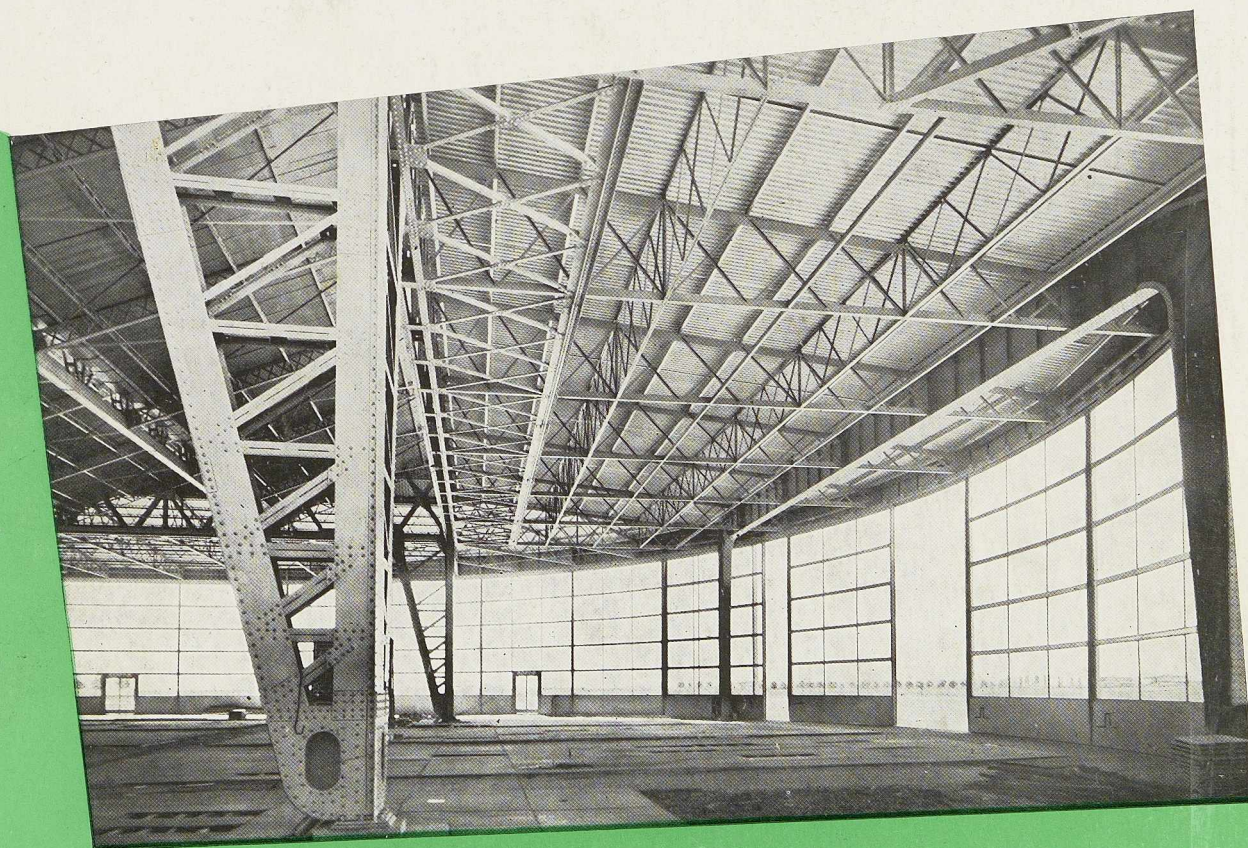


L'OSATURE METALLIQUE



18^e ANNÉE

11

NOVEMBRE 1953

PONTS * CHARPENTES
WAGONS * WAGONNETS
CHAUDRONNERIE

*

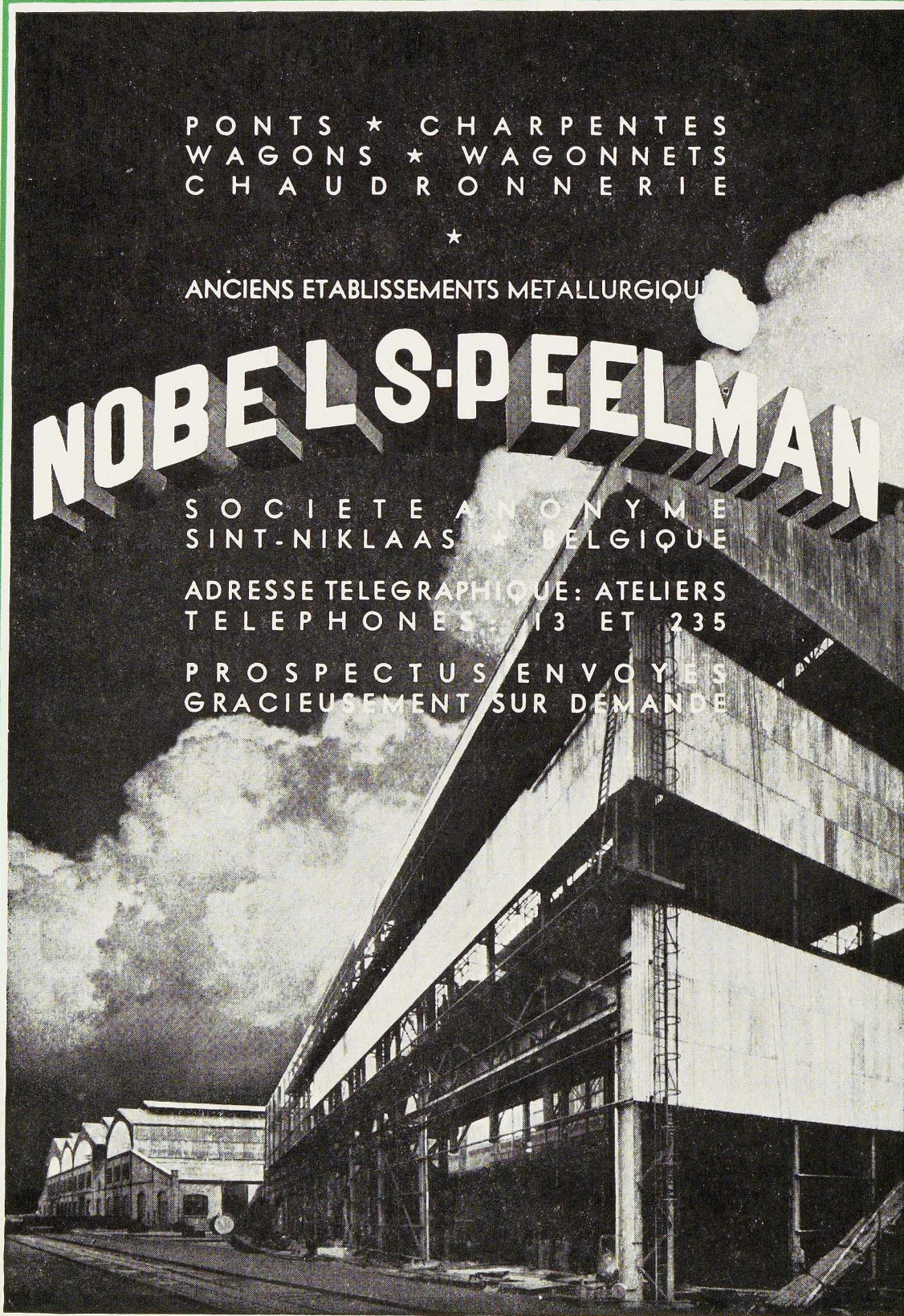
ANCIENS ETABLISSEMENTS METALLURGIQUES

NOBELS-PEELMAN

SOCIETE ANONYME
SINT-NIKLAAS * BELGIQUE

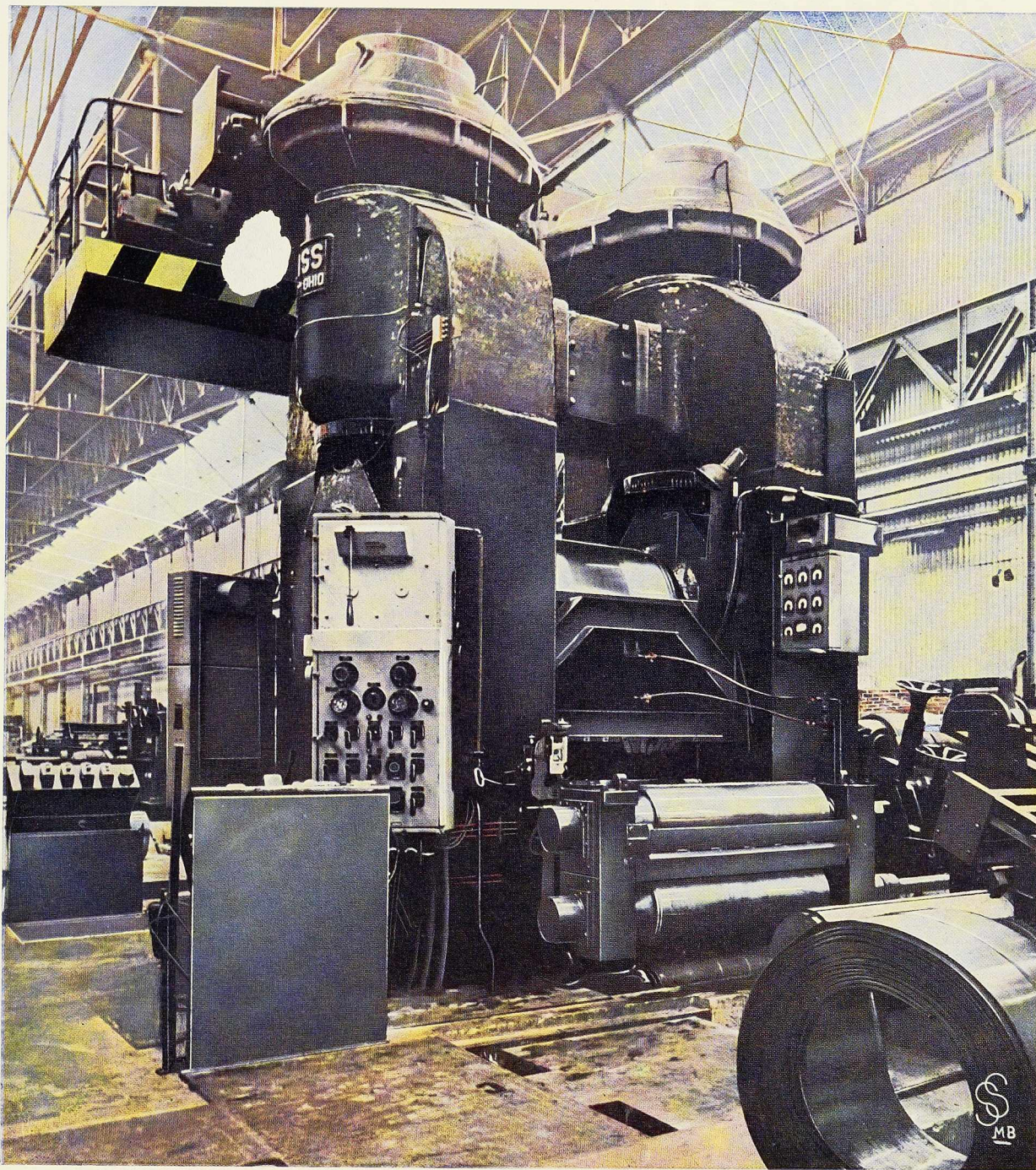
ADRESSE TELEGRAPHIQUE: ATELIERS
TELEPHONES: 13 ET 235

PROSPECTUS ENVOYES
GRACIEUSEMENT SUR DEMANDE



REALISATION
PUBLIGRAPHIE
BRUXELLES

Phoenix Works



FLÉMALLE-HAUTE

BELGIQUE

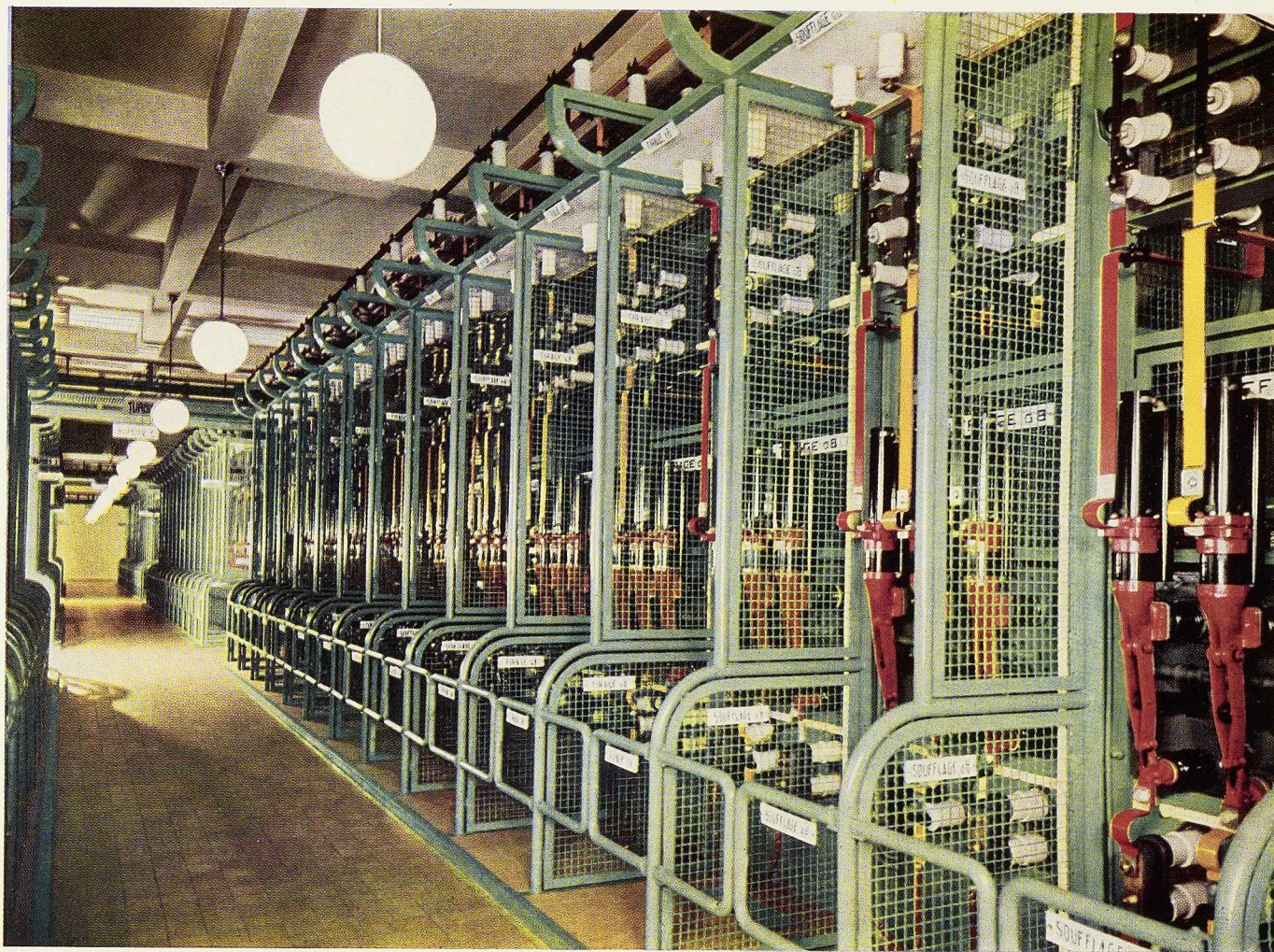
TÉL. LIÈGE 33.78.19

TOLES FINES LAMINÉES A CHAUD ET A FROID. TOLES GALVANISÉES,
PLANES ET ONDULÉES. FER BLANC ET TOLES A FER BLANC.
FEUILLARDS GALVANISÉS. TOLES PLOMBÉES. TOLES MAGNÉTIQUES.
ARTICLES DE MÉNAGE GALVANISÉS ET ÉMAILLÉS.

INDUSTRIELS!

Compétence,
Expérience,
Indépendance,

Soucieux de vos **Intérêts** et de votre **Sécurité**,
confiez-nous la réalisation de vos installations électriques!



CONSTRUCTIONS ET ENTREPRISES INDUSTRIELLES

SOCIÉTÉ ANONYME

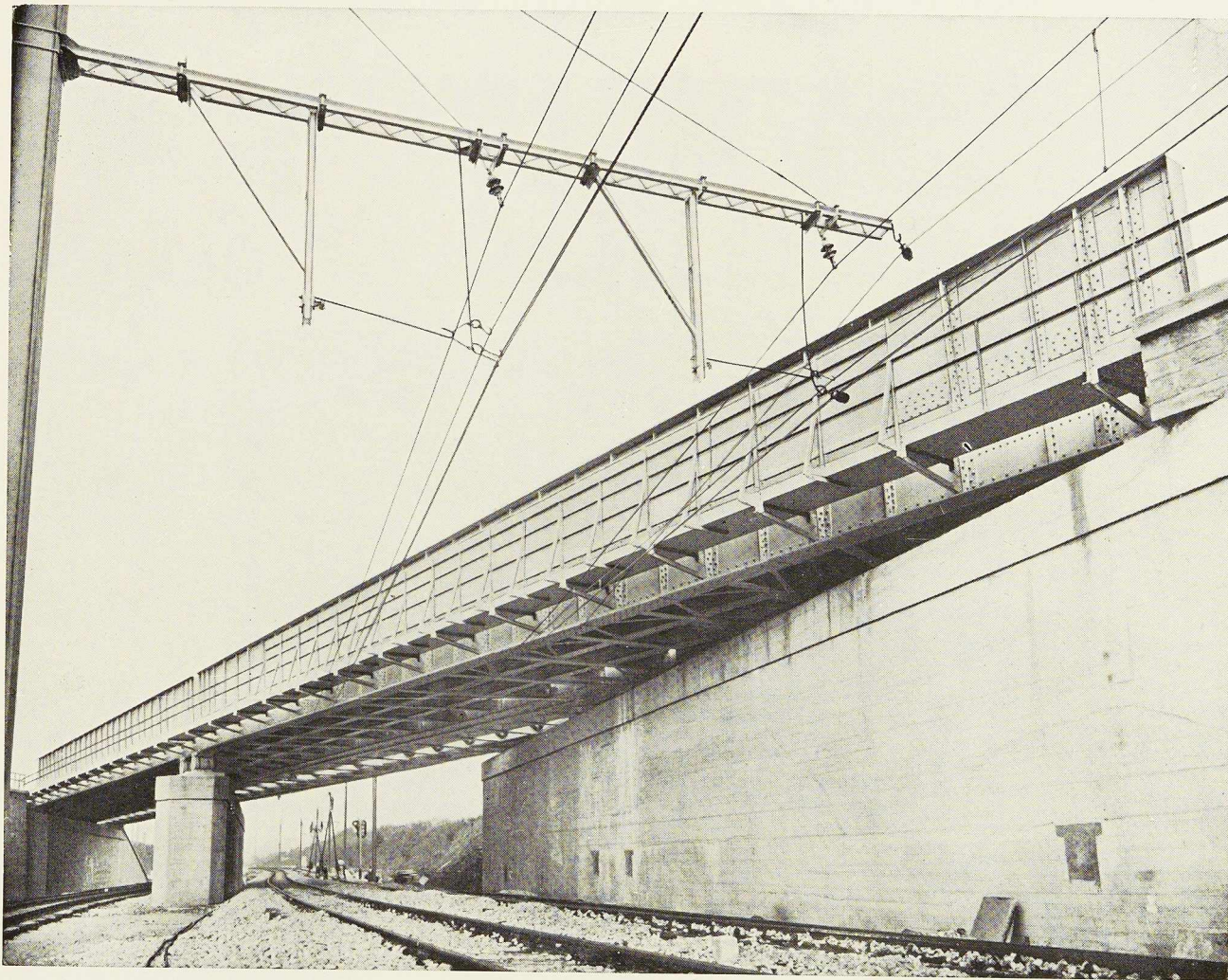
ELECTRICITE • MECANIQUE • CONSTRUCTIONS CIVILES • TRAVAUX PUBLICS

BRUXELLES

194, AVENUE LOUISE - TÉL. 47.98.60 (4 lignes)

LIÈGE

30, QUAI DE CORONMEUSE - TÉL. 23.21.07 - 23.46.21



Pont de Mombaerts, ligne électrique Bruxelles-Charleroi, ouvrage de 700 t. Deux ponts de biais à double voie, 35 m. de portée.

BAUME & MARPENT

SOCIÉTÉ



ANONYME

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES et DIESEL - VOITURES à VOYAGEURS - WAGONS - VOITURES pour TRAMWAYS - AUTOBUS - TROLLEYBUS
 PONTS FIXES et MOBILES - OSSATURES MÉTALLIQUES - CHEVALEMENTS - SKIPS - GAZOMÈTRES - RÉSERVOIRS - CONDUITES à GAZ et sous
 PRESSION - ACIERS SIEMENS MARTIN électrique et Bessemer - ESSIEUX - PIÈCES FORGÉES - LAMINOIRS à BANDAGES et CENTRES de roues.

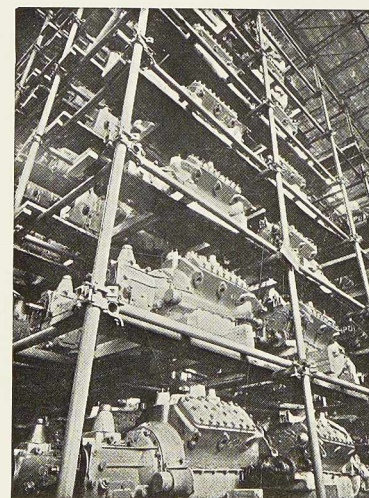
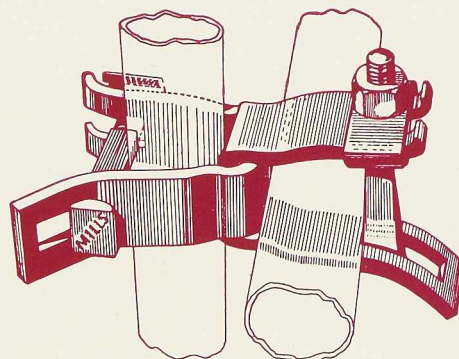
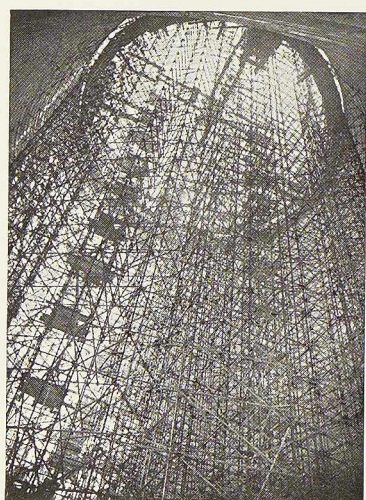
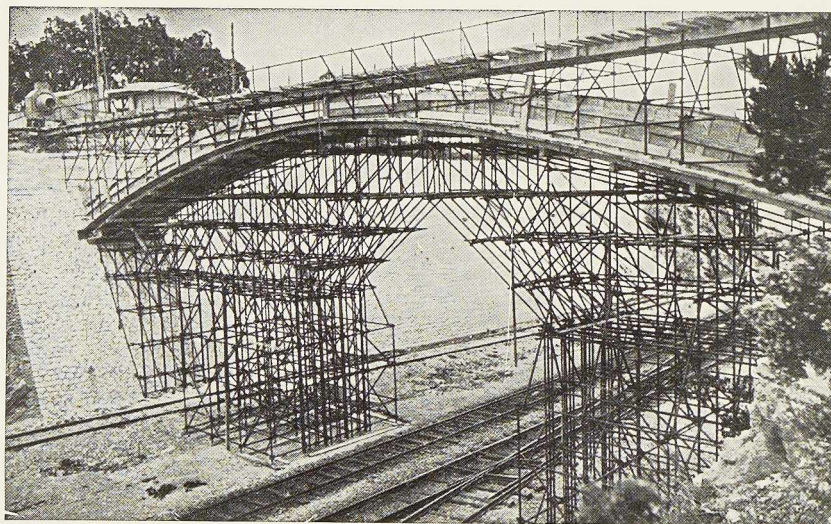
USINES : A MARPENT (France Nord) - HAINE-ST-PIERRE et MORLANWELZ (Belgique)
 LE CAIRE (Egypte) - AU CONGO BELGE : BAUMACO - ELISABETHVILLE - KATANGA - B. P. 1646

ECHAFAUDAGES TUBULAIRES

MILLS

V E N T E

LOCATION



PRODUITS MÉTALLURGIQUES

P . & M . C A S S A R T

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

Tél. 26.98.10 (plusieurs lignes) R. C. B. 10.741
Tél. 26.98.17 (deux lignes) C. C. P. 87.61
Tél. 43.72.69 - 43.72.70

L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER
éditée par

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

154, avenue Louise, Bruxelles - Téléphone : 47.54.98 - 47.54.99
Chèques post. : 340.17 - Adr. télégr. : « Ossature-Bruxelles »

18^e ANNÉE

N° 11

NOVEMBRE 1953

S O M M A I R E

Le XV ^e Congrès International des Centres d'Information de l'Acier à Bruxelles	537
Le hall d'exposition du Salon de l'Aéronautique au Bourget	561
Réunion spéciale de l' Iron and Steel Institute aux Pays-Bas	566
Bâtiments primés aux Etats-Unis	568
Nouveau hangar à pétrole au port de Mannheim (Allemagne), par H. Blank	569
Le pont d'Anvers à Strasbourg	572
Les extensomètres électroniques et leurs applications	573
Arc tubulaire pour le canal de Verdon, par E. Backes	575
L'action du froid sur la plasticité des aciers employés dans la construction métallique, par A. Chagneau	577
Vue d'ensemble sur le comportement électrochimique des métaux - 2 ^e partie, par M. Pourbaix	581
BIBLIOTHÈQUE	583
CHRONIQUE	593

ABONNEMENTS 1953 (11 numéros) :

Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 260,-.

France et Union française : 2.400 francs français, payables au dépositaire général pour la France : Librairie des Sciences, GIRARDOT & C^{ie}, 27, quai des Grands-Augustins, Paris 6^e (Compte chèques postaux : Paris n° 1760.73).

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

Autres pays : 350 francs belges.

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

PRIX DU NUMÉRO :

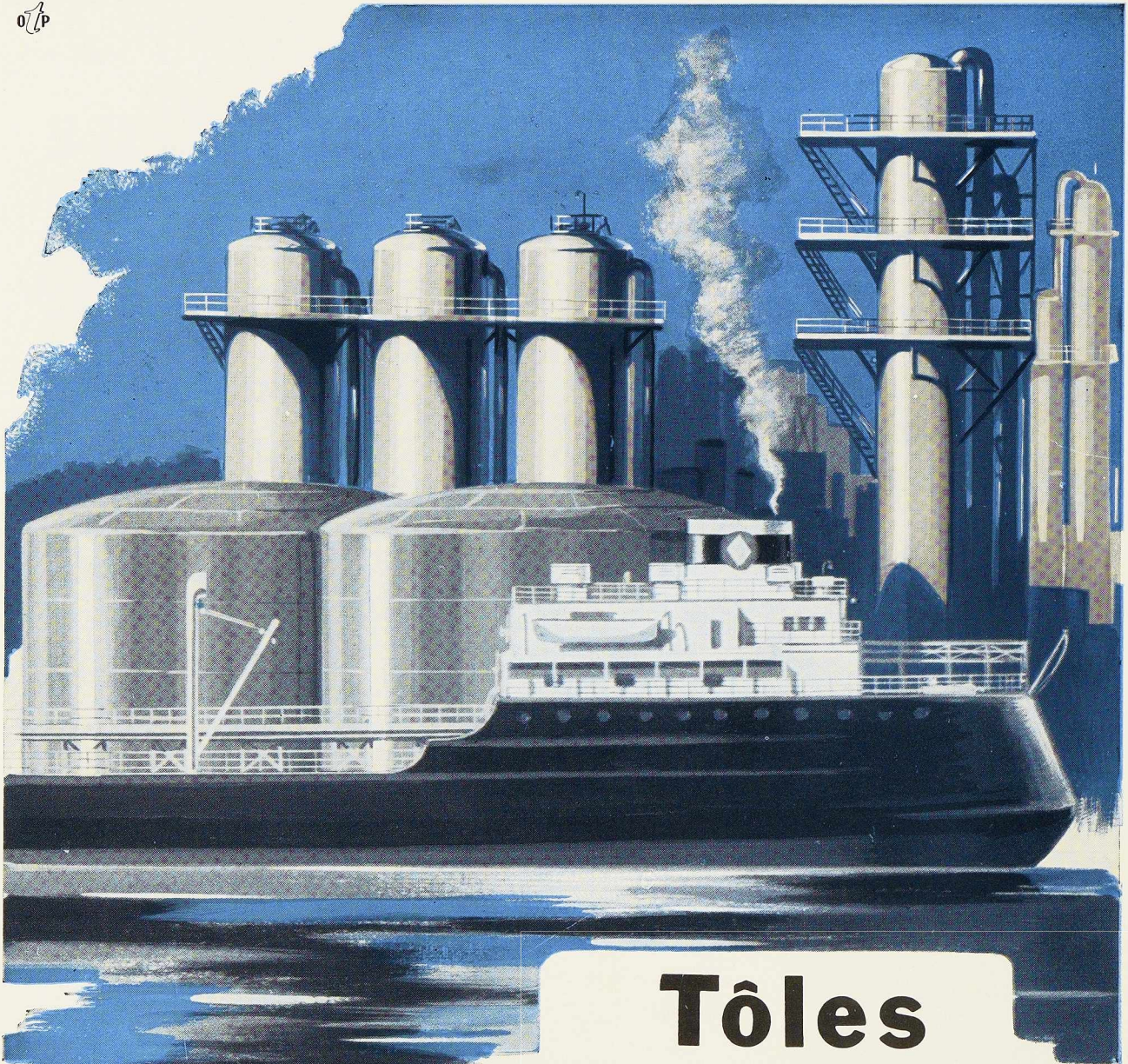
Belgique, Grand-Duché de Luxembourg, Congo belge : francs belges 30,-,
France : francs français 250,-, **autres pays** : francs belges 40,-.

DROIT DE REPRODUCTION :

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

La couverture de ce numéro représente la charpente métallique du hall d'exposition du Salon de l'Aéronautique au Bourget.

Constructeur : **Anc. Etabl. Eiffel.**
Photo **Chevojon.**



Tôles

NAVALES . CHAUDIÈRES
DE CONSTRUCTION . STRIÉES
FINES R.V.C. & R.F.O. . MAGNÉTIQUES
GALVANISÉES



Société Commerciale de Sidérurgie S.A.

1a, rue du Bastion
BRUXELLES

ORGANISME DE VENTE DE :

OUGRÉE-MARIHAYE • RODANGE • A. M. S. • LAMINOIRS D'ANVERS

CENTRE BELGO-LUXEMBOURGEOIS D'INFORMATION DE L'ACIER

ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF

Président d'Honneur : M. Léon GREINER

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Président :

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

Vice-Président :

M. Félix CHOME, Président des A. R. B. E. D., à Luxembourg.

Administrateur-Conseil :

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

Membres :

M. Justin BAUGNEE, Directeur Général Adjoint de la S. A. des Laminoirs, Hauts Fourneaux, Forges, Fonderies et Usines de la Providence,

M. Oscar BIHET, Administrateur des Usines à Tubes de la Meuse, S. A., Administrateur-Délégué de Utema, S. C. R. L., Léopoldville,

M. Alexandre DEVIS, Associé commandité de la S. C. S. Alexandre Devis & C^{ie}, Délégué

de la Chambre Syndicale des Marchands de fer et du Groupement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique,

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

M. Charles MOUTON, Administrateur-Délégué du Bureau d'Etudes Industrielles F. Courtoy, S. A.,

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

M. Henri NOEZ, Administrateur-Délégué de la Fabrique de Fer de Charleroi,

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

M. Arthur SCHMITZ, Conseiller de la S. A. d'Ougrée-Marihaye,

M. Jean WURTH, Directeur Général-Adjoint de la S. A. John Cockerill.

Directeur :

M. Emmanuel GREINER, Ingénieur A. I. Lg.

LISTE DES MEMBRES

ACIÉRIES BELGES

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

ACIÉRIES LUXEMBOURGEOISES

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

TRANSFORMATEURS

Laminoirs d'Anvers, S. A., 38, rue Métropole, Schooten.
Forges et Laminoirs de Baume, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Tôleries Delloye-Matthieu, S. A., à Marchin (Huy).
Emailleries et Tôleries Réunies, S. A., Gosselies.
Usines Gilson, S. A., à La 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., 147, boulevard de la II^e Armée Britannique, à Forest-Bruxelles.
Usines à Tubes de la Meuse, S. A., à Flémalle-Haute.
Usines à Tubes de Nimy, S. A., Nimy.

ATELIERS DE CONSTRUCTION

A. C. E. C., S. A., Charleroi.
ACMA, S. A., Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst Réunis, à Mortsels-lez-Anvers.
Société Anglo-Franco-Belge des Ateliers de la Croyère, Senefte et Godarville, S. A., à La Croyère.
Awans-Francois, S. A., à Awans-Bierset.
Baume et Marpent, S. A., à Haine-Saint-Pierre.
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis, S. A., 249-251, chaussée de Vleurgat, Bruxelles.

ATELIERS DE CONSTRUCTION (suite)

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., St-Michel-lez-Bruges.
S. A. Anciennes Usines Canon-Légrand, 17, rue Terre du Prince, Jemappes-lez-Mons.
Chaubobel, S. A., à Huyssinghen.
John Cockerill, S. A., à Seraing-sur-Meuse.
La Construction Soudée, S. A., 64, av. Rittweger, Haren.
« Cribla », S. A., 31, rue du Lombard, Bruxelles.
Les Ateliers De Meestere Frères, Heule-lez-Courtrai.
Ateliers de la Dyle, S. A., à Louvain.
Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi, S. A., à Enghien.
Ateliers de Construction et Chaudronnerie de l'Est, S. A., Marchienne-au-Pont.
S. A. des Ateliers de Construction Flamencourt et Cie, 112-114, rue des Anciens Etangs, Forest.
Ateliers de Construction Heuze, Malevez & Simon Réunis, S. A., 52, rue des Gloires Nationales, Auvélais.
L'Industrielle Boraine, S. A., Quiévrain.
Ateliers de Construction de Jambes-Namur, S. A., à Jambes.
S. A. Constructions Métalliques de Jemeppe-sur-Meuse.
Ateliers de Construction J. Kihn, Rumelange (G.-D.).
S. A. des Ateliers de La Louvière-Bouvy, La Louvière.
Usines Lauffer Frères, S. P. R. L., Hermalle-s/Argenteau.
Leemans L. et Fils, S. A., 114, rue de Louvain, Vilvorde.
Maccima, S. A., Bouffioulx-lez-Châtelaineau.
La Manutention Automatique, S. A., Machelen.
Ateliers de Construction de la Meuse, S. A. Sclessin.
Les Ateliers Métallurgiques, S. A., à Nivelles.
Anciens Etablissements Métallurgiques Nobels-Peelman, S. A., à Saint-Nicolas (Waes).
Ougrée-Marihayé, S. A., à Ougrée.
Minière et Métallurgique de Rodange, S. A., à Rodange.
Ateliers Sainte-Barbe, S. A., Eysden-Sainte-Barbe.
Chaudronnerie A.-F. Smulders, S. A., à Grâce-Berleur-lez-Liège.
At. Arthur Sougniez Fils, 42, rue des Forgerons, Marcinelle.
Etablissements D. Steyaert-Heene, à Eecloo.
Ateliers du Thiriau, S. A., La Croÿère.
S. A. Ateliers de Construction Mécanique de Tirlemont.
Le Titan Anversois, S. A., à Hoboken.
Société Nouvelle des Ateliers de Trazegnies, S. A.
S. A. Ateliers de Construction de Willebroek.
S. A. Anc. Et. Paul Würth, Luxembourg.
Chaudronneries et Ateliers de Construction Lucien Xhignesse & Fils, S. A., rue d'Italie, Ans-Liège.

MENUISERIE MÉTALLIQUE

Chamebel, S. A., ch. de Louvain, Vilvorde.
Maison Desoer, S. A. (meubles métalliques ACIOR), 17-21, rue Ste-Véronique, Liège, 16, rue des Boiteux, Bruxelles.
F. Sage & Co (Belgium), Ltd, 9-11, rue de la Senne, Bruxelles.
« Soméba », S. A., rue Lecat, La Louvière.
Ateliers Vanderplanck, S. A., Fayt-lez-Manage.

SOUDURE AUTOGENE

Matériel, électrodes, exécution

Electromécanique, S. A., 19-21, rue Lambert Crickx, Bruxelles.
ASEA, S. A., 30, place Saintelette, Bruxelles.
ESAB, S. A., 118, rue Stephenson, Bruxelles.
Philips, Cie Industrielle & Commerciale, S. A., 37-39, rue d'Anderlecht, Bruxelles.
L'Air Liquide, S. A., 31, quai Orban, Liège.
Arcos, S. A., 58-62, rue des Deux Gares, Bruxelles.
L'Oxydrique Internationale, S. A., 31, rue Pierre van Humbeek, Bruxelles.
Soudométal, S. A., 83, chaussée de Ruysbroek, Forest.

COMPTOIRS DE VENTE DE PRODUITS MÉTALLURGIQUES

Columeta (Comptoir Métal. Luxemb.), S. A., Luxembourg.
Davum, S. A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.
Gilsoco, S. A., La Louvière.
Société Commerciale de Sidérurgie, SIDERUR, 1A, rue du Bastion, Bruxelles.
Sybelac, S. C., 16, place Rogier, Bruxelles.

Ucométal (Union Commerciale Belge de Métallurgie), 24, rue Royale, Bruxelles.

MARCHANDS DE FER ET DE POUTRELLES

Individuellement :

ACMA, S. A., **Ateliers de Construction et Ets Geerts & Van Aalst Réunis**, à Mortsel-lez-Anvers.
P. et M. Cassart, 120-124, avenue du Port, Bruxelles.
Alexandre Devis et Cie, 43, rue Masui, Bruxelles.
Métaux Galler, S. A., 22, avenue d'Italie, Anvers.
Etablissements Gilot Hustin, 14, rue de l'Etoile, à Namur.
Etablissements Jouret, S. P. R. L., Pont-à-Celles-Luttre.
J. Libouton & Cie, S. A., 27, rue Léopold, Charleroi.
Fers et Aciers Pante et Masquelier, S. A., 17, avenue d'Afsnee, Gand.
Peeters Frères, 10, Marché-au-Poisson, Louvain.
Util, S. P. R. L., 404-412, avenue Van Volxem, Bruxelles.
Collectivement :
Groupeement des Marchands de fer et poutrelles de Belgique, 10, rue du Midi, Bruxelles.
Chambre Syndicale des Marchands de fer, 10, rue du Midi, Bruxelles.

MARCHANDS D'ACIERS SPÉCIAUX

S. A. des Aciers Alexis, 19, rue de Fragnée, Liège.
La Belgo-Luxembourgeoise, S. A., 11, quai du Commerce, Bruxelles.
Aciers Bungert, S. A., 141-143, chaussée de Mons, Bruxelles.
Jos. Bol, 107, rue Vandenschriek, Bruxelles.
Maison Courard & Co, 9-11, place des Déportés, Liège.
Davum, S.-A. Belge, 22, rue des Tanneurs, Anvers.
Ets Moréa et Nahon, 23-25, rue des Ateliers, Bruxelles.

BUREAUX D'ÉTUDES ET INGÉNIEURS-CONSEILS

Bureau d'Etudes Léon-Marcel Chapeaux, S. A., 43B, Galerie Louise, avenue Louise, Bruxelles.
Bureaux d'Etudes Industrielles Fernand Courtoy, S. A., 43, rue des Colonies, Bruxelles.
M. René Leboutte, ing. tech. I. G. Lg., 105, boulevard Emile de Laveleye, Liège.
MM. C. et P. Molitor, Construction métallique et soudure électrique, 5, boulevard Emile Bockstaal, Bruxelles.
Robert et Musette, S. A., 59, rue de Namur, Bruxelles.
Bureau d'Etudes Ir. J. Ronsse, 63, boulevard de Dixmude, Bruxelles.
M. J. F. F. Van der Haeghen, ingénieur-conseil (U. I. Lv.), 104, boulevard Saint-Michel, Bruxelles.
MM. J. Verdeyen et P. Moenaert, ingénieurs-conseils (A. I. Br.), 15, rue Guimard, Bruxelles.

DIVERS

Fabrimétal, A. S. B. L., 21, rue des Drapiers, Bruxelles.
Les Fours Lecocq, S. A., 215, chaussée d'Alseberg, Bruxelles.
Institut Beige des Hautes Pressions, 38, pl. des Carabiniers, Bruxelles.
Orex, S. C., 153, avenue A. Buyl, Bruxelles.
Tuileries et Briqueteries d'Hennuyères et de Wanlin, S. A., à Hennuyères.
Société Métallurgique des Procédés Warnant, S. A., 71, rue Royale, Bruxelles.

MEMBRES INDIVIDUELS

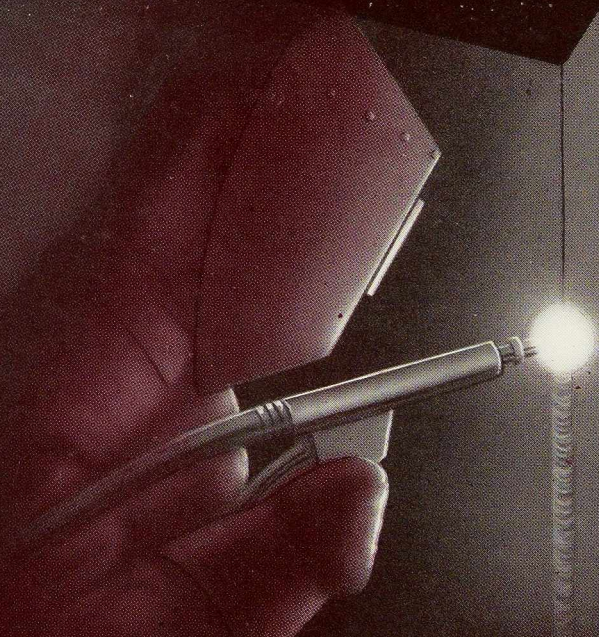
M. Eug. François, professeur à l'Université de Bruxelles, Mayfair, 381, avenue Louise, Bruxelles.
M. Marcel François, membre associé de la firme François, 43, rue du Cornet, Bruxelles.
M. Stéfán Légrand, Ing. Comm. U. L. B., Adm. Dél. de la Sté Westraco, 14, rue Simonis, Bruxelles.
M. Léon G. Rucquoi, Technical Consultant to the Steel and Mechanical Industries of Belgium & Luxembourg, 30 Rockefeller Plaza, New York 20, N. Y.

SOCIÉTÉS COLONIALES

Chamebel Congo S. C. R. L., Châssis et charp. met., B. P. 4055, Léopoldville.
Chantier Naval et Industriel du Congo « Chanic », 32, square de Meëus, Bruxelles.
Cobega, 14, avenue Valcke, Léopoldville.
Congofer 6c, avenue du Kasai, Léopoldville.
Etablissements Jouret, 17, avenue Olsen, Léopoldville.
Métalco, Menuiseries Métalliques, B. P., 448, Léopoldville.
Société Coloniale de la Tôle, S. C. R. L., 52, rue de l'Industrie, Bruxelles.
Utéma, S. C. R. L., Building Forescom. B. P. 444, Léopoldville.

UNE TECHNIQUE NOUVELLE

*Soudage à grande vitesse
en atmosphère d'argon
par électrode continue et consommable*



DE L'ALUMINIUM
DES ALLIAGES LÉGERS
DES ACIERS INOXYDABLES
ETC ...

PROCÉDÉ
NERTALIC
BREVET[®] AIRCOMATIC[®]

PROPULSION AUTOMATIQUE DE L'ÉLECTRODE
AUTORÉGULATION DE L'ARC
SOUDAGE EN TOUTES POSITIONS
RENDEMENT OPTIMUM

Demandez démonstrations sans engagement à ...

S.A. L'AIR LIQUIDE

LICENCIÉE DE L'AIR REDUCTION CY NEW-YORK

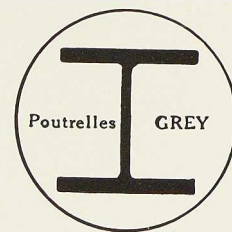
31, QUAI ORBAN **LIÈGE** TÉLÉPH. 43.65.55



Bureaux des Ateliers
BAUME & MARPENT,
HAINE-SAINT-PIERRE

Charpente entièrement soudée.

POUTRELLES GREY DE DIFFERDANGE



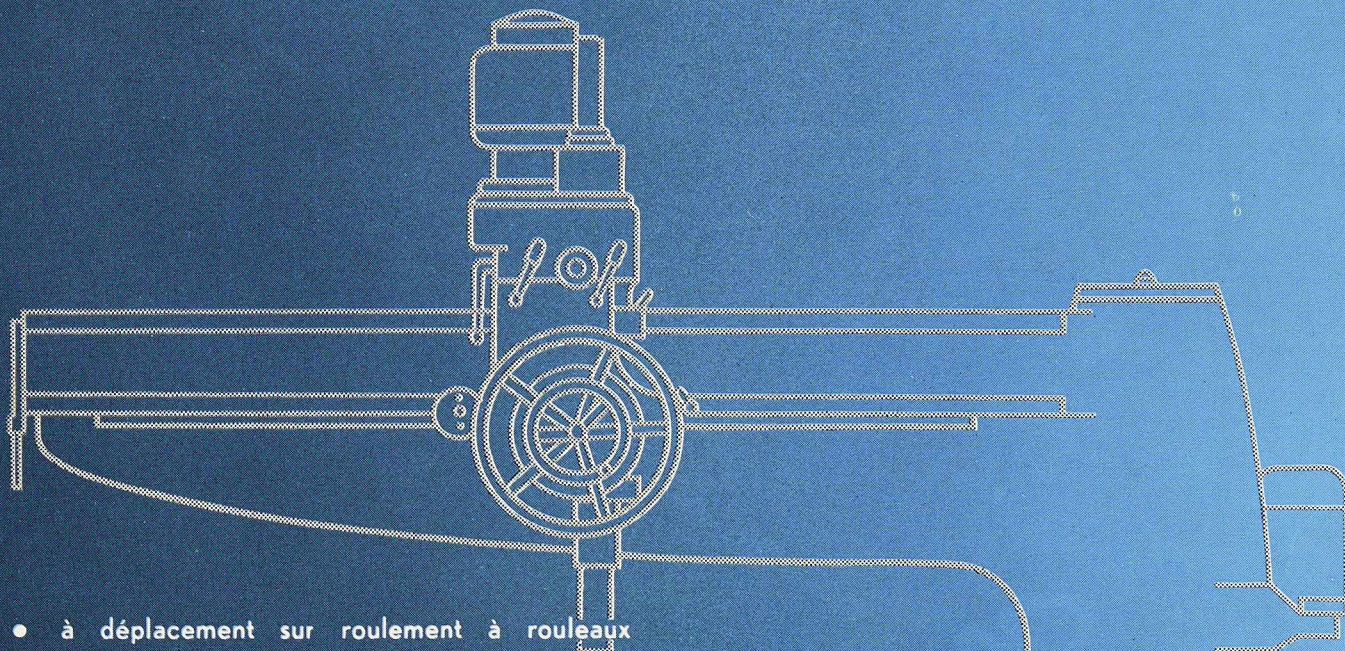
Agence de vente pour la Belgique et le Congo belge :

DAVUM S. A.

