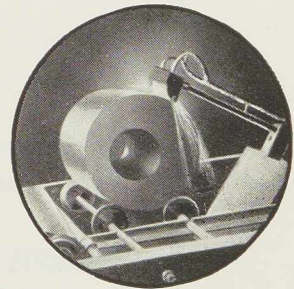
Soudo-braser ...



Oxy-couper ...



Métalliser ...



Tremper ...

RÉGIE
DES TÉLÉGRAPHES  ET DES TÉLÉPHONES

Tarifs Téléphoniques Internationaux

Berlin	47,10	Budapest	65,80	Stockholm	96,60
Hamburg	38,40	Roma	81,90	Berne	37,80
Wien	60,00	Milano	50,40	Praha	57,90
Koebenhavn	65,10	Riga	92,40	Beograd	79,10
Paris	18,75	Oslo	106,40	Léopoldville	249,00
Marseille	40,00	Amsterdam	16,35	New-York	609,00
London	56,00	Warszawa	73,50	Buenos-Aires	966,00
Athinaï	112,70	Bucuresti	106,40	Tokio	801,00

1° Téléphonez pendant la période de nuit : **40 % de réduction** dans le service européen.

2° Utilisez les « **communications avec préavis** » :

moyennant la taxe **d'une minute de conversation**, vous avez la garantie que la communication ne sera établie et taxée que si la personne **indiquée par vous** est prête à converser.

Belgique-Congo par Téléphone

Vous pouvez téléphoner avec un correspondant (abonné ou non) de Léopoldville, Inkisi, Matadi, Thysville, Moerbeke-Kwilu ou même Brazzaville (Afrique Equatoriale Française).

TELEGRAPHIEZ OUTRE-MER VIA BELRADIO

La voie nationale belge rapide
et sûre vers tous les continents

Renseignements et dépôt des messages
dans tout bureau télégraphique belge

TELEPHONES : à BRUXELLES 11.44.50 ; à ANVERS 399.50

EXIGEZ
les
PRODUITS

Eternit
c'est une garantie!

Les produits en amiante-ciment « Eternit » ont prouvé indiscutablement, depuis trente-cinq années d'existence, qu'ils sont soigneusement et rationnellement fabriqués : matières premières sélectionnées, dosages scientifiquement établis, outillage puissant et perfectionné, contrôle et période de maturation strictement observés. Leur qualité est « inégalable » :

S. A. Eternit Cappelle-au-Bois

CAPITAL : Frs 126.000.000

Ardoises, plaques planes et ondulées, tuyaux, gaines, carreaux, revêtements décoratifs



CONTRE LA CORROSION

Les travaux de Schoopinisation au moyen du pistolet à fil **SCHOOP S. N. M.** sont exécutés par

Schoopinisation

au fil de zinc électrolytique

A C E M E T A

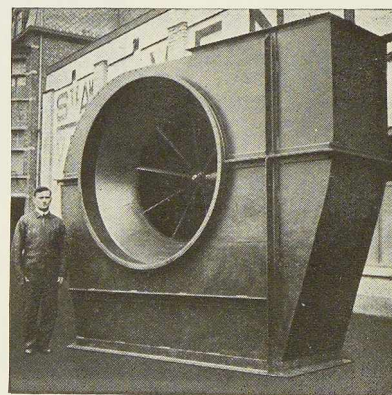
Avenue Rittweger, 68, HAREN-BRUXELLES
Téléphone : 15.15.34 Télégr. : Acemeta-Bruxelles

Les Ateliers de Construction

Ventola
S. A.

GAND, 155, Haut-Chemin. Tél. 150.19

VENTILATEURS - TOLERIE - AÉROTHERMES - SÈCHAGE
TRANSPORT PNEUMATIQUE - FILTRAGE - ETC. ETC.

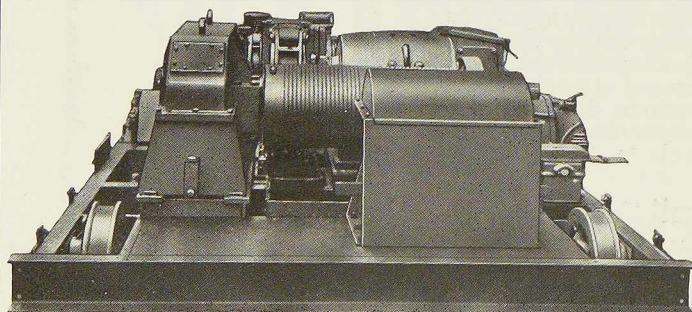


A. C. E. C.

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS
ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI
À CHARLEROI

C. E. B.

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES
DE BELGIQUE
À HERSTAL



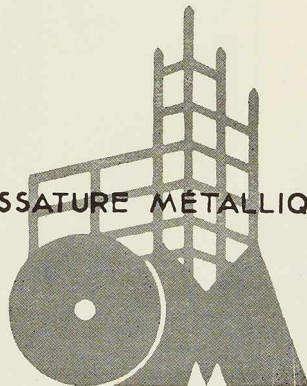
Chariot de 15 tonnes

11752

**TOUS LES ENGINES DE LEVAGE
A MOTEURS BLINDÉS
MÉCANISMES BLINDÉS**

Engrenages taillés sur machines de haute précision et enfermés dans un carter monobloc à barbotage. - Marche silencieuse. - Rendement élevé. - Usure minimum. - Consommation d'énergie très faible.