22, RUE DES TANNEURS ANVERS

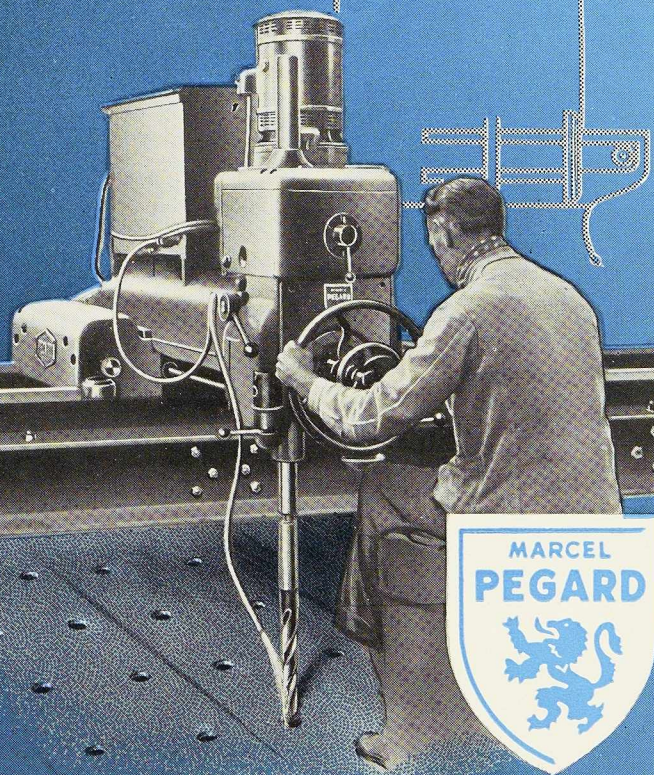
Téléphone : 32.99.17 (5 lignes) — Télégramme : Davumport

PERCEUSES PERPENDICULAIRES



- à déplacement sur roulement à rouleaux
- blocage instantané des deux déplacements par un seul levier
- enclenchement automatique des avances
- déclenchement automatique en profondeur

PERCEUSES RADIALES
et tous outillages pour
CHAUDRONNERIE

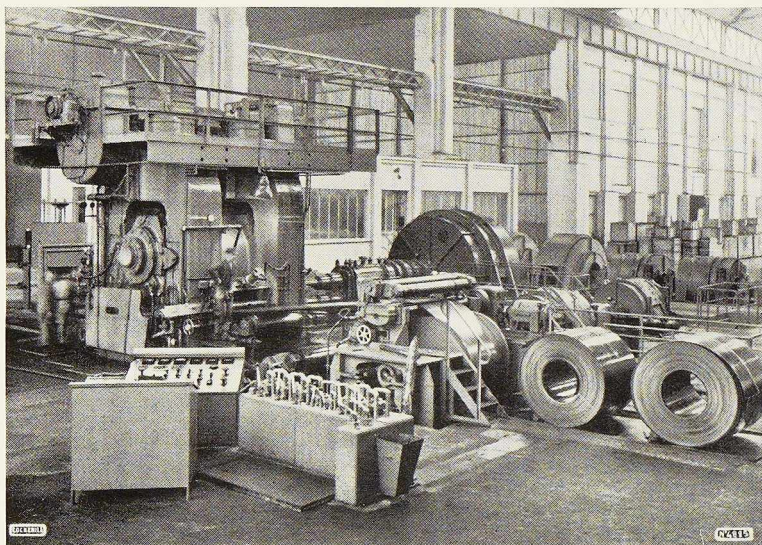


Aléseuses - Fraiseuses universelles
de 60, 80 et 100^m/m



ATELIERS MARCEL PEGARD

35, Av. Reine Elisabeth - A N D E N N E - Tél. 218.11 - 218.12



Laminoir de réduction.

**TÔLES FINES ET COILS LAMINÉS À FROID
EN ACIER DOUX THOMAS, POUR PLIAGE
ET EMBOUTISSAGE.**

Longueur maximum 3 600 mm
Largeur 700 à 1 000 mm
Épaisseur 0,45 à 1,50 mm

**FER-BLANC ÉLECTROLYTIQUE
FERROSTAN**

0,25, 0,50 et 0,75 lb par « base box ».

COMPAGNIE DES FERS-BLANCS ET TÔLES À FROID

« FERBLATIL »

TILLEUR

FILIALE DE LA SOCIÉTÉ COCKERILL

POUR PEINDRE ET ENTRETENIR VOS CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

LES ATELIERS

H. LAUREYS

S. P. R. L.

PEINTURE

BATIMENT

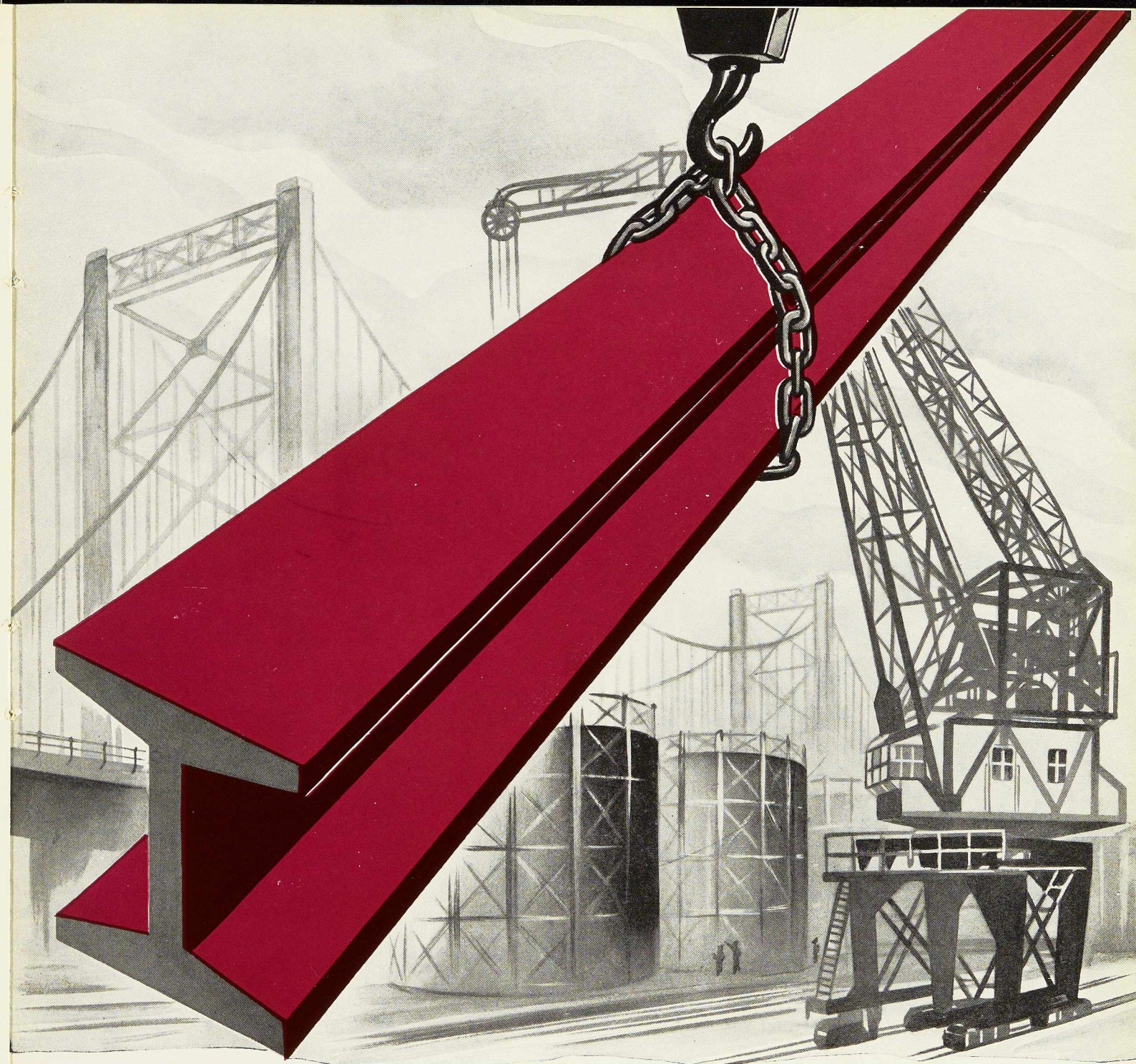
INDUSTRIE

TÉL. 48.80.80

TÉL. 48.80.89

202, CHAUSSÉE DE BOENDAEL - BRUXELLES

PARTOUT ET TOUJOURS A VOTRE SERVICE



FERROPLOMB

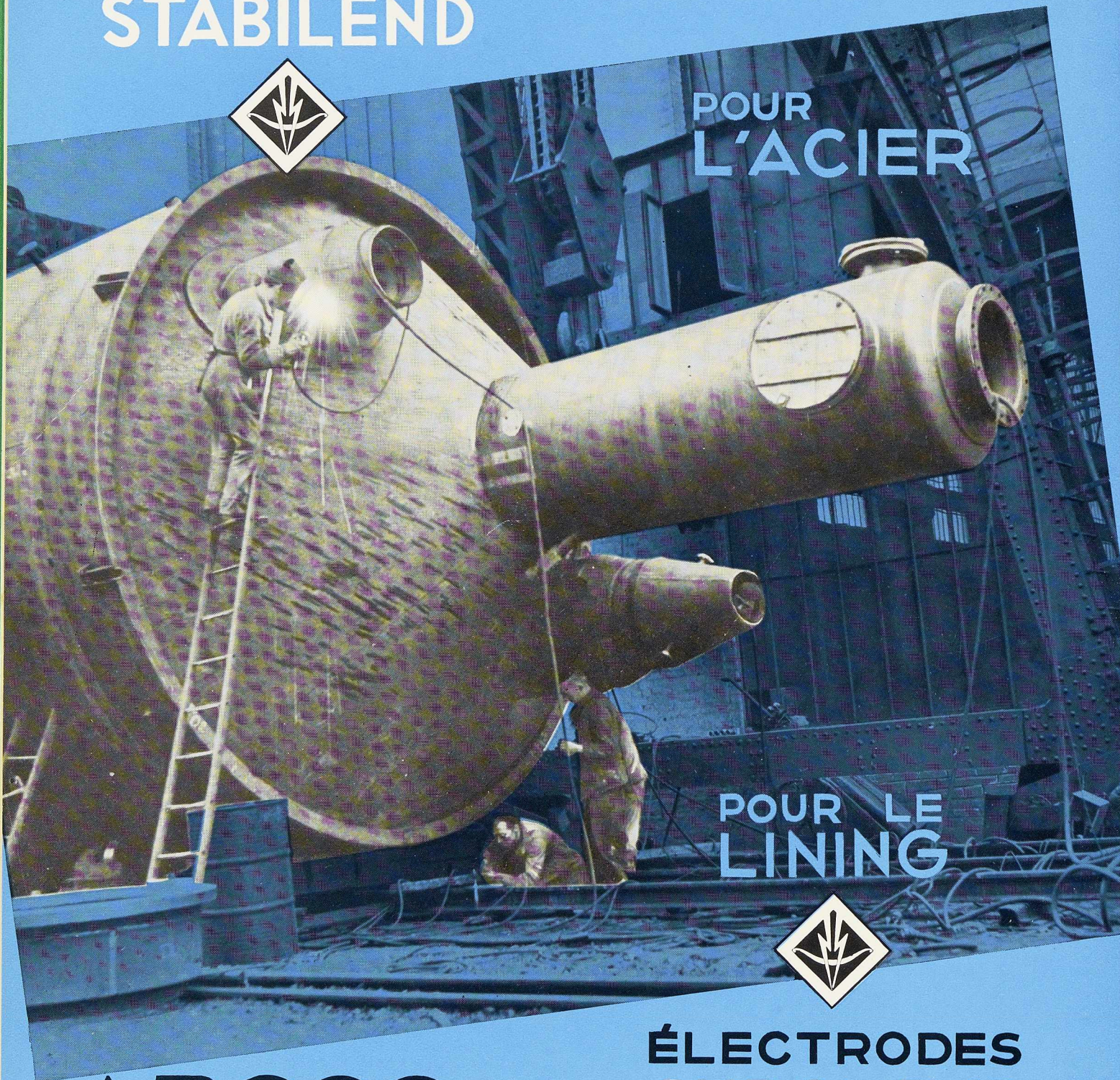
protège le fer

C'est un produit de la
S. A. DES USINES
GEORGES LEVIS
Vilvorde

ÉLECTRODE STABILEND



POUR
L'ACIER



POUR LE
LINING

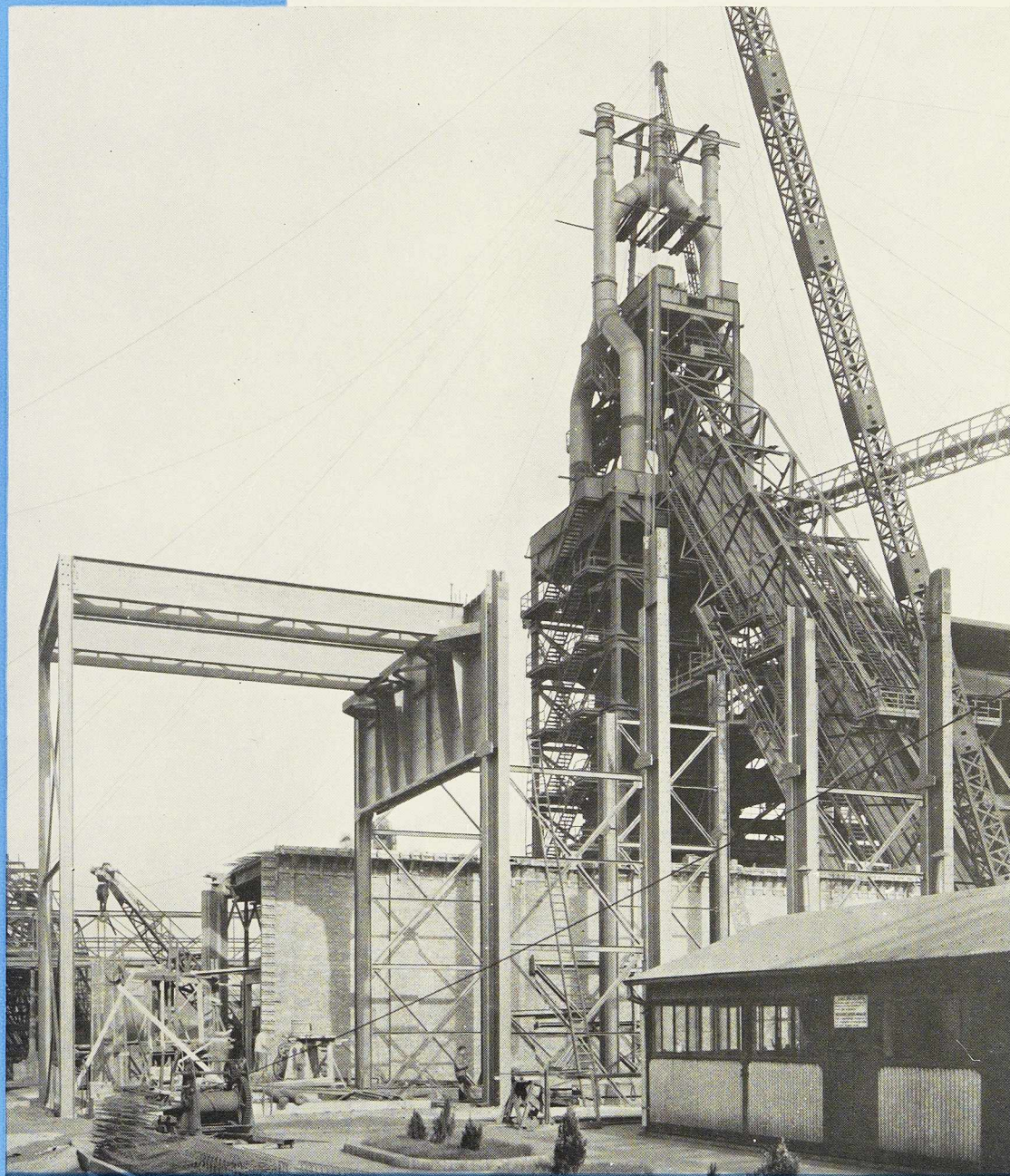


ARCOS

SOCIÉTÉ ANONYME
58-62, RUE DES DEUX-GARES
TÉL. : 21.01.65 - BRUXELLES

ÉLECTRODES CHROMEND

RÉGÉNÉRATEUR EN TÔLES DE 12 mm.
POUR RAFFINERIE DE PÉTROLE
LONGUEUR TOTALE : 14,565 m. DIAM. : 4,925 m.
POIDS : 45 TONNES.
CONSTRUCTEUR : S.A. J. COCKERILL - SERAING



VUE PARTIELLE D'UNE
INSTALLATION COMPLÈTE DE HAUT FOURNEAU
EN COURS DE MONTAGE

SOCIÉTÉ ANONYME DES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS PAUL WURTH
LUXEMBOURG

FONDÉE EN 1870

DE PÈRE EN FILS ...

1953

DE PÈRE EN FILS, des milliers de chefs d'entreprise sont enchantés de posséder des classeurs RONEO.

DE PÈRE EN FILS, la maison HERINCX-RONEO assure la mise en ordre des dossiers, organise et installe les bureaux.

UNE SEULE CHOSE A CHANGÉ : c'est la manière de ranger les dossiers dans les classeurs (au choix, ci-dessous).

Profitez donc de la fin d'année pour équiper vos classeurs en RONEO « VISIBLE-80 ».

... LES CLASSEURS RESTENT... LE CLASSEMENT SE PERFECTIONNE ...

1899

1900

1901

1956

1902

RONEO
1952

HERINCX

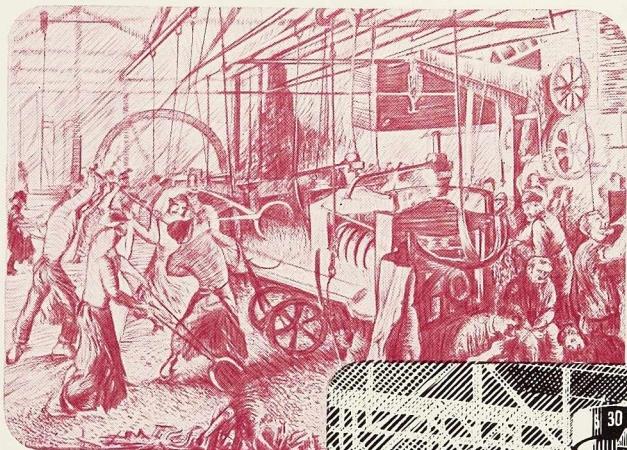
RONEO

S.A.

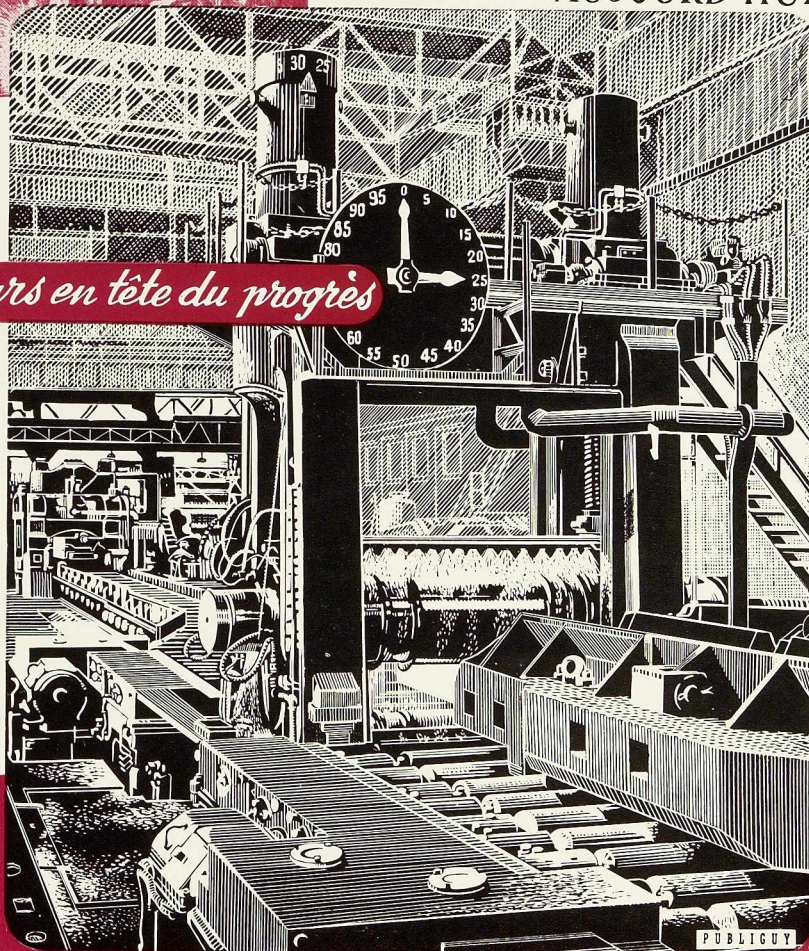
8-10, rue Montagne aux Herbes Potagères Bruxelles Tél. 17.40.46

CREDIT COMM. DE BELG.
COUPEUR
COUPEUR FOUK
SERVICE PERSONNEL
SERVICE CONFERENCE
SERVICE PROCEDES
SERVICE DOCUMENT.
SERVICE BUDGETAIRES
SERVICE BATIMENTS
COMPTABILITE
COOP. SAVOIRS
ELIARD PAV. & SILVA
GERAC
GAUCHE
CARIBOU
CAVISE PYROHALE
C 3 DIVERS
BUREAU (SERV. INTERI.)
BUREAU (SERV. EXTERI.)
BUREAU (MATERIEL)
BUREAU (COMPTABILITES)
BOURSE (MAGASINS)
BOSQUET
BOELS & BECAULT
BLATTIN-ROBERT S.O.
BISQUIT-DUBOUCHE & CO
DESE Pere et Fils
BELGIAN SHELL CY
BEKARDT (PAPIERES)
BANQUE DE BRUXELLES
BANQUE BELGE D'AFRIQUE
BALOISE-VIE
BAKEN Freres
BALLY (Chaussures)
B 4 DIVERS
ASPHALTEO S.A.
ARCOS
ADMINISTRATION TAXES
ADMINISTRATION MAGASINS
ADMINISTRATION FINANCES
ADMINISTRATION BATIMENTS
ADMINISTRATION ATELIERS
ADJUBEL S.A.
ACROM (ETS)
ACKERMANNS V.
ACIDE CARBONIQUE PUR
ACCINAUTO
ACADEMIE ROYALE DES B.A.
ABRASSART M.
ABELOOS
ABEILLE (ASSURANCES)
A 4 DIVERS

AUTREFOIS



AUJOURD'HUI



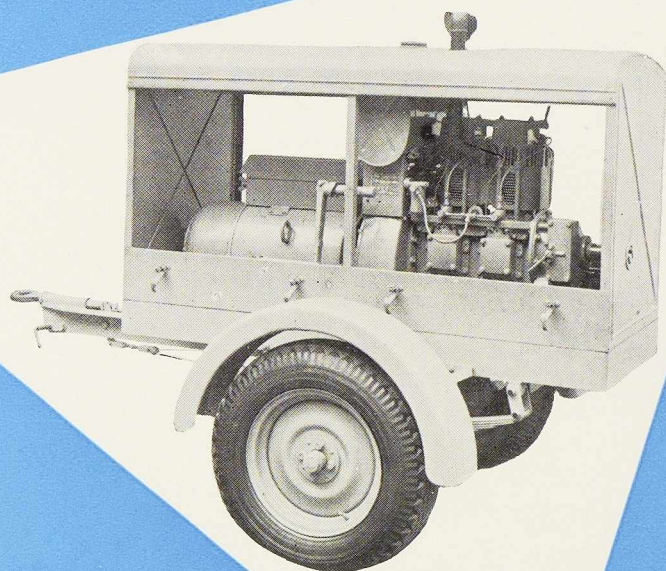
Toujours en tête du progrès

OUGREE - MARIHAYE

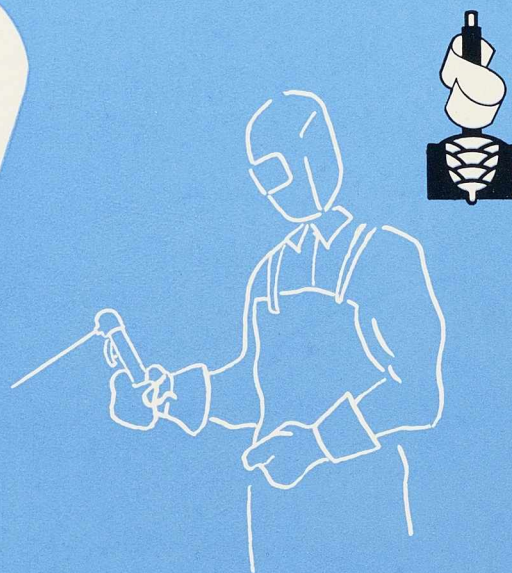
TOUTE LA GAMME DES PRODUITS SIDERURGIQUES

ORGANISME DE VENTE : "SIDERUR", 1A, RUE DU BASTION BRUXELLES

R.



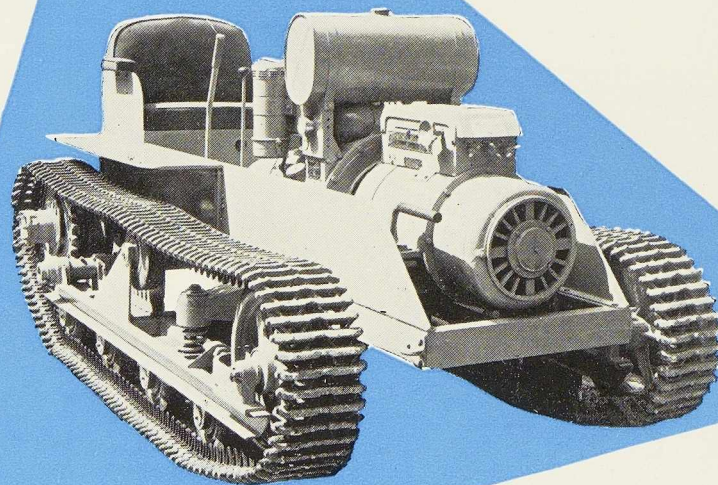
TYPE AS 2
MOTEUR DIESEL 20 HP
MODÈLE T 300 A



ELECTROGENES

GRUPE DE SOUDURE
AUTO-TRACTEUR 300 A

SOUDOMETAL



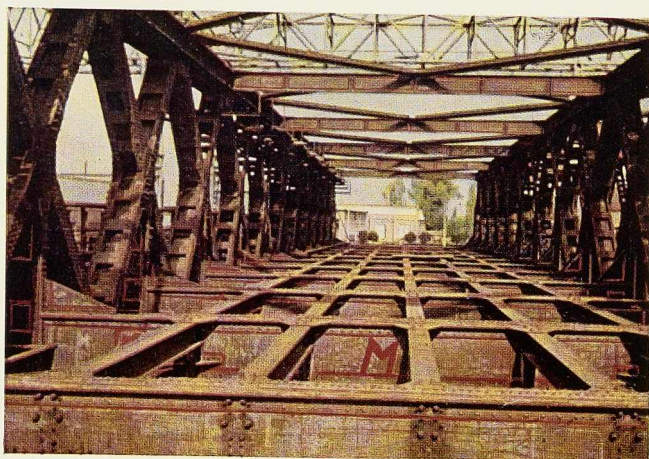
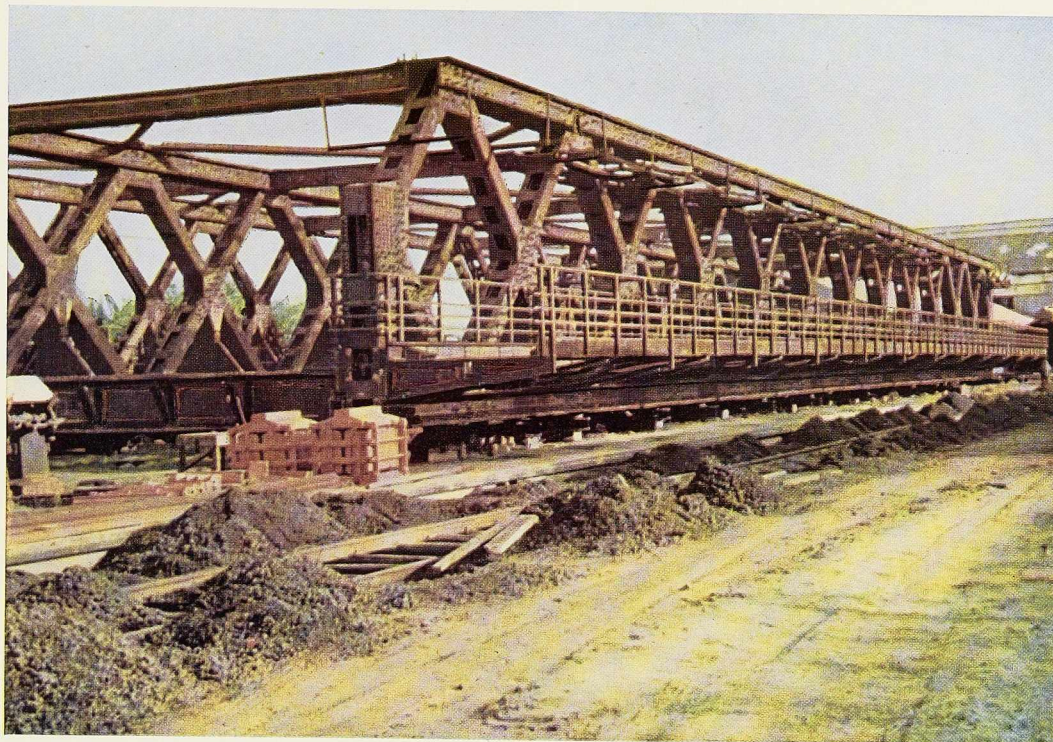
MATÉRIEL DE SOUDAGE

83, CHAUSSÉE DE RUYSBROECK
FOREST-BRUXELLES

PREMIER TRONÇON

Pont de Tamise

C
O
N
S
T
R
U
I
T
D
A
N
S
L
E
S
A
T
E
L
I
E
R
S
.

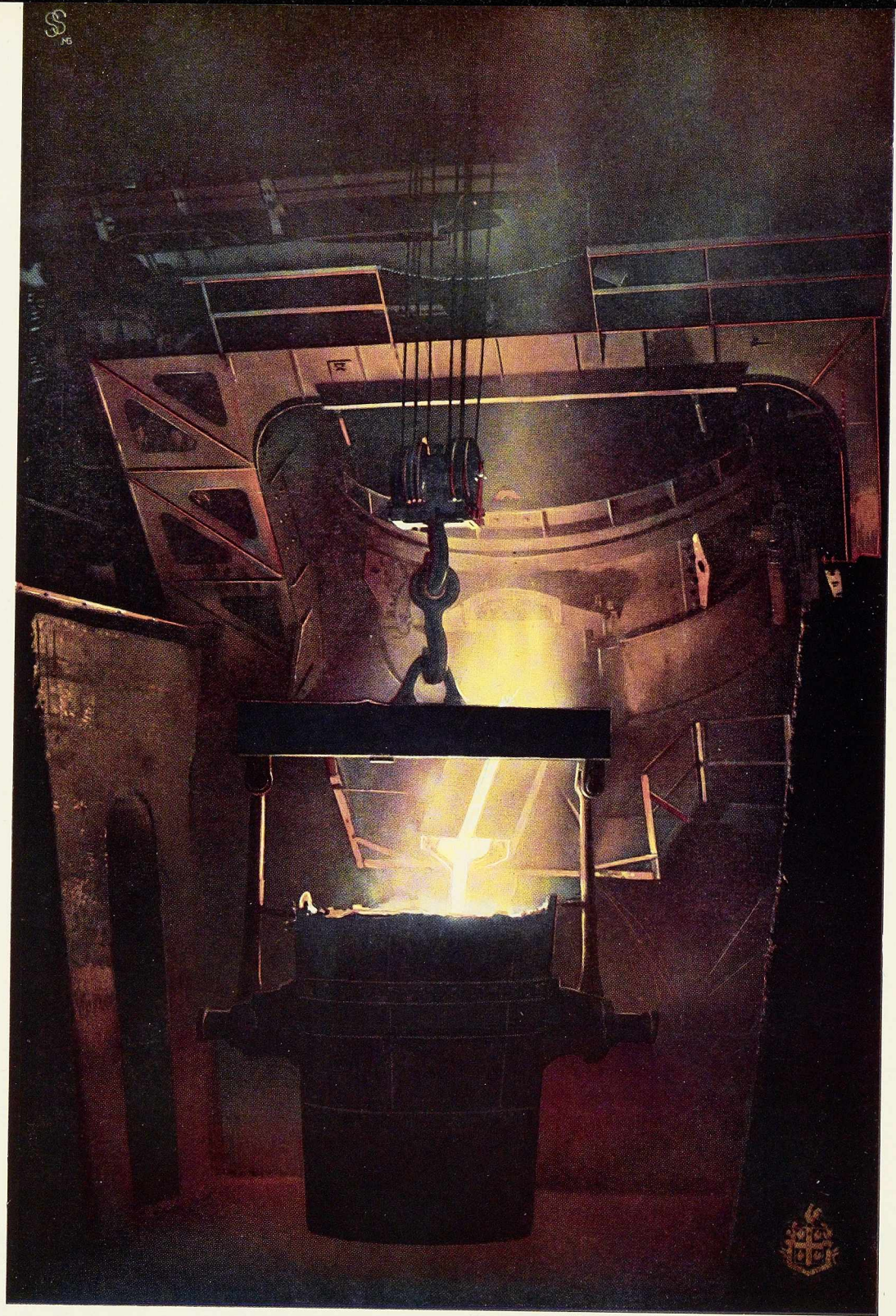


Montage à blanc
Long. 81 m
Larg. 24 m

Partie
pont-route

NOBELS-PEELMAN S. A.

SINT-NIKLAAS (BELGIQUE)

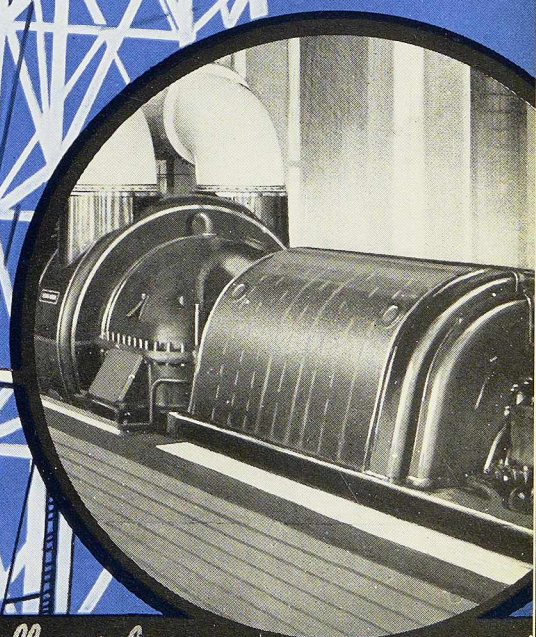


ACIERS SPÉCIAUX

COCKERILL

LA GENERALE
PUBLICITAIRE

POUR PLUS DE
PROTECTION
RENDEMENT
SECURITE
BIEN ETRE
PRODUCTIVITE
PAR LA PEINTURE



Tous Travaux de Peinture Décorative, Artistique et Industrielle par les

ENTREPRISES VALERE MONNAIE POURBAIX S.A.

CHAPELLE-LEZ-HERLAIMONT

138, r. de Trazegnies - Tél. Bascoup 312 - Annexe : MONS - 4, Digue d'Hyon - Tél. : 323.12

FRED

SAGE & C^{ie}

CONSTRUCTEURS-SPECIALISTES

Agencements et Transformations
de magasins.

Travaux d'architecture en bronze,
aluminium, anticorodal, etc...

9/11, Rue de la SENNE
BRUXELLES
Tél. : 11.44.41 - 12.97.15

SOCIÉTÉ ANONYME MÉTALLURGIQUE D'

ESPERANCE-LONGDOZ

LIÈGE

BELGIQUE



TÔLES FINES ET MOYENNES LAMINÉES
A CHAUD EN BOBINES OU EN FEUILLES
FEUILLARD A CHAUD

TÔLES FINES LAMINÉES A FROID
EN BOBINES OU EN FEUILLES
FEUILLARD A FROID

LES FAMEUSES
PEINTURES ANTI-ROUILLE AU

THIOVERNIS



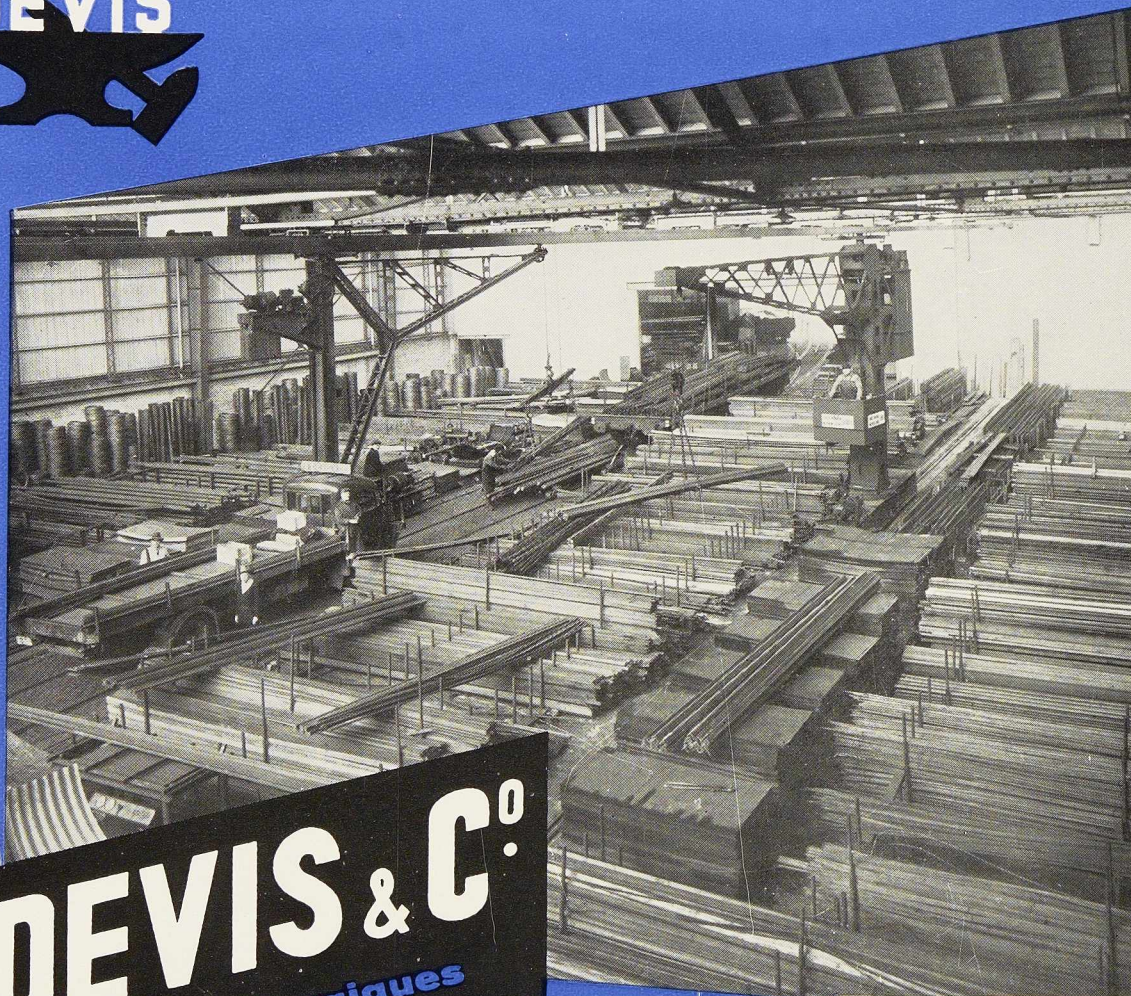
SONT DES PRODUITS

DE VLEESCHOUWER

(LINT-Anvers)

LA FIRME DE LA QUALITE

DEVIS



A. DEVIS & C^o
Produits métallurgiques

ACIERS MARCHANDS • TOLES • BOULONS

43, RUE MASUI • BRUXELLES • TÉL. : 16.20.20 (20 lign.)

ACIERS SPÉCIAUX • OUTILS

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

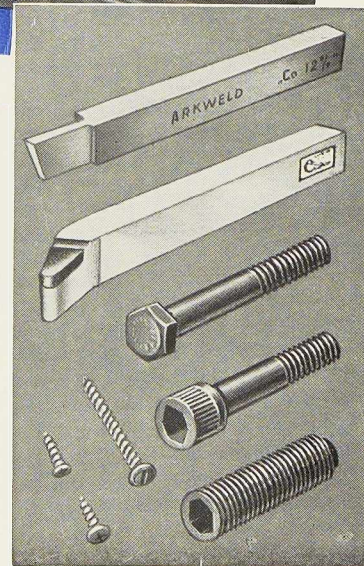
POUTRELLES • FERS U • RONDS A BETON

296, RUE ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél. : 43.50.70 (6 l.)

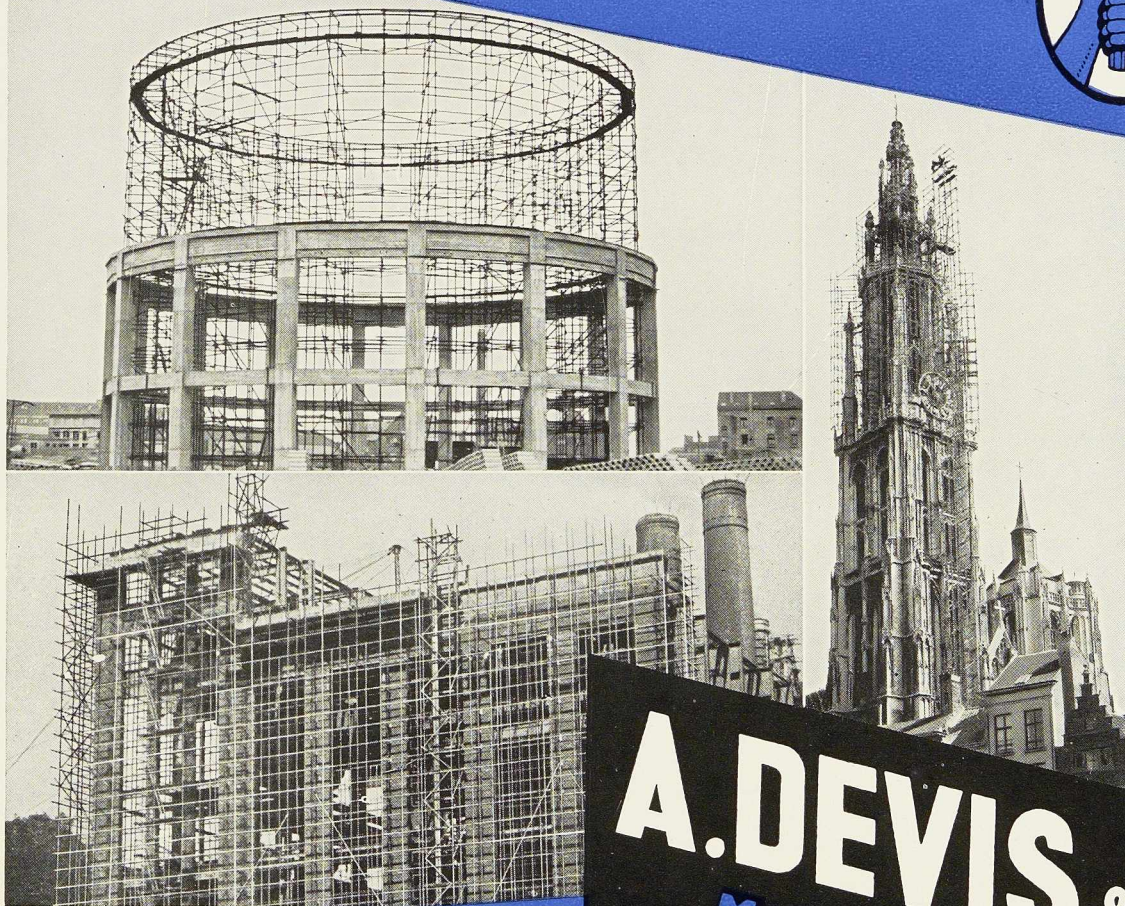
STOCKS IMPORTANTS • FOURNITURES RAPIDES

Outils
JESSOP - SAVILLE

Toutes
les spécialités en
boulonnerie et
visserie.



LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE



A. DEVIS & C^o

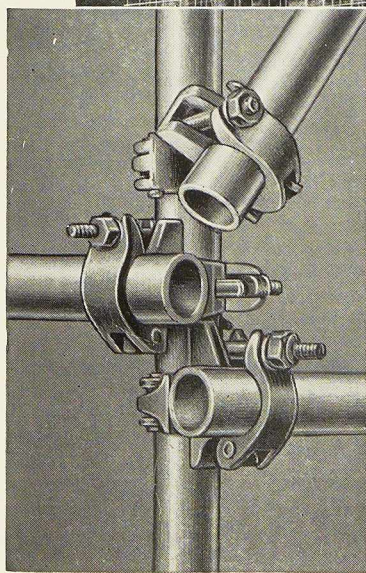
Matériel tubulaire

pour échafaudages, tours fixes et mobiles, soutiens de coffrage, monte-charges, casiers de stockage, hangars démontables, tribunes.

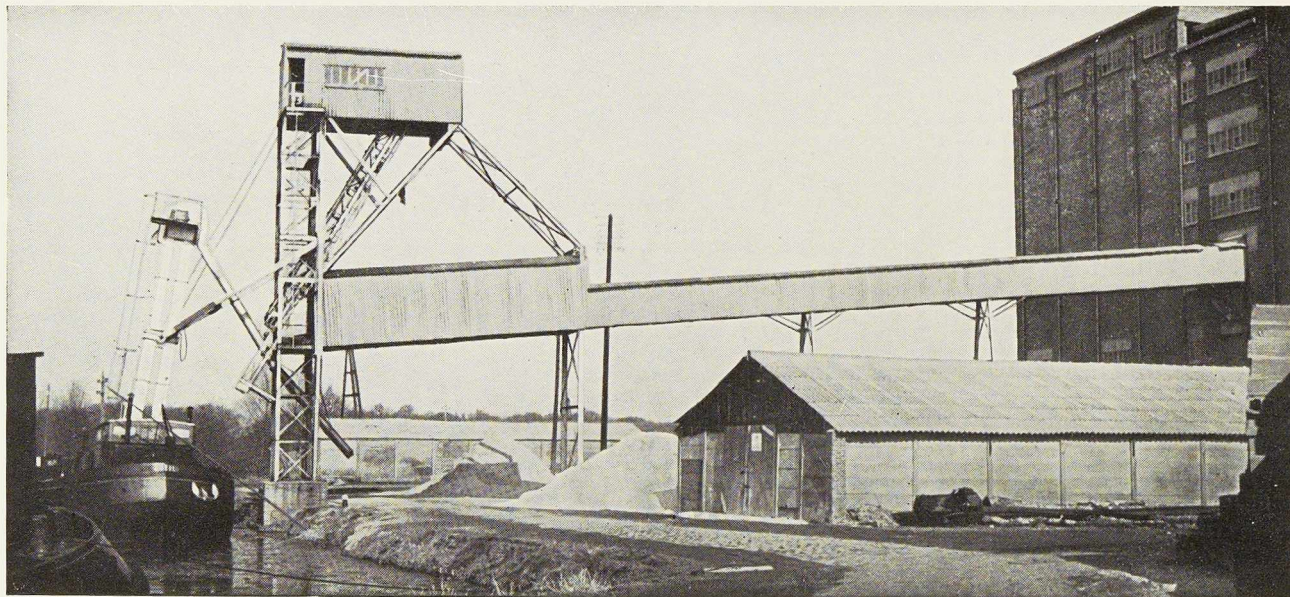
158, R. ST-DENIS, FOREST-MIDI • Tél.: 43.15.05 - 43.75.77

Les nombreux avantages du matériel tubulaire sont développés dans un album, qui vous sera envoyé sur demande.

ÉTUDES ET DEVIS GRATUITS SUR DEMANDE



LES CRÉATIONS FRANCIS DELAMARE



Installation mixte de déchargement de bateaux pour céréales, charbon, sacs, colis divers, etc.
A l'intérieur du bâtiment, installation complète de stockage et de reprise au stock.

Plus de 25 années de spécialisation
en manutention

LA MANUTENTION AUTOMATIQUE

Soc. An. **MACHELEN** (Brabant)

Tél. : Bruxelles 15.38.34



NOMBREUSES RÉFÉRENCES DANS TOUTES LES INDUSTRIES
TANT À L'ÉTRANGER QU'EN BELGIQUE

Catalogue de 150 pages sur demande adressée sur papier à firme



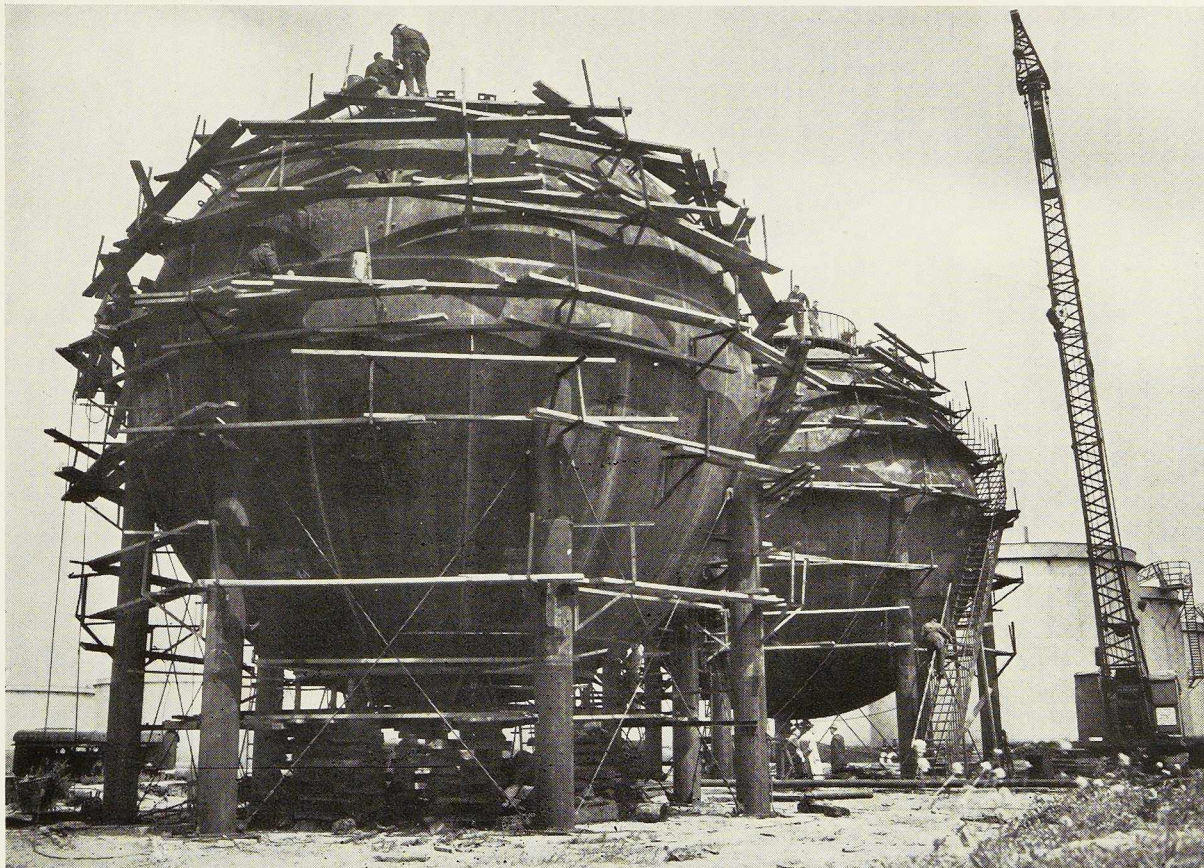
AGENT POUR LA HOLLANDE : M. J. W. KLEINHOUT, 7, ZAAANMARKSTRAAT, BREDA
AGENT POUR LE CONGO : SOCIÉTÉ AFRICONGO, BOÎTE POSTALE 345, LÉOPOLDVILLE

CHAQUE JOUR, DANS LE MONDE, DES ELECTRODES PHILIPS DÉPOSENT 150.000 METRES DE CORDONS DE SOUDURE



ELECTRODES POUR MONTAGES SOUDES PHILIPS "68"

MEME COURANT EN
TOUTES POSITIONS



TANKS SPHERIQUES DE 813 m³

MONTÉS PAR NOBELS - PEELMAN S. A.
A SAINT NICOLAS-WAES

POUR LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
BELGE DES PÉTROLES A ANVERS



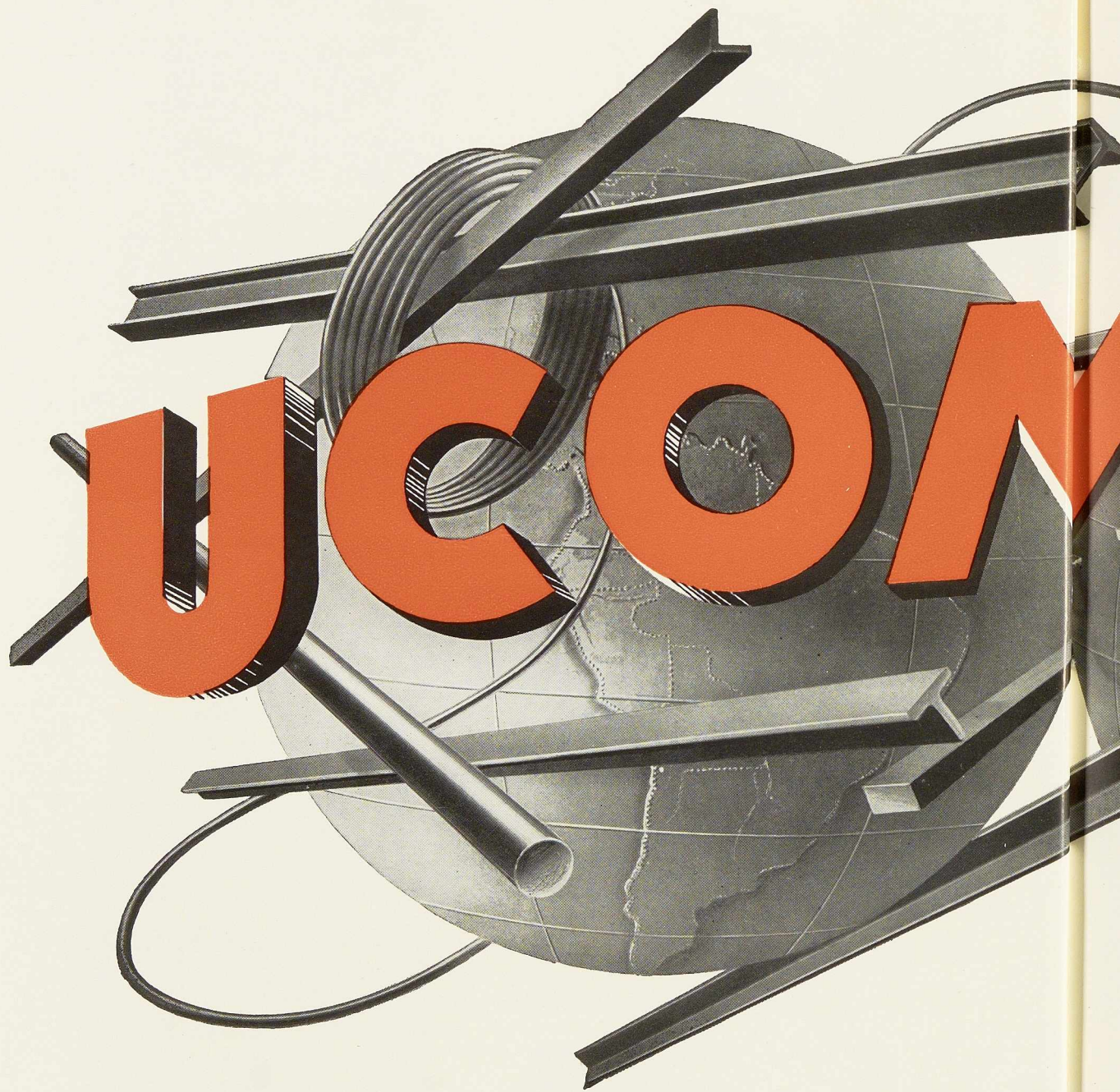
PHILIPS

DIVISION TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE
37, rue d'Anderlecht, Bruxelles

PHILIPS CONGO
Léopoldville - Elisabethville - Usumbura



TOUS PRODUITS M

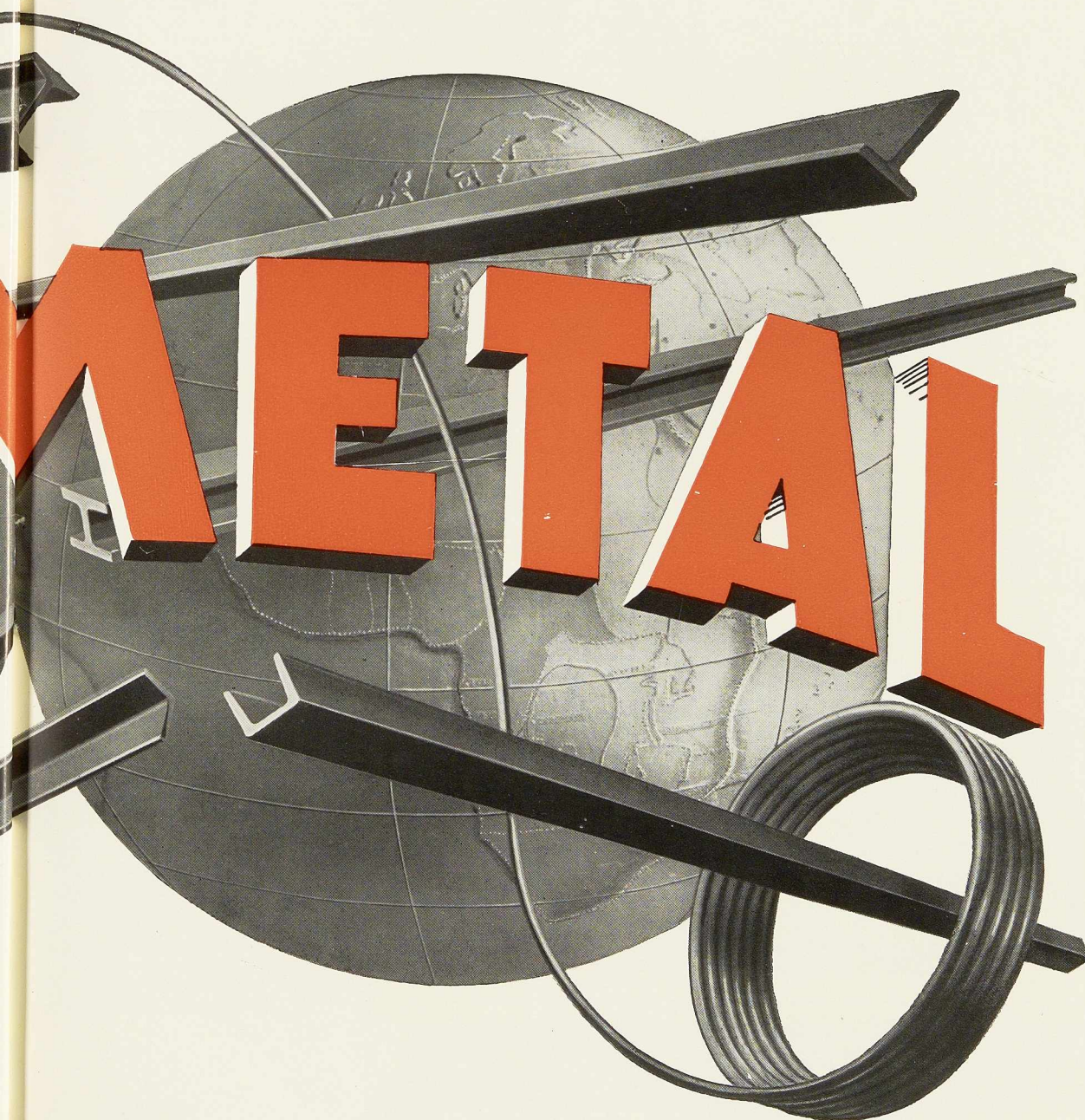


24 RUE RO
BRUXEL

COCKERILL - PROVIDENCE

C.G.P.I.

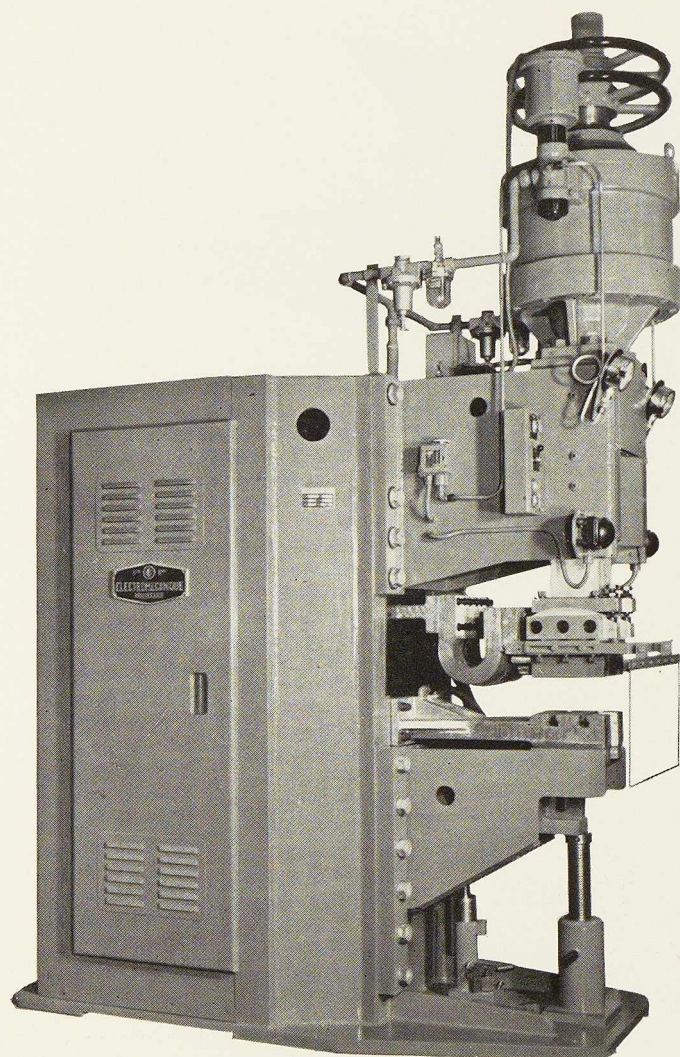
MÉTALLURGIQUES



ROYALE
ELLES

CE - SAMBRE & MOSELLE

Pour les travaux lourds en soudage



SOUDEUSE-PRESSE TRIPHASÉ-CONTINU TYPE SPTC 500

Cette machine de puissance élevée est principalement destinée à souder par bossages de fortes épaisseurs d'acier de diverses qualités ou à souder à la fois un grand nombre de bossages en tôle mince.

C'est une réalisation

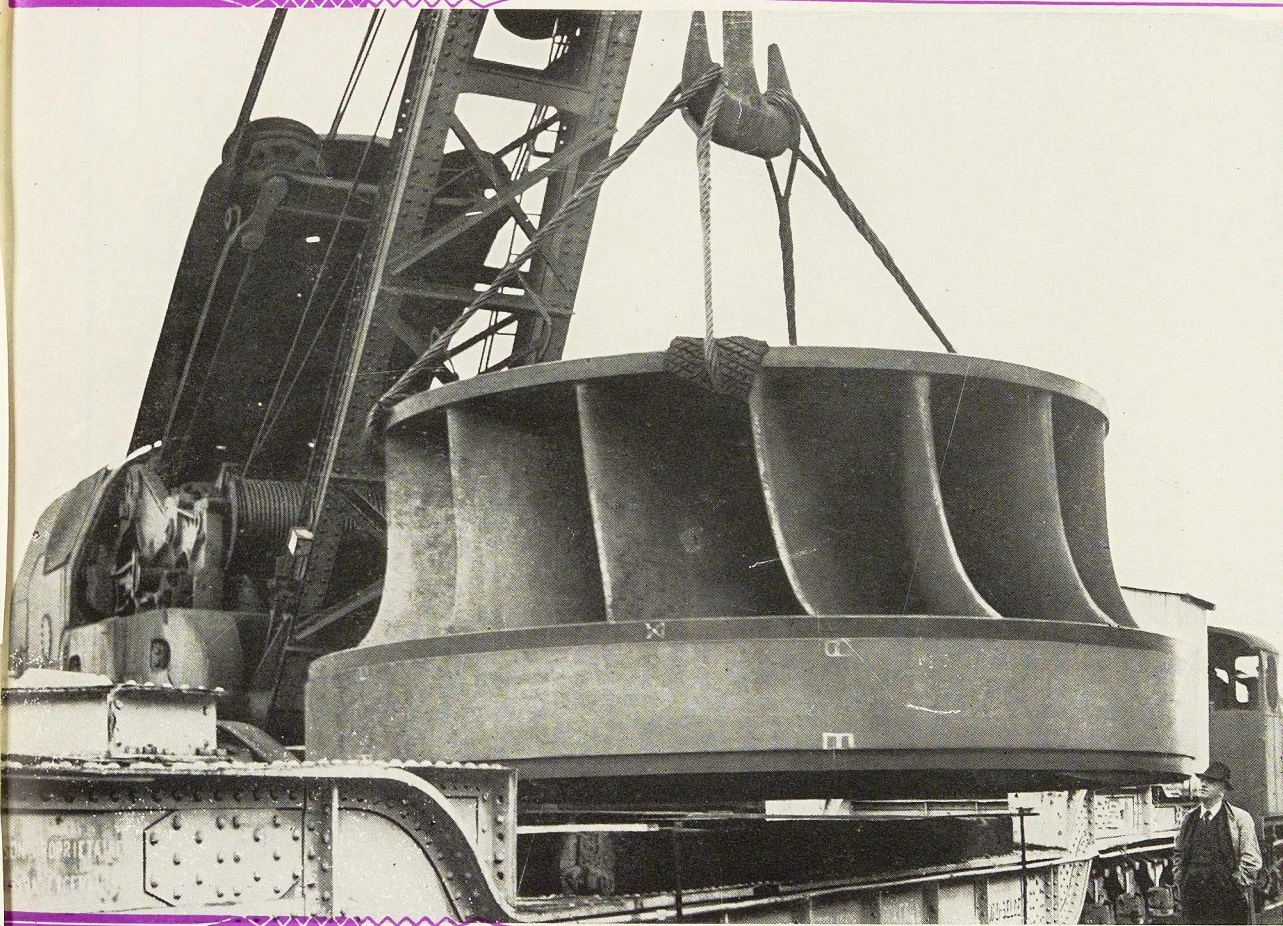


S. A.

ELECTROMÉCANIQUE

BRUXELLES

19-21, RUE LAMBERT CRICKX - TEL. 21.00.68 - TÉLEGR. ELECTROMÉCANIC



Roue « Francis » pour turbine
hydraulique — \varnothing 3.900 mètres
15 aubes — poids 55 tonnes

METALLURGIE • CONSTRUCTIONS
MECANIQUES & METALLIQUES
CONSTRUCTIONS NAVALES



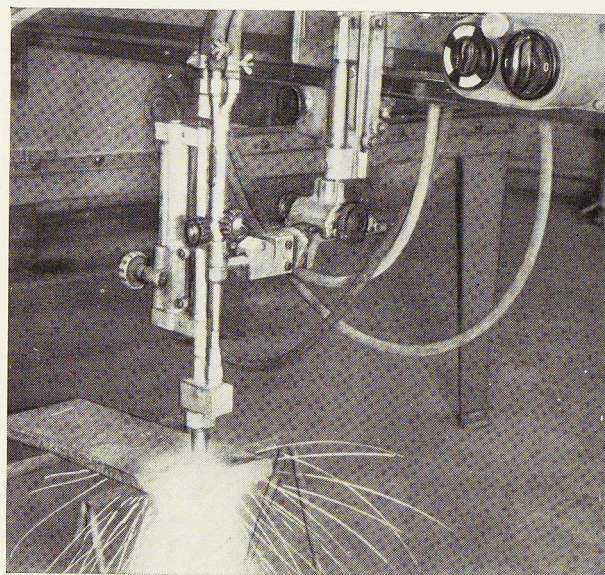
S.A. JOHN *C*OCKERILL

SERAING • BELGIQUE

NOUS FOURNISSONS DE STOCK...



Appareil de lavage à la poudre « OXWELD » C. 62



Installation de coupage « CINOX-Machine »

LES INSTALLATIONS
ET LA POUDRE DE FER
À HAUTE TENEUR
POUR :
L'OXYCOUPAGE À
LA POUDRE DE FER

LE DÉCRIQUAGE
À LA POUDRE

LE « NETTOYAGE » DES
PIÈCES COULÉES
(POWDER WASHING)

AINSI QUE...

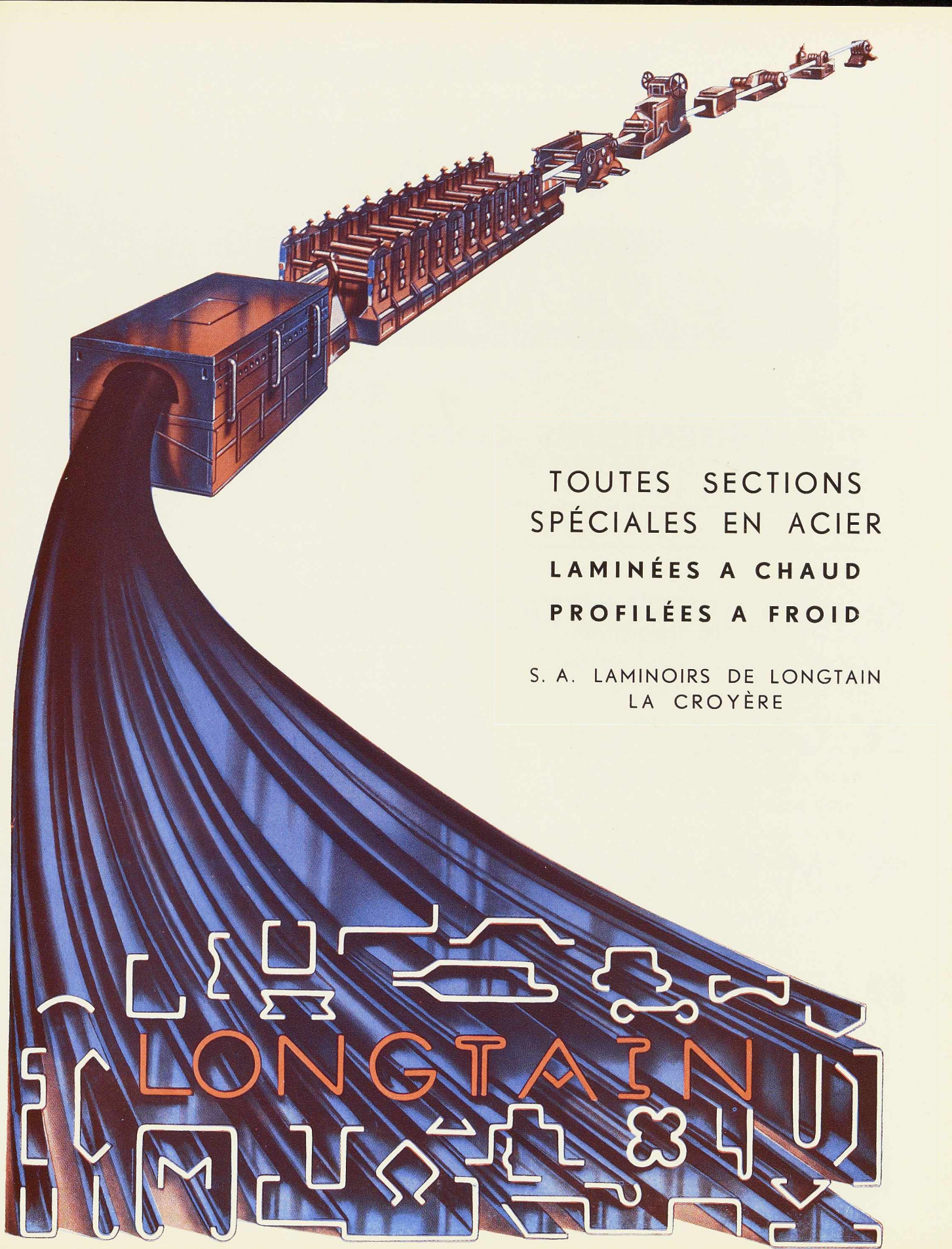
LES APPAREILS ET LES
PARTICULES PERMET-
TANT LE DÉCOUPAGE
OXYCINÉTIQUE DES
ACIERS SPÉCIAUX ET
DE LA FONTE

(PROCÉDÉ BREVETÉ « CINOX »)

Pour tous renseignements,
adressez-vous à :

L'OXYHYDRIQUE INTERNATIONALE

S. A. 31, RUE P. VAN HUMBEEK, BRUXELLES - TÉLÉPHONE : 21.01.20 (6 LIGNES)



TOUTES SECTIONS
SPÉCIALES EN ACIER
LAMINÉES A CHAUD
PROFILÉES A FROID

S. A. LAMINOIRS DE LONGTAIN
LA CROYÈRE



SOCIÉTÉ D'ÉTUDES

VERDEYEN



MOENAEERT

INGÉNIEURS-CONSEILS A. I. Br.

CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES

GÉNIE CIVIL

MÉCANIQUE DU SOL

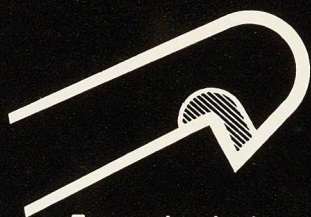
FONDATIONS

RUE GUIMARD, 15^A, BRUXELLES. TÉL. : 12.18.14 - 12.24.41

PUBLIGUY

La trempe superficielle par

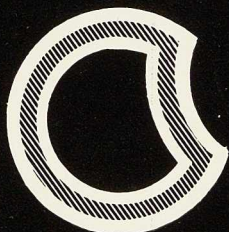
induction



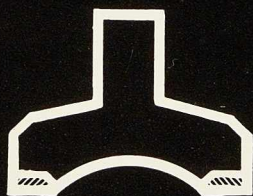
Trempe locale de
pièces quelconques



Rails de chemin de fer



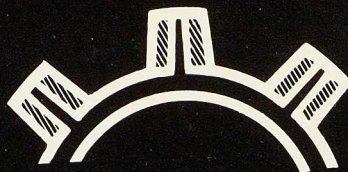
Cames



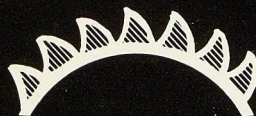
Sièges de soupapes



Alésage



Dents d'engrenages



Dents de scies

**ENCORE UN DOMAINE OÙ LES
ACEC VOUS APPORTENT UNE SOLUTION
A CHAQUE PROBLÈME**

Les ACEC construisent à la fois des groupes rotatifs (haute fréquence) et des groupes à lampes (radiofréquence), destinés notamment à la trempe superficielle par induction. Ils vous orientent donc en toute objectivité vers la formule la mieux adaptée à vos besoins. Quel que soit votre secteur d'activités, vous avez intérêt à consulter les services techniques des ACEC.

● Localisation de la trempe ● Contrôle précis de la température ● Rapidité et facilité de manœuvre ● Productivité accrue.

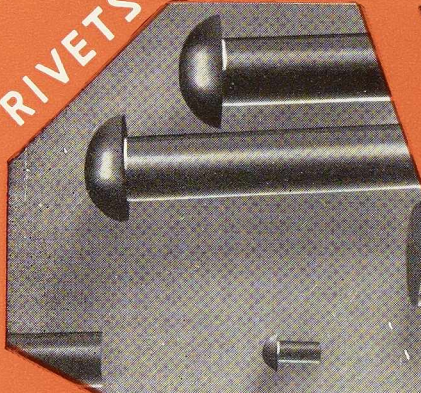
ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI



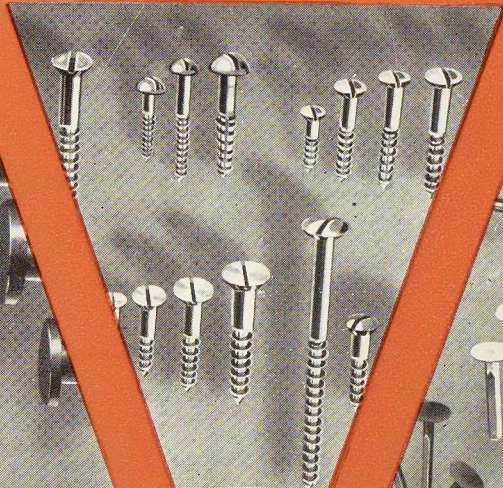
SAMBRE-ESCAUT

HEMIKSEM-BELGIUM

RIVETS



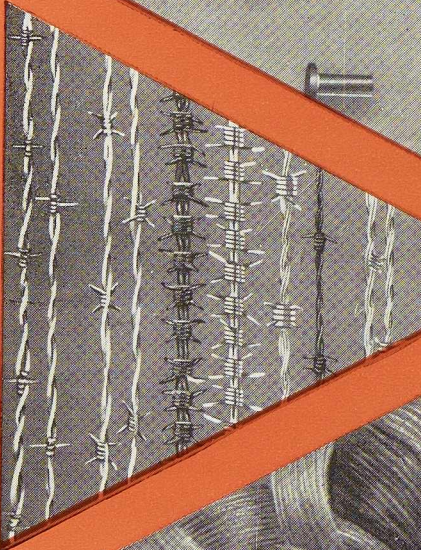
SCREWS



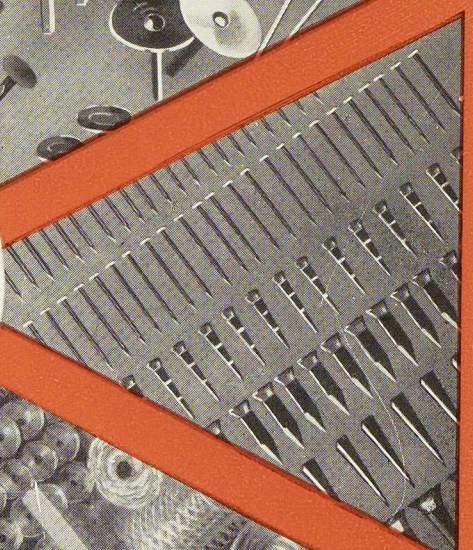
NAILS



BARBED
WIRE



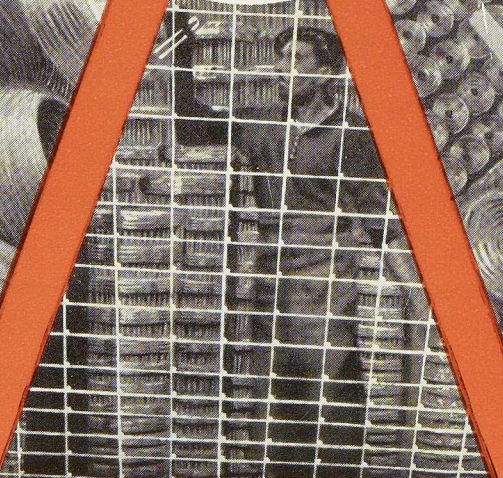
TACKS & HOBBS



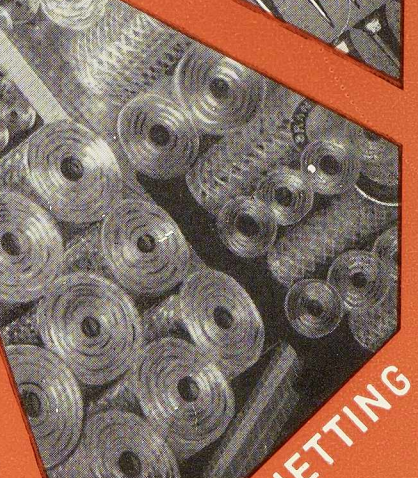
WIRES



WIRE FENCING



NETTING



L'OSSATURE MÉTALLIQUE

REVUE MENSUELLE DES APPLICATIONS DE L'ACIER

18^e ANNÉE - N° 11

NOVEMBRE 1953



Congrès International des Centres d'Information de l'Acier à Bruxelles

Le Quinzième Congrès International des Centres d'Information de l'Acier s'est tenu du 5 au 9 octobre 1953 à Bruxelles, avec la participation des pays suivants : Allemagne, Belgique-Luxembourg, France, Grande-Bretagne, Hollande, Italie et Suisse.

Ces huit pays étaient représentés par 178 congressistes accompagnés de 30 dames.

Le programme du Congrès comportait deux journées de séances d'études et trois journées d'excursions. Des excursions particulières au Château de Belœil, à Bruxelles et à Anvers avaient été prévues à l'intention des dames. Ce dernier programme a été mis sur pied avec l'aimable collaboration de M^{mes} Ponet-Galler, Anvers et A. Servais, Mons.

Le thème du Congrès 1953 était le développement de l'emploi des produits plats.

Les congressistes ont entendu successivement les exposés suivants :

Emploi de la tôle dans la construction automobile, par MM. A. Cadilhac et M. Mallet (France).

Mobilier métallique industriel et commercial, par MM. Lang et N. Lecomte (France).

Appareils électro-thermiques et électro-automatiques, par MM. Deflassieux et M. Greilsammer (France).

Appareils frigorifiques ménagers, par MM. Eysseric-François et A. Libon (France).

Appareils de chauffage domestique, par MM. Frerot et N. Lecomte (France).

Etamage électrolytique en bande continue, par M. W. de Laminne (Belgique).

Les problèmes du travail de la tôle et leurs solutions, en Allemagne, par le Dr. Ing. H. Wiegand (Allemagne).

L'exposition « Beauté de l'acier », par le Dr. P. Mahlberg (Allemagne).

Profilés à froid : études, calculs et champs d'application, par MM. Shaw et Shearer-Smith (Grande-Bretagne).

Murs écrans. Acier inoxydable et autres revêtements en tôles pour l'habillage extérieur des bâtiments, par M. P. M. Slater (Grande-Bretagne).

Fabrication des tubes de gros diamètre par soudure, par M. O. Bihet (Belgique).

Essais de voilement sur poutres à âme raidie, par M. le Prof. C. Massonnet (Belgique).

Toutes ces communications ont présenté un grand intérêt, et ont fait l'objet de discussions instructives, préparées ou non.



Fig. 1. Vue intérieure du garage d'Ieteren, chaussée de Mons à Bruxelles. Notez l'absence de tout poteau gênant la manœuvre des voitures.

Parmi les interventions préparées il y a lieu de citer celles de : M. L. C. Salter (Grande-Bretagne); MM. F. Baccini, O. Barindelli et G. Zuppiroli (Italie); M. P. Motta (Italie); Dr. H. Wiegand (Allemagne); M. P. M. Lejeune (Belgique); M. A. Ancion (Belgique); M. O. Bencetti (Italie); M. le Professeur L. Baes (Belgique); M. H. Shirley-Smith (Grande-Bretagne); Dr. C. F. Kollbrunner (Suisse).

Les 7, 8 et 9 octobre, des excursions ont été organisées à Bruxelles, Anvers, Melsbroeck, Wavre-Overijse, Namur, Dudelange et Luxembourg.

Les congressistes ont ainsi pu se rendre compte de réalisations belges et luxembourgeoises particulièrement réussies en construction métallique.

A Bruxelles, ils ont visité la Jonction Nord-Midi ⁽¹⁾, l'immeuble Groupimo, ainsi que le Garage des Anciens Etablissements d'Ieteren.

L'immeuble Groupimo (la « Maison de l'Acier »), est destiné à abriter les services généraux de l'industrie sidérurgique belge, il est l'œuvre des Architectes Van Goethem, Delatte et Steppé, en collaboration avec les

Ingénieurs-Conseils Verdeyen et Moenaert. L'entreprise générale a été confiée aux Entreprises Ed. François et Fils, et l'ossature métallique aux Ateliers de Construction de Willebroeck.

Le Garage d'Ieteren, un des plus modernes de Belgique, a été construit d'après un programme précis établi par M. Pierre d'Ieteren, Directeur de la Firme, en collaboration avec l'architecte Badoux. Le garage a été construit par les Entreprises Herpain et Fils. L'exécution de la charpente métallique et notamment de la toiture système Robert et Musette, a été confiée aux Ateliers Fern. Bouillon ⁽²⁾.

La visite d'Anvers était consacrée aux imposants bâtiments de la *General Motors Co.*, récemment inaugurés et notamment à la chaîne de montage automobile, une des plus importantes d'Europe. Ces bâtiments, aux lignes sobres et élégantes, sont l'œuvre des Architectes Cols, De Roeck et Frickel. Ils ont été construits par les Entreprises Blaton-Aubert et la Société Métallurgique d'Enghien-Saint-Eloi (Charpente métallique).

A l'aéroport de Melsbroeck les congressistes, reçus par M. Jansen, Directeur général de la Régie des Voies Aériennes, se sont vivement intéressés au hangar pour avions lourds, construit par la S. A. Herpain et Fils pour l'entreprise générale, et la S. A. Leemans et Fils pour la construction métallique ⁽³⁾. Les calculs et l'exécution du hangar ont été contrôlés par le Bureau SECO.

⁽¹⁾ Un article détaillé sur les travaux de la Jonction Nord-Midi à Bruxelles a paru dans le n° 11-1952 de *L'Ossature Métallique*

⁽²⁾ Voir *L'Ossature Métallique* n° 6-1952.

⁽³⁾ Ce hangar a été décrit dans le n° 10-1953 de *L'Ossature Métallique*. Voir également dans le même numéro l'importante étude du Professeur G. Magnel sur « Les charpentes en acier précomprimé »

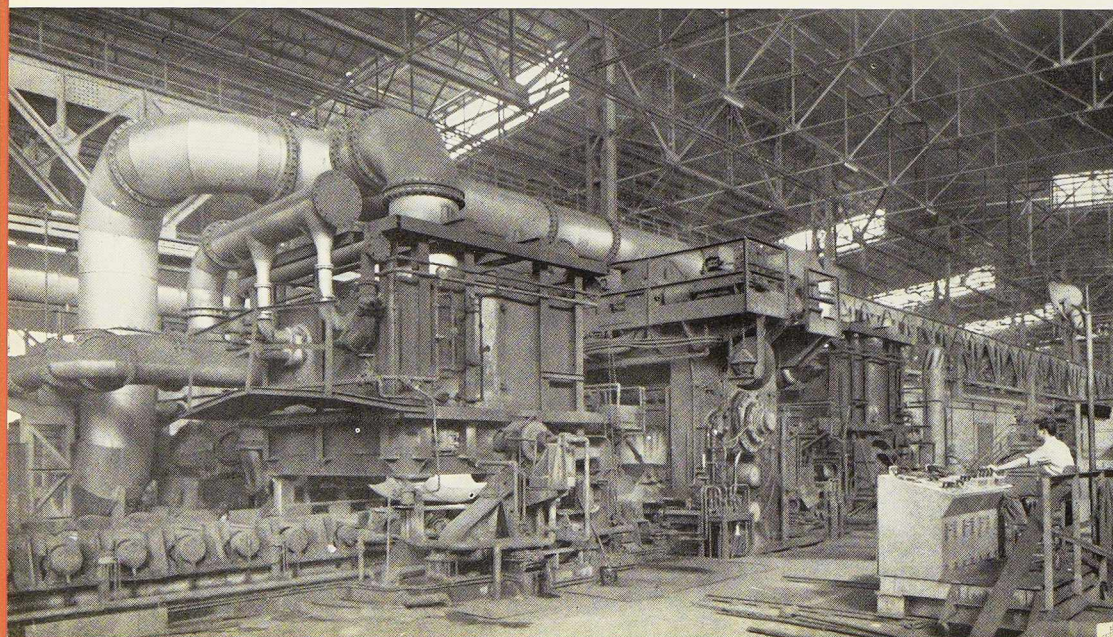


Fig. 2. Vue d'un laminoir à tôles fines des Usines A.R.B.E.D. à Dudelange (Grand-Duché de Luxembourg).

Fig. 3. Une impressionnante vue du sommet d'un pylône-antenne du centre d'émission de l'I. N. R. à Wavre-Overijse.

L'originalité de cet ouvrage réside dans la grande poutre précomprimée à deux travées, d'une longueur totale de 152 m.

Signalons également qu'un autre hangar, de dimensions analogues est actuellement en construction à Melsbroeck. Les travaux ont été adjugés aux Entreprises Ed. François et Fils. L'exécution de la charpente métallique de cet ouvrage a été confiée aux Ateliers Métallurgiques de Nivelles.

A Wavre-Overijse, les congressistes ont visité les nouveaux bâtiments très modernes de l'Institut National de Radiodiffusion (I. N. R.) ainsi que les pylônes-antennes de 245, 165 et 90 m, réalisés en construction métallique soudée, par la S. A. La Construction Soudée (4).

En passant par Namur les congressistes se sont promenés sur le nouveau pont-route sur la Meuse (5). Ce remarquable ouvrage, connu sous le nom de « Pont des Ardennes » est un pont à poutres à âme pleine d'une longueur totale de 188,60 m.

Le nouvel ouvrage dont la silhouette élancée s'harmonise parfaitement avec le paysage environnant, fait honneur à ses constructeurs, les Ateliers de Construction de Jambes-Namur, et spécialement à l'Administrateur-délégué de cette Société, feu M. H. Dumont.

L'excursion au Grand-Duché de Luxembourg comportait la visite des très modernes laminoirs à tôles

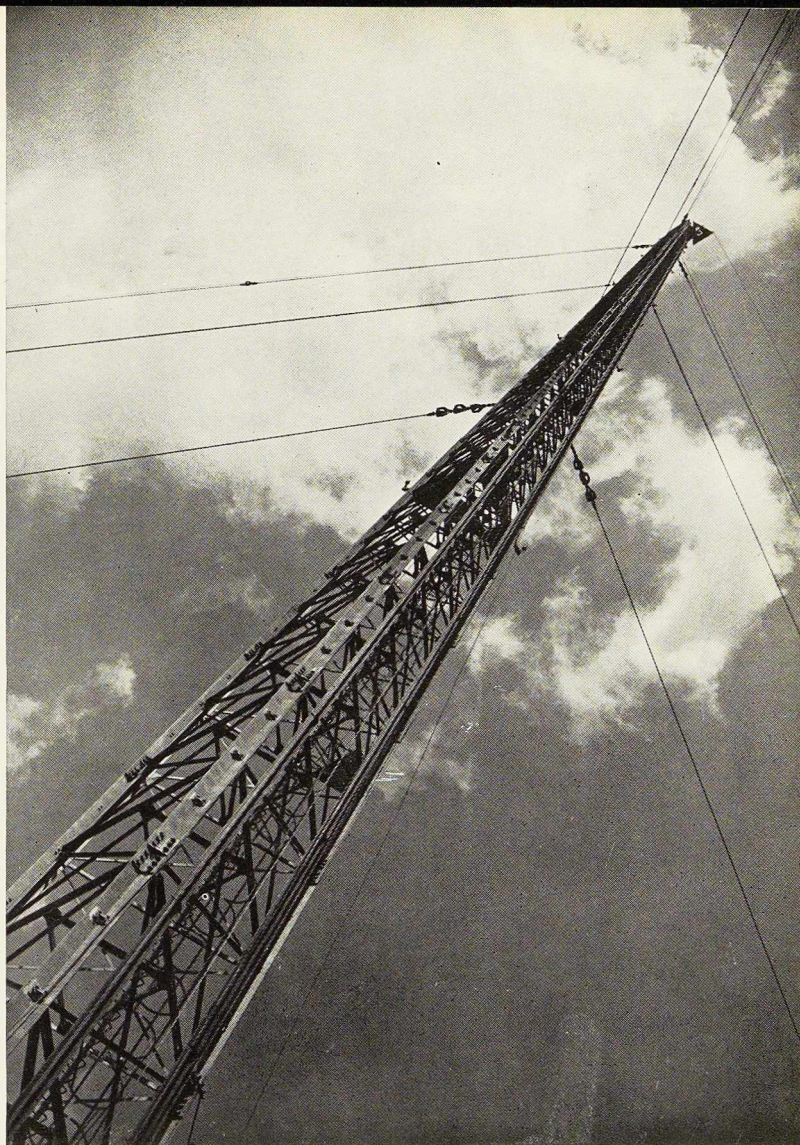


Photo Pichonnier.

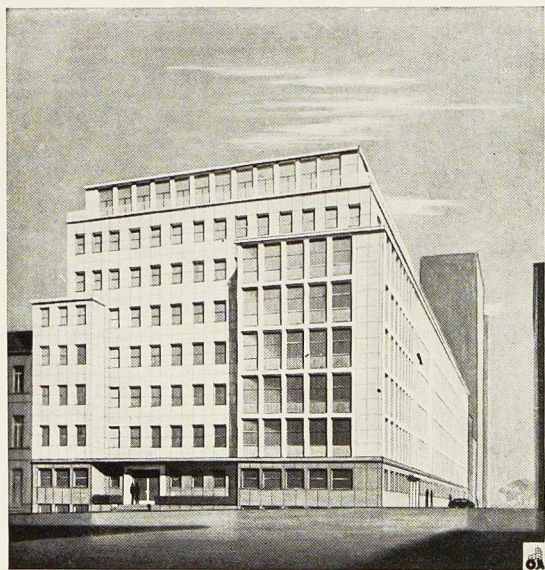


Fig. 4. La Maison de l'Acier à Bruxelles.

finies des Usines A. R. B. E. D. à Dudelange, dont les bâtiments en charpente métallique de dimensions exceptionnelles, ont été construits par la S. A. des Anciens Etablissements Paul Wurth (6).

Les quelques notes qui précèdent, montrent l'intérêt qu'a présenté le Quinzième Congrès International des Centres d'Information de l'Acier.

Nous espérons que les Congressistes garderont un bon souvenir de leur séjour en Belgique et au Grand-Duché de Luxembourg.

Dans ce numéro nous donnons le résumé d'une partie des communications présentées au Congrès. Le n° 12-1953 comportera la publication des autres rapports, avec les discussions qui les ont suivis.

(4) Une description détaillée de ces pylônes a paru dans le n° 11-1951 de *L'Ossature Métallique*.

(5) Voir *L'Ossature Métallique* n° 5-1953.

(6) Un article sur ces laminoirs a été publié dans le n° 1-1950 de *L'Ossature Métallique*.



Fig. 5 et 6. Hangar pour avions lourds construit à l'aéroport de Melsbroeck.
La poutre continue préfabriquée a une longueur totale de 152 m.



Photos
Malevez.



Photo Pichonnier.

Allocution de M. Perot, Président du C. B. L. I. A.

En ouvrant les assises du XV^e Congrès international des Centres d'Information de l'Acier, je désire tout d'abord saluer les hautes personnalités qui nous font l'honneur d'assister à nos séances.

Je remercie en particulier M. Daum, Membre de la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, de nous faire le grand honneur d'assister à nos réunions.

Je dois aussi saluer la présence des Présidents des différents Centres, et les remercier.

Leur présence est pour nous à la fois un encouragement et le témoignage de l'intérêt qu'elles portent à notre Association.

Je désire également remercier les nombreux congressistes étrangers et tout spécialement les rapporteurs.

Les exposés des points de vue des utilisateurs et des producteurs qui seront confrontés, seront d'une grande utilité pour préciser les problèmes et marquer la voie à suivre pour la recherche d'amélioration de qualité, et des moyens de mise en œuvre des aciers.

Nos associations ont pour but de promouvoir les utilisations de l'acier, qui concourt pour une part si importante dans l'équipement d'une nation moderne et dont l'emploi, sans cesse grandissant, dans tout ce qui touche les facilités journalières de la vie, est un indice des progrès d'une civilisation.