L'OSSATURE MÉTALLIQUE



La Revue

L'Ossature Métallique

est lue dans le monde entier.

Son importante diffusion assure le maximum de rendement à ses annonceurs.

Tirage moyen des années 1938-1939 : 3216 exemplaires

OZALID

OZALID



Le papier sensibilisé industriel pour développement à sec de copies de plans, textes, documents, etc.

Reproductions positives en traits noirs, bruns, bleus ou sépia inaltérables.

Développement parfait et rapide à sec par simple exposition aux vapeurs ammoniacales.

Utilisé et apprécié depuis de longues années dans tous les pays du monde.

Ozalid
Marque déposée

Pour tous prospectus et renseignements :

G. M. C.

La Générale des Matières Colorantes

Produits chimiques et pharmaceutiques, Soc. Coop.

66, avenue du Port, BRUXELLES

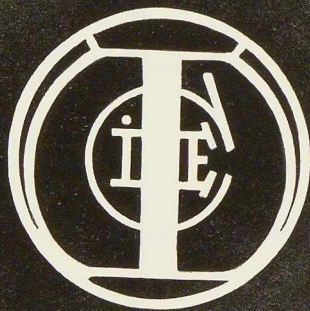
OZALID

OZALID



TECHNIQUE

PERFECTION



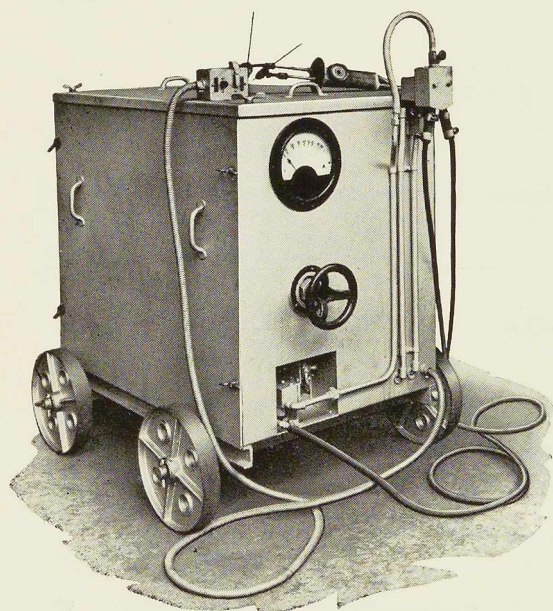
L
58.

ETABLISSEMENTS DE PHOTOGRAPHURE

TALLON & C^o S.A.

22-26, RUE SAINT-PIERRE . BRUXELLES

SEM



... Nous pouvons fournir
**LE MATÉRIEL DE SOUDURE
POUR TOUTES APPLICATIONS**

Poste de soudure à l'hydrogène atomique ●
Poste de soudure statique à transformateur ●
Groupe de soudure à courant continu ● Sou-
deuse par point ● Soudeuse en bout ● Pince
à souder ● Centrale de soudure ● etc...



Département
ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE
50, Dock ● GAND ● Tél. 175.07



INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A		L	
A.C.E.C.	34	Laminoirs de Longtain	17
Acéméta	34	M	
Aciéries et Minières de la Sambre	16	Marigrée , Société Commerciale d'Ou- grée	10 et 11
L'Air Liquide	31	N	
A.R.B.E.D. - Columeta	20 et 21	Nivelles (Ateliers Métallurgiques de)	30
Arcos, « La Soudure Electrique Auto- gène »	15	O	
Asphalt Block Pavement	28	L'Ossature Métallique	35
Ateliers Métallurgiques de Nivelles	30	Ougrée-Marihaye - Société Commer- ciale d'Ougrée	10 et 11
B		Ozalid	35
Usines Balteau	2	R	
Baume et Marpent , S. A.	4	Régie des Télégraphes et des Téléphones	32
Belradio	32	S	
Usines Gustave Boël	14	S.E.M.	37
S. A. Usines de Braine-le-Comte	7	Aciéries et Minières de la Sambre	16
La Brugeoise & Nicaise & Delcuve	19	Silica	26
C		S.N.C.B.	39
C.E.B.	34	La Soudure Electrique Autogène Arcos	15
Chamebel	8	T	
Société Nationale des Chemins de Fer Belges	39	Etablissements Tallon	36
Cockerill	13	Imprimerie Thone	37
Columeta - A.R.B.E.D.	20 et 21	Hauts Fourneaux et Aciéries de Thy-le- Château et Marcinelle	25
D		Usines à Tubes de la Meuse	29
Davum (Poutrelles Grey)	27	U	
Anciens Etablissements Paul Devis	22	Ucométal (Union Commerciale de Métal- lurgie)	12
E		V	
Electromécanique , S. A.	9	Ventola	34
Société Métallurgique d' Engbien-Saint- Eloi	40	W	
E.S.A.B.	24	Anciens Etablissements Paul Würth	18
Eternit	33		
G			
La Générale des Matières Colorantes	35		
H			
Usines Emile Henricot	23		