Un effort considérable a été accompli, tant en ce qui concerne la modernisation et l'amplification des installations, que dans la prospection de procédés nouveaux conduisant à une plus grande économie de production, un perfectionnement des caractéristiques et une transformation des méthodes traditionnelles de laminage.

Bien que les investigations scientifiques en sidérurgie aient de tout temps préoccupé les chefs d'entreprise, soucieux d'améliorer la position compétitive et qualitative de leurs produits, ces recherches étaient naguère exécutées sur le plan de l'entreprise, en secret dirais-je même, avec toutes les limitations qu'un tel système impliquait.

Il apparut rapidement que vis-à-vis des possibilités énormes dont disposaient les grands pays d'outre-mer, un tel système ne pouvait convenir étant donné les dimensions relativement modestes des établissements industriels du continent.

Pour remédier à cette situation, seule l'union des efforts sur les plans national et international, pouvait donner d'heureux effets.

Et c'est ainsi que se sont développés les grands organismes de recherches sidérurgiques tels que l'I.R.S.I.D. en France, le Max Plank Institut en Allemagne, l'I. S. I. en Grande-Bretagne et le C. N. R. M. en Belgique qui maintiennent entre eux des liens très étroits.

Seul, le recul du temps permettra d'apprécier à sa juste valeur l'ampleur des résultats qui sont actuellement obtenus dans de multiples circonstances et qui dès à présent s'inscrivent dans la pratique.

Me limitant aux réalisations les plus marquantes, qu'il me soit permis de citer les recherches concernant



Fig. 7. Pièce d'eau du château de Belœil, demeure des Princes de Ligne.

les moyens normaux de production du coke à partir de charbons réputés non cokéfiabiles, l'amélioration de la marche des hauts fourneaux et l'application du soufflage des convertisseurs Thomas à l'air enrichi en oxygène, suivant diverses modalités qui confèrent à l'acier Thomas des propriétés supérieures dans tous les cas, où il est soumis à des déformations à froid, grâce à l'abaissement de sa teneur en azote.

Dans un secteur plus particulier, je me bornerai à signaler les multiples problèmes abordés en vue de développer les possibilités de contrôle et la qualité des fabrications : analyses par voie spectrographique rapide, pyrométrie appliquée à tous les stades de la fabrication, réglage automatique et scientifiquement conduit, des fours de réchauffage, examen des produits extrêmement poussé par l'emploi des méthodes telles que le microscope électronique et la diffraction par rayons X permettant un examen de plus en plus poussé de la matière.

Débordant du cadre national, il faut citer l'expérience de longue haleine entreprise au bas fourneau installé à Ougrée, à laquelle participent sept Etats.

Signalons également sur le plan international, les expériences sur le rayonnement de la flamme entreprise sous l'égide de plusieurs pays.

Dans le domaine des recherches faites conjointement par les utilisateurs et les producteurs en vue d'améliorer les conditions d'emploi de l'acier, je signalerai aussi les essais actuellement conduits en Belgique par la Commission pour l'Etude de la Construction Métallique, qui conjugue les efforts du Centre de Recherches des Industries de la Fabrication Métallique (C. R. I. F.) et du Centre National de Recherches Métallurgiques (C. N. R. M.) sous le haut patronage de l'I. B. S. I. A.

Ces examens approfondis, qui portent tant sur les pro-



Photo A. Antonis.

Fig. 8. Puits de Quentin Metsijs à Anvers.

priétés physiques des aciers que sur les moyens de mise en œuvre et les profils utilisés, sont de nature à renforcer la position compétitive de notre métal vis-à-vis des autres matériaux employés en construction et ont, dès à présent, donné des résultats du plus haut intérêt.

Le rôle de nos Associations est d'informer plus complètement les utilisateurs sur les possibilités d'emploi de l'acier, de diffuser les méthodes à adopter pour réaliser les constructions suivant les techniques les meilleures et de promouvoir des contacts entre les parties intéressées.

Le présent Congrès répond à ce but.

Le développement du laminage en continu de larges bandes met à la disposition de la clientèle un produit à caractéristiques particulièrement remarquables, qui peut, en outre, être doué de qualités transcendantes par un éventuel laminage à froid subséquent, et qui se prête à une multitude d'applications dans les domaines les plus divers.

C'est pourquoi un des thèmes principaux qui seront traités au cours des conférences que vous allez entendre, a trait à l'usage de la tôle.

Je souhaite que ce XV^e Congrès International, par les communications qui vous seront faites et par les visites d'usines et de chantiers prévues au programme, soit fertile en enseignements et serve la cause de la progression de l'utilisation de l'acier.

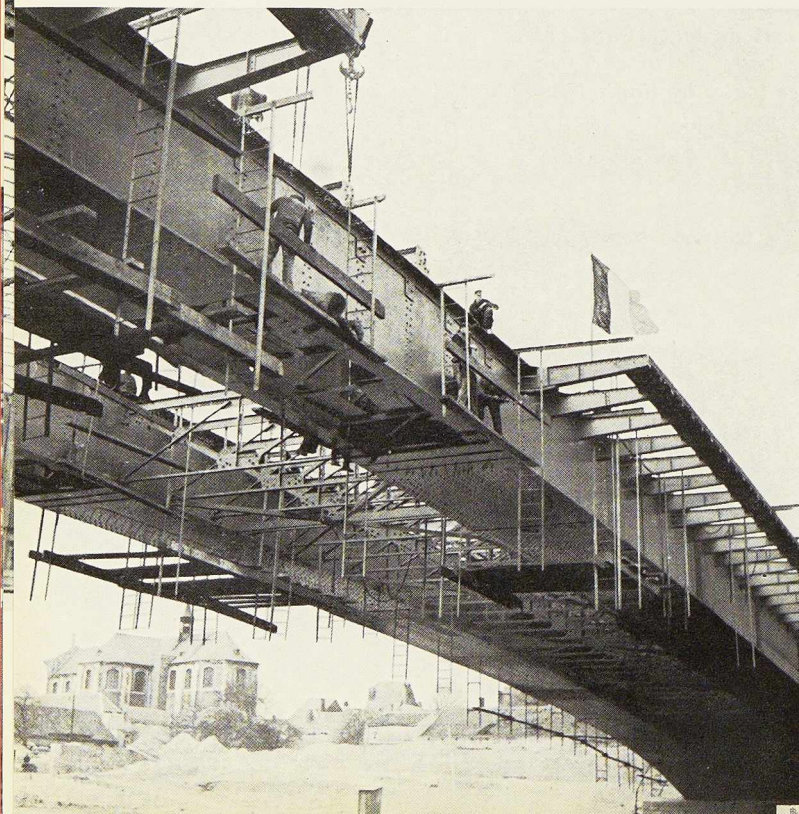


Fig. 9. Vue du nouveau pont des Ardennes sur la Meuse à Namur, prise le jour de la fermeture des maitresses-poutres.

Première séance de travail

Présidence de M. Jean Dupuis (France)

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, Avant que j'occupe la présidence que m'offre M. Perot, vous me permettez j'en suis sûr, au nom du groupe français et comme interprète des autres délégations étrangères, de le remercier de ses paroles de bienvenue et de son hospitalité.

La séance de cet après-midi est consacrée aux produits plats. Il n'est pas de sujet plus actuel.

C'est seulement il y a trente ans, en 1923, que dans les usines de l'« American Rolling Mill Co. » fut construit le premier train continu à bande, par le grand ingénieur américain John B. Tytus.

Depuis lors, quelque 40 trains continus sont en opération aux Etats-Unis, sans parler du reste du monde. Ils sont les descendants directs ou indirects de la conception primitive. Entre-temps, que de progrès ! Quelle occasion de réaliser la synthèse des techniques, car techniciens, électriciens, mécaniciens, durent s'employer à la fois pour résoudre tous les problèmes nouveaux, ardu, interdépendants, que pose la réalisation du train continu.

Allier le génie dans la conception et l'ingéniosité dans l'exécution, n'est-ce pas la définition même de l'art de l'ingénieur.

Le progrès dans la fabrication des produits plats a éclaté dans toutes les directions.

En même temps qu'on apprenait à laminier en deux passages de train continu à chaud des lingots de 18 tonnes pour en faire une tôle de 2 mm, on obtenait industriellement le feuillard jusqu'aux épaisseurs les plus minces, jusqu'à 1/100^e de mm, dans les aciers les plus sauvages, comme l'acier à très haute teneur en silicium.

Après avoir salué la mémoire du grand ingénieur que fut John Tytus, il m'est agréable, à cette occasion, de nommer un autre ingénieur, bien vivant, celui-là : Sendzimir, qui a vaincu la difficulté du cépage en rendant la régularité d'épaisseur indépendante de la largeur de la tôle, qui a mis au point la galvanisation continue et qui est — je ne dirai pas « enfin », parce qu'il n'a pas dit son dernier mot — l'auteur de cette machine étonnante dont nous pouvons attendre des résultats sensationnels : le train planétaire.

Messieurs, tous ces progrès mettent à la disposition des producteurs et des consommateurs des moyens énormes quantitatifs et qualitatifs.

Vous savez le développement que la fabrication des produits plats sur train continu a donné aux Etats-Unis à la consommation des dits produits plats.

Assurément, il reste une marge énorme entre la consommation d'acier par tête d'habitant entre les Etats-Unis et l'Europe et entre la proportion des produits plats dans l'acier total entre les Etats-Unis et

l'Europe. Cette marge, il ne dépend pas de nous de la résorber, mais nous devons tendre à la réduire, et à la réduire utilement.

C'est l'intérêt commun des producteurs et des utilisateurs, surtout au moment où nous voyons se développer des techniques concurrentes.

Les centres d'information de l'acier, devant cette tâche urgente, ont l'ambition d'apporter leur contribution en recueillant la documentation, en préparant la propagande commerciale et cela avec l'aide de tous : producteurs d'acier et utilisateurs.

C'est pourquoi le groupe français a fait appel à d'éminents représentants des producteurs et des consommateurs, qui vont devant vous exposer très librement ce qui les divise et ce qui les unit, leurs problèmes et leurs espoirs, en espérant que de ce choc amical jailliront les étincelles de l'inspiration.

I

Emploi de la tôle dans la construction automobile

M. MALLET. — Messieurs, A la demande de l'Office Technique de l'Utilisation de l'Acier, M. Cadilhac, ingénieur au Service des recherches de la Régie nationale Renault, et moi-même, producteur de tôle à froid à la Société Usinor-Laminor de Montataire, nous allons procéder à l'examen de certains résultats obtenus dans l'utilisation des produits plats, ainsi qu'à l'examen de certains des problèmes qui se posent par cet usage dans la construction automobile.

Des améliorations très substantielles de la qualité des produits ont eu lieu dans les années écoulées, de même que chez les constructeurs, des progrès dans les méthodes d'emploi ont été réalisés. Cependant, si des difficultés ont été résolues, d'autres subsistent et il s'en révèle de nouvelles, quelquefois de nature toute différente.

Le rôle des techniciens de la production et de l'utilisation est donc, dans chacun des cas particuliers qui se présentent au cours de la fabrication, de chercher la solution industrielle la plus favorable.

M. CADILHAC. — L'emploi des produits plats dans l'industrie automobile a été la cause de réductions du prix de revient de fabrications utilisant ces produits.

La raison de cette diminution de prix de revient a été la forme particulière et les qualités particulières des produits plats. Ils se prêtent, de fait, admirablement à la mise en œuvre par des procédés mécaniques. Leur

régularité d'épaisseur, leur qualité uniforme permettent de les utiliser sur des appareils à grand rendement où ils fournissent alors des produits emboutis de forme et de résistance constantes.

Cette régularité de forme permet elle-même l'adoption de méthodes modernes d'assemblage, avec diminution corrélative des dépenses de main-d'œuvre. Je vous donne un exemple frappant : pour la cabine de la camionnette 1 000 kg, qui est une camionnette courante, par la construction mixte bois-acier, il fallait 63 heures de main-d'œuvre. En utilisant des produits plats pliés ou emboutis, il ne faut plus que 20 heures d'ouvrier.

Ces rendements élevés permettent l'amortissement des matériels et des outillages extrêmement importants qui sont nécessaires pour pouvoir travailler en grande série.

Car si l'on a envisagé le côté acquis, il faut voir aussi le côté débit. Du côté débit se trouve l'amortissement d'installations de grande envergure.

Pour prendre un exemple : pour fabriquer 400 voitures par jour, d'un modèle moyen, il faut investir rien qu'en achat de presses à emboutir un capital de 8 à 10 millions de dollars, qu'il faudra naturellement amortir sur les produits fabriqués. En plus de ces ateliers de presse et de leurs installations, il faut prévoir des ateliers de fabrication des outillages : poinçons et matrices, des stocks d'outils de réserve, un appareillage de vérification, qui se montent à plusieurs millions de dollars.

En fin de compte, c'est par un abaissement du prix de revient que se solde le bilan.

M. MALLET. — Le problème du prix de revient est certainement d'une importance capitale, cependant il ne faudrait pas que, pour obtenir un prix de revient très bas, on exagère dans un certain sens. A l'heure actuelle, nous constatons la tendance des constructeurs à utiliser de la tôle de plus en plus légère, de plus en plus mince par conséquent.

N'y a-t-il pas là un danger ? Le poids est-il véritablement l'ennemi numéro 1 ?

M. CADILLAC. — Il est certain que le problème de la fabrication de carrosseries automobiles ne se présente

pas simplement sous l'aspect de la seule diminution de l'épaisseur des produits plats employés. Une étude complète de carrosserie est très complexe et tend à un certain nombre de buts plus ou moins contradictoires, et pour lesquels il faut trouver une solution de compromis.

Il est certain qu'il faut obtenir le minimum de poids et cependant conserver une solidité et une résistance, facteur de la sécurité, pour maintenir une sécurité constante. Il faut abaisser le prix de revient pour toucher toujours un plus grand nombre d'acheteurs. Il faut encore obtenir des formes élégantes, des formes profilées, qui satisfassent à la fois le goût du client et les lois de l'aérodynamique.

Il est certain que la tôle d'acier se prête admirablement à la réalisation de tous ces buts. Mais pour produire des éléments capables de résister aux efforts combinés qui se produisent lors de la marche du véhicule sur la route, il faut transformer par emboutissage les feuilles de métal en des coquilles de forme convenable.

M. MALLET. — Nous avons noté qu'avec les possibilités de fabrication et la forme donnée aux voitures, dans le progrès d'utilisation et les formes d'emboutissage, le poids pouvait être diminué, notamment dans les exemples qui nous ont été donnés, sur les voitures tourisme.

Du côté des voitures utilitaires, les mêmes résultats peuvent-ils être escomptés.

M. CADILLAC. — Il est certain que les mêmes qualités des produits plats ont eu leurs répercussions dans la fabrication des véhicules utilitaires.

Il n'y a pas tellement longtemps les véhicules utilitaires comportaient de très fortes parties en bois, mais petit à petit, étant donné que les séries ont augmenté, il est devenu possible d'amortir les outillages et de faire de plus en plus des véhicules comportant des pièces en tôle.

Cette augmentation de l'emploi de la tôle, et l'abaissement du prix de revient qui en est résulté, ont permis l'extension importante du véhicule utilitaire et l'utilisation de ce véhicule en toutes sortes de formes et d'emplois. On voit maintenant des voitures particulières, des voitures de tourisme aménagées, transformées en camionnettes légères; on voit des camions tôlés pour toutes sortes de transports, pour des matières extrêmement lourdes, les membrures étant renforcées par des treillis métalliques puissants; pour des matières légères et volumineuses : des volumes importants sont transportés par exemple sur des semi-remorques qui permettent de relier rapidement ville à ville. On voit des bennes basculantes d'entrepreneurs qui apportent des volumes de terre considérables, et cela rapidement. On voit également de grands cars reliant les grands centres aux régions de résidence et

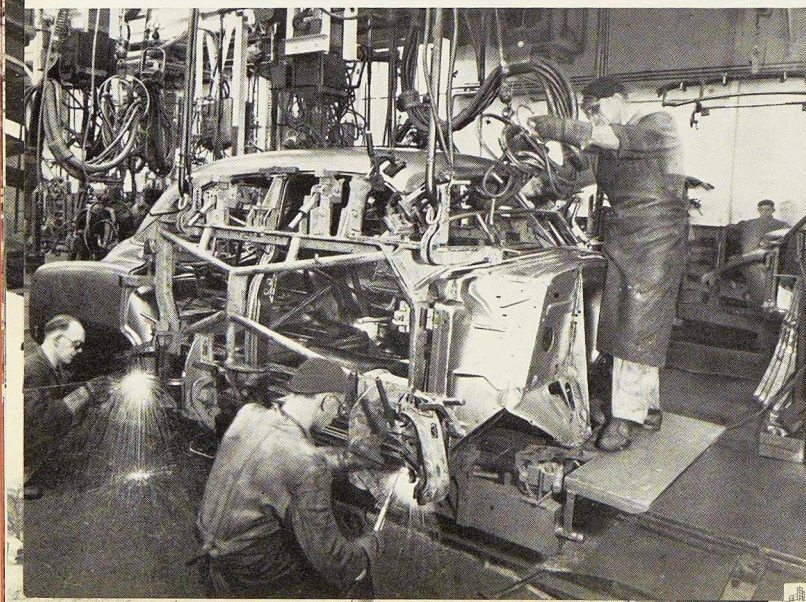


Fig. 1. Chaîne de montage aux usines de la « General Motors » à Anvers.

de séjour internationaux. On voit aussi un développement intense du car de ville à ville.

Toutes améliorations qui profitent à l'utilisateur, par la possibilité qui lui est donnée d'utiliser un moyen commode à sa portée.

M. MALLET. — Il existe cependant encore beaucoup de camions, de voitures lourdes utilitaires dont seule la cabine est faite en produits plats. Les utilisateurs se sont-ils suffisamment penchés sur cette question pour essayer de faire au maximum les carrosseries tôlées ?

M. CADILHAC. — L'emploi de la tôle pour les véhicules utilitaires est lié à l'utilisation d'outillages : lorsqu'il s'agit de pièces embouties, et d'outillage simple quand il n'y a à faire supporter par les tôles que des pliages.

Cependant, il existe un certain nombre de clients qui désirent avoir pour leur propre usage une carrosserie de camion qui soit à leur idée. Il n'est pas possible dès lors d'investir des capitaux importants dans la fabrication d'outils qui ne seraient pratiquement pas amortis, et souvent ces clients s'adressent à de petits fabricants de province pour réaliser telle ou telle carrosserie qui leur serait utile.

Il est certain qu'une normalisation améliorerait beaucoup l'utilisation de la tôle dans ce genre de fabrication.

On peut dire également que pour une catégorie de véhicules, on ne voit pas aisément d'utilisation du produit plat au-delà de celle qui est faite à l'heure actuelle. Je veux parler du cas des véhicules de très grand luxe. Il y a des carrossiers dont c'est le métier de faire la mise en place d'une carrosserie à la demande du client. C'est une carrosserie personnelle, vraiment « customer made ». Elle est constituée par une membrure de bois faite à la main ou avec des procédés simples, sur laquelle on pose des pièces de tôle formées souvent à la main et assemblées sur la membrure de bois.

M. MALLET. — L'augmentation des débouchés, l'augmentation de la consommation automobile a amené la nécessité d'installations nouvelles dans la métallurgie pour que l'on puisse répondre à ces besoins, tant au point de vue de la quantité qu'au point de vue de la qualité.

Il y a quelques années encore, les besoins de tôles pour emboutissages difficiles étaient couverts très souvent en Europe par des tôles d'importation. Mais depuis quelque temps, il a été construit en Europe des installations modernes très puissantes, qui comprenaient d'abord des installations de « slabbing », des installations de laminage à chaud en train continu et enfin des installations de laminage à froid.

Le but de ces installations nouvelles est évidemment de rechercher des qualités toujours meilleures.

La production commence au métal. Il faut donc un métal de qualité, et notamment des aciers calmés pour les pièces les plus difficiles, mais malheureusement ils sont actuellement assez chers. Les essais, tout au long de la fabrication, sont faits avec une rapidité aussi grande que possible, de façon à pouvoir suivre dans chaque phase la qualité que l'on veut obtenir et s'y tenir le plus possible. Le contrôle technique doit être poussé au maximum et l'on ne peut se contenter de méthodes empiriques.

Un certain nombre de points sont à suivre très particulièrement : les grosseurs de grains notamment. Un petit grain, vous le savez, donne une ténacité assez grande, mais malheureusement n'est pas utile. Le gros grain, au contraire, est utile, n'a pas de ténacité et donnera des défauts de peau d'orange et de surface. Un grain moyen mais varié peut allier les deux défauts.

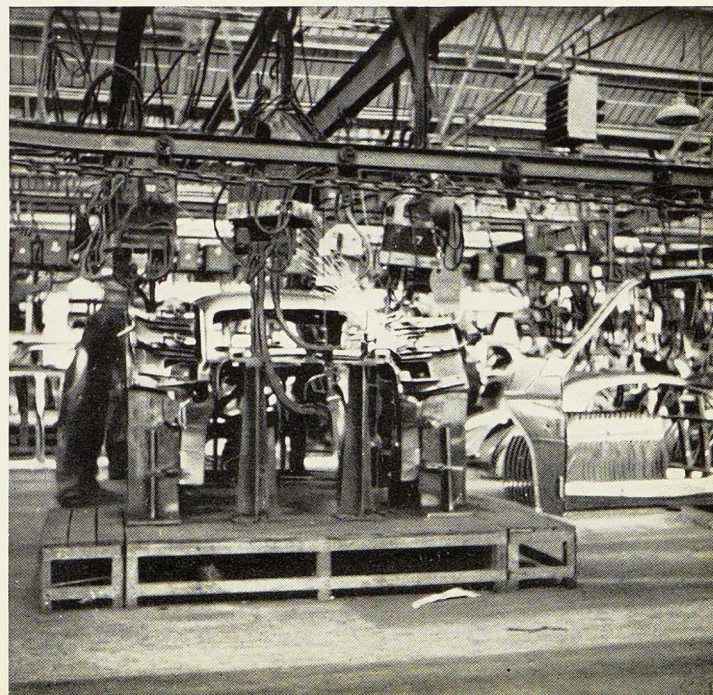
Les conditions d'utilisation ont des exigences chez les utilisateurs, qui augmentent avec la qualité.

Les constructeurs cherchent évidemment à réduire, dans toute la mesure du possible, le nombre de phases de presse, cherchent à utiliser, comme nous l'avons vu, de la tôle de plus en plus faible, cherchent à augmenter la vitesse des presses, à diminuer quand ils existaient le nombre des recuits intermédiaires. L'utilisateur cherche à tirer un maximum d'avantages des produits améliorés qui lui ont été donnés, et dans l'ensemble il subsiste toujours des difficultés. C'est, en fait, une sorte de course de la qualité entre les producteurs et l'utilisation de cette qualité par les utilisateurs.

M. CADILHAC. — Les utilisateurs se sont préoccupés de mettre en œuvre le mieux possible les produits plats qui leur sont fournis. Ils ont créé pour cela des méthodes et des moyens.

Les méthodes ont consisté tout d'abord dans l'étude systématique approfondie de l'emboutissage en lui-même et, à partir des données théoriques puis des données pratiques, la construction d'outils qui les appliquent dans la fabrication effective des pièces par emboutissage.

Fig. 2. Montage à la chaîne des voitures à la « Morris Motors Ltd. » à Cowley (Grande-Bretagne). Vue des soudeuses par point.



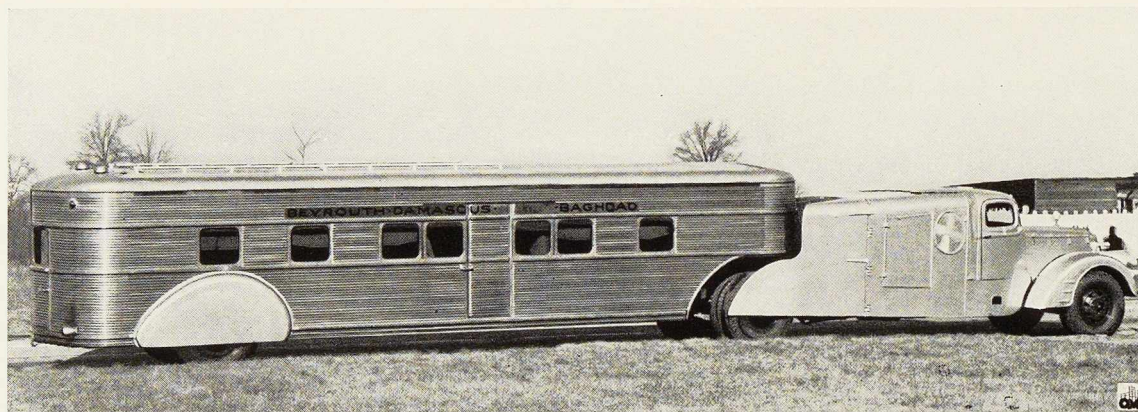


Fig. 3. Vue d'une voiture automobile en acier inoxydable de la ligne Beyrouth-Damas-Bagdad.

Photo Budd Mfg. Co.

Avant d'emboutir, il faut découper des flans. Le découpage des flans lui-même a été perfectionné et on s'est efforcé, tout d'abord par le dessin de la pièce puis par le groupage des flans sur la tôle, d'éviter le plus possible les rebuts par chutes inutilisables.

Une autre méthode d'utilisation importante, qui n'est pas encore appliquée en Europe, bien qu'elle le soit aux États-Unis, est l'emploi du *skin-pass* immédiatement avant l'emboutissage.

Vous savez que le *skin-pass* déclenche dans le métal un état d'instabilité qui provoque un vieillissement dès qu'il y a une élévation quelconque de température au-dessus de 0° C. A 20°, le vieillissement est rapide; à 30°, il a lieu en quelques heures. Aussi, les États-Unis, qui sont favorisés par les très grosses cadences, sont arrivés à faire du découpage de flans immédiatement après la *skin-pass*, et l'emboutissage des pièces dans les 12 heures qui suivent. On évite de cette façon complètement les effets du vieillissement. Avec d'autant plus de facilité, me direz-vous, que les aciers américains ont moins tendance au vieillissement. On voudrait le faire en Europe, mais ceci pose des problèmes d'installation, de place, qui ne sont pas toujours faciles à résoudre.

Une autre amélioration importante réside dans l'assemblage. Je vous ai indiqué que les tôles embouties donnent des coques de dimensions précises; l'assemblage qui est important occupe un temps assez grand. Pour 8 heures de travaux de presse d'emboutissage, il faut compter 22 heures de travaux d'assemblage. Vous savez les nombreuses pièces qu'il faut assembler.

Aussi, la mise en chaîne normale du soudage de ces caissons a accéléré beaucoup l'assemblage et des installations importantes ont été réalisées.

On parle également de plus en plus de l'assemblage par brasage, qui remplace un certain nombre de produits moulés, — je ne vous le cite que pour mémoire, — et la fabrication des tubes par roulage et soudage à grande vitesse, dont d'ailleurs un conférencier parlera, pour le cas des très gros tubes.

Les moyens de découpage et d'emboutissage, je vous l'ai indiqué, sont des moyens très puissants.

On n'en est pas encore en Europe à la mécanisation

complète des presses d'emboutissage mais on est sur le chemin d'y venir.

C'est ce que l'on peut dire sur les nouvelles méthodes.

M. MALLET. — Nous passerons maintenant à la question de la liaison entre producteurs et utilisateurs.

Les avantages qui ont été indiqués au cours de la conférence ne peuvent s'améliorer au maximum que si une liaison complète existe entre producteurs et utilisateurs.

Comment est réglée cette liaison à l'heure actuelle? En principe par les cahiers des charges. Ceux-ci donnent des valeurs-types, un classement des tôles, mais qui est à peu près illusoire.

L'analyse d'un acier ne peut être, en fait, qu'un repère. Ce qui intéresse au maximum, c'est la façon dont les ségrégations, par exemple, sont réparties: vous pouvez avoir des points locaux, une accumulation de sémantite, un point de grain à des joints, qui nous amènera la casse, des discontinuités internes, des genres de failles qui, allongées au laminoir, se retrouvent sur la tôle en lignes brillantes. L'aspect de la tôle à part cette ligne, est très net, très bon, mais à l'emboutissage se produit l'accident.

Vous pouvez avoir également des questions d'orientation, par la structure cristalline. Vous avez également les questions de vieillissement.

Ces rapports réglés par des cahiers des charges donnent, à son avis, une base en cas de discussion.

Comment faire, par conséquent, pour arriver à donner de plus en plus satisfaction à la clientèle?

Nous pensons personnellement qu'il faut suivre, chez le client qui a commandé, l'utilisation. Cette utilisation, au bout d'un certain temps, grâce à tous les repères que vous avez pris: analyses d'acier, examens micrographiques, valeur des allongements, des limites élastiques, etc., vous amène à constater que telles et telles livraisons ont donné de bons résultats, que d'autres ont été douteuses, d'autres finalement mauvaises.

En comparant, en faisant des statistiques des caractéristiques qui ont donné satisfaction, par le fichier

de la pièce — je précise bien qu'il ne s'agit pas de choses générales; on fera par exemple le travail pour la Frégate ou la Peugeot — on déduira les éléments ou les caractéristiques nocives, les caractéristiques inadmissibles.

Voilà, je pense, comment on devrait arriver à régler cette liaison entre producteurs et utilisateurs.

M. CADILHAC. — Je suis d'accord avec M. Mallet pour penser que les cahiers des charges, les spécifications concernant les produits plats ne sont que des moyens médiocres et des pis-aller.

Les méthodes sont différentes dans d'autres pays que le nôtre. Aux Etats-Unis, la coutume est de fournir aux fabricants de tôle le dessin de la pièce; les fabricants fournissent alors le métal pour la pièce déterminée, connaissant les procédés d'emboutissage et les difficultés de la pièce en question. Ceci est possible parce que le fournisseur de métal s'est intéressé à l'utilisation de son métal. Il n'a pas toujours considéré que celui qui emboutit ne connaît pas son métier, mais inversement, il s'est créé une confiance entre l'utilisateur et le producteur, le producteur désirant donner des pièces bonnes à l'emboutissage.

Une telle pratique pourra s'établir chez nous à l'avenir, par une confiance complète, par une liaison étroite entre les producteurs et les utilisateurs, de sorte que les incidents de fabrication ne seront plus examinés qu'avec bonne foi et calme par les deux parties, lorsqu'il y aura une contestation.

C'est un but que nous voudrions voir atteindre.

M. MALLET. — Nous pensons que le fichier de chaque pièce et la liaison avec le constructeur est le premier pas vers cette solution. D'ailleurs, en fait, le fournisseur ne peut pas se désintéresser de la qualité qu'il a livrée, puisque nous savons tous que si le métal ne convient pas, l'utilisateur le reproche, sans aucun doute!

Ce qu'il faut aussi, c'est que cette liaison permette d'étudier entre producteurs et utilisateurs les pièces avant toute création nouvelle, de façon qu'on n'en arrive pas à des pièces trop difficiles.

Il existe des pièces dont certaines parties sont très fortement embouties et d'autres à peine. Il faut donc trouver l'équilibre entre la limite élastique, la vermiculure et la résistance de la pièce à l'emboutissage. Si vous voulez éviter la vermiculure dans une pièce peu emboutie, vous êtes obligés de durcir un peu le métal par le *skin-pass*, mais à ce moment, peut-être l'emboutissage va-t-il lâcher...

Les plus dures exigences au sujet des tôles sont évidemment des exigences d'aspect. La tôle est un produit mince. On veut encore l'amincir davantage; elle ne peut donc absolument rien cacher. Par conséquent, il faut que depuis la fabrication de l'acier jusqu'à l'exécution, on surveille d'une façon absolue toutes les étapes.

Fig. 4. Voiture « 4 CV Renault » dont près d'un million de véhicules circulent actuellement sur les routes européennes.

En conclusion, beaucoup a été fait. Il reste encore plus à faire. M. Cadilhac et moi, nous sommes bien convaincus de l'indispensabilité de la liaison complète et constante entre lamineurs et carrossiers.

*
**

M. DAUBERSY (Belgique, Société Espérance-Longdoz). — L'amélioration de la qualité de l'acier Thomas qui va servir à la fabrication de la tôle à froid a fait l'objet des préoccupations des métallurgistes belges depuis quelques années.

Nous avons aujourd'hui réussi à élaborer industriellement un acier Thomas pauvre en soufre et en phosphore, et dont la teneur en azote est bien plus faible que celle de l'acier Martin. Ces aciers effervescents se comparent avantageusement au Martin au point de vue des qualités et de leur conservation.

Je suis heureux de pouvoir signaler aux consommateurs qui s'intéressent aux tôles de qualité qu'ils peuvent dès à présent s'approvisionner auprès de certaines usines, tandis que d'autres, dans le bassin de Liège et dans le Luxembourg sont en train d'installer des appareillages nécessaires. Aujourd'hui déjà deux usines peuvent prendre des commandes: il s'agit de John Cockerill et de l'Espérance-Longdoz, à Liège.

Ces aciers sont fabriqués avec des mélanges d'oxygène et de vapeur d'eau. En ce qui concerne spécialement l'Espérance-Longdoz, la fabrication est en marche industrielle depuis la fin de l'année dernière et j'ai la satisfaction de déclarer que des milliers de tonnes d'acier de qualité oxygène/vapeur ont déjà été livrées en Amérique aux grandes usines de construction automobile pour l'emboutissage de carrosseries, à l'entière satisfaction du client.

Je souligne que les utilisateurs américains, qui sont très avertis en ce qui concerne la qualité de l'emboutissage, ont montré dès l'origine un très gros intérêt pour cette qualité d'acier.

Enfin, il y a sans doute là une solution agréable du problème du vieillissement. Je ne puis encore m'avancer parce que les essais de vieillissement ns sont pas terminés, mais il est probable que ces aciers, au lieu de donner 12 heures de répit, laisseront une



semaine, sans le moindre changement de la qualité en résistance, en limite élastique.

M. MALLET. — En fait de vieillissement, il faudrait considérer que 12 heures et même une semaine est un minimum. En fait, on devrait arriver à l'utilisation des tôles dans un délai d'un mois et demi à deux mois. Cela devrait être possible, sauf dans les périodes très chaudes de l'été peut-être.

Influence de l'évolution dans la fabrication des produits plats sur l'industrie mécanique moderne

M. P. MOTTA, *ingénieur aux Usines Fiat (Italie)*. — Les produits plats peuvent se diviser en deux grands groupes : Produits laminés à chaud et Produits laminés à froid.

Il existe trois types principaux de trains de laminage : Les laminoirs dégrossisseurs (Blooming et Slabbing), les ébaucheurs et les finisseurs. Deux types de laminoirs font exception à cette classification et ce sont les laminoirs Steckel et Sendzimir qui tout en étant à cages isolées donnent le même produit des laminoirs continus.

Spécialement dans ces dernières années ces deux types de laminoirs avec des modifications opportunes et des perfectionnements se présentent comme une nouvelle lumière dans la grande industrie du laminé plat. Le laminoir du type Steckel, pour l'élimination de l'oxyde formé pendant le laminage et aussi pour la difficulté de la tenue des fours contenant les bobineuses a été jusqu'aux dernières années considéré comme contre-indiqué pour la production du laminé plat, qui, après le laminage à froid et d'autres traitements successifs, pouvait être employé dans l'emboutissage des carrosseries pour voitures.

Les améliorations récentes apportées aux laminoirs Steckel ont donné des produits, qui sans être de pre-

mière qualité, sont considérés aptes à n'importe quel genre de laminage ultérieur.

Pour cette raison le laminoir Sendzimir est en train de s'affirmer de façon remarquable. On atteint actuellement en Belgique des bandes d'une largeur de 1 200 mm.

Tout en restant le laminoir idéal pour le laminage à froid des bandes d'aciers spéciaux et inoxydables, le laminoir Sendzimir a des possibilités sans doute pour le laminage à froid de n'importe quelle largeur avec de l'acier doux pour carrosserie.

La grande nouveauté est, le laminoir Sendzimir chaud, construit en Angleterre semble donner des résultats vraiment remarquables.

Le remarquable développement du produit plat a donné naissance à des industries florissantes telles que l'industrie des appareils électro-ménagers, l'industrie des conserves, le revêtement en tôles pour bureaux, habitations, etc.

Dans le domaine de l'automobile on a assisté à une vraie révolution dans la production des carrosseries.

Si nous nous rappelons la fabrication, la forme de l'automobile de seulement il y a quelques dizaines d'années, et si nous faisons la comparaison avec l'automobile d'aujourd'hui, tout commentaire est inutile.

Aujourd'hui on emboutit d'un seul coup des tôles d'environ 2 200 mm, de largeur et d'environ 4 000 mm de longueur; nous pouvons voir immédiatement le progrès accompli.



Fig. 5. Scooter Vespa.

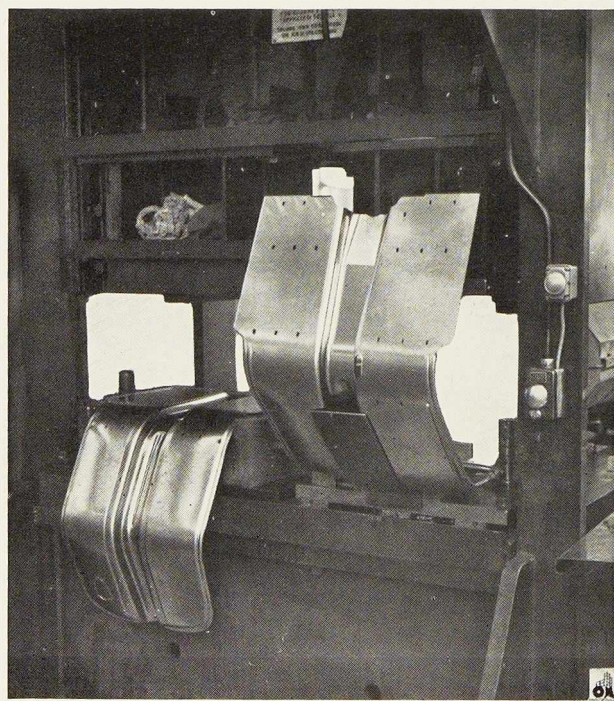


Fig. 6. Emboutissage en deux passes du tablier d'un scooter Lambretta.

La carrosserie qui était formée d'un très grand nombre d'éléments se réduit aujourd'hui à trois ou quatre éléments principaux et à quelques éléments secondaires.

Les presses modernes sont à double ou triple effets et en en mettant quelques-unes « en cascade » la pièce arrive à la fin de la ligne achevée.

L'introduction des vernis synthétiques modernes a soulevé de nouveaux problèmes, qui ont aussi dû être résolus.

Le laminé plat a non seulement réalisé et résolu tous les problèmes soulevés mais il a aussi permis aux chemins de fer des conceptions nouvelles dans la fabrication des wagons, des wagons-citernes, etc. Presque toutes les industries mécaniques modernes ont été influencées par le développement du produit plat.

M. LE PRÉSIDENT. — Je suis d'accord avec les conclusions optimistes de ces Messieurs, cependant on ne peut dire que le métal remplacera très prochainement complètement le bois. Vous savez que le bois recourt à des techniques nouvelles pour se défendre vigoureusement contre la concurrence du métal.

Je voudrais insister sur un aspect, qui est peut-être secondaire, mais qui est psychologique, concernant l'avantage du mobilier métallique. Je vous en montrerai un exemple. On peut réaliser avec le meuble métallique un gain de volume ou, à volume égal, un gain d'encombrement. La facilité de manutention est également accrue. Autre chose est de manœuvrer un tiroir métallique que l'on tire avec un petit doigt ou de se mettre à genoux pour lutter contre un tiroir en bois récalcitrant. De même, les meubles métalliques se prêtent particulièrement bien au classement des dossiers et des fiches. Il est évident qu'on peut difficilement demander à un personnel, serré dans des locaux où il y a trop peu de place, peu de dégagement, des dossiers qui s'empilent partout, de tenir un bureau en ordre. Un tel bureau devient ou reste le domaine du désordre et de la poussière.

II

Mobilier métallique industriel et commercial

M. LANG. — L'industrie du mobilier métallique comprend aujourd'hui :

- Les meubles à usage commercial et industriel;
- Les coffres-forts;
- Les lits et sommiers métalliques;
- Les meubles ménagers.

Au XIII^e Congrès des Offices d'Information et de Documentation de l'Acier à la Haye, M. Peissi, Directeur de l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier (O. T. U. A.), a résumé l'action de propagande soutenue par cet organisme depuis 1930 en faveur du mobilier métallique industriel et commercial. Dans sa conclusion, il a fait sur l'évolution du mobilier métallique industriel et commercial en France un historique que nous voudrions rappeler succinctement.

Le meuble métallique apparaît en France aux environs

de 1906 où l'on note les premières importations des Etats-Unis et plus tard de la Grande-Bretagne du classeur en acier. Ce n'est qu'après la première guerre mondiale, vraisemblablement vers 1920, que l'on commence à fabriquer de tels classeurs.

Les tâtonnements et les erreurs des premières années n'ont guère favorisé le développement du meuble métallique, qui n'est en somme, au début, qu'une reproduction du meuble en bois.

De 1922 à 1929, l'industrie française du mobilier métallique s'affirme et se développe. Au cours de cette période, la fabrication des meubles métalliques absorbe environ 3 000 tonnes d'acier annuellement.

De 1930 à 1934, la crise économique, à peu près générale, touche également cette jeune industrie. La consommation stagne aux environs de 3 000 tonnes.

En 1935, la situation s'améliore, la consommation passe de 3 200 tonnes, 4 000 tonnes en 1936, 4 300 tonnes en 1937, 10 500 tonnes en 1938.

La guerre, les années d'occupation, la pénurie d'acier, les interdictions d'emploi de l'acier, brisent ce développement. La consommation d'acier revient à 3 150 tonnes en 1942 et tombe à 1 700 tonnes en 1943, et 900 tonnes en 1944. Dès 1945, l'accroissement de la production française d'acier permet à l'industrie du mobilier métallique de reprendre son essor. La consommation d'acier se relève à 2 640 tonnes en 1945, atteint 9 500 tonnes en 1946, 9 840 tonnes en 1947, 15 230 tonnes en 1948, 18 290 tonnes en 1949, 27 210 tonnes en 1950, 30 400 tonnes en 1951.

En 1952, cette consommation est de 30 000 tonnes, dont 27 000 tonnes de tôles. L'industrie du mobilier métallique (meubles de bureau et rayonnages seulement) occupe plus de 2 500 ouvriers et collaborateurs et réalise un chiffre d'affaires voisin de 5 milliards de francs français.

Le marché du mobilier métallique ne s'est vraiment développé qu'à partir du moment où les constructeurs ont réalisé leurs fabrications selon des conceptions modernes en mettant en œuvre les possibilités qu'offre l'acier utilisé sous la forme de tôle, de feuillard ou de tube.

La tôle et le feuillard se prêtent parfaitement au cisailage, au découpage, au pliage, à l'emboutissage, à la soudure. Le tube est également facile à usiner. Grâce à la peinture, l'émaillage, le chromage et les divers revêtements, on peut leur donner des aspects très divers et fort satisfaisants. C'est ainsi que les fabricants arrivent à présenter toute une gamme d'articles répondant à toutes les exigences et s'adaptant parfaitement bien aux décors modernes.

M. LECOMTE. — M. Lang a évoqué, il y a un instant, les tâtonnements et les erreurs qui ont marqué les débuts de ses fabrications. Comme représentant des producteurs, je lui sais gré de n'avoir pas dit quelles difficultés les imperfections de la tôle ont dû créer dans le passé à ses confrères.

La fabrication du meuble métallique a débuté en France vers 1920. A cette époque la tôle laminée à froid n'existait pas et la simple tôle décapée était rare. Il a donc fallu d'abord utiliser la tôle d'acier non décapée,

laminée en paquets. Cette tôle, recuite dans les fours à réchauffer des laminoirs, présentait un oxyde épais, qui s'écaillait au pliage, et ne permettait pas une bonne adhérence des peintures. Son épaisseur variait entre milieu et bords de 10 et même de 15 %. Elle était aussi peu plane. L'emploi pour le recuit, de fours plus perfectionnés, a permis ensuite d'obtenir des tôles présentant peu d'oxyde.

Vers 1930, s'est développée la fabrication de la tôle décapée, laminée à chaud, dont la surface était cependant loin d'être satisfaisante, car les imperfections des largets et l'oxydation pendant le réchauffage, étaient la cause de défauts des produits finis.

L'apparition des trains mécanisés, à partir de 1946, a apporté un progrès sensible. Ces trains sont pourvus de fours de réchauffage continus à chaînes ou à longérons mobiles, qui portent largets ou paquets à une température sensiblement la même dans toute leur masse. Les variations d'épaisseur, aux différents points d'une même feuille, ont, de ce fait, beaucoup moins importantes.

Les dépenses d'exploitation des laminoirs à froid étaient jusqu'à présent surélevées, et l'on devait spécialiser ces installations dans la fabrication des tôles polies pour embouillage nécessaire pour les carrosseries d'automobiles et pour les appareils ménagers. Il s'agissait là de nuances trop coûteuses pour l'industrie du meuble métallique.

Ce sont les trains continus qui, en mettant sur le marché des tonnages importants de produits laminés à froid, apportent maintenant au mobilier métallique la solution complète de ses problèmes.

M. LANG. — Les meubles sont très variés. On peut les classer en deux catégories :

— Les meubles fabriqués en série, à savoir :

Les meubles ordinaires destinés au personnel employé et ouvrier;

Les meubles luxe destinés aux chefs d'entreprise, directeurs ou chefs de service;

— Les meubles spéciaux.

Qu'il s'agisse d'une table de travail ou d'un meuble de classement, chaque type a une fonction bien déterminée. Chaque détail de construction répond à des nécessités pratiques.

Les meubles métalliques présentent de nombreux avantages : ils sont rigides, précis, robustes et d'un entretien facile; ils permettent de ranger le plus possible dans le moindre espace, de prendre, consulter et remettre en place rapidement un nombre croissant de documents, de protéger ces documents contre les indiscretions, le feu, les rongeurs.

L'équilibre des lignes d'intersection, les angles arrondis, les accessoires, les peintures aux tonalités claires et reposantes donnent au meuble métallique une sobre élégance.

Les rayonnages

Comme pour le mobilier, on peut classer les rayonnages en deux catégories :

— Les rayonnages de série, comprenant :

Les rayonnages ordinaires pour magasins divers;

Les rayonnages pour bibliothèques et archives,

— Les rayons spéciaux pour répondre aux nécessités particulières exigées par la disposition des locaux, la forme des objets, leur poids, etc.

L'utilisation de la tôle dans la fabrication des rayonnages permet de réaliser des installations nettes, robustes et claires.

Lorsqu'on se propose de réaliser des installations importantes de rayonnages (bibliothèques, archives, magasins), on vient souvent à prévoir plusieurs étages superposés de casiers, de préférence à un épanouissement sur une même surface ou à des hauteurs d'étage trop grandes.

Dans les bâtiments nouveaux et parfois dans les bâtiments existants, les planchers intermédiaires peuvent être soutenus par les casiers eux-mêmes. Dans ce genre d'installations, les étages sont réduits à de simples galeries, n'ayant à supporter en plus de leur poids propre, que les surcharges dues à la circulation. De ce fait, l'épaisseur des planchers est extrêmement réduite et leur prix d'établissement relativement faible.



Fig. 7. Rayonnages métalliques garnis de livres à la bibliothèque centrale de l'Université Catholique de Louvain.

Dans le cas des planchers supportant toute la charge des casiers de chaque étage, on est conduit à des hauteurs très importantes de poutres ou de nervures, d'où perte de place, mauvais éclairage et prix très élevé.

A charge égale, il faut beaucoup moins de matière pour renforcer des poteaux travaillant à la compression que des poutres à la flexion.

Le plancher intermédiaire soutenu, présente donc, avec l'avantage d'une capacité utile maximum, celui de pouvoir proportionner les hauteurs d'étages, avec l'utilisation optimum des casiers, soit 2,100 m à 2,400 m suivant la hauteur totale intérieure du bâtiment disponible pour l'ensemble de l'installation.

Ces hauteurs réduites facilitent, sans le secours d'échelles, l'accès aux tablettes supérieures.

Les planchers métalliques comportent une ossature en fers profilés formant traverses. Celles-ci servent à la fois d'entretoises pour les poteaux et de support à la couverture des planchers.

Les cloisons

Les cloisons métalliques sont constituées par des éléments amovibles pouvant être implantés et assemblés au gré de l'utilisateur.

Ces éléments sont formés par des panneaux dont l'ossature, montants et traverses, est constituée par des profilés spéciaux, formés à froid à partir du feuillard. Le remplissage de l'ossature est réalisé par des panneaux de tôle correctement insonorisés.

Les éléments comprennent des panneaux standard et des panneaux d'about réglables suivant les besoins. Il existe des panneaux pleins, des panneaux vitrés et des panneaux porte.

Leur liaison avec le bâtiment est facile.

Les avantages de ces cloisons sont nombreux; d'une présentation parfaite, d'excellente étanchéité au bruit, d'un entretien économique, elles permettent de modifier et à peu de frais, l'implantation des locaux.

L'industrie des cloisons métalliques présente de grosses possibilités de développement.

La fabrication des meubles, rayons et cloisons métalliques comprend en général quatre phases, à savoir :

— La fabrication des pièces élémentaires ou demi-produits;

— L'assemblage de ces demi-produits en sous-groupes;

— La peinture;

— Le montage.

Les demi-produits sont exécutés aux ateliers des cisailles-presses. Les gammes élémentaires de travail sont presque toujours dans l'ordre : le planage, s'il y a lieu, le cisailage, l'encocheage, le poinçonnage, le pliage, très peu d'emboutissage.

C'est d'ailleurs la raison pour laquelle on emploie presque uniquement la tôle Thomas.

Auparavant, pour souligner l'importance de la tôle dans la fabrication des meubles, des rayons et des cloisons, nous voudrions rappeler deux points essentiels :

— Le tonnage fabriqué correspond pratiquement au tonnage des tôles utilisées;

— La valeur de la tôle représente environ 40 % du prix de revient, celle de la protection 20 %; si la qualité de la tôle laisse à désirer, la valeur de la protection peut atteindre 25 % du prix de revient, soit au total avec la tôle 65 %.

Si nous reconsidérons le cycle des opérations de la transformation de la tôle, nous voyons quelles sont les principales exigences techniques.

La tôle doit posséder les qualités suivantes :

— Avoir une épaisseur régulière;

— Avoir une planéité parfaite;

— Avoir un très bel aspect de surface.

M. LECOMTE. — Dans les produits laminés à froid sur les trains continus, l'écart entre les différents points d'une même feuille n'excède pas quelques centièmes de millimètres et l'on peut tenir, entre les différentes feuilles d'un même lot, de 5 à 10 tonnes, la tolérance de plus ou moins 4 à 5 % jugée désirable. Par contre, d'un lot à l'autre, c'est-à-dire entre des feuilles provenant de bobines différentes un changement dans l'épaisseur initiale de la bobine, ou dans le réglage du laminoir peut provoquer une fourchette plus large. C'est là la raison des tolérances de l'ordre de ± 10 % admises aux Etats-Unis comme chez nous.

Cette situation me paraît devoir satisfaire jusqu'à un certain point les utilisateurs, car la régularité de l'épaisseur dans chaque lot doit permettre de modifier de façon appropriée le réglage des presses.

La fourniture de tôles à tolérances plus serrées est possible. Il suffit pour nous de régler différemment le dispositif d'éjection des hors-poids, qui existe sur nos lignes continues de cisailage.

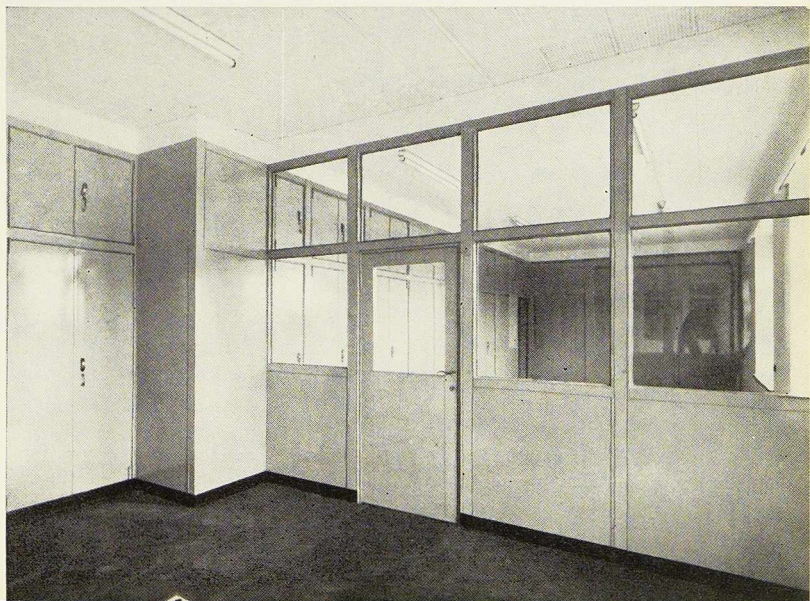
L'acceptation de tolérances réduites implique naturellement un surprix.

Planéité

M. LANG. — Nous touchons là la plus importante exigence.

Fig. 8. Cloisons métalliques amovibles au bâtiment de tissage de la S. A. Union Cotonnaire à Gand.

Photo Bauters.



La fabrication du mobilier, avec de nombreuses surfaces planes apparentes devant être rigides tant du point de vue présentation que du point de vue fonctionnement du meuble, demande une planéité aussi parfaite que possible.

Pour éliminer les cloquages qui résultent d'une tôle insuffisamment plane, nous avons recours à l'étirage ou planage par extension, qui majore le prix de revient de la tôle d'environ 6 à 8 %.

Mais de nombreuses tôles ne peuvent être suffisamment planées par étirage. Les tensions internes existant dans les feuilles ne peuvent être éliminées ni à la planeuse, ni à l'étireuse; il faut alors avoir recours à la méthode artisanale, apparemment archaïque mais la seule efficace : le planage à la main au marteau.

Beaucoup plus onéreux que l'étirage, il comporte par ailleurs un inconvénient encore plus sérieux : la destruction du bon état de surfaces, qui oblige au stade ultérieur de la fabrication de la peinture, à mastiquer et poncer complètement les tôles.

Les dépenses supplémentaires qui en résultent sont de l'ordre de 20 fr au kg, soit en moyenne le tiers de la valeur matière tôle, sans parler des ennuis pouvant intervenir sur le bon écoulement de la série.

Il nous faut donc des tôles parfaitement planes. Les laminaires pourront-ils les fournir, sans majoration des prix ?

M. LECOMTE. — Je reconnais, avec M. Lang, l'importance primordiale de la planéité. Il est nécessaire que son degré soit tel que le planage au marteau, archaïque, puisse être absolument prescrit.

Le planage par traction donne d'excellents résultats, mais il est coûteux, car il oblige à chuter les extrémités détériorées par les machoires.

Je pense que, pour les panneaux de petit format, le planage courant effectué sur la tôle laminée à froid devrait convenir, mais il est évident que l'on se montrera de plus en plus exigeant quant à la présentation des meubles et qu'un dressage spécial sera nécessaire pour les panneaux de grandes dimensions ou qui sont particulièrement en évidence.

Un dressage plus poussé sur nos planeuses à rouleaux s'accompagne pour les tôles de 5/10 à moins de 10/10 d'un extra de 2 160 fr par tonne, et de 1 440 fr pour les épaisseurs de 10/10 à moins de 15/10.

Aspect de la tôle

M. LANG. — Les principaux défauts d'aspect de la tôle sont :

— *La calamine* qui use et casse les outils et rend la soudure difficile, quelquefois impossible;

— *Les soufflures* pour lesquelles aucune possibilité d'élimination n'existe. Une tôle soufflée est a priori à éliminer systématiquement de nos fabrications;

— *Les gravelures et vermiculures* qui conduisent au masticage et ponçage partiel ou total des sous-groupes.

Ces défauts sont pratiquement éliminés dans les tôles de qualité. Malheureusement, pour des raisons de prix,



Fig. 9. Meubles d'un stand de foire.

il n'est pas possible d'employer uniquement des tôles de qualité.

Nous utilisons deux nuances de tôles : les tôles Thomas ordinaire et les tôles Thomas de qualité.

Les tôles de qualité comprennent les tôles mi-glacées et les tôles mi-lustrées.

Toutes ces tôles ont les mêmes caractéristiques mécaniques :

Résistance 35 à 40 kg — allongement 25 à 30 %.

Elles se prêtent passablement à l'étirage.

L'idéal pour le constructeur serait d'avoir une seule qualité de tôle nuance ABO ou AB avec les possibilités d'accrochage de la tôle noire décapée.

M. LECOMTE. — Pour ce qui concerne l'aspect, les trains continus à froid peuvent laminier une tôle de qualité courante, qui est exempte des défauts que possédaient les tôles laminées par les anciens procédés.

Le ponçage, et l'apprêt, opérations coûteuses, doivent devenir l'exception.

On peut, en outre, par un grenailage des derniers cylindres du train continu à froid, ainsi que de ceux de la cage d'érouissage, donner au produit un état de surface mat, permettant un meilleur accrochage des laques, ainsi qu'une moindre consommation des produits de recouvrement.

Toutefois, la qualité d'acier la plus économique pour ces fabrications étant l'acier Thomas, il faut souligner que cet acier est très sensible au vieillissement. Le transformateur doit veiller à ne pas le laisser séjourner pendant plusieurs mois dans les magasins s'il ne veut pas voir réapparaître la vermiculure lors des opérations de formage.

Il est donc souhaitable que les lots soient mis en fabrication dans l'ordre de leur arrivée.

M. LANG. — Quelques mots encore sur l'équerrage et sur les formats.

Il est indispensable que les tolérances d'équerrage et de dimensions soient rigoureusement respectées. Avec un équerrage parfait, nous pouvons, non seulement supprimer une opération de cisailage, mais encore utiliser la tôle au maximum. Le mauvais équerrage augmente le pourcentage des chutes et par là, le prix de revient.

Il paraîtrait qu'avec une telle variété, nous devrions avoir la possibilité de limiter encore le nombre des formats en utilisant les tombées provenant du cisailage. Nous appliquons cette méthode au mieux mais elle ne peut pas toujours être suivie. En effet, il faut que le débit des pièces soit suffisant pour éviter l'accumulation des chutes.

M. LECOMTE. — Le laminé à froid peut être cisailé d'équerre et avec une tolérance très réduite.

L'utilisateur, étant donné que le cisailage est fait à partir de bobines, est assuré, quelle que soit la tolérance sur largeur, et sur longueur qu'il admet, d'avoir un équerrage meilleur que par le passé et peut-être ne sera-t-il pas nécessaire qu'il supporte les majorations pour recisaillage prévues dans les barèmes.

En bref, le meuble métallique dispose donc maintenant d'un matériau à sa convenance et il est probable que si producteurs et transformateurs collaborent au mieux de leurs intérêts communs, un bel essor lui est promis.

Puis-je, au nom de cette collaboration, souhaiter, non pas qu'une véritable normalisation des formats intervienne pour l'ensemble de la profession, je ne crois pas qu'un progrès sensible puisse être acquis sur ce point, mais que les constructeurs de meubles métalliques réduisent quand même le nombre de leurs formats, car le bel outil que constitue le laminoir continu, en égard de ses qualités, a aussi ses exigences. C'est un matériel de haute productivité, auquel on ne peut confier des ordres de faible tonnage. Toute variation de la largeur de laminage dépassant 30 mm impose un réglage très long, et l'on ne peut envisager de lancer une fabrication de moins de 250 tonnes.

M. LANG. — Cela sera d'autant plus facile le jour où les fabricants de mobilier métallique produiront en grande série non pas tous les modèles de meubles, ce qui serait d'ailleurs impossible, mais un nombre limité de types préalablement normalisés comme c'est par exemple en France le cas du classeur.

C'est ce qui a été réalisé aux Etats-Unis. Il n'est pas rare d'y trouver des usines réalisant des cadences de l'ordre de 1 000 classeurs ou 200 bureaux par jour. Il faut évidemment reconnaître que le marché du mobilier y est très important, puisqu'il est voisin de 400 000 tonnes.

En Europe, l'industrie du meuble métallique est en plein essor et il existe d'excellentes possibilités de développer ce marché, car les clients sont là. Les dernières méfiances « esthétiques » vis-à-vis du « métal froid » s'évanouissent et, s'il en fallait une preuve, il suffirait de parcourir tel ou tel bureau de directeur général

d'entreprise, cabinet de médecin, bureau d'avocat ou même de particulier pour en être convaincu.

On peut dire aujourd'hui que le mobilier en acier se prête aisément à la création d'un cadre personnel et agréable. Mais, point capital pour le bureau, le mobilier métallique est essentiellement fonctionnel. Les visiteurs du prochain Salon de l'Équipement du Bureau à Paris (Salon des Industries et du Commerce de l'Organisation du Bureau) pourront une fois de plus s'en rendre compte.

En résumé, les promesses que vient de faire M. Lecomte laissent espérer que la fabrication du mobilier métallique sera grandement facilitée dans l'avenir et que des diminutions de prix appréciables pourront être réalisées. De notre côté nous continuerons à améliorer la conception et la qualité des meubles, des rayonnages, des cloisons, afin de satisfaire de plus en plus les exigences d'une clientèle qui augmente chaque jour.

*
**

M. SALTER. — Dans le domaine de la protection des surfaces, je voudrais rappeler qu'il existe une méthode reconnue, utilisée depuis pas mal de temps aux Etats-Unis et récemment en Grande-Bretagne, qui consiste en l'application d'une très mince couche de feuille de zinc, par un procédé électrolytique. La feuille de tôle est livrée préalablement phosphatée ou bondérisée. Le prix est évidemment plus élevé, mais peut-être pas plus élevé que celui d'une couche de peinture. D'autre part, ceci forme une base meilleure pour les couches de peinture qui suivront.

Je voudrais savoir si ce procédé est employé dans votre pays.

M. LANG. — En France, le procédé n'est pas encore employé. La tôle zinguée électrolytiquement, bondérisée et peinte est parfaitement protégée. On a constaté par exemple qu'une tôle peinte et traitée dans ces conditions, exposée à l'air libre et salie, n'avait pratiquement pas changé au bout de dix-huit mois. Mais il faut pour cela que la tôle zinguée électrolytiquement soit bondérisée; sans bondérisation, la tôle est attaquable au bout de six mois. Autrement dit, le zinc qui a une épaisseur très faible, variant entre 1 et 10 μ à peu près, ce qui correspond à 7 ou 90 gr par mètre carré, n'est pas suffisant pour assurer la protection. La bondérisation est absolument nécessaire, mais en France, je ne connais pas d'usine qui emploie ce procédé.

M. LECOMTE. — L'emploi de ces tôles est assez répandu aux Etats-Unis, mais néanmoins il est réservé à des usages spéciaux. Cette tôle galvanisée électrolytiquement est réservée en particulier aux meubles de cuisine et de laboratoire qui sont appelés à se trouver dans des atmosphères plus corrosives.

M. SALTER. — Il ne faut pas confondre la tôle galvanisée et la tôle recouverte d'une couche de zinc appliquée par une méthode électrolytique. Je crois que dans ce dernier cas, il n'y a pas, en fait, de difficultés de soudure. Je sais que la tôle ainsi traitée est employée dans une très large mesure aux Etats-Unis. Aujourd'hui

en Grande-Bretagne, nous l'utilisons beaucoup. Je répète que dans ce cas, il n'y a pas de difficultés de soudure.

En outre, la tôle est livrée déjà bondérisée ou phosphatée. Il n'est pas nécessaire au transformateur de procéder à une nouvelle opération de bondérisation.

M. LANG. — Je remercie M. Salter de cette intervention qui nous sera certainement très utile. Quant à la question de l'approvisionnement en tôle zinguée électrolytiquement, je dois dire qu'en France, il n'est pas encore possible à l'heure actuelle. Mais dès que cette possibilité nous sera offerte, il est probable que nous l'exploiterons au profit du mobilier métallique.

*
**

M. HUNDHAUSEN. — Dans la question du meuble métallique, je crois qu'il faut attacher surtout une grande importance à l'opinion des utilisateurs de ce mobilier et ne pas s'intéresser uniquement aux qualités de l'acier ou à son prix. Depuis Taylor, il existe une science de l'organisation du travail. Je crois que les fabricants de mobilier métallique devraient entretenir des contacts réguliers et constants avec les usagers de ces meubles et avec les personnes qui organisent le travail dans les usines et les bureaux. Les recherches entreprises avec eux me paraissent plus nécessaires qu'une étude de la forme extérieure du mobilier uniquement. Le contenu intérieur, si je puis ainsi m'exprimer, devrait être envisagé, de façon que le meuble soit adapté à l'usage.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous sommes certainement d'accord avec vous, M. Hundhausen.

*
**

M. GREINER. — Je voudrais dire que je crois aux meubles métalliques. Je ne suis pas du tout spécialiste, ni en emboutissage ni en peinture, mais je suis allé dans un pays qui est appelé du nom de « sous-développé ». Il s'agit du Mexique. Envoyé par l'O. N. U., j'y ai passé quelques semaines et j'ai eu l'occasion de visiter une usine de meubles : La Nationale.

J'ai été sidéré de voir cette usine. Elle avait été mise en marche quelques mois auparavant; elle était montée à l'américaine; tout se faisait par des presses, conduites par des Indiens ou métis. J'ai été émerveillé de voir que cette usine employait 700 ouvriers et employés et sortait 5 000 tonnes de meubles métalliques par an, des meubles uniquement en tôle; il n'y avait pas de meubles en tubes. Tout était découpé à la presse par matricage, de manière telle qu'on ne devait faire qu'un geste pour obtenir le flan.

Je crois que le meuble métallique peut avoir une énorme diffusion, mais à la condition qu'on puisse s'équiper pour le fabriquer convenablement et à bon marché.

Vous allez me dire : « Mais là-bas, on ne faisait que quelques espèces de meubles ! » Non, Messieurs. Le catalogue comportait 250 meubles, classeurs, etc., depuis la cuisinière jusqu'aux petits classeurs pour cartes de

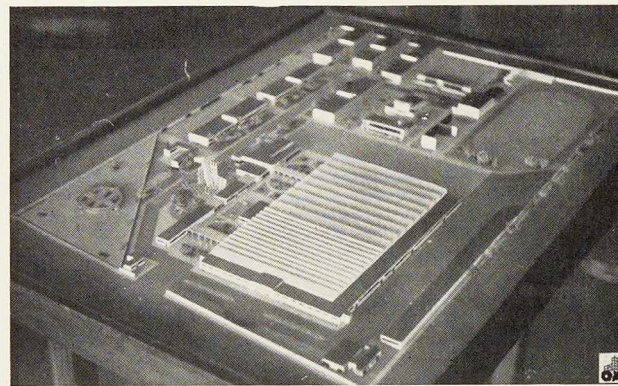


Fig. 10. Maquette des bâtiments de l'usine de meubles métalliques « La Nationale » (Mexique).

visite. Ceci pour vous dire que cette grande gamme de modèles avait demandé une grande gamme de matrices. Mais ces gens s'étaient attelés à la besogne d'une façon sérieuse et avaient fait l'effort nécessaire en outillage. Dans ces conditions, le meuble revenait excessivement bon marché.

D'après ce que je me suis laissé dire un peu partout, je crois que nous sommes assez loin de compte et que nous n'atteignons pas un rendement de près de 10 tonnes de meubles par an, par ouvrier travaillant à la production.

Il est inutile de vous dire que l'usine recevait les bandes laminées à froid venant d'Amérique pour les emboutissages très profonds ou venant du Mexique même pour les emboutissages faciles.

Je souhaite que tous les fabricants se modernisent de façon à pouvoir fabriquer des meubles très bon marché.

M. LANG. — Je crois que ces chiffres peuvent être certainement atteints. Parce qu'en Europe, que ce soit en Angleterre, en Hollande, en Belgique ou en France, les fabricants de mobilier qui peuvent se permettre de

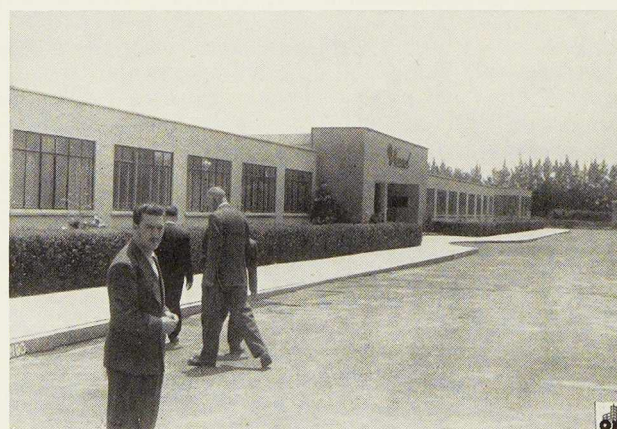


Fig. 11. Façade de l'usine de meubles métalliques « La Nationale » (Mexique).

fabriquer 5 000 tonnes par an le font avec moins d'ouvriers. Je suis moi-même fabricant de mobilier et je connais une usine qui produit 6 000 tonnes par an avec un peu moins de 500 ouvriers et employés, c'est-à-dire main-d'œuvre directe et indirecte comprise. Je pense que pour les Mexicains ce chiffre est très flatteur, mais cela se conçoit avec les moyens dont ils disposent. Si nous avions les mêmes moyens chez nous — j'ai vu par exemple aux Etats-Unis, la General Motors et une autre usine de mobilier métallique où tout le travail se fait à la chaîne, ce qui est la méthode idéale — ce ne serait pas 5 000 tonnes que produiraient les 500 ouvriers, mais peut-être dix fois plus!

M. GREINER. — N'oubliez pas cependant que, comme je vous l'ai dit, les ouvriers là-bas travaillent un peu comme les Noirs au Congo, au tiers des possibilités. De 700 ouvriers, vous devez en déduire 200 pour la partie sociale, et les 500 qui restent, vous pouvez encore les diviser par deux, ce qui fait 250 ouvriers européens! Mais leur équipement est ultra-moderne.

M. LANG. — Avec un équipement ultra-moderne, le fabricant de mobilier peut se permettre d'utiliser une main-d'œuvre essentiellement composée de manœuvres spécialisés; il n'a plus besoin de professionnels, sauf pour les services d'entretien qui sont considérablement renforcés. Il est certain qu'au Mexique ce nombre de 700 ouvriers pourrait être réduit facilement grâce à quelques bons chefs-ouvriers ou chefs d'équipe américains ou européens.

M. GREINER. — Non, parce que le climat ne permet pas l'effort. L'usine est située à 2 400 m.

M. LANG. — Mais si l'usine a un équipement ultra-moderne, n'a-t-elle pas un conditionnement d'air dans les ateliers, qui permette de travailler dans de meilleures conditions climatiques?

M. GREINER. — Non. Il faudrait d'ailleurs « pressuriser » pour compenser une dépression due à l'altitude de 2 400 m.

M. LANG. — Ces chiffres sont intéressants.

III

Equipement ménager

M. DEFLASSIEUX, *ingénieur à la Cie Thomson-Houston*. — Nous nous proposons de traiter devant vous le problème des tôles utilisées dans la fabrication des appareils ménagers, c'est-à-dire les appareils :

- Electro-thermiques;
- Electro-domestiques;
- Frigorifiques;
- De chauffage domestique.

C'est un problème important car la tôle s'impose de plus en plus, même dans les domaines qui étaient autrefois ceux de la fonte.

Au point de vue de l'économie nationale, il faut remarquer que la fabrication de la tôle Martin absorbe

sensiblement moins de calories que celle de la fonte de deuxième fusion.

Les statistiques montrent que de 1938 à 1953 la progression du tonnage de tôles utilisé est de 85 % pour l'industrie du chauffage et de la cuisine domestique qui en 1952 a consommé 30 000 tonnes; 400 % pour l'industrie du froid domestique qui en 1952 a consommé 8 500 tonnes et qui consommera 11 000 tonnes en 1953.

L'évolution de la technique et les goûts de la clientèle orientent de plus en plus vers des appareils de présentation moderne, entraînant pour notre profession des exigences toujours plus grandes quant à la qualité des approvisionnements.

Pour réussir, nous devons collaborer étroitement avec nos fournisseurs et plus particulièrement pour déterminer les qualités de tôles minces destinées à l'emboutissage, à l'émaillage ou à la peinture.

La collaboration entre sidérurgistes et utilisateurs de tôles existe déjà sous forme de relations particulières. Afin de lui donner plus de force, nous voudrions la voir s'établir sur le plan syndical par l'établissement de cahiers des charges.

M. GREILSAMMER, *ingénieur à la Société Armeo*. — Il me semble que le problème est en principe résolu pour les tôles destinées à être peintes, qui ne sont autres que les tôles dites « carrosserie », dont il a été longuement parlé au cours des colloques précédents. Les questions qui y ont été traitées sont intégralement applicables à notre cas, tant pour l'aspect de surface que pour les propriétés d'emboutissage.

Ce même cahier des charges de l'industrie automobile est valable pour les propriétés dimensionnelles et mécaniques des tôles pour émaillage, et il n'y a pas de raison d'en changer, sinon le reviser progressivement pour l'adapter aux progrès du laminage à froid.

Un cahier des charges additionnel pour les qualités d'émaillage ne peut être que qualitatif; absence de défauts de surface, propreté, minimum de déformation, etc. Nous croyons qu'en cette matière aucun cahier des charges ne vaudra une collaboration étroite et permanente entre le sidérurgiste et l'utilisateur: tel est le point admis par les laminaires américains, qui ne font figurer dans leurs cahiers des charges que des prescriptions très larges.

M. FRANÇOIS, *ingénieur à la Société General Motors*. — En effet, nous serions désireux de voir se généraliser en France la pratique suivante couramment appliquée par les sidérurgistes de Grande-Bretagne et des Etats-Unis.

Lorsqu'un fabricant a terminé l'étude de nouvelles pièces, un technicien du sidérurgiste, après s'être assuré des outillages et moyens de production disponibles chez le fabricant, détermine la qualité de tôle qui devra être utilisée. Lors de la passation de la commande, le sidérurgiste s'engage alors à prendre à sa charge, après vérification, les rebuts de fabrication anormaux qui seraient dus à la qualité des tôles fournies.

M. GREILSAMMER. — Vous reconnaîtrez que des rebuts qui sont imputés par les émailleurs à la qualité de la

tôle, sont en réalité dus parfois, soit à la qualité des émaux utilisés, soit à un manque de soins lors des opérations d'émaillage.

M. FRANÇOIS. — Nous ne désirons pas entamer une nouvelle polémique sur ce sujet et reconnaissons que dans certains cas ce fait s'est révélé exact.

Nous tenons à signaler qu'actuellement en France une seule qualité de tôle pour émaillage permet d'effectuer une fabrication en série avec un pourcentage total de rebuts ne dépassant pas 4 %, ce qui pour un émaillage de qualité peut être considéré comme un excellent résultat. Les autres qualités de tôles provoquent des rebuts nettement plus élevés.

M. DEFLASSIEUX. — Il convient maintenant de passer en revue les défauts les plus fréquents constatés par les consommateurs.

Pour obtenir une régularité de qualité dans la fabrication des appareils, il est indispensable que les tôles aient une épaisseur constante et que les tolérances généralement admises soient respectées.

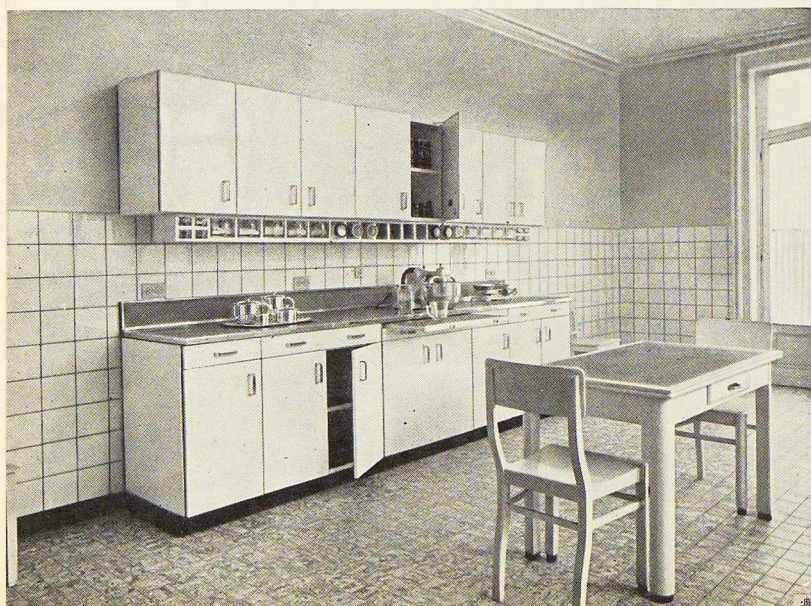
C'est aussi indispensable pour la bonne tenue et la conservation des outils à découper et plus encore pour les outils d'emboutissage.

M. GREILSAMMER. — Il faut ajouter qu'une tôle d'épaisseur irrégulière se déforme au four à émailler, ce qui est très dommageable, notamment pour les surfaces planes telles que panneaux de cuisinières.

M. FRANÇOIS. — Nous pensons qu'il conviendrait d'appliquer aux tôles à émailler des tolérances sur épaisseurs identiques à celles des tôles AB et ABC du cahier des charges de l'U. T. A. C. couvrant les tôles pour emboutissage à froid et pour carrosseries automobiles.

M. GREILSAMMER. — Les tolérances qu'on vient de citer sont un peu plus sévères que celles admises actuellement par la majorité des forges. On peut faire des remarques analogues pour les tolérances de longueur et largeur.

M. DEFLASSIEUX. — La planéité des tôles conditionne aussi la facilité des fabrications et la bonne exécution des produits terminés.



Les qualifications : planage correct, planage soigné que l'on trouve au paragraphe d) de l'article 6 du cahier des charges de l'U. T. A. C. devraient être définies et le respect des définitions sanctionné par des mesures effectuées au cours d'essais dont on imposerait le mode opératoire.

M. LIBON, ingénieur à la Société des Hauts Fourneaux de la Chiers. — Cette question de planéité a été longuement discutée hier au cours des deux colloques précédents.

Cette idée a été admise par les dernières conférences internationales de sidérurgistes, qui ont proposé de définir des valeurs pour :

— L'écart maximum constaté entre une feuille et une surface plane, en fonction des épaisseurs ainsi que pour le cintrage et l'équerrage.

Cette étude sera faite à bref délai par une sous-commission de techniciens dans le cadre de la C. E. C. A.

M. DEFLASSIEUX. — Nos collègues de l'automobile ont parlé du problème de vieillissement des tôles. Celles-ci perdent avec le temps leurs qualités d'emboutissage. Nous rencontrons les mêmes difficultés dans notre industrie.

M. GREILSAMMER. — Malheureusement les aciers Martin calmés n'ont pas permis jusqu'à présent d'obtenir une surface suffisamment propre pour l'émaillage. Les bons aciers d'émaillage et le fer pur sont effervescents (donc sujets au vieillissement). Il y a intérêt à ne pas les stocker trop longtemps et à laisser peu d'intervalle entre deux passes d'emboutissage successives.

M. DEFLASSIEUX. — Les utilisateurs de tôles demandent fréquemment des formats spéciaux indispensables à l'emploi rationnel des matériaux.

Actuellement la situation s'est nettement améliorée et nous espérons que les progrès réalisés s'affirmeront.

M. FRANÇOIS. — Peut-être pourrions-nous maintenant insister plus particulièrement sur les caractéristiques des tôles pour émaillage que les fabricants de tôles désirent pouvoir obtenir des forges.

Les tôles dont la teneur en carbone et autres impuretés est très faible et qui se rapprochent commercialement du fer pur présentent la meilleure qualité pour l'émaillage.

Il ne nous appartient pas ici de définir une composition chimique « type » mais l'expérience a montré que jusqu'à présent seules des tôles présentant un pourcentage total de carbone, manganèse, silicium, phosphore et soufre n'excédant pas 0,10 à 0,15 % permettent à coup sûr d'obtenir des résultats satisfaisants lors de leur émaillage.

M. DEFLASSIEUX. — Il s'agit là des tôles en fer pur. Les qualités d'emboutissage du fer pur sont bonnes, mais inférieures à celles de l'acier doux dont les

Fig. 12. Cuisine moderne équipée de meubles en acier émaillé inaltérable résistant aux chocs et aux acides.

Photo Malevez.

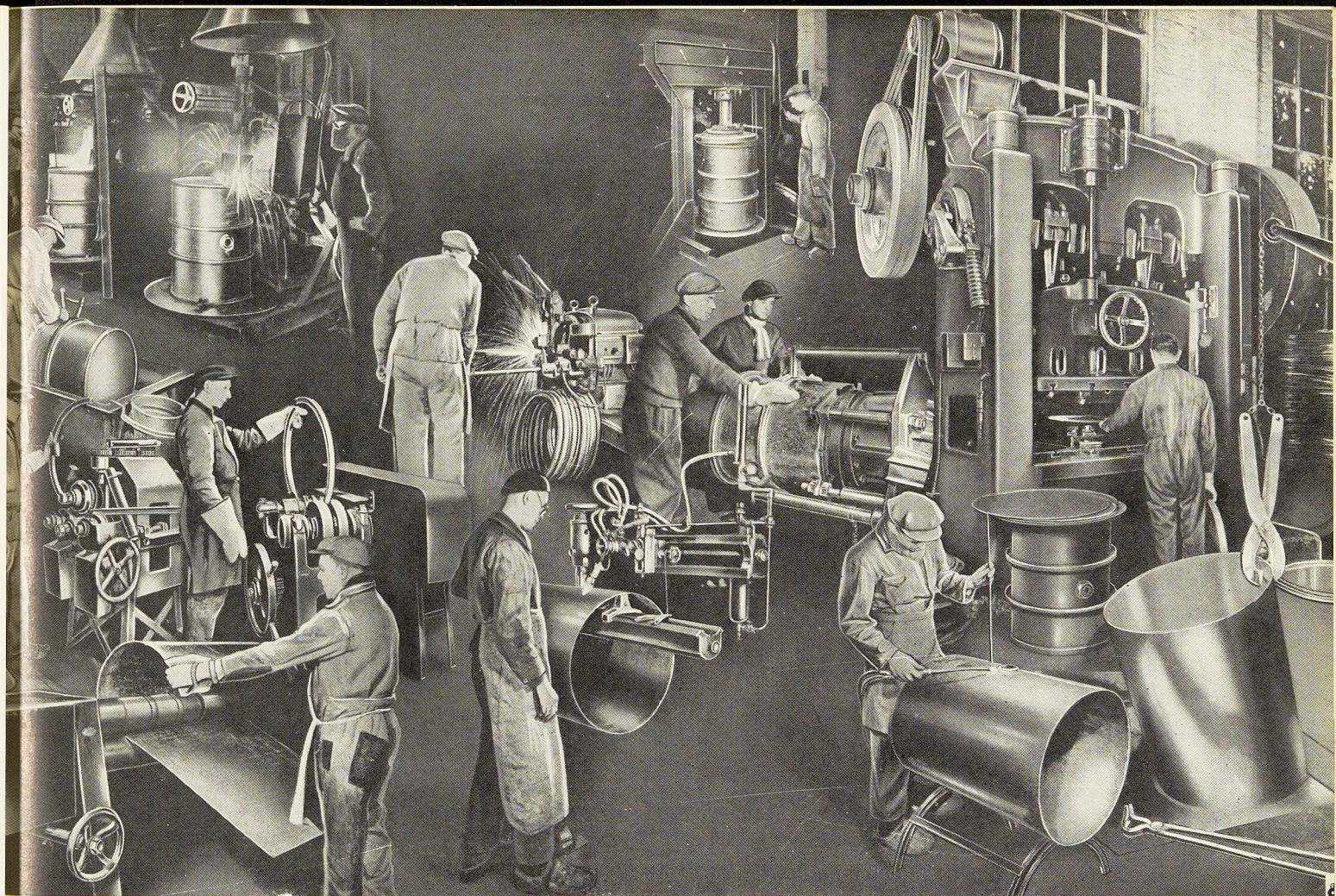


Fig. 13. Diverses phases de fabrication des fûts en tôle d'acier.

teneurs en carbone et en manganèse sont plus élevées.

Les qualités d'émaillage du fer pur sont par contre supérieures à celles de l'acier doux à cause des plus faibles teneurs en carbone, en manganèse, en phosphore et en soufre.

Le fer pur résiste bien, généralement mieux que l'acier doux, aux déformations à chaud. Ceci est également dû à l'absence presque complète de carbone et de manganèse dans le métal, absence d'éléments qui fait que le fer pur n'a qu'un seul point de transformation aux environs de 900°C , donc nettement au-dessus des températures généralement admises pour la cuisson de l'émail.

Une analyse courante d'acier extra-doux utilisée pour l'émaillage peut être :

Carbone 0,06 à 0,08 %; manganèse 0,35 %; phosphore 0,015 à 0,025 %, soufre 0,03 %; silicium traces.

On remarque par rapport au fer pur, des teneurs en carbone et en manganèse nettement plus élevées.

Ceci se traduit par un gauchissement des pièces et des déformations plus grandes aux températures d'émaillage, mais par contre, et, dans les limites indiquées, par des propriétés d'emboutissage meilleures.

M. LIBON. — Revenant sur l'influence du carbone, nous ajouterons que la micrographie doit faire apparaître une structure à grains non orientés; la perlite doit être divisée, qu'elle soit à l'état lamellaire, à l'état de transformation ou à l'état globulaire, de façon à obtenir une répartition parfaite du carbone.

M. GREILSAMMER. — Vous avez fait remarquer que le fer pur s'emboutit moins bien que l'acier doux. En réalité c'est une affaire de mise au point du traitement thermique et de l'écroissage de la tôle; quand cette mise au point est bonne, on arrive à réaliser en fer pur les emboutis les plus difficiles des appareils ménagers. Je vous citerai les baignoires et lavabos émaillés aux formes compliquées emboutis en fer pur aux Etats-Unis, notamment chez Briggs, et en France des réchauds de formes souvent très compliquées de diverses fabrications.

M. FRANÇOIS. — Considérons maintenant un autre point qui mérite d'être signalé : l'état de surface désiré.

La surface extérieure des tôles doit être parfaitement saine et exempte de paille, piqûres, rayures et traces d'oxydation. Etant donné que le plus souvent ces dé-

fauts de surface ne peuvent être décelés à l'œil nu, il en résulte des rebuts à un stade où les pièces ont déjà subi de nombreuses opérations.

L'huile de protection utilisée par les sidérurgistes peut également provoquer des difficultés lors du dégraissage chez le fabricant et obliger ce dernier soit à augmenter ses temps de dégraissage, soit à remplacer ses bains.

C'est pourquoi afin d'éliminer ces difficultés nous pensons que les tôles pour émaillage devraient être livrées au fabricant *exemptes d'huile*.

M. DEFLASSIEUX. — Il n'est notamment pas recommandé d'employer des huiles minérales. Il faut bien se pénétrer que l'huile est la substance la plus nuisible à laquelle l'émailleur se heurte.

M. GREILSAMMER. — Aux remarques présentées, je me permettrai d'ajouter que la tôle d'émaillage doit être traitée de manière à pouvoir faire face aux mêmes problèmes de formage et d'emboutissage que les autres tôles dites d'emboutissage.

M. FRANÇOIS. — En plus des caractéristiques précédentes, il faut insister sur un défaut des tôles qui est uniquement dû à des opérations d'aciérie et de laminage n'ayant pas fait l'objet de soins particuliers, c'est la dédoubleure.

M. LIBON. — Il est exact que dans le travail de la tôle mince, que ce soit en automobile ou en équipement ménager, certains rebuts sont dus aux dédoubleures. Quoique le pourcentage de ces rebuts soit en général très faible, il est utile, et même nécessaire, que ce problème soit discuté puisqu'il vient d'être soulevé.

Quelle est l'origine des dédoubleures et, en en connaissant la cause, peut-on les éliminer à l'aciérie ?

Les tôles minces sont fabriquées surtout en acier non calmé et, dans une très faible proportion, en acier calmé.

L'acier non calmé, « Rrimed Steel », se caractérise lors de la coulée en lingotière par une effervescence au cours de laquelle une quantité considérable de gaz, dissout dans l'acier à haute température, se dégage. Cette effervescence, ou ce qu'on appelle couramment le travail de l'acier en lingotière, diminue au cours du refroidissement.

Par rapport à l'acier effervescent, l'acier calmé « Killed Steel » est caractérisé, lors de la coulée, par un comportement en lingotière parfaitement calme et sans aucun dégagement gazeux.

Pourquoi ne pas adopter l'acier calmé dans les applications qui nous intéressent ?

Le calmage se fait d'une manière courante par des additions de ferro-silicium et d'aluminium, sans parler d'alliages plus compliqués.

L'addition de silicium à un acier extra-doux a pour résultat de le rendre inapte à l'emboutissage profond et cet alliage ne peut donc être employé pour les applications qui nous intéressent.

L'aluminium confère au métal une résistance remarquable au vieillissement; les tôles s'emboutissent parfaitement mais, par contre, révèlent des défauts de

surface dus surtout au manque de fluidité du métal et qui sont une des raisons qui, jusqu'à ce jour, a nu à un développement de cette nuance d'acier.

M. GREILSAMMER. — Des intéressantes indications données par M. Libon il faut conclure qu'il n'y a pas actuellement de moyen d'éliminer à coup sûr et totalement le risque de dédoubleure. Tout ce que l'on peut faire, c'est de diminuer au minimum les petites soufflures par une désoxydation modérée à l'aluminium, sans atteindre le calmage proprement dit. On réduit alors les dédoubleures à un pourcentage très faible de caractère accidentel.

La plupart des utilisateurs ont compris aujourd'hui en France que mieux vaut consentir un prix de tôle élevé si cela permet de réduire les rebuts à un très faible pourcentage. Il ne faut jamais oublier qu'une pièce rebulée a supporté tous les frais de magasinage, de manutention, de préparation de la tôle, découpage, emboutissage et émaillage.

M. LIBON. — J'estime que cet entretien ne serait pas complet si nous n'évoquions les essais de technique nouvelle de tôles pour émaillage, qui ont été récemment entrepris, notamment aux Etats-Unis.

Je pense particulièrement à l'emploi des aciers au titane dont il a été beaucoup parlé, plus certainement que ne le justifient les résultats obtenus.

Il est probable que, comme dans les aciers inoxydables au Cr-Ni 18/8, le Ti joue le rôle de stabilisant et retarde la précipitation de la cémentite aux températures élevées.

Cette qualité d'acier doit être susceptible d'être émaillée directement, avec une ou deux couches de glaçure sans application de la première couche de masse à l'oxyde de cobalt. Il est pratiquement fabriqué aux U. S. A. par une seule Société (*Inland Steel*).

Les caractéristiques d'emboutissage de l'acier au titane ne sont pas mauvaises, quoique inférieures à celles obtenues couramment avec l'acier extra-doux.

Après avoir obtenu au début un certain succès, il semble qu'actuellement les utilisateurs soient loin de la prôner pour l'émaillage.

De par son élaboration cet acier est assez cher; aussi, la tendance actuelle aux Etats-Unis est de rechercher une solution au problème d'émaillage en faisant appel à des aciers de composition voisine des aciers extra-doux, du type emboutissage.

On pense avec de tels aciers réussir également l'émaillage sans contre oxyde et obtenir une couche d'émail très fine, de l'ordre de 76/1 000 mm d'épaisseur. Une couche d'une telle finesse possède une aptitude à la déformation très grande et une telle tôle, après émaillage, devrait pouvoir être pliée et percée.

M. GREILSAMMER. — Si l'on veut éviter les défauts d'émaillage, notamment les déformations, cette technique suppose l'emploi d'émaux cuisant à basse température. Mais ces émaux à faible teneur en silice résistent mal à la corrosion par les acides et c'est la principale raison pour laquelle leur emploi reste encore peu développé dans l'industrie des appareils ménagers.

M. LIBON. — Aux U. S. A. la différence de prix entre

un acier extra-doux Martin et un fer pur, type Armco, n'est peut-être pas suffisante pour justifier les frais nécessités par la mise en œuvre d'une technique nouvelle et l'emploi d'émaux spéciaux.

Mais en Europe le problème se pose d'une façon différente :

La production d'acier Martin, tout au moins en Belgique, France et Luxembourg, est insuffisante pour alimenter les nouveaux trains continus en demi-produits de qualité et les ressources en mitraille, de l'Europe occidentale, ne permettent guère d'envisager la construction nouvelle de grosses unités Martin.

Par contre, nos ressources en minerai phosphoreux sont loin d'être épuisées et la solution européenne est sans aucun doute l'amélioration de l'acier Thomas.

S'il est relativement facile de construire un nouveau train de laminoir suffisamment robuste pour produire à une cadence accélérée des tôles d'épaisseur régulière, car c'est là une question d'épures et de calculs, croyez bien qu'il est plus difficile de faire de la chimie à haute température et d'étudier les réactions des métaux et des laitiers en fusion.

Les essais entrepris ces dernières années avec pour but l'amélioration de l'acier Thomas, ont fait l'objet principal des journées internationales de sidérurgie tenues à Liège en mai 1953.

Je tiendrais à souligner les résultats obtenus, en France, par le procédé Ugiperval, qui permet l'obtention d'un acier calmé Thomas, ayant des caractéristiques remarquables d'aptitude à l'emboutissage et au non-vieillessement.

Je voudrais aussi rendre hommage au Président du C. N. R. M., M. Fr. Perot, qui a su comprendre l'importance du problème et a donné une âme à l'équipe de chercheurs qui a mis au point, dans les usines du Bassin de Liège, la fabrication d'un acier Thomas à l'oxygène qui doit, dans un proche avenir, apporter la solution aux problèmes que nous venons de discuter.

M. GRELSAMMER. — Je joindrai d'autant plus volontiers ma voix à la vôtre que le fer Armco peut déjà se fabriquer par ce procédé Thomas amélioré.

Donc même si la fabrication des émaux à basse température devait ne pas progresser, la technique actuelle d'émaillage pourrait se concilier avec le développement du procédé Thomas.

M. FRANÇOIS. — L'heure est venue de conclure.

Pour ce qui concerne l'industrie des armoires frigorifiques à laquelle je m'intéresse particulièrement, si l'on compare le pourcentage de leurs utilisateurs par rapport à la population totale avec les mêmes pourcentages obtenus en Suisse, Suède, aux Pays-Bas et en Angleterre, il est évident que cette industrie en France se trouve en face d'un marché potentiel considérable.

Cependant ce marché potentiel ne pourra être sérieusement entamé que par une diminution des prix de revient et une augmentation de la qualité.

Certains fabricants se tournent actuellement vers les matières plastiques utilisées en substitution aux tôles

émaillées. Bien que cette substitution constitue à notre avis une diminution de la qualité, spécialement dans le cas des cuves à denrées, cette orientation a été partiellement dues aux rebuts élevés consécutifs à des tôles n'ayant pas toutes les qualités requises pour l'émaillage.

Nous espérons donc, tout en reconnaissant les progrès considérables déjà effectués depuis 1948, que les sidérurgistes se penchent à l'avenir tout particulièrement sur la qualité des tôles pour émaillage afin d'aider l'industrie française des armoires ménagères à diminuer ses prix de revient tout en augmentant sa qualité.

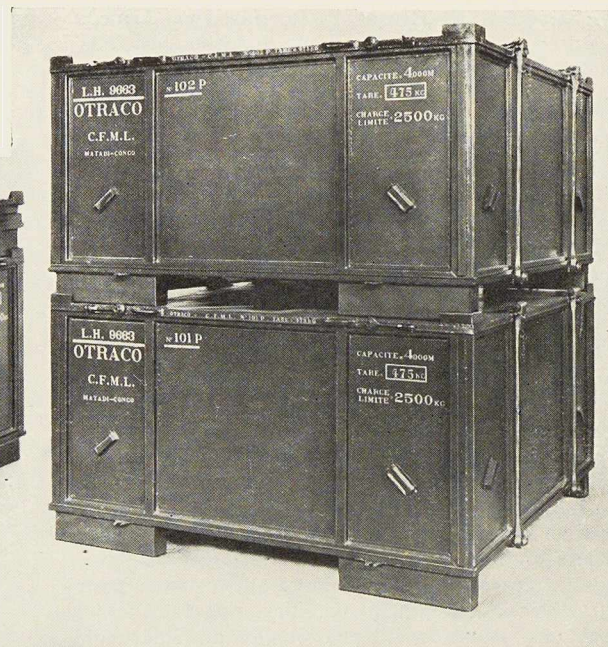
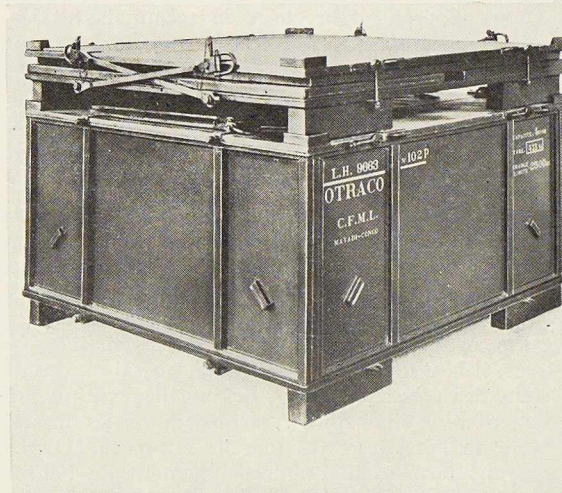
M. GRELSAMMER. — Le développement du plastique dans l'industrie ménagère a été surtout favorisé par la pénurie prolongée de tôles au cours des dernières années. On n'a pas cessé de fabriquer des tôles pour émaillage, mais en quantité bien trop faible.

En ce qui concerne l'emploi de ces matières plastiques, il faut dire qu'il nécessitera, en raison des dimensions des pièces à réaliser, des outillages d'un prix tellement plus élevé qu'il sera difficile de les amortir par suite de l'étroitesse du marché européen actuel. Nous croyons fermement au développement de l'emploi de la tôle pour les articles ménagers.



Fig. 14. Menuiserie métallique d'un immeuble situé quai Branly à Paris. Document OTUA. Photo Lachery.

Fig. 15. Containers repliables « A. L. D. » en position ouverte et fermée.



Conclusions de M. J. Dupuis, Président

Il m'appartient de tirer une conclusion des discussions qui viennent d'avoir lieu. Ce qui domine le sujet, l'atout maître de l'Acier, c'est l'aptitude de la Tôle ou du Feuillard d'acier à la déformation mécanique, à la mécanisation des opérations et au travail à la chaîne : découpage, emboutissage, poinçonnage, soudure, relèvement du travail en série.

Il en résulte qu'on doit beaucoup attendre de tout ce qui augmente les séries d'objets fabriqués, non seulement avec le double gain qui en résulte sur les prix de revient par augmentation de productivité et diminution des frais généraux, mais aussi par répercussion mutuelle entre le Producteur et l'Utilisateur, le premier parce qu'il augmente le tonnage sur une même spécification qui est réglée une fois pour toutes, le second parce qu'il profite d'une plus grande régularité dans la qualité de son approvisionnement.

Regardons d'abord du côté des Utilisateurs. Plusieurs conférenciers ont fait appel à la normalisation sous ses divers aspects : normalisation des formes, normalisation des dimensions, unification des Cahiers des Charges. Tous les producteurs de Tôles pour Construction navale savent, par exemple, ce que leur coûte la diversité des conditions imposées par les Cahiers des Charges des différents pays ou des différentes Administrations, même quand il s'agit, en définitive, de navires qui doivent assurer le même trafic sur les mêmes routes.

Du côté des Producteurs, il faut insister sur l'importance de la régularité des caractéristiques dimensionnelles et des propriétés intrinsèques : uniformité d'épaisseur, planéité, absence de défauts de surface, de soufflures et d'inclusions, emboutissabilité, absence de vermiculure non-vieillessement.

Ces exigences sont parfois contradictoires : par exemple le calmage de l'acier est favorable au point de vue du vieillissement, et défavorable à la qualité des surfaces, mais on peut dire qu'en général le gros des difficultés a été vaincu par le laminage à froid et par les progrès réalisés dans les traitements thermiques.

En supposant que les Utilisateurs, comme les Producteurs s'inspirent au mieux de ces considérations, il n'en reste pas moins, vous l'avez tous constaté, que le contrôle doit s'exercer aussi attentivement que possible aux divers stades de la fabrication et sur tous les points délicats, en s'appuyant sur des Cahiers des Charges soigneusement étudiés. Mais vous êtes tous d'accord aussi pour reconnaître que ce contrôle, s'il est nécessaire, n'est pas suffisant : il faut, entre le Producteur et l'Utilisateur dans des fabrications qui doivent évoluer constamment vers le progrès, une liaison ayant le caractère d'une collaboration technique.

Toutes les propriétés requises du métal ne peuvent pas s'exprimer en chiffres dans un Cahier des Charges; les Constructeurs d'Automobiles et leurs fournisseurs le savent bien, c'est pourquoi on a vu se développer l'usage que le Producteur envoie des techniciens se mettre à l'école chez le Constructeur, ce qui leur permet de répercuter, en langage de Sidérurgiste, les observations des Utilisateurs; inversement, de transmettre des conseils opportuns sur l'utilisation du métal, et d'ajouter aux différents contrôles unitaires le précieux appoint des statistiques de résultats pratiques obtenus chez le Constructeur lui-même.

Enfin, nous ne manquerons pas de souligner les indications données par deux de nos Confrères sur les résultats annoncés des Tôles en Acier Thomas perfectionné (soufflage à l'oxygène et à la vapeur d'eau; procédé Ugiperval).

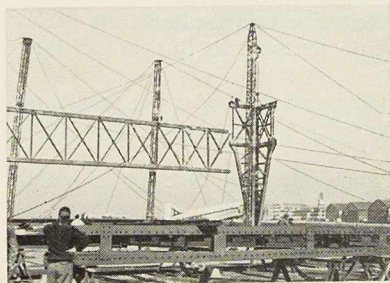


Photo R. Pichot.

Le hall d'exposition du Salon de l'Aéronautique au Bourget (France)

Le hall d'exposition qui vient d'abriter le XX^e Salon de l'Aéronautique au Bourget constitue la première tranche d'un ensemble architectural conçu par M. André Granet, architecte en chef du Gouvernement, et destiné aux grandes manifestations de l'aviation française et internationale.

Le hall d'exposition a été érigé en bordure du terrain d'aviation, à proximité de la future Autoroute du Nord.

Il a été étudié en fonction de sa destination temporaire : installations de stands, facilité de circulation et aspect monumental.

L'éclairage par la lumière naturelle est réparti aussi uniformément que possible par la position des parties vitrées, toiture en sheds exposés au nord et façade circulaire entièrement vitrée.

La vue est en même temps largement dégagée sur le terrain, auquel on accède directement par une porte axiale de 35 m d'ouverture et de 9,70 m de hauteur et par une série de portes latérales.

La porte axiale permet également l'entrée, dans le hall, d'avions de taille moyenne.

Ossature métallique

Le plan de l'ossature comprend :

- Un carré central de 40 m de côté;
- Sur la face Nord, un demi-cercle de 40 m de rayon centré sur ce carré;
- Deux galeries latérales de 20 m de largeur partant du diamètre est-ouest de ce demi-cercle et rejoignant la façade provisoire Sud, dont le développement est de 80 m.

Carré central (fig. 4, 8 et 9)

Cette partie est formée de deux portiques latéraux, caissons et treillis (portée, 40 m, hauteur sous traverses : 9,70 m, hauteur des traverses : 5,00 m) et de deux portiques transversaux de même dimension.

Les pieds communs de ces portiques, dont la section est en forme de L, sont articulés à la base. Ils assurent la stabilité de l'ouvrage et supportent la majeure partie de la charge permanente et des surcharges verticales. Ils sont ancrés sur d'importants massifs en béton armé.

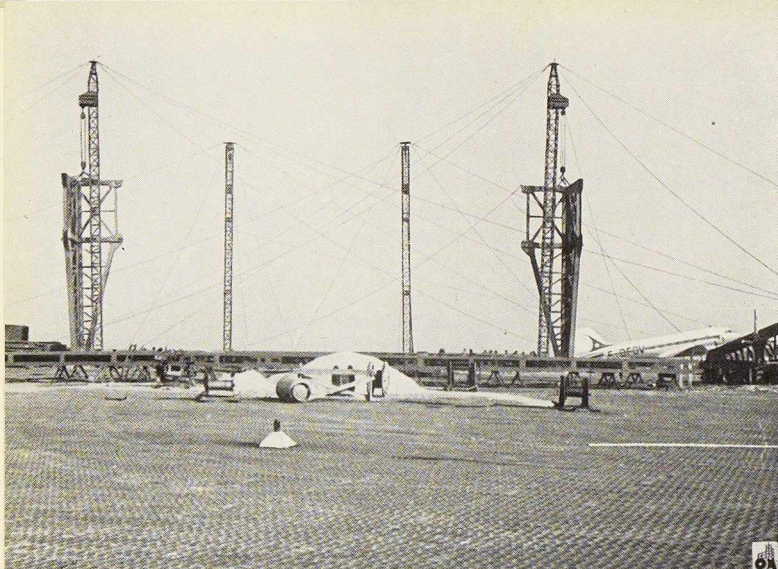
Les portiques latéraux portent les trois poutres des sheds (portée 40 m, hauteur 4,70 m) dont les membrures supérieures règnent avec celles des traverses. La dénivellation de 0,30 m des membrures inférieures correspond au passage des châteaux collecteurs des eaux des sheds, qui sont portés en partie par les semelles inférieures des traverses des portiques latéraux et sont, de ce fait, dissimulés. Le comble des sheds comprend des chevrons en treillis de 9,90 m de portée portant des pannes de 6,60 m à l'écartement de 1,80 m.

La couverture est en tôles ondulées, un sous-plafond étant prévu ultérieurement sous la poutraison.

Le vitrage vertical est porté par des traverses en U PN accolées aux poutres.

Les jouées sont également revêtues de tôles ondulées.





Photos R. Pichot.

Demi-cercle

Cette partie est formée d'une visière appuyée à l'arrière sur le portique transversal du carré central et à l'avant sur la traverse d'un portique encadrant la porte, au-delà duquel elle se prolonge en porte à faux.

Le portique est à âme pleine (ouverture 35 m, hauteur sous traverse : 9,70 m, hauteur de la traverse : 1,30 m).

En raison de sa faible hauteur, la traverse a reçu une contre-flèche de fabrication correspondant à la charge permanente et à la demi-surcharge théorique de neige.

Les parties latérales de la visière ont la même ossature que les galeries. Elles lui sont raccordées par des fermes d'arêtiers.

Galerias latérales

Elles sont couvertes par des fermes prenant appui d'une part sur les traverses des portiques latéraux, d'autre part sur le linteau périphérique. Ces fermes portent un système de pannes à treillis, formant entretoisement, et de pannes courantes en profilés.

La couverture du demi-cercle et des galeries est à faible pente (10 % environ) et a été réalisée en « Aciéroid ».

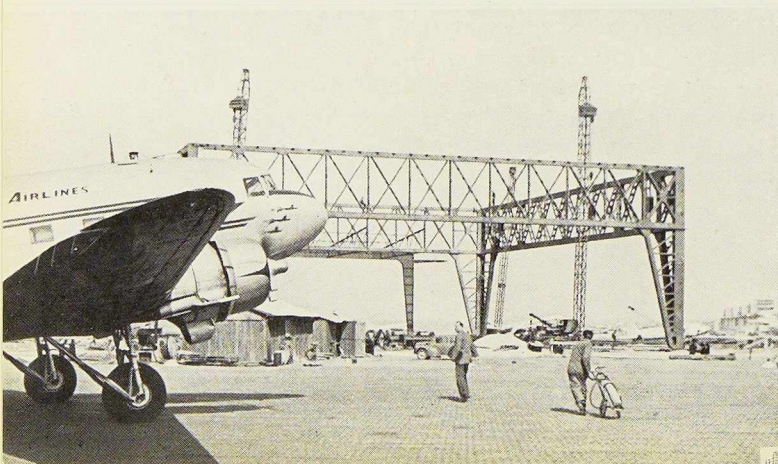


Fig. 2. Montage de la charpente métallique du hall d'exposition.

La couverture des galeries est raccordée aux poutres des portiques latéraux par un versant à 45° de façon à dissimuler en élévation frontale les toits à faible pente derrière le linteau périphérique.

Une ossature pour sous-plafond a été prévue au niveau des entrants des galeries et du demi-cercle avant.

Le linteau périphérique (fig. 10) a pour double but de soutenir l'extrémité des fermes, dont la position est variable par rapport à celle des potelets extérieurs, et de donner à la façade l'aspect

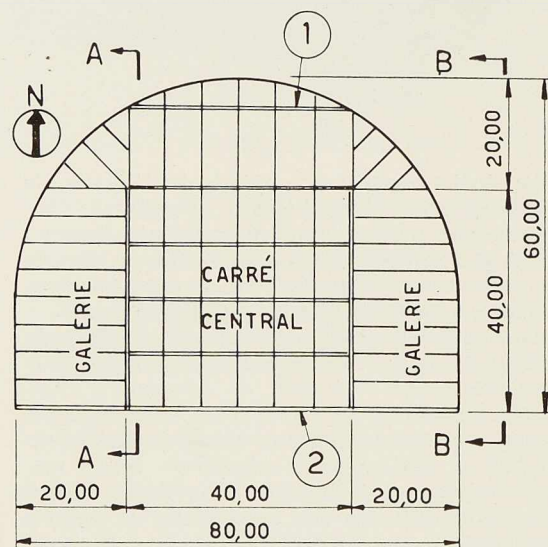


Fig. 3. Vue en plan du hall d'exposition.

1. Portique d'entrée de 35 m d'ouverture. - 2. Pignon provisoire. (Pour les coupes, voir les figures 5 à 7.)

architectural recherché. C'est une poutre à âme pleine de 1,50 m de hauteur à semelles désaxées : en bas, vers l'intérieur, en haut, vers l'extérieur.

Elle porte, à l'extérieur, une collerette conique à rivure étanche pour l'attache de l'habillage de la corniche inférieure.

Le linteau étant apparent a été traité avec soin; ses joints verticaux ont été soudés et meulés sur place.

Fig. 4. Mise en place des grands portiques de l'ossature du hall.

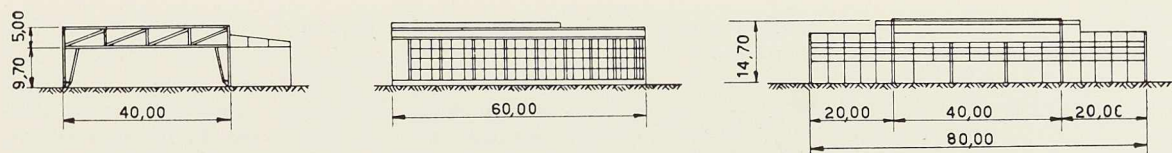


Fig. 5 à 7 (de gauche à droite). Coupe A-A. Coupe B-B. Pignon provisoire.

Le linteau est porté par des potelets en IPN 300 scellés sur la longrine périphérique en béton. Le flambage latéral de ces potelets est empêché par deux panneaux de contreventement verticaux, situés aux deux extrémités du bâtiment, auxquels ils sont reliés par les traverses de la menuiserie métallique portant les glaces.

La rigidité du bâtiment est assurée par un système de poutres au vent en treillis, situées dans le plan des entrails.

La façade arrière, provisoire, est un simple pan de fer, habillé par des tôles d'acier pliées en ondes trapézoïdales, les saillies étant disposées verticalement. Ce pan est arrêté à sa partie haute sur un bandeau en tôle pliée.

La charpente a été calculée en appliquant les règles d'utilisation de l'acier du M. R. U. Les efforts dus à la neige et au vent sont ceux de la circulaire NV 1946.

De plus, les éléments porteurs de la toiture ont été calculés pour permettre l'installation ultérieure de sous-plafonds, l'accrochage des panneaux publicitaires, d'appareils d'éclairage et de chauffage, et, éventuellement, de petits avions dont le poids peut atteindre une tonne.

Toute la construction est en acier Adx charpente, défini par la norme 2 35 001.

Menuiseries métalliques

La façade cylindrique sur le demi-cercle avant et les façades des galeries latérales sont entièrement vitrées; leur habillage devait satisfaire à deux conditions :

- Réaliser l'aspect architectural recherché pour cette partie essentielle de la construction;
- Constituer un pan de fer suffisamment résistant pour porter les efforts sur l'ossature.

Chaque panneau vitré courant a en effet une portée de 7,70 m.

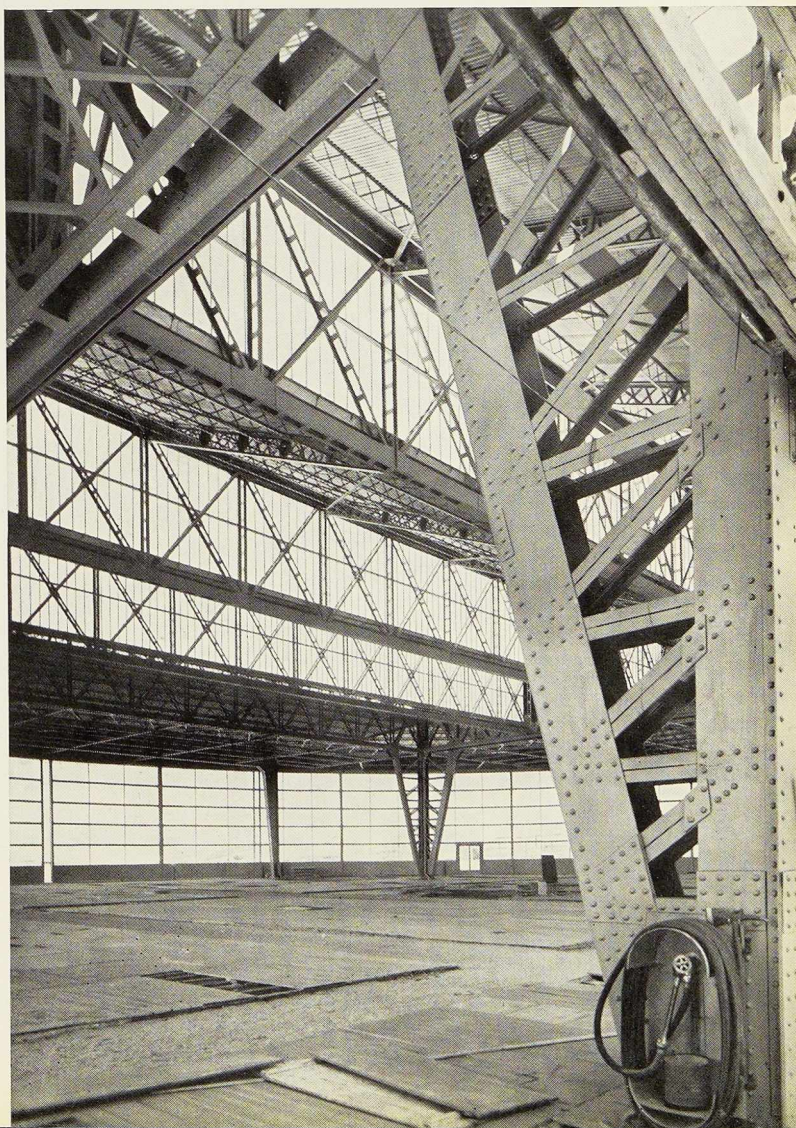
Fig. 8. Détail de la béquille d'un des portiques de l'ossature métallique du hall d'exposition.

Photo Chevojon.

La tôle encadrant les glaces concourt à la transmission des efforts, réalisant ainsi une économie appréciable.

De plus, l'entrée principale devant avoir une unité d'aspect avec la façade, des portes coulissantes s'imposaient. Celles-ci comprennent quatre panneaux roulant au sol sur un même rail circulaire en retrait des façades fixes. La partie supérieure est guidée par des galets à axe vertical, coulissant pour rattraper les flèches variables du linteau.

Le linteau circulaire a été habillé par deux moulures : supérieure et inférieure.



Compte tenu du délai très court séparant le commencement de la pose des menuiseries de la date impérative de l'inauguration, tous les éléments ont été ajustés en atelier et percés sur gabarit pour réduire au minimum les travaux de chantier. Les profils de tôlerie ont été mis au point sur maquette grandeur d'un élément de façade. Le traçage a été exécuté par des chaudronniers, mais l'assemblage a été opéré par des ajusteurs serruriers, habitués à une précision indispensable. Les tôles, pliées par éléments droits, ont été cintrées sur gabarits, les trous d'assemblage avec l'ossature étant ensuite contre-percés.

Le montage sur chantier a exigé la coopération de monteurs qui mettaient en place d'un seul bloc les éléments de façade et les portes au moyen d'un camion-grue, et de poseurs serruriers qui effectuaient le réglage des niveaux et l'ajustage des tôleries.

Exécution des travaux

Le montage de la charpente métallique présentait quelques difficultés. Toute la partie périphérique prenant appui sur la partie centrale, il était nécessaire de commencer le montage par le centre. Cette partie centrale, du fait de sa conception, a donné lieu à une méthode de montage un peu spéciale.

Les difficultés rencontrées étaient les suivantes :

— Les deux portiques constituant le carré central sont reliés entre eux par deux poutres fermant le carré, mais ne sont pas encastrés dans le sol, d'où nécessité de les tenir en l'air jusqu'à fermeture du carré;

— Chacun de ces deux portiques est constitué par deux poteaux et une traverse. Or, d'une part, l'assemblage de ces trois éléments ne pouvait se faire qu'en l'air (l'assemblage à terre aurait en

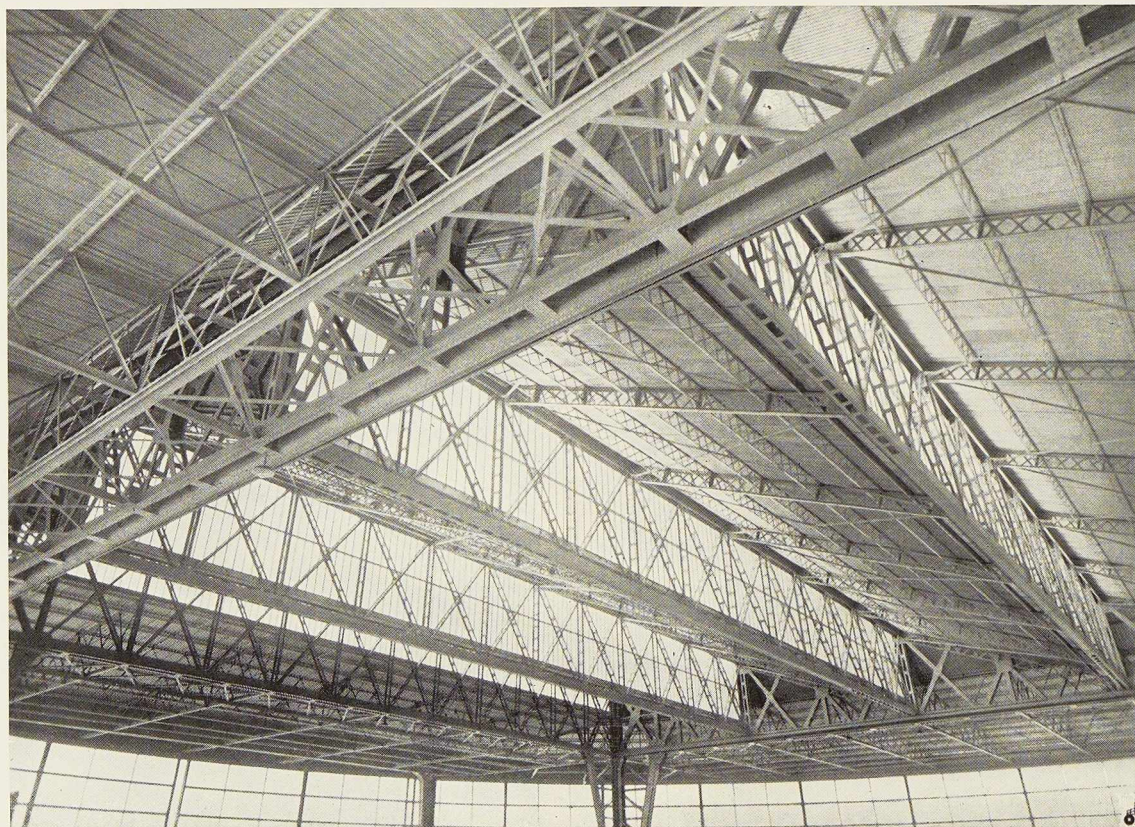


Fig. 9. Vue intérieure du carré central du hall.

Photo Chevojon.



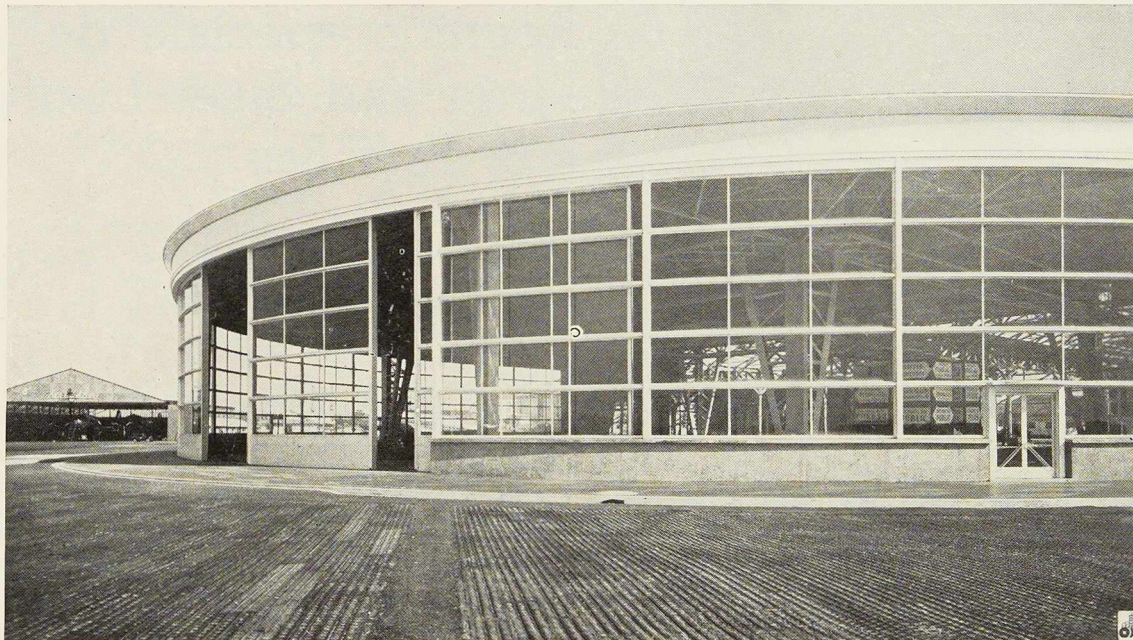


Photo Chevojon.

Fig. 10. Vue d'ensemble du hall d'exposition du Salon de l'Aéronautique au Bourget.

effet entraîné des déformations au moment du levage), d'autre part, chaque poteau forme un angle du carré et, de ce fait, n'est pas en équilibre une fois dressé, d'où nécessité de les tenir en l'air jusqu'à jonction avec la traverse.

La méthode adoptée fut donc la suivante :

— Levage simultané de chacun des deux poteaux d'un portique par un mât de 22 m situé dans l'angle du carré, ces poteaux restant suspendus jusqu'à l'achèvement de la jonction avec la traverse (fig. 2).

— Levage de la traverse par deux mâts de 18 m et jonction de la traverse aux poteaux (fig. 1);

— Haubannage du portique ainsi monté, ripage des mâts jusqu'à l'emplacement du portique opposé et levage identique de ce dernier;

— Ripage des mâts deux par deux le long des poutres;

— Levage des poutres et jonction aux portiques.

A partir de ce moment le montage de la partie périphérique pouvait être entamé.

Il se fit à l'aide de deux camions grues de 6 t de capacité, équipés l'un d'une flèche de 9 m, l'autre d'une flèche de 14 m.

Les travaux de terrassement et l'exécution des fondations en béton armé ont été réalisés par les Etablissements Moisant-Laurent-Savey dans le courant du mois de janvier 1953.

Les charpentes métalliques ont été réalisées par les Anciens Etablissements Eiffel dont les ateliers, situés au Blanc-Mesnil, sont à proximité du terrain du Bourget.

Le montage fut exécuté par la Société Camom.

Les menuiseries métalliques ont été fournies et mises en place par les Ateliers de Construction de Schwartz-Hautmont.

L'excellente coordination du travail des différentes entreprises a porté ses fruits. L'usinage des 360 tonnes de charpentes métalliques a été entrepris courant janvier 1953, le chantier de montage était ouvert le 9 février, et cet ensemble était en place et réglé le 25 avril, tandis que les façades et les portes, représentant 80 t d'acier, ont été exécutées en atelier entre le 15 janvier et le 31 mars et livrées montées, les portes en état de fonctionnement, le 31 mai.



Réunion spéciale de l'Iron and Steel Institute aux Pays-Bas

L'Iron and Steel Institute (I. S. I.) britannique a tenu sa réunion spéciale 1953 aux Pays-Bas, du 30 septembre au 7 octobre.

Le meeting comportait une session technique, ainsi que des excursions et visites d'usines.

Les participants britanniques auxquels s'étaient joints plusieurs délégués étrangers, ont été reçus

par un Comité d'accueil néerlandais, présidé par M. A. H. Ingen Housz, Président de la Direction de la Compagnie Royale Néerlandaise de Hauts Fourneaux et Acieries de IJmuiden.

Ce Comité d'accueil n'a ménagé aucun effort pour rendre aux Congressistes leur séjour en Hollande agréable et instructif.

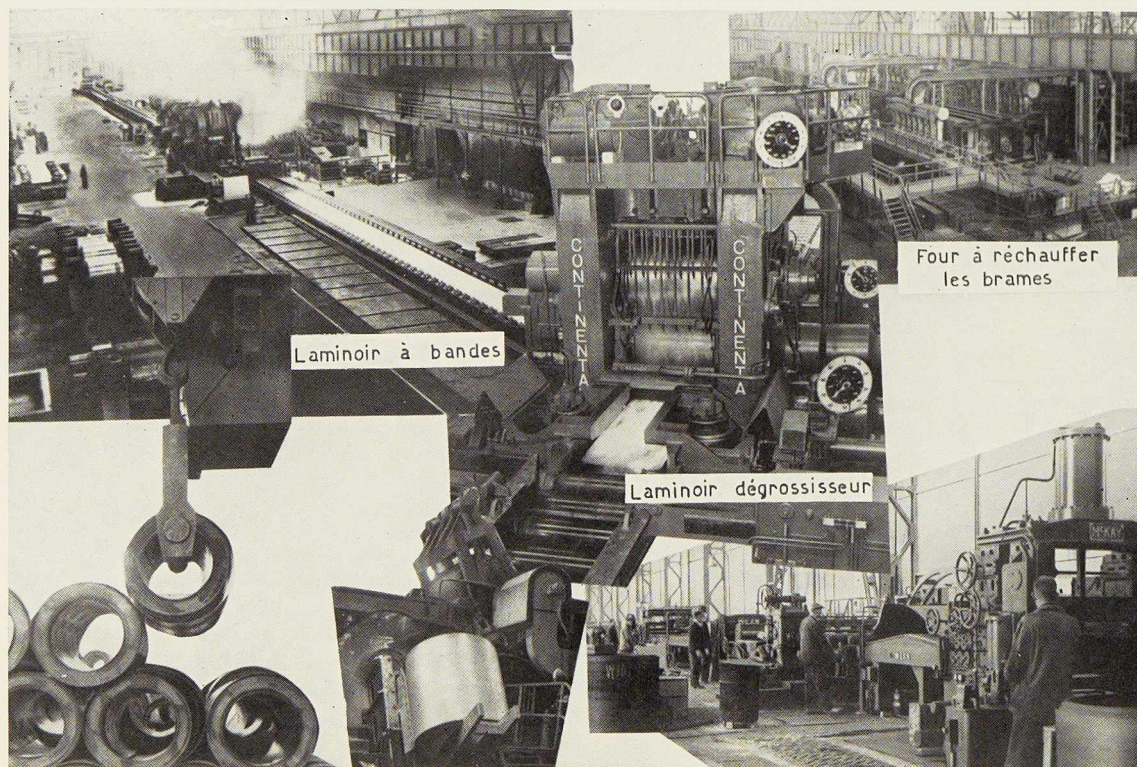


Fig. 2. Quelques vues des installations de la Compagnie Royale Néerlandaise de Hauts Fourneaux et Acieries de IJmuiden.

Fig. 3 à 5 (de haut en bas). Pont-route sur le fleuve Waal à Nimègue. Portée de la travée centrale : 244 m.

Charpente métallique pour un atelier de construction à Utrecht.

Automotrice moderne en service sur le réseau néerlandais.

Constructeur : Société Werkspoor.

Au cours de la Session technique, M. A. H. Ingen Housz, a fait un exposé fort documenté sur l'industrie sidérurgique néerlandaise. De son côté, le Professeur J. E. de Graaf, a parlé des Recherches dans l'industrie du fer et de l'acier aux Pays-Bas. La session technique s'est terminée par la projection d'un film sur la plus grande dragline du monde, construite pour les carrières de Corby de la Société Stewarts & Lloyds (Grande-Bretagne) (1).

Le programme de visites, très chargé, a conduit les congressistes à travers plusieurs villes de Hollande parmi lesquelles il convient de mentionner Amsterdam, Utrecht, Delft, La Haye et Rotterdam.

On trouvera ci-après, quelques détails sur ces visites.

La *Société Werkspoor*, fondée il y a 125 ans compte actuellement parmi les plus importantes entreprises industrielles du pays. Elle possède deux usines, l'une à Amsterdam, l'autre à Utrecht. Ses activités s'exercent dans de nombreux domaines et englobent la fabrication de moteurs, turbines, pompes, etc., les machines à vapeur, la chaudronnerie, les installations pour sucreries et industries chimiques, le matériel pour raffineries, le matériel roulant, les ponts et charpentes.

L'*Amsterdam Drooadok Maatschappij N. V.* fondée il y a trois quarts de siècle, constitue aujourd'hui un des plus modernes chantiers navals pour la réparation des bateaux et moteurs marins en Europe continentale. Elle possède notamment quatre docks flottants de 3 000, 4 000, 7 500 et 25 000 tonnes.

La *Compagnie royale néerlandaise des Hauts Fourneaux et Aciéries* à Ijmuiden (2), possède des installations très modernes. Sa capacité de production atteint 600 000 tonnes par an.

Les nouveaux bâtiments administratifs de la Compagnie, conçus par un des maîtres de l'architecture hollandaise contemporaine, M. W. M. Dudok, peuvent être considérés comme un modèle du genre.

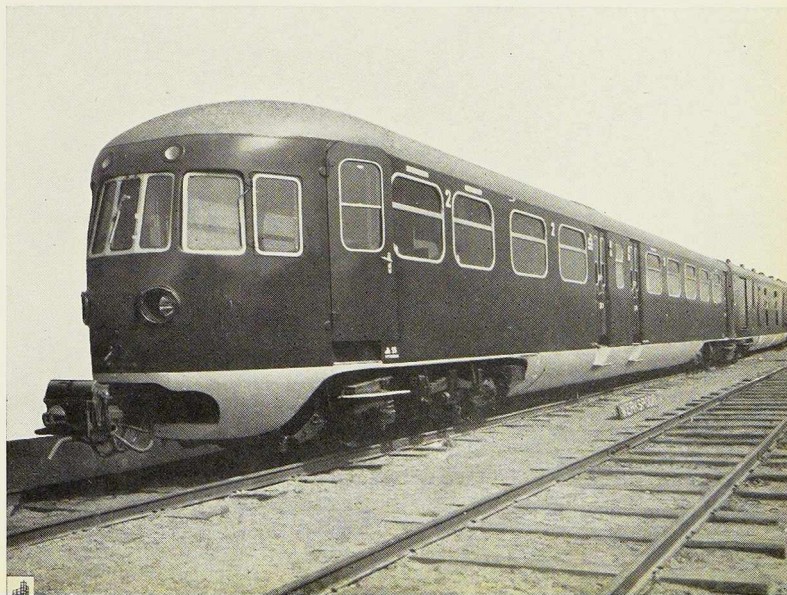
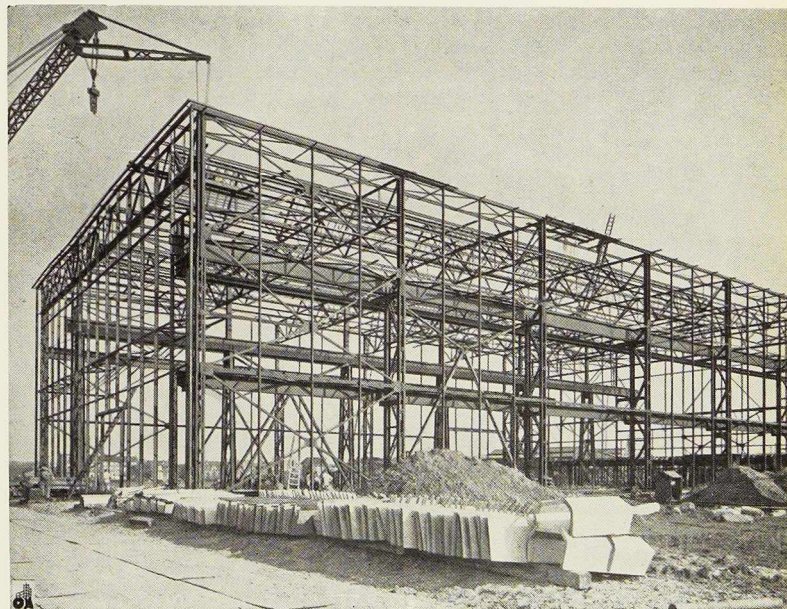
Les congressistes ont visité en outre les *Aciéries J. M. de Muinck Keizer* à Utrecht, la *N. V. Nederlandse Kabelfabriek* à Delft, etc.

Partout ils ont trouvé un accueil cordial et empressé.

Magistralement organisé dans tous ses détails, le voyage aux Pays-Bas des membres de l'*Iron and Steel Institute* peut être considéré comme une parfaite réussite.

(1) Cet engin a été décrit dans le n° 3-1952 de *L'Ossature Métallique*.

(2) Voir *L'Ossature Métallique*, n° 2-1953.



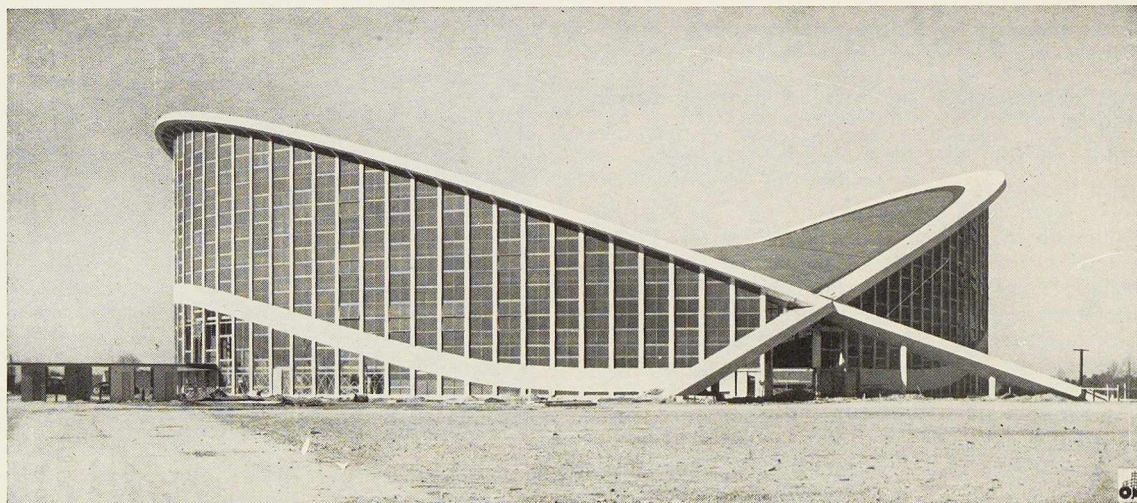


Fig. 1. Pavillon de foire de Raleigh (Caroline du Nord).

Bâtiments primés aux Etats-Unis

L'American Institute of Architects (A. I. A.) au cours de son Congrès annuel à Seattle a procédé à l'attribution des prix et mentions honorables aux plus beaux bâtiments construits aux Etats-Unis en 1952.

Les prix d'honneur ont été attribués au Centre technique de la General Motors à Warren (Michigan) et au Pavillon de foire de Raleigh (Caroline du Nord). Ces deux bâtiments, dans la construction desquels l'acier a joué un rôle important, ont été décrits en détail dans *L'Ossature Métallique* (n° 12-1952 et 7/8-1953).

Le nouveau Centre technique de la *General Motors* est l'œuvre des Architectes Saarinen, Saarinen & Assoc. tandis que le projet de l'original pavillon de Raleigh a été établi par feu l'architecte M. Nowicki et son successeur l'architecte Dietrick.

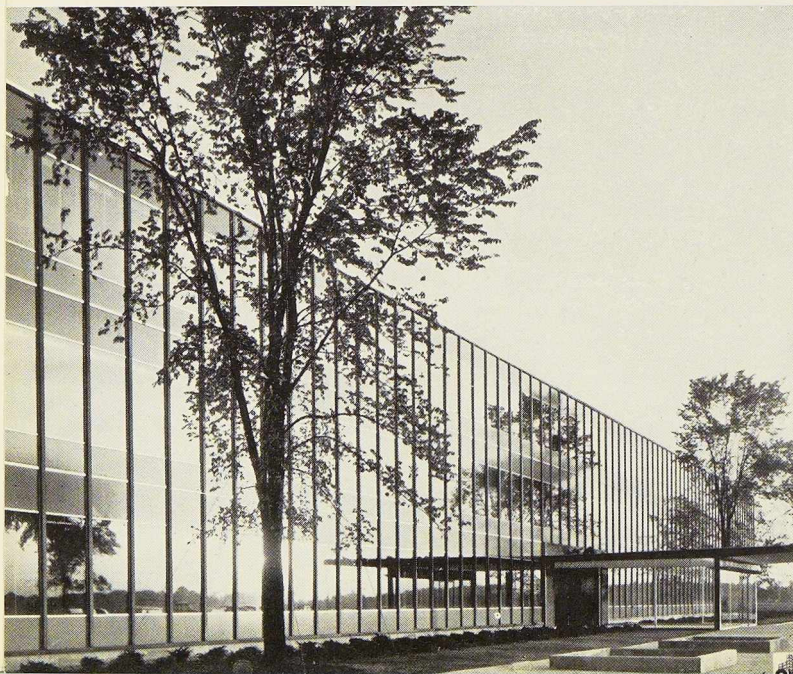


Fig. 2. Façade vitrée du nouveau Centre technique de la Société « General Motors » à Warren (Michigan).



Nouveau hangar à pétrole au port de Mannheim (Allemagne)

H. Blank,
Conseiller supérieur
du Gouvernement⁽¹⁾

Des installations souterraines de stockage des liquides inflammables ayant été détruites à Neckarvorland près de Mannheim, les autorités du port de cette ville ont eu à résoudre un problème délicat concernant leur reconstruction.

Les règlements municipaux interdisent que des liquides inflammables, tels que essence, pétrole, térébenthine, huiles, soient entreposés en grande quantité dans des silos du port ou dans des bâtiments se trouvant dans la ville.

Pour répondre aux besoins actuels de stockage de ces liquides, on vient d'ériger un nouveau hangar très vaste avec sous-sol. Il permet d'abriter non seulement des produits liquides inflammables, mais également des matériaux solides

inflammables ou dégageant des odeurs désagréables (allumettes, résines) qu'on ne peut pas stocker dans des silos. A cet effet la dalle en béton située au-dessus du sous-sol est prévue pour des charges de 2 t/m².

Le nouveau hangar se trouve au port intérieur et peut ainsi être atteint par bateau. Il est raccordé au chemin de fer et à la route. Une des exigences fut la suppression des colonnes intérieures pour obtenir de grandes surfaces libres. Le choix de la toiture en dépendait. Quatre avant-projets avaient été présentés :

1. Poteaux en béton armé avec poutres en treillis;
2. Poteaux en acier avec poutres en treillis;
3. Arc à trois articulations, construction soudée, poutres à âme pleine;

(1) D'après l'article paru dans la revue *Neue Bauwelt*.

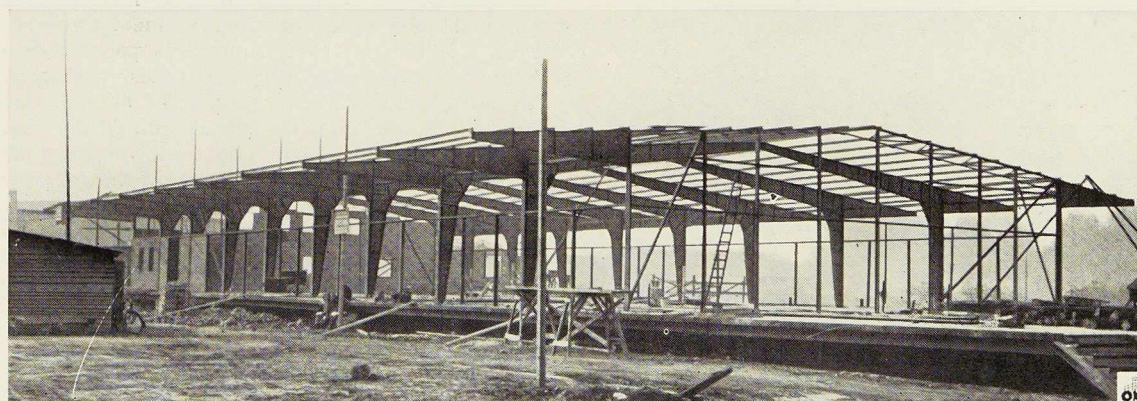
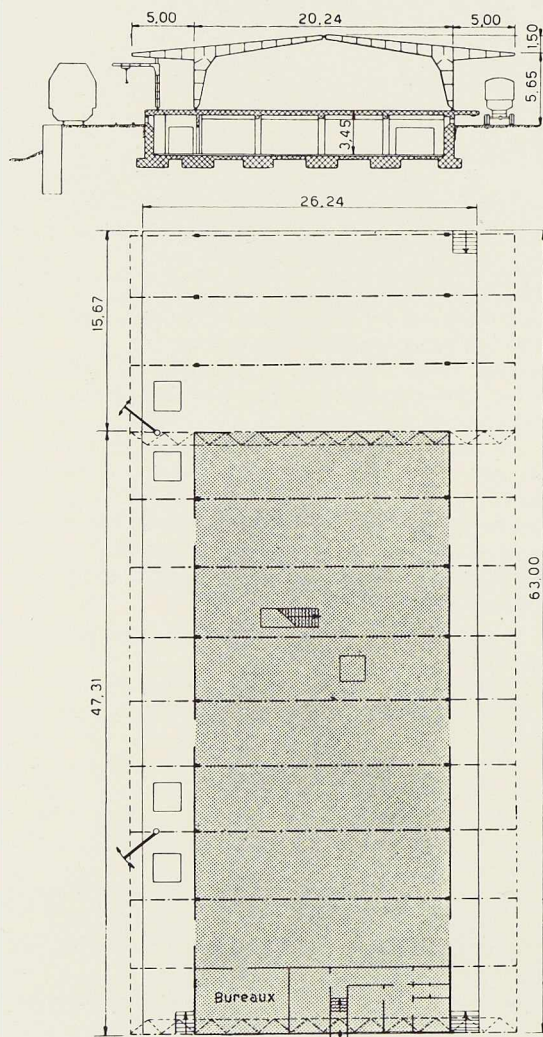


Fig. 2. Charpente métallique du hangar à pétrole du port de Mannheim, en cours de montage.

Fig. 3 (ci-contre). Arcs à trois articulations constituant le système portant du hangar. Le porte-à-faux a une longueur de 5 m.

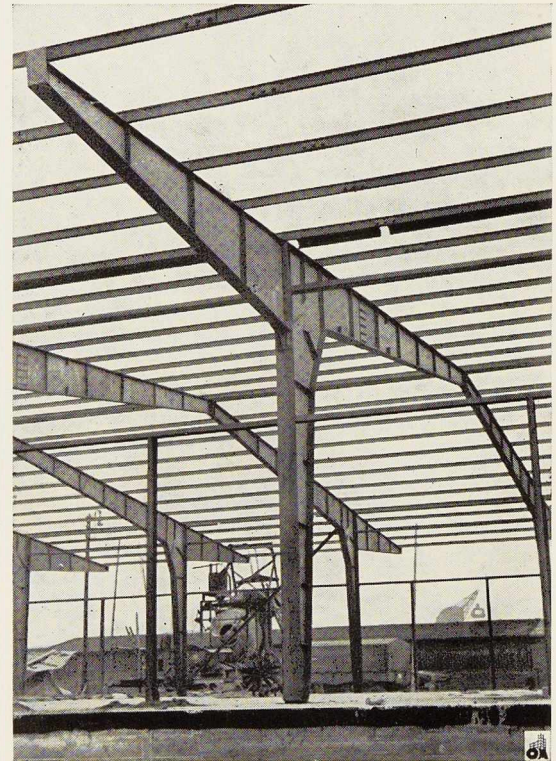
Fig. 4 (ci-dessous). Coupe transversale et vue en plan du hangar.



4. Arc à deux articulations, construction soudée, poutres à âme pleine.

Le choix s'est porté sur l'arc à trois articulations en poutres à âme pleine.

La couverture a été réalisée en Eternit ondulé incombustible résistant aux intempéries. Les murs extérieurs sont en charpente métallique avec rem-



plissage de briques. Les vitrages couvrent les deux façades longitudinales et le pignon Nord, sur 1,40 m de hauteur. Des bureaux ont été aménagés dans la partie Sud du hangar.

L'extrémité Nord constitue une large plateforme abritée dont l'auvent repose sur trois portiques identiques aux autres. Côté eau, se trouve un quai de chargement de 3 m de largeur; côté route le quai de chargement a une largeur de 2 m. Des toitures abris supportées par des consoles à âme pleine prolongent les portiques. L'économie de la construction a été obtenue par des pannes du type Gerber en profilé I PN 10. D'une portée de 5,25 m elles sont distantes de 1,25 m ce qui constitue la distance optimum pour l'éternit ondulé.

La section des poutres en arc à trois articulations est composée d'âmes en plats nervurés de 8 mm d'épaisseur, et de semelles en plats de 10 mm d'épaisseur \times 100 à 200 mm de largeur.

L'assemblage des portiques est réalisé par des cordons de soudure discontinus, jugés suffisants pour les sollicitations statiques auxquelles est soumis l'ouvrage.

Les béquilles des portiques servent en même temps de poteaux placés dans les parois latérales.





Fig. 5. Extrémité du hangar à pétrole. Au premier plan, le quai de chargement couvert. Les béquilles de la charpente métallique sont distantes de 20,24 m, tandis que l'écartement entre les portiques est de 5,25 m.

Les nœuds rigides des portiques ont été convenablement raidis. Les consoles formées par soudure sont boulonnées aux béquilles.

Pour la manutention des charges on a prévu deux grues articulées avec palans de 1 000 kg.

L'installation électrique est conforme aux prescriptions en vigueur pour les locaux présentant des dangers d'explosion. Les prises de courant ne peuvent être branchées que si le courant est coupé. Tous les points de rupture sont placés dans des coffrets blindés. Le chauffage des bureaux et ateliers est assuré par appareils électriques. L'installation des lavabos et des douches est équipée d'un boiler électrique.

Une bascule automatique rapide de 1 600 kg de force portante est installée au sous-sol; une autre de même force se trouve au rez-de-chaussée.

Le projet du hangar est l'œuvre du Professeur Dr. Eiselin de Schwetzingen.

La construction en a été confiée à la firme *Jakob Ruppert, Stahlbau*, d'Eppelheim.

Le montage s'effectua à l'aide d'un simple mât de montage.

Le poids de la construction métallique est d'environ 47 t soit 5,9 kg/m³ de volume bâti.

Le montage a été assuré par la firme *Ed. Armbruster, Hoch- und Tiefbau*, pour le compte de l'Administration du port de Mannheim.

Articles à paraître prochainement :

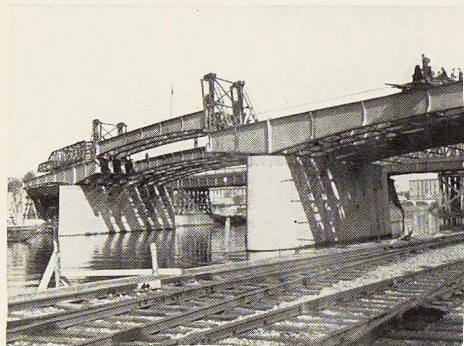
Maisons métalliques « Luria » (U. S. A.).

Les nouveaux ponts-routes sur le Danube (Autriche).

La nouvelle raffinerie Esso à Anvers.

Le pont de l'Harteloire à Brest.

Une simplification de la méthode de Cross pour les cadres symétriques soumis aux déplacements latéraux, par G. B. Godfrey.



Le pont d'Anvers à Strasbourg

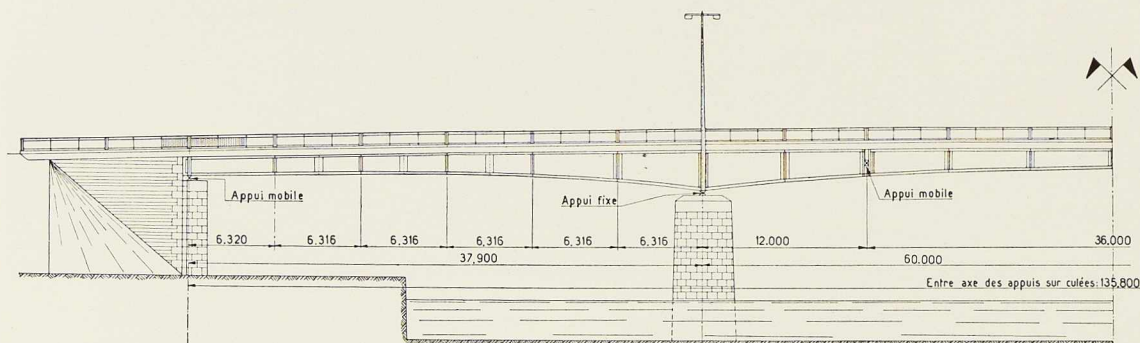


Fig. 2. Demi-élévation du pont.

Le pont d'Anvers, par lequel l'artère routière commune à l'avenue de la Forêt Noire et au boulevard d'Anvers, franchit le bassin des Remparts du port de Strasbourg, a été exécuté par les

Etablissements Nihart, à Saint-Gratien (Seine-et-Oise).

C'est un ouvrage biais de 136 m de longueur et de 20 m de largeur. Le tablier livre passage à une chaussée de 12 m et à deux trottoirs de 4 m chacun.

L'ouvrage est à trois travées en poutres à âme pleine du type cantilever. Les poutres principales sont solidarisées entre elles par l'intermédiaire d'entretoises biaises triangulées et par le tablier en béton armé.

Le poids du pont d'Anvers à Strasbourg atteint 1 200 t.

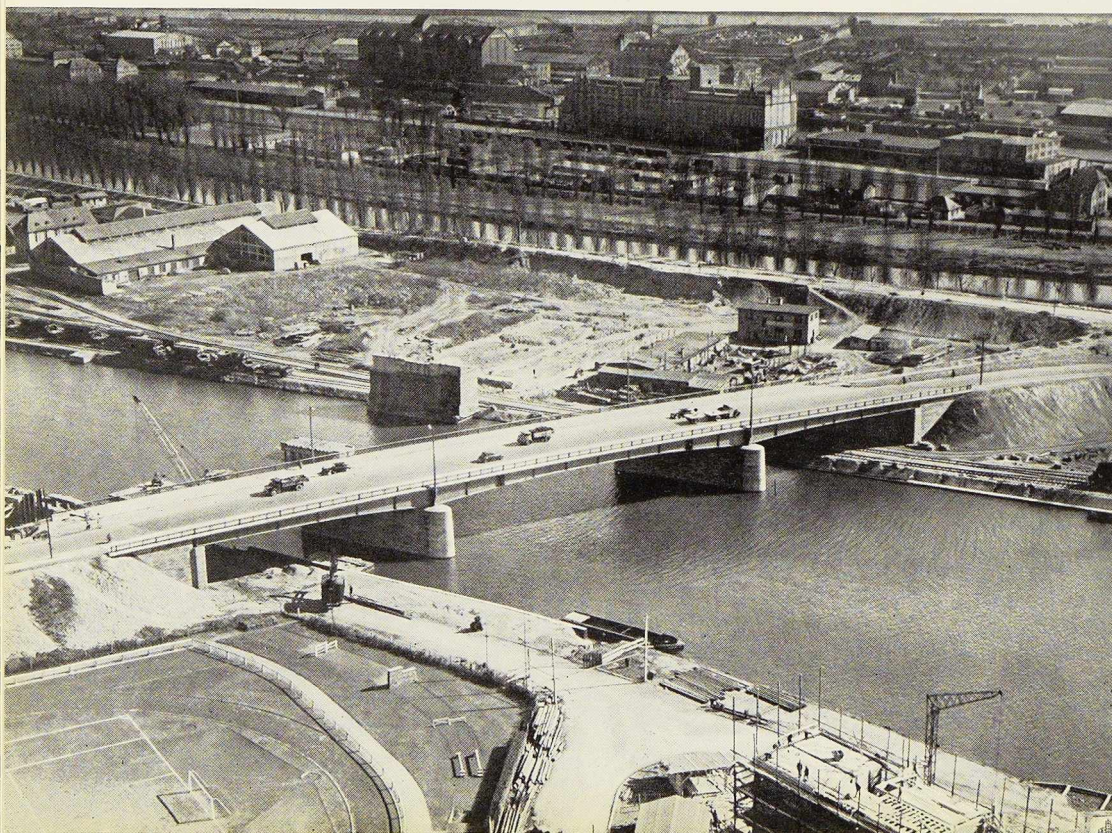


Fig. 3. Vue d'ensemble du nouveau pont d'Anvers à Strasbourg.

Les extensomètres électroniques et leurs applications

L'emploi des anciens extensomètres mécaniques et optiques est, maintenant, presque complètement remplacé, même dans les laboratoires, par celui des extensomètres électroniques.

Ceux-ci, comportent un élément détecteur, la jauge de déformation (en anglais « strain gauge ») qui est généralement du type ohmique et un appareil de mesure lequel est, en principe, un pont de Wheatstone à courant continu ou alternatif.

La jauge ohmique de déformation est constituée d'une petite bandelette de papier dont les dimensions peuvent être inférieures à celle d'un timbre-poste et sur laquelle est collé un fil extrêmement ténu, par exemple, de constantan.

Pour donner à ce fil une longueur suffisante, il est collé sur le papier de manière à y former un dessin en forme de créneaux, très étroits et allongés dans le sens de la longueur de la bandelette.

La surface rectangulaire occupée sur cette bandelette par la grille ainsi formée ne dépasse pas la moitié de celle de la bandelette et dans le cas des petites jauges, elle est encore plus petite.

Ces jauges sont collées à la surface des matériaux dont on veut étudier les déformations sous des sollicitations déterminées.

La résistance électrique du fil métallique qui fait ainsi corps avec la surface du matériau considéré (et est par conséquent soumis aux mêmes déformations), présente la curieuse propriété de varier exactement dans la même proportion que la déformation.

Lorsque la déformation mécanique change de signe, la variation de résistance électrique change également de signe.

Le rapport entre la variation relative $\frac{\Delta R}{R}$ de la résistance électrique et la déformation relative $\frac{\Delta L}{L}$ de la surface du matériau, suivant la direction du fil collé sur la jauge, est d'environ 2.

Ce rapport dépend de la matière constitutive du fil mais pour un fil en matière donnée, il varie quelque peu d'une jauge à l'autre.

C'est pourquoi celles-ci, sont sélectionnées de

telle sorte que par pochette de dix unités, ce rapport appelé « facteur de jauge » est le même pour toutes, avec une tolérance qui est généralement de 1,5 %.

Des jauges spéciales constituées d'un assemblage de deux ou trois jauges normales faisant entre elles des angles de 45° - 120°, etc., sont fabriquées pour la mesure des déformations dans le cas de sollicitations de torsion ou dans celui de tensions planes dont les directions des déformations principales sont à déterminer.

Dans tous les cas les deux extrémités du fil fin de chaque jauge, sont soudées chacune à un fil de cuivre étamé, solidement fixé entre deux couches de papier et constituent les bornes de raccordement.

Les appareils ou ponts de mesure sont, suivant les types, destinés à fonctionner suivant la méthode classique de zéro, ou sont à lecture directe. Dans ce dernier cas, la mesure dépendant directement de la tension d'alimentation du pont, celui-ci, doit comporter un dispositif assurant une stabilisation parfaite de cette tension.

Ces divers appareils permettent de lire des déformations relatives à partir de 5 microdéformations (5×10^{-6}).

De nouveaux appareils de conception tout à fait industrielle, à pont automatique, viennent d'être mis au point et présentent une sensibilité considérablement supérieure.

Dans tous les cas, les mesures s'effectuent en courant alternatif à des fréquences qui s'échelonnent entre 50 et 4 000 p/sec.

Bien que l'emploi du courant alternatif soulève des difficultés par suite des effets des asymétries de capacité de raccordement des jauges, ce genre de courant est préféré au courant continu car dans le cas de ce dernier il est alors très difficile d'éliminer les perturbations dues au potentiel de contact. Par contre, les effets de capacité des raccordements peuvent aisément être compensés.

Le métal constitutif des fils de jauges, tel que le constantan, présente une résistance électrique presque indépendante de la température.

Mais, évidemment, les effets de température

sont à considérer au point de vue des dilatations ou contractions qu'ils produisent et qui sont souvent du même ordre de grandeur que les déformations mécaniques étudiées.

La mesure de ces déformations relatives s'obtient comme dans le cas de l'emploi d'extensomètres mécaniques ou optiques, en comparant les résultats des mesures obtenues dans deux états successifs de sollicitations connues.

Ces deux mesures successives peuvent se succéder dans un intervalle de temps à volonté plus ou moins long (parfois plusieurs mois).

En tout cas, la température de la pièce dont on étudie la déformation, diffère généralement d'une mesure à l'autre.

Pour éliminer les erreurs qui seraient dues aux variations de dimensions résultant de la différence des températures, la résistance de comparaison du pont de mesure est constituée d'une seconde jauge identique à la première et collée sur un fragment de même matière que la pièce étudiée.

Ce fragment n'est soumis à aucune sollicitation mécanique mais est maintenu aussi rigoureusement que possible à la même température que la pièce considérée, par exemple en le mettant à proximité immédiate de celle-ci.

Dans certains cas, cette jauge de compensation de la température peut également être fixée sur la pièce à un endroit où celle-ci n'est pas influencée par la déformation mécanique ou l'est en sens inverse et dans une proportion connue (déformation transversale dans le cas de compression ou traction simple si le coefficient de Poisson, est connu; déformations de signe contraire et égale dans le cas de pièces soumises à flexion, etc.).

Les extensomètres électroniques permettent, maintenant, de contrôler exactement et facilement sur les divers éléments d'une construction métallique soumise à des sollicitations déterminées, les taux de travail correspondants.

De tels contrôles s'effectuent maintenant couramment au cours des essais de réception des ponts, bateaux, voitures de chemin de fer, châssis de camions, charpentes diverses, avions, etc.

Ils ont ainsi contribué considérablement à augmenter la sécurité de travail de ces constructions et, dans certains cas, on conduit pour la nouvelle fabrication, à une économie de matière par une répartition plus judicieuse de celle-ci.

Les extensomètres électroniques trouvent, actuellement, une utilisation de plus en plus grande aussi pour résoudre le problème inverse de celui pour lequel ils ont initialement été conçus, c'est-à-dire : mesurer les sollicitations auxquelles une construction est soumise en fonc-

tion des déformations qu'elles produisent sur des éléments de cette construction.

C'est ainsi par exemple qu'on protège actuellement des grues type « marteau » contre un moment de renversement excessif, par la mesure permanente de la déformation de certains éléments de la flèche.

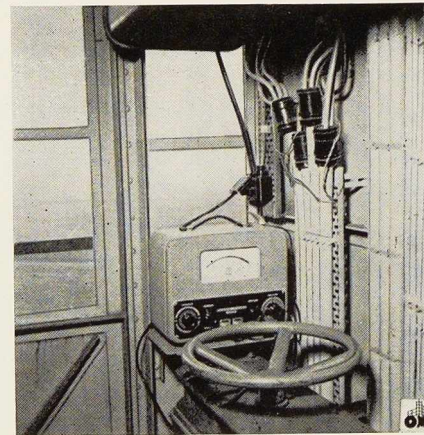


Fig. 1. Pont de mesure des déformations à lecture directe.

La figure ci-dessus, montre un pont de mesure de déformations à lecture directe « Philips », installé à demeure dans la cabine d'une grue construite par « Le Titan Anversois » à Hoboken et indiquant, à tout instant, au grutier, le moment de renversement.

Un dispositif complémentaire de cet appareil assure d'ailleurs le déclenchement du circuit électrique d'alimentation des moteurs dès qu'un moment de sécurité prédéterminé tend à être dépassé.

Des ponts analogues ou, plus récemment, des ponts d'un type tout à fait industriel, à mise à zéro automatique, sont maintenant utilisés couramment pour effectuer économiquement et aisément, les fonctions les plus diverses.

Dans les fonderies notamment, il est particulièrement utile de réduire les déchets de matières en pesant la quantité de métal à couler.

De telles pesées peuvent être faites, très rapidement, à peu de frais et pratiquement sans modification d'une installation existante, par l'emploi de nouvel appareillage.

De notables économies peuvent ainsi être réalisées, car pour éviter le risque d'une coulée incomplète on a, faute de pouvoir peser la charge de métal réellement nécessaire, tendance à en prendre plus qu'il n'en faut.



Erich Backes,
Ingénieur en Chef
du Département « Montage »
de la firme B. Seibert (Sarre)

Arc tubulaire pour le canal de Verdon

Le calcul de cet ouvrage a fait naguère l'objet d'un article ⁽¹⁾.

La présente note donne seulement une courte description de la construction en l'illustrant de quelques photographies de l'arc tubulaire après montage.

Le tube est réalisé en acier Confor B, entièrement soudé, suivant les prescriptions du Cahier des charges hydrotechnique de France.

La figure 3 donne la vue d'ensemble. L'arc s'élanche en une courbe élégante au-dessus de la gorge sauvagement découpée. Il est si bien adapté au caractère du paysage qu'il ne donne pas l'impression d'un corps étranger, mais qu'il semble au contraire contribuer à la beauté du site.

A ses extrémités, l'arc est encastré dans des blocs massifs en béton. Il s'agit de transmettre des efforts longitudinaux et transversaux, des moments de flexion et de torsion. La figure 4 montre des détails de ces appuis. On voit deux robustes anneaux faisant le tour du tube et dont l'écartement vaut environ une fois et demie le diamètre du tube. Cette construction à anneau

double permet de transmettre les réactions des appuis dans le tube sans qu'il en résulte des tensions secondaires, aussi bien quand le tube repose librement sur sa fondation en restant entièrement accessible, que lorsqu'il est partiellement ou complètement enrobé dans le béton.

Le demi-enrobage du tube semble être la solution la plus économique. Elle est avantageuse pour le tube muni de ses anneaux, parce que l'effort longitudinal est transmis sans excentricité au droit de l'axe du tube. En outre, elle est avantageuse pour la fondation, parce que le béton au-dessus du tube ne pourrait être assuré à contribuer à la reprise de l'effort que moyennant une grande dépense d'armature.

L'arc tubulaire doit être accessible de toute part. C'est pourquoi on a prévu au-dessus une passe-

⁽¹⁾ ESSLINGER, M., *Calcul d'un arc tubulaire* (L'Ossature Métallique, n° 2-1952).

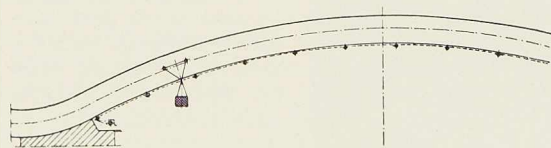


Fig. 1 (ci-dessus). Rails sur lesquels roule le chariot et la construction triangulaire de suspension sous laquelle le chariot oscille librement.

Fig. 2 (à droite). Schéma montrant le levage des demi-arcs et leur assemblage par soudure.

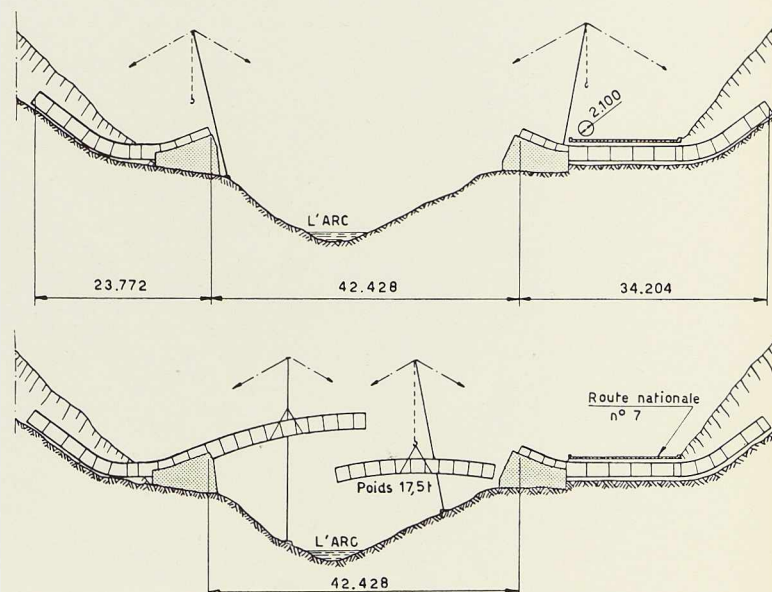


Fig. 3 (à droite). Vue d'ensemble de l'arc tubulaire construit au canal de Verdon. A ses extrémités l'arc est encastré dans des blocs massifs en béton.



relle et au-dessous un chariot de visite. Pour permettre de monter dans le chariot, une petite estrade est adaptée à chacune des fondations. La figure 1 montre les rails sur lesquels roule le chariot, des deux côtés du tube, ainsi que la construction triangulée de suspension sous laquelle le chariot oscille librement. Le déplacement du chariot est produit par un câble sans fin qui est actionné d'une des rives au moyen d'un cabestan à main.

Lors du montage, on ancre d'abord solidement dans le béton les parties du tube qui se trouvent dans les fondations. L'arc tubulaire proprement dit avait été livré en quatre pièces pesant 10 t chacune. Celles-ci furent assemblées sur le sol

en deux demi-arcs pesant chacun 20 t et de 21 m de longueur.

Les deux demi-arcs furent levés simultanément et, pendant qu'ils étaient suspendus au mouflage, soudés définitivement aux parties inférieures (fig. 2) puis, le joint au sommet fut fermé. Il avait été exécuté comme joint ajustable avec des couvre-joints extérieurs, également soudés; ainsi, de petites différences sur la longueur pouvaient être rattrapées.

En laissant l'arc suspendu au mouflage jusqu'à la fermeture du dernier joint soudé, on réussit à rendre la réaction de l'arc suffisante pour en absorber le poids propre. Les hypothèses faites pour le calcul ont ainsi été pleinement réalisées dans l'exécution.

E. B.



Fig. 4 (ci-dessous). Vue aérienne de l'arc tubulaire montrant le détail des appuis.



A. Chagneau,
Ingénieur aux Laboratoires
du Bâtiment et des Travaux
Publics

L'action du froid sur la plasticité des aciers employés dans la construction métalliques ⁽¹⁾

Nul n'ignore que le froid peut exercer une action néfaste sur certaines propriétés mécaniques des métaux et alliages.

Nous en donnerons pour preuve bien connue la rupture par temps froid de barres à béton que l'on laisse tomber à terre brusquement.

L'étude de cette action et les moyens employés pour la caractériser se justifient dans la construction métallique et dans le bâtiment, du fait :
1° que ces deux corporations sont obligées de conserver une certaine activité pendant l'hiver.
2° que leurs constructions terminées peuvent être situées dans des régions soumises à un climat très rigoureux.

Nous examinerons d'abord les modifications apportées par le froid aux propriétés mécaniques des métaux et alliages dans les essais de traction, de résilience, de fatigue et de dureté, puis nous donnerons un résumé et la théorie de Mac Adam qui permet d'expliquer les variations de ces propriétés sous l'influence de la baisse de température et, enfin, nous montrerons que l'essai de choc est susceptible de donner une caractérisation nette du phénomène.

Essais de traction

Quand la température abaisse la limite élastique, la charge maximum augmente et les capacités de déformation des aciers au carbone, en particulier l'allongement de rupture, diminuent. La limite élastique croît plus vite que la charge maximum, pour des températures très basses, elle tend à la rejoindre, les capacités de déformation diminuent moins vite que n'augmentent la limite élastique et la charge minimum. Il en résulte que le travail de rupture augmente quand la température diminue. Pour les fers (au sens chimique du mot) on observe les mêmes phénomènes que pour les aciers.

Essais de résilience

Dans cet essai, on mesure en kilogrammètres l'énergie nécessaire pour rompre l'éprouvette, on en déduit un chiffre exprimé en kilogrammètres par cm², après résilience et qui est l'énergie de rupture rapportée à la section de rupture.

Les aciers utilisés dans le bâtiment et en construction métallique possèdent, s'ils sont bien élaborés, une bonne résilience à la température ambiante mais, comme pour le fer, cette résilience tombe rapidement et ils deviennent fragiles pour des températures assez voisines de l'ambiante.

Le fer pur, qui possède une très grande résilience à la température ambiante, perd brusquement sa plasticité à des températures comprises entre -10 et -20° C.

Essais de fatigue

L'abaissement de la température augmente la limite de fatigue du fer et des aciers au carbone, elle suit d'après Hoffmann les variations de la limite élastique. Cette constatation ne vaut que si on considère la limite de fatigue en tant que caractéristique intrinsèque du fer et des aciers.

Si l'on considère la limite de fatigue d'un assemblage ou d'une construction où il y a toujours entailles, changement de sections, celle-ci croît beaucoup moins vite que précédemment; elle peut être la même à basse température qu'à la température ambiante. L'importance des variations de la limite de fatigue quand la température baisse est donc fortement influencée par l'état de contrainte.

(1) Extrait d'une importante étude publiée par l'auteur dans les *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* (n° 60-décembre 1952) avec l'aimable autorisation de la Rédaction des *Annales*.



Essais de dureté

Quand la température baisse, la dureté du fer et des aciers au carbone augmente ce qui est logique si on admet qu'il y a une relation approximativement proportionnelle entre la dureté et la résistance à la traction des aciers au carbone à température ambiante. Si la température baisse, comme la résistance à la fracture augmente, cette relation se conserve et, en conséquence, la dureté augmente également.

Il résulte de ces constatations que l'action primordiale du froid sur les aciers et en particulier sur les aciers au carbone se résume en une altération de leur plasticité.

Travaux de Mac Adam sur le comportement des métaux aux basses températures

Les travaux de Mac Adam et de ses collaborateurs montrent que les variations de ductilité des métaux en fonction de la température sont une conséquence de l'effet différent de cette température sur les courbes de résistance technique de cohésion et d'écoulement plastique. Par résistance technique de cohésion on entend non pas la valeur de la force interatomique, mais la valeur de la cohésion pratiquement utilisable. Par écoulement plastique on entend la valeur de la déformation plastique rationnelle au cours d'un essai de traction.

Les travaux de Mac Adam attribuent la plus ou moins grande fragilité des métaux et alliages quand la température baisse, aux variations relatives des contraintes d'écoulement et de cohésion. Pour une même température, ces variations relatives sont fonction de la sévérité de l'état de contrainte.

Il résulte des travaux de Mac Adam que les variations de la plasticité sont fortement influencées par l'état de sollicitation. En ce qui concerne les aciers au carbone, on peut dire que leur plasticité est d'autant plus altérée par la chute de la température que cet état de sollicitation est plus sévère.

On constate en effet que dans un essai de traction ordinaire, où la sollicitation est monoaxiale, la plasticité diminue assez peu tout au moins jusqu'à des températures de l'ordre de -70°C , par contre dans l'essai de résilience où la sollicitation est triaxiale, on peut obtenir des ruptures fragiles vers -10°C . Ceci pourrait expliquer le fait que le travail de rupture mesuré dans l'essai de traction croît quand la température baisse alors qu'il diminue dans l'essai de résilience. Dans l'essai de traction, la limite élastique et la force maximum augmentent plus rapidement que ne diminue la plasticité, en con-

séquence le travail de rupture est augmenté, dans l'essai de résilience la force maximum augmente beaucoup moins vite que ne diminue la plasticité, en conséquence, le travail de rupture est fortement diminué.

L'essai de résilience dans la caractérisation de l'action du froid sur la plasticité

L'étude approfondie de l'essai de résilience permet de montrer que les variables qui affectent cet essai peuvent se ramener à trois paramètres : l'état de sollicitation ou les rapports relatifs des trois tensions principales $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ créées du fait de l'entaille, la température d'essai et la vitesse d'essai, ces deux derniers paramètres pouvant d'ailleurs se confondre, augmenter la vitesse de choc revenant à abaisser la température.

D'autre part, Heindlhöfer a montré sur un acier à faible teneur en carbone que l'essai de résilience donnait le maximum de sensibilité, c'est-à-dire que l'on notait l'apparition de ruptures fragiles à température plus proche de l'ambiante que pour un essai de traction par exemple et qu'elle pouvait se manifester d'une manière particulièrement nette par une zone appelée critique où les mesures accusaient une grande dispersion (fig. 1). Pour toutes ces raisons, il apparaît donc normal de se servir de l'essai de résilience pour mettre en évidence l'action du froid sur la plasticité d'un matériau ou tout au moins son principe en tant que sollicitation triaxiale. Non seulement cet essai permet le mieux de mettre en évidence l'action de la température sur la plasticité, mais réciproquement les variations de la résilience en fonction de la température sont nécessaires pour se faire une idée

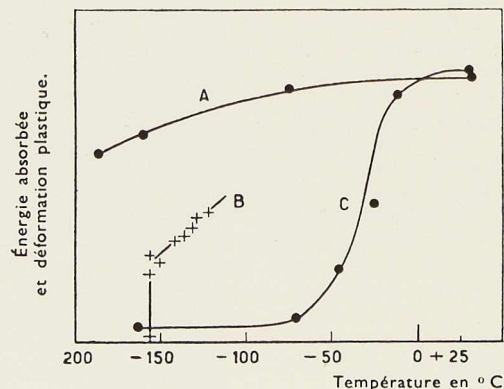


Fig. 1. Influence des basses températures sur :

- A. - Le déplacement angulaire en torsion;
- B. - L'allongement en traction;
- C. - L'énergie absorbée par le choc.



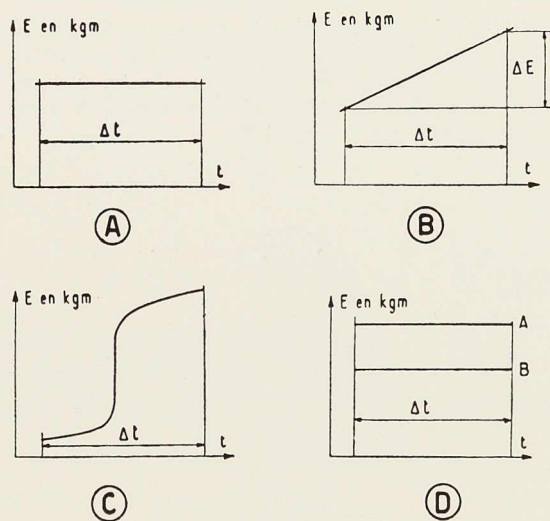


Fig. 2.

de la fragilité d'un matériau. En définitive dans les deux cas, il sera obligatoire de mesurer un travail de rupture en fonction de la température et ceci pour plusieurs états de contrainte, puisque la plasticité et par suite la résilience peuvent être d'autant plus altérées que ces états de contrainte sont plus sévères.

On a ainsi à sa disposition une série de courbes résilience température en fonction de l'état de contrainte. Pour un intervalle de température et pour un état de contrainte donnés, on peut distinguer deux cas :

- 1° Il n'existe pas de zone critique;
- 2° Il existe une zone critique.

S'il n'existe pas de zone critique, on peut, soit avoir une énergie de rupture indépendante de la température (fig. 2-A) soit une énergie fonction de cette température (fig. 2-B). Dans le premier cas, la plasticité n'est pas affectée par la température, c'est évidemment le cas idéal; dans le deuxième cas, le matériau est d'autant moins affecté par la température que la pente de la courbe énergie-température est plus faible. S'il existe une zone critique (fig. 2-C) on doit considérer sa position par rapport à la température en valeur algébrique la plus élevée, le matériau sera d'autant moins altéré que cette zone sera plus éloignée de cette température.

On voit donc en définitive que le jugement de qualité que l'on pourra porter sur un matériau sera fonction de la forme et de la position de la courbe résilience-température. Ce que l'on vient de dire s'appliquera uniquement à un

essai de réception courant de matériau, dont on connaît *grosso modo* les principales caractéristiques et dont on désire vérifier si les variations de la plasticité caractérisées, par la courbe résilience-température ne sont pas excessives. Cependant, il arrive que l'on ait à faire un choix entre deux matériaux qui se sont révélés posséder certaines caractéristiques pouvant être considérées comme à peu près identiques, mais dont on ne connaît que le comportement sous l'action de la baisse de température. Comme précédemment, on établit les courbes résilience-température. Ces courbes peuvent avoir les aspects déjà décrits. Dans le cas où l'énergie de rupture est indépendante de la température, le matériau le meilleur aura naturellement sa courbe située à l'ordonnée la plus haute (fig. 2-D). Si l'énergie de rupture dépend de la température bien qu'il n'y ait pas de zone critique, on peut avoir deux cas extrêmes.

- 1° Les valeurs les plus basses de la résilience des deux matériaux sont à peu près identiques; le meilleur aura la plus grande pente (fig. 3-A);
- 2° Les valeurs les plus hautes de la résilience sont à peu près identiques; le meilleur aura la plus faible pente (fig. 3-B); les autres cas sont situés entre ces deux cas limites. Si l'énergie de rupture dépend de la température et qu'il existe une zone critique, on peut avoir deux cas :

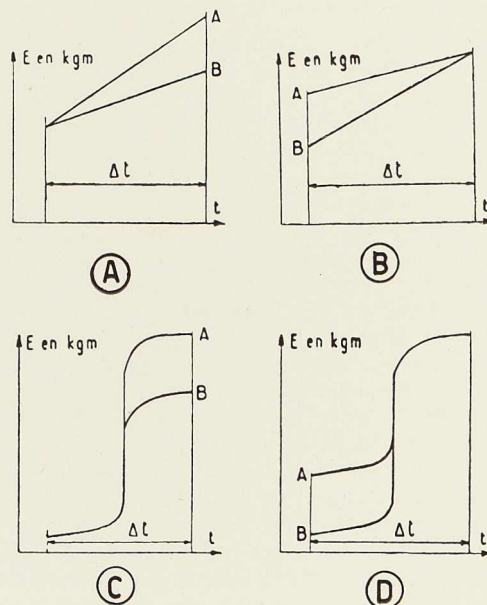


Fig. 3.

a) A valeurs égales de la résilience la plus faible, le meilleur aura sa valeur maximum la plus élevée (fig. 3-C);

b) A valeurs égales de la résilience la plus haute, le meilleur aura sa valeur minimum la plus haute (fig. 3-D).

Les autres cas sont situés entre ces deux cas limites.

Les zones critiques se trouvent à des distances différentes de la température la plus élevée en valeur algébrique, le meilleur matériau aura naturellement sa zone critique la plus éloignée de cette température.

Ceci permet de constater, entre parenthèses, qu'un matériau peut être en danger de fragilité quand il a sa plus forte valeur de résilience (fig. 4) ce qui montre que la connaissance de la résilience à une seule température n'est d'aucune utilité.

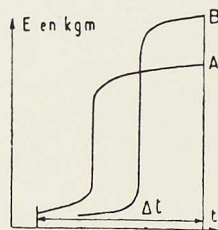


Fig. 4.

Cependant, si l'on entre un peu plus dans le détail, on verra que la seule connaissance du travail de rupture ne permet pas de tirer des conclusions définitives quant à la fragilité des matériaux, supposons en effet avoir obtenu, dans la comparaison de la fragilité de deux aciers, des courbes résilience-température à peu près identiques pour un état de contrainte déterminé, ce qui signifie que les aires de leur courbe force-déformation dynamique sont égales pour chaque température. De ces deux aciers quel est celui que l'on peut considérer comme le meilleur. Si l'on connaît seulement la valeur de l'énergie de rupture on ne pourra évidemment pas conclure, il est alors nécessaire de posséder leurs courbes force-déformation dynamique.

En supposant ces courbes obtenues, le choix dépendra de l'utilisation des deux aciers. En construction métallique par exemple, du fait de la non-perfection des différents ajustages, le métal utilisé doit pouvoir se prêter à des déformations assez importantes. Dans ce cas, le métal réperté par la lettre B (fig. 5) est meilleur que le

métal A. Si au contraire le métal est destiné à constituer une pièce qui ne doit pas admettre de déformation permanente importante, comme par exemple un vilebrequin, le métal A convient mieux que le métal B.

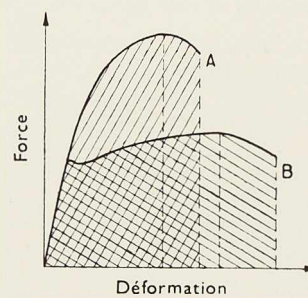


Fig. 5.

Cependant, son utilisation nécessitera du fait de ses plus faibles capacités de déformation un plus grand nombre de précautions pour éviter les effets d'entaille, et un usinage soigné sera donc particulièrement à recommander.

De l'examen d'une courbe force-déformation dynamique on peut encore dire que la quantité de travail correspondant à la force maximum est plus importante que la quantité de travail total.

En effet, à partir de la force maximum, le matériau est dans un état instable, et déjà apparaissent les phénomènes de striction.

De deux matériaux possédant des énergies de ruptures égales et des forces maxima égales, on choisira le matériau accusant la plus grande déformation sous la force maximum.

Ceci apparaît un peu en contradiction avec ce qui a été dit précédemment concernant le choix d'un acier à faible déformation permanente, cependant il semble préférable d'avoir une déformation un peu plus accusée qu'une force maximum située trop loin de la rupture.

Conclusion

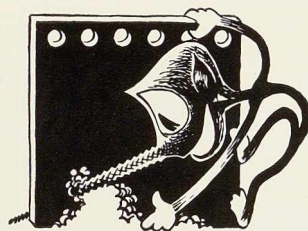
L'action du froid sur les aciers peut donc être mise en évidence par l'essai de résilience. Il apparaît nécessaire, en plus de l'énergie de rupture, de connaître la courbe force-déformation dynamique. Cette courbe ne peut actuellement être obtenue par un essai de flexion. Il apparaît possible de la déterminer à partir d'un essai de traction sur éprouvette entaillée.

A. C.



Protection contre la corrosion

CEBELCOR



Marcel Pourbaix,
Agrégé de l'Université Libre
de Bruxelles,
Directeur du Cebelcor

Vue d'ensemble sur le comportement électrochimique des métaux

Deuxième partie (1)

1. Introduction

Dans un précédent exposé (2), nous nous sommes occupés de l'étude des équilibres électrochimiques en présence de solutions aqueuses diluées. Nous avons vu notamment que, pour toute réaction électrochimique (par exemple, la réaction $\text{Fe} = \text{Fe}^{++} + 2\text{e}^-$), il existe une *tension électrique* d'équilibre E , mesurée par rapport à une électrode de référence déterminée (par exemple, une électrode standard à hydrogène, ou une électrode à calomel saturée), pour laquelle est réalisé l'état d'équilibre thermodynamique de la réaction. En présence d'une surface métallique dont la tension présente cette valeur d'équilibre, la réaction électrochimique ne peut s'accomplir, ni dans le sens d'une oxydation (par exemple, dans le sens $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{++} + 2\text{e}^-$ exprimant une corrosion de fer), ni dans le sens d'une réduction (par exemple, dans le sens $\text{Fe}^{++} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$ exprimant une électrodéposition de fer).

Nous avons vu aussi qu'il est possible de tracer, en fonction de cette tension électrique et du pH de la solution, des diagrammes qui représentent les caractéristiques d'équilibre de l'ensemble de toutes les réactions qui peuvent s'accomplir sur l'interface entre un métal et une solution aqueuse; nous avons vu que l'aire de ces diagrammes peut être divisée en différents domaines, qui sont des *domaines de stabilité* des différents corps solides (ou liquides), ou des *domaines de prédominance* des différents corps dissous; on peut aussi figurer sur ces diagrammes les *solubilités* de ces différents corps solides (ou liquides) sous ces différentes formes dissoutes.

Par exemple, la figure 11 (3) représente, pour une

température de 25° C, le domaine de stabilité thermodynamique de l'eau pure sous une pression de 1 atm.; la figure 14 (4) représente en outre les domaines de stabilité thermodynamique du fer métallique et de ses oxydes et hydroxydes $\text{Fe}(\text{OH})_2$, Fe_2O_3 et Fe_3O_4 , les domaines de prédominance des ions ferreux Fe^{++} , des ions ferriques Fe^{+++} et FeOH^{++} (5), et des ions bihypoferrites FeO_2H^- , et les solubilités du fer et de ces trois oxydes et hydroxydes sous l'ensemble de ces quatre ions.

Cette figure 14 permet de tracer la figure 15 qui, moyennant certaines hypothèses, comporte deux *domaines de corrosion* où la corrosion du fer est théoriquement possible, un *domaine d'immunité* où la corrosion du fer est théoriquement impossible (bien que la surface du métal demeure réellement métallique) et un *domaine de passivation* où le fer peut se recouvrir d'un film d'oxyde Fe_2O_3 plus ou moins protecteur.

A titre d'exemple d'application de cette figure, je voudrais revenir sur quelques expériences que je vous ai présentées lors de notre premier entretien.

Dans une série d'éprouvettes renfermant différentes solutions (fig. 38) (6), nous avons placé des échantillons de fer isolés (dispositifs *a* et *b*, échantillons nos 1 à 13), des échantillons de fer couplés avec un autre métal (dispositif *c*, échantillons nos 14 à 17), et des échantillons de fer employés comme cathode ou comme anode électrolytique (dispositif *d*, échantillons nos 18 à 21); et nous avons constaté que, selon les cas, ces échantillons se corrodent ou ne se corrodent pas, et cela parfois sans que la cause de la corrosion ou de l'absence de corrosion soit nettement apparente: par exemple, le fer se corrode fortement en présence d'un

(1) Conférence faite à Bruxelles, le 12 mars 1953, sous les auspices du Centre Belge d'Etude de la Corrosion « Cebelcor ». La première partie de cet exposé fait l'objet de la publication numéro 4 du Cebelcor.

(2) Voir *L'Ossature Métallique*, nos 1 et 2, 1953.

(3) Voir *loc. cit.* (1), p. 17.

(4) Voir *loc. cit.* (1), p. 19.

(5) Pour cet ion FeOH^{++} non mentionné sur la figure, le domaine de prédominance est compris entre les trois lignes numérotées 1, 8 et 4.

(6) Les 37 premières figures ont paru dans les numéros 1 et 2, 1953, de *L'Ossature Métallique*.

peu de permanganate de potassium (n° 8) et ne se corrode pas en présence de beaucoup de permanganate (n° 9); une addition de chromate de potassium supprime entièrement la corrosion du fer par l'eau pure (n° 6) mais provoque une corrosion localisée intense si l'eau renferme du chlorure (n° 7); en présence de solutions de soude caustique, le fer demeure généralement exempt de toute corrosion (n° 5), mais il se corrode avec dégagement d'hydrogène si la solution est dégazée, par exemple par traitement sous vide (n° 13). Normalement, la corrosion du fer s'accroît par mise en contact avec du cuivre ou avec du platine (nos 14 et 17); elle peut être supprimée par mise en contact avec du zinc ou avec du magnésium (nos 15 et 16); on peut, en faisant passer un même courant d'électrolyse entre de mêmes électrodes de fer plongées dans une même solution, réaliser un accroissement (n° 19) ou une suppression (n° 21) de la corrosion de l'anode.

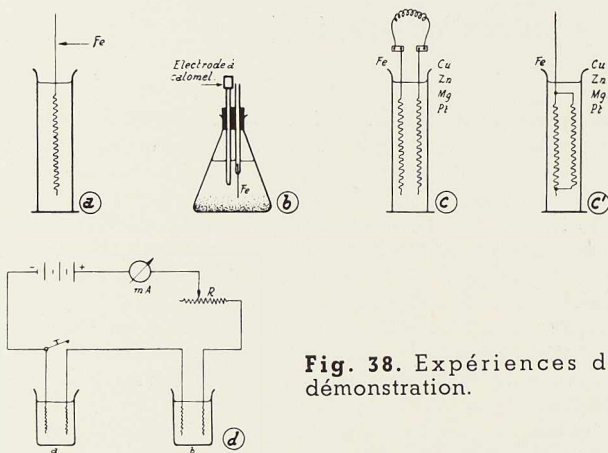


Fig. 38. Expériences de démonstration.

Si, pour chacune de ces expériences, on mesure le pH de la solution et la tension du fer (chiffrée par rapport à une électrode standard à hydrogène), on obtient les valeurs suivantes :

Echantillons de fer isolés plongés dans différentes solutions (Dispositif a pour 1 à 12, dispositif b pour 13)		pH	E'_{cal}	Aspect du fer (1)
N° 1	H ₂ O distillée	8,1	— 0,486	■
2	NaCl 1 gr/l	6,9	— 0,445	■
3	H ₂ SO ₄ 1 gr/l	2,3	— 0,351	■ H ₂
4	NaHSO ₃ 2 gr/l	6,4	— 0,372	■
5	NaOH 1 gr/l	11,2	+ 0,026	□
6	K ₂ CrO ₄ 1 gr/l	8,5	+ 0,235	□
7	K ₂ CrO ₄ (1 gr/l) + NaCl (1 gr/l)	8,6	— 0,200	■
8	KMnO ₄ 0,2 gr/l	6,7	— 0,460	■
9	KMnO ₄ 1 gr/l	7,1	+ 0,900	□
10	H ₂ O ₂ 0,3 gr/l	5,7	— 0,200	□
11	H ₂ O ₂ 3 gr/l	3,4	+ 0,720	□ O ₂
12	Eau de Ville Brux.	7,0	— 0,450	■ H ₂
13	NaOH 40 gr/l dégazée	13,7	— 0,810	■ H ₂

Echantillons de fer couplés avec un autre métal, plongés dans de l'eau de ville de Bruxelles (Dispositif c)

	pH	E'_{cal}	Aspect du fer (1)
N° 14 Fer-cuivre	7,5	— 0,445	■ H ₂
15 Fer-zinc	7,5	— 0,690	□ H ₂
16 Fer-magnésium	7,5	— 0,910	□ H ₂
17 Fer-platine	7,5	— 0,444	■

Echantillons de fer utilisés comme cathode et comme anode électrolytique dans une solution 0.1 molaire de bicarbonate de soude (Dispositif d)

	pH	E'_{cal}	Aspect du fer (1)
N° 18 Cathode	8,4	— 0,860	□ H ₂
19 Anode	8,4	— 0,350	■
20 Cathode	8,4	— 0,885	□ H ₂
21 Anode	8,4	+ 1,380	□ O ₂

Si, pour chacun de ces 21 échantillons, on pointe ces valeurs du pH et de la tension dans la figure théorique 15 déduite du diagramme d'équilibre électrochimique du fer, on obtient la figure 39. Cette figure montre que, lorsqu'il y a corrosion, le point représentatif du système se situe effectivement dans l'un des deux domaines théoriques de corrosion et que, lorsqu'il n'y a pas corrosion, le point se situe, soit dans le domaine théorique d'immunité (ou de protection cathodique), soit dans le domaine théorique de passivation (ou de protection par film d'oxyde). Dans le cas particulier de fer en présence de solution de chromate chlorurée, où il y a corrosion localisée sous forme de piqûres, la tension mesurée expérimentalement constitue une moyenne statistique entre les tensions de plages non corrodées (tensions élevées) et les tensions des régions corrodées (tensions basses).

D'autre part, si on pointe des résultats des expériences nos 10 et 11 (relatives au comportement du fer en présence de solutions diluée et concentrée d'eau oxygénée), non plus dans le diagramme d'équilibre électrochimique du fer, mais dans le diagramme 37 d'équilibre électrochimique de l'eau oxygénée (2) on obtient la figure 40. Le point pour lequel se produit une décomposition chimique de l'eau oxygénée avec dégagement d'oxygène en présence de fer non corrodé agissant comme catalyseur se situe dans cette figure effectivement, dans ce que nous avons appelé précédem-

(1) Les différents aspects du fer ont été représentés comme suit :
 □ aucune corrosion;
 ■ corrosion généralisée;
 ■ corrosion localisée;
 □ H₂ dégagement d'oxygène gazeux.
 □ O₂ dégagement d'hydrogène gazeux;
 (2) Loc. cit. 1, p. 25.

ment le *domaine de double instabilité de l'eau oxygénée* (1), seul domaine où est possible la décomposition chimique de l'eau oxygénée selon $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$; par contre, le point pour lequel le fer se corrodé avec réduction de l'eau oxygénée et sans dégagement d'oxy-

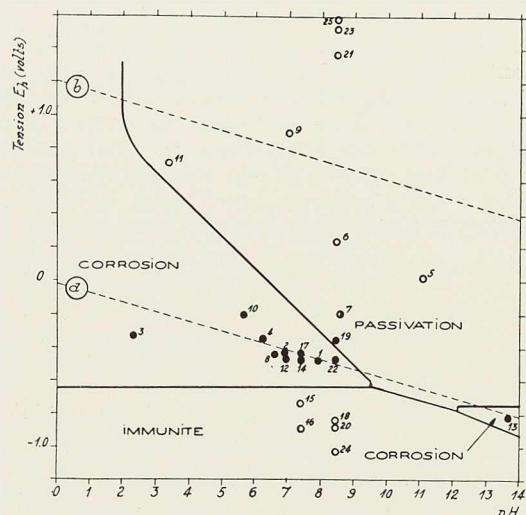


Fig. 39. Circonstances théoriques et expérimentales de corrosion et d'absence de corrosion du fer.

gène se situe effectivement en dessous de la ligne 2, c'est-à-dire dans la région où est seule possible la réduction de H_2O_2 en H_2O (réaction 4) sans possibilité d'oxydation de H_2O_2 en O_2 (réaction 2).

*
**

Des images théoriques telles que les figures 14, 15 et 37 peuvent donc être utiles, notamment parce qu'elles permettent de prédéterminer les tensions pour lesquelles une réaction électrochimique est possible ou impossible; mais ces images ne peuvent cependant pas souvent donner entière satisfaction aux praticiens, car elles ne suffisent généralement pas pour la *résolution* d'un problème déterminé.

En effet, il ne suffit pas au praticien de savoir que, pour qu'une réaction donnée soit théoriquement possible ou impossible, il faut réaliser telle ou telle valeur de la tension d'un métal; le praticien désire savoir aussi ce qu'il doit faire pour réaliser cette tension, et il désire savoir en outre si, pour cette valeur de la tension, la réaction théoriquement possible se produit effectivement et avec quelle vitesse elle se produit. Et tout ceci n'est pas très commode: d'abord, parce qu'actuellement on ne joue pas encore avec les tensions aussi facilement qu'on le fait avec les *pH*, par exemple; et, en outre, parce que le monde des réactions électrochimiques fourmille de réactions irréversibles, c'est-

(1) Loc. cit. (1), p. 25.

à-dire de réactions qui ne se produisent pas nécessairement lorsqu'elles sont théoriquement possibles.

Ceci n'est plus une question d'équilibre électrochimique, mais relève de la *cinétique électrochimique* dont nous nous occuperons aujourd'hui; et la réponse aux

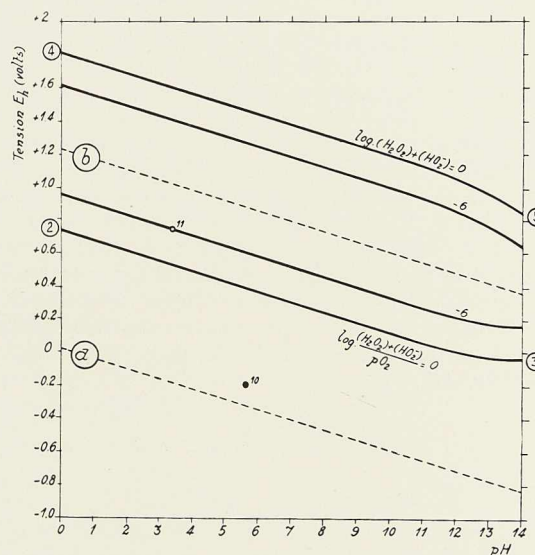
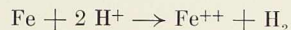


Fig. 40. Circonstances théoriques et expérimentales de décomposition chimique d'eau oxygénée en oxygène et en eau et de réduction électrochimique d'eau oxygénée en eau en présence de fer.

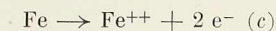
questions qui viennent d'être posées peut être donnée si l'on connaît les *courbes de polarisation* des réactions électrochimiques à considérer.

2. Courbes de polarisation

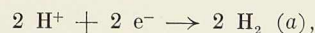
Considérons le cas de fer métallique plongé dans une solution acide exempte d'oxydant et saturée en hydrogène. On sait que le fer se corrodé alors avec dégagement d'hydrogène selon la réaction



et il est bien connu que cette réaction résulte de la superposition des deux réactions électrochimiques



et



soit globalement :



Les conditions d'équilibre thermodynamique des réactions *a* et *c* sont respectivement

$$E_a = 0,00 - 0,059 \text{ pH} - 0,0295 \log p\text{H}_2 \quad (\text{volt})$$

et

$$E_c = -0,44 + 0,0295 \log (\text{Fe}^{++}) \quad (\text{volt})$$

ce qui, dans le cas d'une solution de $\text{pH} = 4$, renfermant 0,01 (soit 10^{-2}) iongramme Fe^{++} par litre, et sous pression d'hydrogène de 1 atm, conduit à

$$E_a = 0,00 - 0,24 - 0,00 = -0,24 \text{ volt}$$

et

$$E_c = -0,44 - 0,06 = -0,50 \text{ volt.}$$

Or, le deuxième principe de la thermodynamique (1 et 2) déclare que, si une réaction électrochimique est possible sur une surface métallique, le sens dans lequel peut se produire cette réaction dépend des valeurs relatives de la tension E' de la surface et de la tension d'équilibre E_r de la réaction, ces deux tensions étant relatives à un même état physicochimique du système réactionnel et étant mesurées par rapport à une même électrode de référence (par exemple : électrode standard à hydrogène ou électrode à calomel saturée); la tension réactionnelle E' doit être mesurée selon la méthode de Haber-Luggin à l'aide d'un siphon capillaire débouchant à proximité immédiate de la surface réactionnelle (fig. 41).

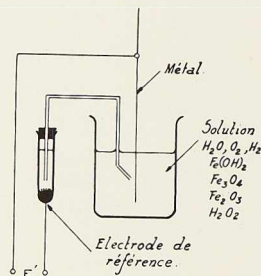
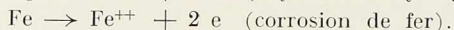
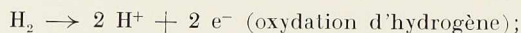
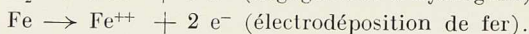


Fig. 41. Mesure de la tension d'électrode.

Si $E' > E_r$ la réaction ne peut se produire que dans le sens d'une oxydation, par exemple, selon :



Si $E' < E_r$ la réaction ne peut se produire que dans le sens d'une réduction, par exemple selon :



On peut représenter la vitesse d'une réaction électrochimique r par l'intensité du courant électrique i_r qui y correspond selon la loi de Faraday (3), cette inten-

(1) M. POURBAIX, *Applications de la thermodynamique électrochimique* (C. R. 2e Congrès Association Italienne Métallurgie, 8-24, Milan, mai 1948).

(2) M. POURBAIX, *Mécanisme de l'oxydation électrochimique* (C. R. 8e Conseil International de Chimie Solvay, Bruxelles, septembre 1950, 454-496. Ed. Stoops, Bruxelles, 1951).

(3) Un Faraday (96 484 coulombs, soit 26,8 ampères.heures) correspond à la transformation de 1 équivalentgramme (soit 27,92 grammes de fer dans le cas de la réaction $\text{Fe} = \text{Fe} + 2 \text{e}^-$ et 1 gramme d'hydrogène dans le cas de la réaction $\text{H}_2 = 2 \text{H} + 2 \text{e}^-$). Un courant d'oxydation (ou de réduction) de 1 milliampère correspond donc à la corrosion (ou à l'électrodéposition) de 1,040 mgr de fer par heure, ou à l'oxydation (ou au dégagement) de 0,0373 mgr d'hydrogène par heure.

sité du courant réactionnel i_r étant considérée comme positive dans le cas d'une oxydation et comme négative dans le cas d'une réduction. Le deuxième principe de la thermodynamique électrochimique peut alors être exprimé très simplement par la relation

$$(E' - E_r) \times i_r \geq 0 \text{ (1).}$$

Ceci signifie que si l'on porte l'intensité positive du courant réactionnel i_r en abscisse vers la droite et la tension positive du métal en ordonnée vers le haut, la courbe de polarisation $i_r = f(E')$ d'une réaction électrochimique r réalisable à la surface du métal présentera une allure montante de gauche à droite et passera par le point d'axe d'ordonnée pour lequel la tension E' est égale à la tension d'équilibre de la réaction E_r .

Dans le cas d'une réaction électrochimique réversible (fig. 42a), il suffira que la tension d'électrode E' diffère très faiblement de la tension d'équilibre E_r pour que la réaction s'accomplisse avec une vitesse sensible; tel est notamment le cas de la réaction de dégagement d'hydrogène sur le platine, ainsi que généralement, selon Piontelli (2) des réactions de corrosion et d'électrodéposition du thallium, du cadmium, du plomb, de l'étain, du mercure. Dans le cas de réactions électrochimiques irréversibles (fig. 42b), la vitesse de réaction demeurera pratiquement nulle pour une série de valeurs de la tension en deçà et au-delà de la tension d'équilibre; la réaction ne démarrera effectivement dans le sens d'une oxydation ou dans le sens d'une réduction que moyennant une surtension $E' - E_r$ plus ou moins forte; pour que l'oxydation se réalise, il faudra que la tension E' devienne supérieure à une certaine tension critique, appelée par Van Rysselberghe *tension d'oxydation* (fig. 42b); pour que la réduction se réalise, il faudra que la tension devienne inférieure à une certaine *tension de réduction*; dans le cas d'une réaction réversible, la tension d'oxydation et la tension de réduction sont pratiquement égales et sont la *tension d'oxyréduction*. Comme réactions irréversibles, on peut citer le dégagement d'hydrogène sur le zinc ou sur le mercure, ainsi que, généralement, selon Piontelli, les réactions de corrosion et d'électrodéposition de fer, de cobalt, de nickel, de chrome, de manganèse, de rhodium, de palladium, de platine. Heyrovsky (3) a

(1) La différence $E' - E_r$ entre la tension d'électrode E' et la tension d'équilibre E_r de la réaction mesure l'affinité ou la surtension de la réaction r sur cette électrode, pour le courant réactionnel i_r . La relation $(E' - E_r) \times i_r \geq 0$ constitue la transposition au cas des réactions électrochimiques de la relation $\Delta \times v \geq 0$ de De Donder (*) qui lie le sens d'une réaction chimique (défini par le signe de sa vitesse v) au signe de son affinité Δ .

(2) R. PIONTELLI, *Réflexions sur les propriétés électrochimiques des métaux*. (1er Congrès Ass. Ital. Métallurgie, Milan, décembre 1946. *Chimica e Industria*, 29, 187, 1947). — *On the Electrochemical Behaviour of Metals*. (XIe Congrès Union Intern. Chimie pure et appliquée Londres, juillet 1947). — *Considérations sur la passivité des métaux* (*Métaux et Corrosion*, 24, 124, 1948).

R. PIONTELLI et G. POLI, *Vue d'ensemble sur les phénomènes de polarisation des métaux* (C. R. 2e Réunion C. I. T. C. E., Milan, 1950, 136).

(3) J. HEYROVSKY, *Retarded Electrodeposition of Metals Studied Oscillographically with Mercury capillary Electrodes*, Disc. Faraday Soc., 1947, 1, pp. 212-223. — *The Use of Oxillographic Potential-Time Curves in Polarography*, XIe Congr. Un. Int. Ch. Pure et Appl., Londres, juillet 1947.

(*) Th. DE DONDER et P. VAN RYSSSELBERGHE, *L'Affinité*. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 1936.

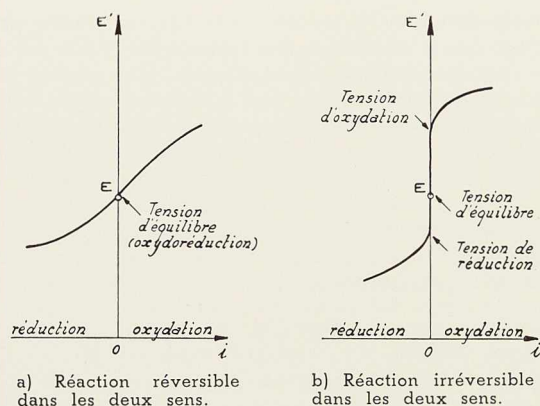


Fig. 42. Types de courbes de polarisation.

fait de très beaux travaux sur ces questions de réversibilité et d'irréversibilité.

3. Applications à l'étude du comportement du fer en présence de solutions aqueuses

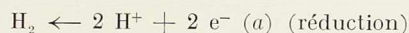
Je voudrais maintenant exprimer, par quelques exemples, l'intérêt que présente cette manière de considérer l'électrochimie pour des études scientifiques et techniques, particulièrement en ce qui concerne la corrosion des métaux et quelques autres domaines de la chimie minérale. Ces exemples traiteront de quelques bases fondamentales de la corrosion, de la protection cathodique et de la passivation du fer; de la catalyse électrochimique de réactions chimiques; de procédés électrochimiques anti-incrustants.

Pour commencer, je vous parlerai de la manière dont se comporte le fer en présence d'une solution aqueuse exempte d'un oxydant.

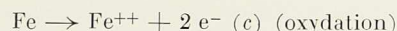
a) Comportement du fer en présence de solutions exemptes d'oxydants

Considérons le cas d'un échantillon homogène de fer plongé dans une solution de pH con-

stante, de teneur en fer connue, sous pression atmosphérique. Les domaines de stabilité du fer et de l'eau ne présentent à la figure 14 aucun point commun. Il ne peut donc pas y avoir d'équilibre entre le fer et l'eau, et il y a donc possibilité de réduction de l'eau avec dégagement d'hydrogène et d'oxydation du fer par corrosion selon les réactions.



et



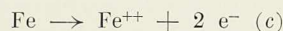
dont les tensions d'équilibre et les courbes de polarisation sont représentées à la figure 43 respectivement par les points A et C et par les signes a et c.

Si le fer est électriquement isolé, il n'y aura ni entrée ni sortie de courant dans le métal et sa tension s'établira à la valeur pour laquelle les deux courants réactionnels i_a et i_c sont égaux et de signes contraires (voir fig. 43a).

Les deux réactions électrochimiques s'accomplissent donc dans les sens



et



soit globalement : $\text{Fe} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{++} + \text{H}_2$, et la vitesse commune de corrosion et de dégagement d'hydrogène sera exprimée par la valeur arithmétique commune des courants i_a et i_c .

La figure 43 traduit le fait que, lorsque du fer se corrode avec dégagement d'hydrogène, la tension du métal est comprise entre la tension d'équilibre de la réaction a (c'est-à-dire, la tension d'une électrode réversible à hydrogène plongée dans la solution corrodante) et la tension d'équilibre de la réaction c (c'est-

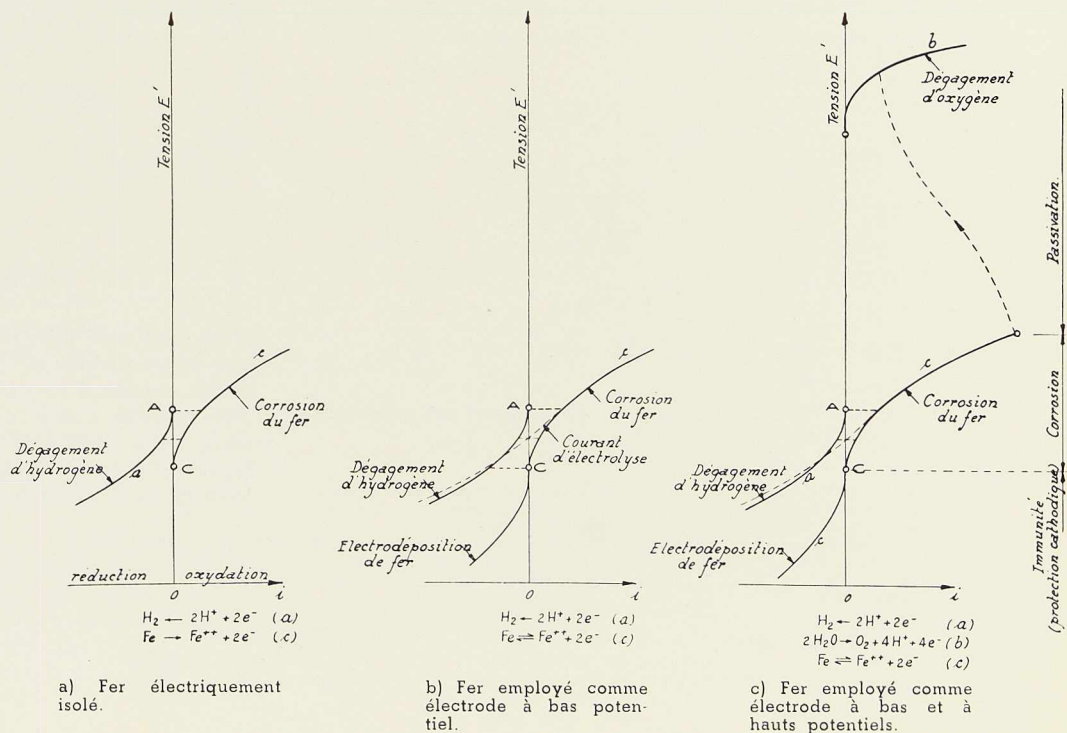


Fig. 43. Comportement du fer en absence d'oxydant (influence de courants électriques).

à-dire la tension d'équilibre du métal). Le point figuratif du système se trouvera donc, à la figure 14, dans la région située en dessous de la ligne $rH = 0$ et au-dessus du domaine de stabilité du fer. Ces circonstances sont exprimées à la figure 44 par une ligne en trait continu, qui indique l'influence du pH sur la tension du fer en absence d'oxygène et d'autre oxydant.

Si le fer n'est pas électriquement isolé, mais est employé comme cathode ou comme anode électrolytique, la tension du métal ne s'établira plus à la valeur pour laquelle les deux courants réactionnels sont égaux et de signes contraires; cette tension du métal sera celle pour laquelle la somme algébrique de ces deux courants réactionnels sera égale au courant d'électrolyse, considéré comme positif dans le cas d'une anode (où il y a oxydation) et comme négatif dans le cas d'une cathode (où il y a réduction). La courbe tracée en traits interrompus à la figure 43b représente la relation entre la tension du fer et le courant d'électrolyse. En comparant cette courbe d'électrolyse avec les courbes de polarisation des réactions a et c , on voit aisément que si on utilise le fer comme cathode électrolytique à intensité de courant croissante, la tension du métal s'abaisse progressivement, avec augmentation de la vitesse de dégagement d'hydrogène i_a et diminution de la vitesse de corrosion i_c ; cette vitesse de corrosion s'annule lorsque est atteinte la tension d'équilibre C de la réaction de corrosion c ; pour les tensions inférieures à cette tension d'équilibre C , le sens de la réaction $Fe = Fe^{++} + 2e^-$ s'inverse, et il se produit alors un dépôt de fer électrolytique avec dégagement abondant d'hydrogène, les rendements

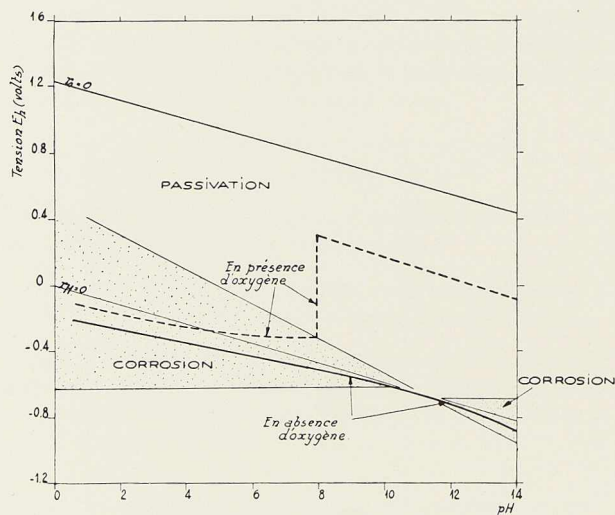


Fig. 44. Tensions du fer en absence et en présence d'oxygène.

(1) M. POURBAIX et P. VAN RYSSELBERGHE, *Remarques sur la corrosion et sur la passivation des métaux* (C. R. 2^e réunion C. I. T. C. E., Milan, 1950, 219-231, Ed. Tamburini, Milan, 1951).

(2) M. POURBAIX et J. FERON, *Potentiels de passivation et d'activation du fer. Corrosion cathodique du fer, en présence d'oxygène* (C. R. 3^e réunion C. I. T. C. E., Berne, août 1951, 128-134, Ed. Manfredi, Milan, 1952).

ampéremétriques en fer et en hydrogène étant, pour chaque valeur de la tension cathodique, fixés par les valeurs correspondantes de l'abscisse de la courbe c et de l'abscisse de la courbe a .

Si on utilise le fer, non pas comme cathode, mais comme anode électrolytique à intensité de courant croissante, la tension du métal s'élève progressivement, avec diminution de la vitesse de dégagement d'hydrogène i_a , vitesse qui s'annule lorsque est atteinte la tension A d'équilibre de la réaction a ; la vitesse de corrosion i_c augmente progressivement.

Pour la détermination de la courbe d'électrolyse, on peut utiliser un dispositif expérimental tel que celui représenté par la figure 45 (1) (une variante de ce dispositif a été décrite d'autre part) (2). Dans une fiole en verre renfermant une solution exempte d'oxydant (l'oxygène dissous a été éliminé par dégazage sous vide) et fortement agitée, on introduit deux échantillons du métal à examiner, entre lesquels on fait passer un courant d'électrolyse d'intensité croissante; pour chaque valeur du courant d'électrolyse, on mesure la tension cathodique et la tension anodique, ces tensions étant mesurées toutes deux selon la méthode de Haber-Luggin, par rapport à une électrode de référence réversible (électrode à calomel).

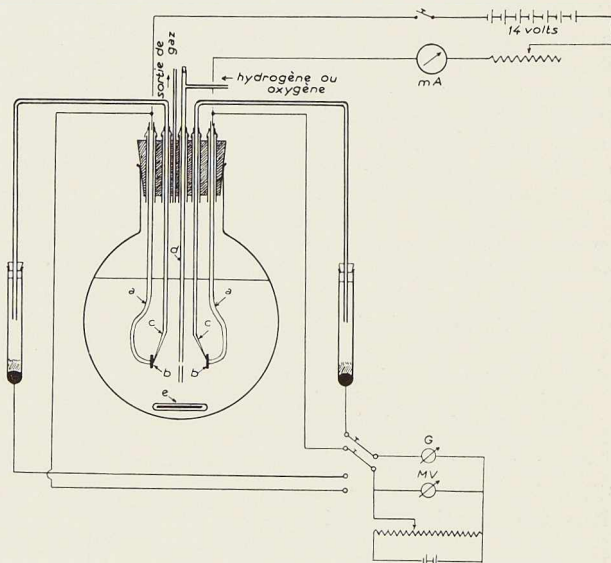


Fig. 45. Appareillage.

On peut ainsi faire parcourir à la cathode et à l'anode une large gamme de tensions, et on observe souvent que la courbe d'électrolyse anodique présente, non pas une branche stable, comme indiqué à la figure 43b, mais deux branches stables, comme indiqué à la figure 43c : au voisinage d'un point P, les valeurs de la tension et de l'intensité de courant cessent plus au

(1) J. E. O. MAYNE et M. J. PRYOR, *The Mechanism of inhibition of Corrosion of Iron. I. By chromic acid and potassium chromate* (J. Chem. Soc., 1831-1835, 1949; II. By sodium hydroxide solution (en collaboration avec J. W. MENTER) (J. Chem. Soc., 3229, 1950).

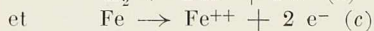
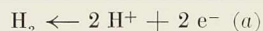
moins brusquement d'être stables; la tension augmente, le courant diminue, et leurs valeurs se stabilisent sur une courbe qui, située au-dessus de la tension d'équilibre B de la réaction $2\text{H}_2\text{O} = \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ (b), correspond à une oxydation de l'eau avec dégagement d'oxygène selon $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ (b). Si on compare la tension au point P avec le diagramme 14 représentant les équilibres électrochimiques du système fer-eau, on constate que ce point correspond sensiblement aux conditions théoriques de formation d'un film d'oxyde (que, dans certaines conditions d'oxydation chimique, U. R. Evans et ses collaborateurs Mayne, Pryor et Menter (1) ont identifié comme étant du Fe_2O_3 gamma). Le métal est alors *passivé*; la tension au point P est la *tension de passivation* du fer en présence de la solution considérée.

Une conclusion importante de cette figure 43c est que la corrosion du fer en présence de la solution considérée n'est possible que si la tension du métal est comprise entre la tension A (tension d'équilibre de la réaction de corrosion) et la tension P (tension de passivation du fer). En dessous de la tension A, la réaction de corrosion du fer est thermodynamiquement impossible, et le métal est *protégé cathodiquement*; au-dessus de la tension P, le fer est recouvert d'un film d'oxyde protecteur; il est protégé par passivation.

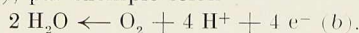
L'intérêt pratique de ces conclusions résulte de leur caractère formel, en ce sens qu'elles sont valables quelles que soient les causes pour lesquelles sont réalisées ces valeurs de la tension; ces valeurs peuvent être réalisées, non seulement à l'intervention de courants d'électrolyse, ainsi qu'il en a été dans le cas que nous venons de considérer, mais aussi à l'intervention de substances oxydantes, réductrices ou autres, comme il en sera dans d'autres cas que nous considérerons maintenant.

b) Comportement du fer en présence de solutions renfermant de l'oxygène

Pour étudier le comportement du fer en présence d'une solution renfermant de l'oxygène (ou un autre oxydant), nous pouvons répéter le raisonnement que nous venons de suivre pour l'étude du comportement du fer en l'absence d'oxydant, avec cette seule restriction qu'il y a lieu d'ajouter aux courbes de polarisation relatives aux réactions

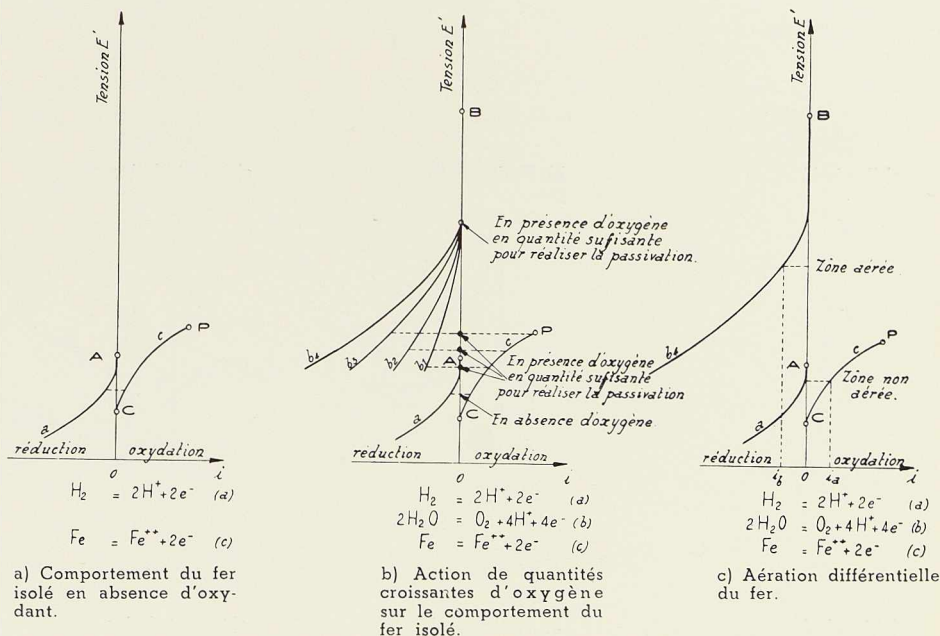


représentées à la figure 46a la courbe de polarisation relative à la réduction de l'oxygène (ou de l'autre oxydant éventuel), par exemple selon



À la figure 46b on a représenté les courbes de polarisation b_1, b_2, b_3 et b_4 de cette réaction pour quatre teneurs croissantes en oxygène dissous.

Fig. 46. Influence de l'oxygène sur le comportement du fer.



Dans le cas d'une surface de fer homogène et *électriquement isolée*, la tension du métal s'établira à la valeur pour laquelle la somme algébrique des trois courants réactionnels a, b et c est nulle. On voit aisément à la figure 46b que de faibles teneurs en oxygène auront pour effet d'élever légèrement la tension du métal en augmentant la vitesse de corrosion; par contre, pour des teneurs en oxygène supérieures à une certaine teneur critique (correspondant à la courbe b_3 dont, pour la tension de passivation P, l'abscisse est égale et de signe contraire à l'abscisse du point P) l'oxygène aura pour effet d'élever la tension du métal au-dessus de la tension de passivation; le fer sera donc protégé contre la corrosion par suite de la formation d'un film protecteur d'oxyde; la tension du fer s'établira à une valeur relativement élevée, voisine de la *tension de réduction* de l'oxygène.

Il va de soi que, lorsqu'une solution renferme de l'oxygène, ou un autre oxydant, dans des conditions telles que la tension du métal est localement inférieure et localement supérieure à la tension de passivation, il y a localement corrosion et localement passivation, c'est-à-dire corrosion localisée (ou « pitting »). C'est à ce phénomène qu'est dû le caractère dangereux de certains *inhibiteurs de corrosion* oxydants qui, s'ils sont mis en œuvre de manière défectueuse, provoquent le remplacement d'une corrosion généralisée parfois bénigne par une corrosion localisée particulièrement dangereuse; tel est souvent le cas, comme l'exprime l'expérience n° 7 ci-dessus, lorsqu'on utilise du chromate comme inhibiteur en présence de chlorure.

Comme indiqué à la figure 44, la tension de passivation du fer dépend fortement du pH; il existe un pH critique, voisin de 8 dans le cas de solutions saturées en oxygène sous pression atmosphérique, en dessous duquel l'oxygène ne sera pas capable de réaliser la passivation du fer et au-dessus duquel il pourra réaliser cette passivation. C'est ce qu'exprime la ligne tracée en traits interrompus à la figure 44, qui représente schématiquement l'influence du pH sur la tension du fer en pré-

sence de solutions saturées en oxygène sous pression atmosphérique.

c) Aération différentielle du fer

Des travaux classiques de U. R. Evans ont remarquablement mis en lumière le fait que, lorsque deux électrodes de fer respectivement aérée et non aérée sont mises en court-circuit dans une solution, un courant électrique circule entre l'électrode aérée cathodique (pôle positif de la pile) et l'électrode non aérée anodique (pôle négatif); généralement l'électrode non aérée se corrode; l'électrode aérée demeure généralement non corrodée, et il s'y observe une alcalinisation due à une réduction d'oxygène; mais, dans certains cas, actuellement insuffisamment élucidés, l'influence de l'aération différentielle sur la corrosion n'est pas celle qui vient d'être exprimée.

La figure 46c exprime schématiquement les conditions de tension et de courant dans lesquelles fonctionne une telle pile d'aération différentielle, avec corrosion de métal « actif » et réduction d'oxygène sur métal passivé. Dans le cas très fréquent où cette aération différentielle est réalisée sur un même échantillon de métal, dont certaines parties sont actives et dont d'autres sont recouvertes d'un film d'oxyde passivant, c'est aux limites de ce film passivant que la tension des parties actives du métal sera la plus élevée (elle y sera très voisine de la tension de passivation); c'est donc là que la vitesse de corrosion sera la plus grande.

La figure 44 exprime les conditions de pH dans lesquelles peuvent probablement fonctionner ou ne pas

fonctionner les piles Evans d'aération différentielle, piles qui résultent de la mise en court-circuit d'une électrode aérée (ligne en traits interrompus), et d'une électrode non aérée (ligne en gros traits continus). Selon cette figure, il est probable que, en milieu de pH inférieur à 8, l'électrode aérée se corrode plus fort que l'électrode non aérée; que, pour les pH compris entre 8 et 10 environ, l'aération différentielle a pour effet de protéger l'électrode aérée et d'augmenter la vitesse de corrosion de l'électrode non aérée, ce qui est le cas normal considéré par Evans. Il est probable aussi que, dans les pH compris entre 10 et 13 environ, aucune des deux électrodes ne se corrode, et que, enfin, aux pH supérieurs à environ 13, l'aération différentielle a de nouveau pour effet de protéger l'électrode aérée et d'augmenter la corrosion de l'électrode non aérée.

d) Comportement du fer en contact avec un autre métal

L'étude de l'influence du contact du fer avec d'autres métaux peut être effectuée aisément par simple superposition des courbes de polarisation relatives aux différentes réactions d'oxydation et de réduction pouvant se produire sur ces différents métaux.

Je n'entrerai pas ici dans le détail de cette étude; je ne ferai que traiter rapidement quelques exemples relatifs, d'une part, au cas où le métal autre que le fer est plus « noble » que le fer, et, d'autre part, au cas où ce métal est moins noble que le fer. Je considérerai ici qu'un métal est plus noble ou moins noble que le fer selon que, en présence de la solution considérée, sa tension d'équilibre de dissolution, évaluée comme indiquée plus haut à propos de diagramme d'équilibre tension α pH, est plus élevée ou moins élevée que la tension de dissolution du fer.

1) Contact avec un métal plus noble que le fer

De tels métaux sont par exemple le platine et le cuivre (ce dernier en absence de substances complexant le cuivre, telles que l'ammoniaque et les cyanures).

Lorsque le métal non ferreux ne se corrode pas (et ne s'oxyde donc pas), l'influence que son contact exerce sur le comportement du fer ne résulte généralement que des réductions qui peuvent se produire sur ce métal non ferreux. Par exemple, en l'absence d'oxydant, l'influence exercée sur du fer par un couplage avec du platine (ou avec du

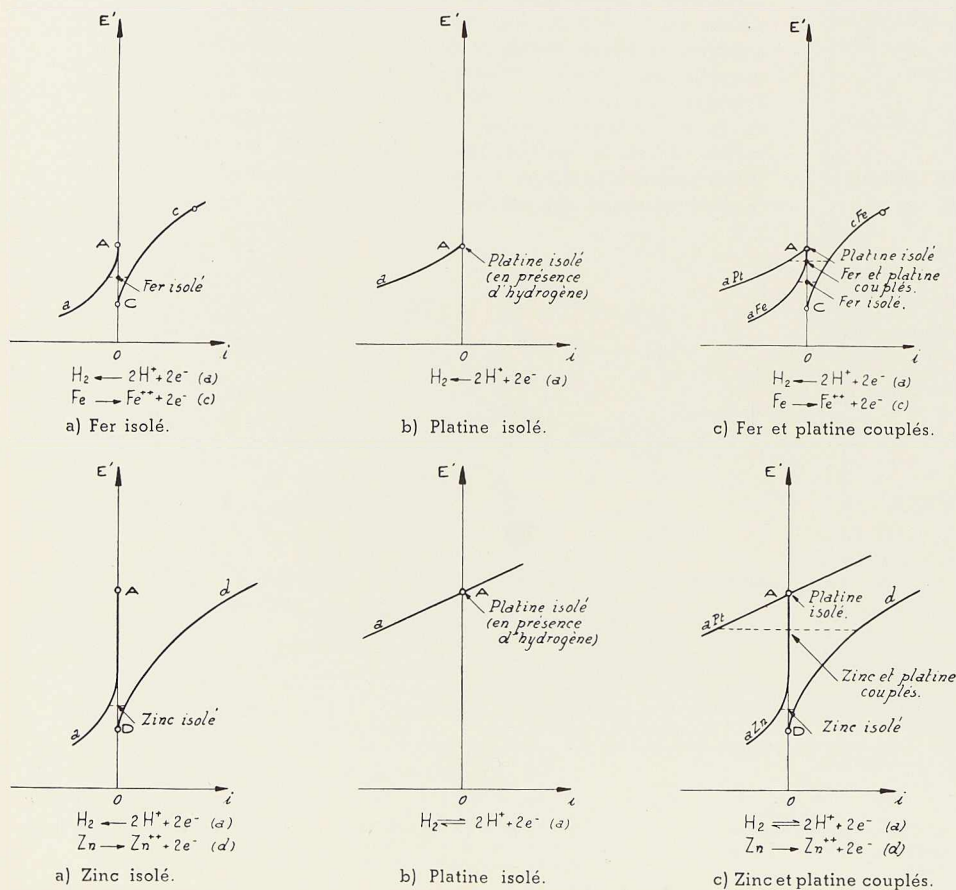


Fig. 47. Influence du platine sur le comportement du fer en absence d'oxydant.

Fig. 48. Influence du platine sur le comportement du zinc en absence d'oxydant.

cuivre) peut être généralement traduite graphiquement par la superposition des courbes de polarisation relatives au comportement du fer seul et de la courbe de polarisation relative au dégagement d'hydrogène sur le platine (ou sur le cuivre).

Couplage fer-platine

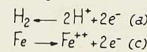
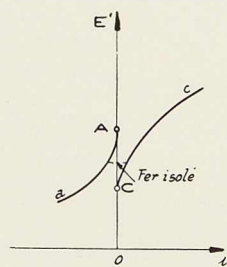
La figure 47a représente les courbes de polarisation relatives au fer (courbe *a* : dégagement d'hydrogène sur le fer; courbe *c* : corrosion du fer); la figure 47b représente la courbe de polarisation relative au platine (courbe *a* : dégagement d'hydrogène sur le platine avec une très faible surtension); la figure 47c exprime, par superposition de ces trois courbes de polarisation, la manière dont se modifie le comportement du fer et le comportement du platine si on couple ces deux métaux de manière telle qu'ils présentent la même tension d'électrode (1). La surtension d'hydrogène sur le platine étant sensiblement plus faible que sur le fer, le couplage du fer et du platine aura pour effet d'élever la tension du fer, d'accroître la vitesse de corrosion du fer, de diminuer la vitesse de dégagement d'hydrogène sur le fer, et de provoquer un dégagement sensible d'hydrogène sur le platine.

Couplage zinc-platine

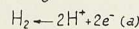
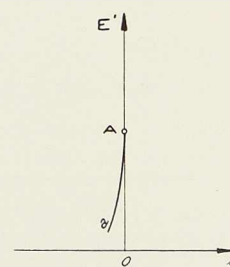
Vis-à-vis du zinc, le platine agira dans le même sens que celui qui a été indiqué pour le fer, mais de manière plus intense, et ceci d'une part parce que la tension d'équilibre est plus basse pour le zinc (point D de la fig. 48a) que pour le fer (point C de la fig. 47a), d'autre part parce que la surtension d'hydrogène est plus grande pour le zinc (courbe *a* de la fig. 48a) que pour le fer (courbe *a* de la fig. 47a). Comme l'exprime la figure 48c, le couplage du zinc avec du platine accroîtra considérablement la vitesse de corrosion du zinc (selon la ligne *d*), supprimera le dégagement d'hydrogène sur le zinc (selon la ligne a_{zn}), et provoquera un abondant dégagement d'hydrogène sur le platine (selon la ligne a_{pt}).

(1) En pratique, cette condition d'identité des tensions d'électrode ne sera pratiquement réalisée que localement. Pour chacun des deux métaux, la tension effective variera entre cette tension de court-circuit (qui sera réalisée au voisinage du point de contact) et la tension du métal isolé (qui pourra être réalisée dans les régions éloignées du point de contact).

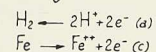
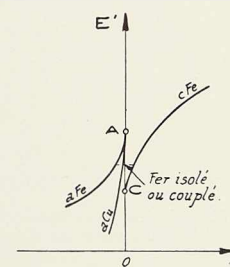
Fig. 49. Influence du cuivre sur le comportement du fer en absence d'oxydant (et d'autres substances corrodant le cuivre).



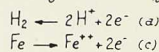
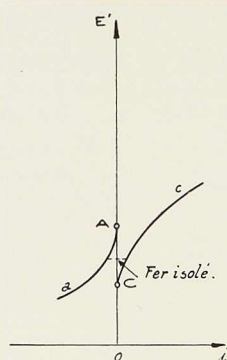
a) Fer isolé.



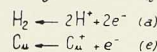
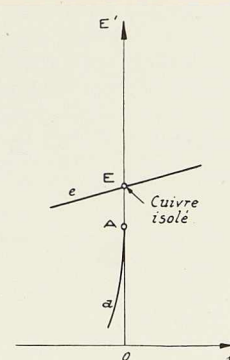
b) Cuivre isolé.



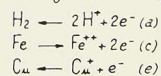
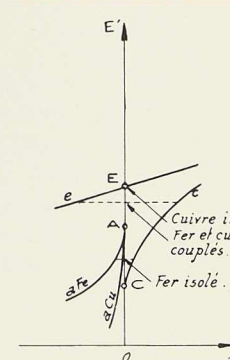
c) Fer et cuivre couplés.



a) Fer isolé.



b) Cuivre isolé.



c) Fer et cuivre couplés.

Couplage fer-cuivre

Comme l'exprime la figure 49b, la surtension d'hydrogène sur le cuivre est relativement forte. Il en résulte selon la figure 49c que, contrairement à une opinion souvent admise, le contact avec du cuivre n'accroît guère la corrosion du fer en présence de solution absolument exempte d'oxydant ou d'autres substances susceptibles de provoquer la corrosion du cuivre (ammoniaque ou cyanure par exemple). Par contre, ainsi que l'exprime la figure 50c, le contact avec du cuivre accroîtra fortement la corrosion du fer en présence de solution renfermant de l'oxygène (ou une autre substance corrodant le cuivre); il en résultera en effet la présence dans la solution de cuivre dissous, par exemple sous forme d'ions Cu^+ (fig. 50b), qui se réduira au contact du fer avec formation d'un ciment de cuivre métallique et en provoquant une forte corrosion du fer (fig. 50c).

β) Contact avec un métal moins noble que le fer

Si le fer est couplé avec un métal moins noble que lui (par exemple du zinc ou du magnésium), ce couplage sera sans effet sensible sur le fer si ce métal ne se corrode pas (par exemple du fait d'une passivation par film d'oxyde); par contre, si ce métal se corrode, il exercera l'effet bien connu de « protection sacrificielle ».

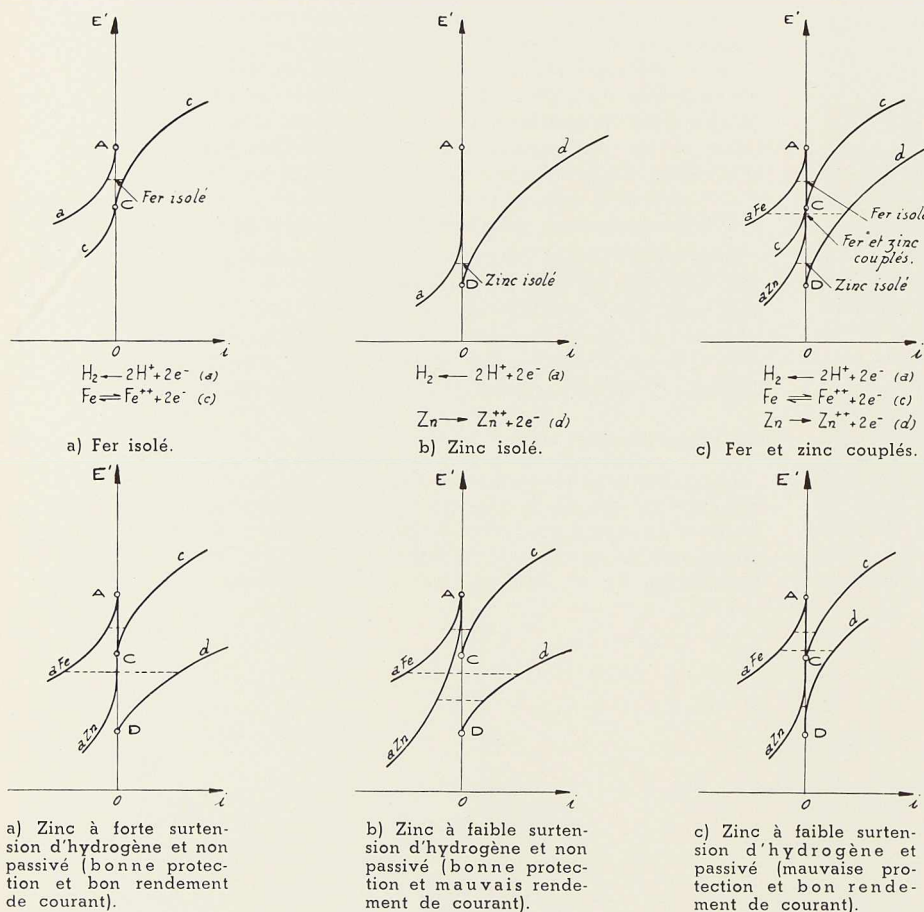
Couplage fer-zinc

Dans les conditions représentées par les figures 51, relatives au cas où le zinc se corrode, le couplage du fer avec du zinc a pour effet d'abaisser la tension du fer en dessous de la valeur C correspondant à l'équilibre de la réaction $\text{Fe} = \text{Fe}^{++} + 2\text{e}^-$ (c). Le fer sera donc

entièrement protégé contre la corrosion et la quantité de fer qui préexisterait éventuellement dans la solution sous forme d'ions Fe^{++} se déposerait sur le zinc (et sur le fer) sous forme d'un cément de fer métallique. Le couplage avec du fer augmentera fortement la corrosion du zinc, et il se produira un dégagement sensible de l'hydrogène sur le fer.

Protection du fer par anodes réactives

La protection cathodique par anodes réactives en zinc



ou en magnésium est basée sur l'action de « protection sacrificielle » qui vient d'être exposée.

Tout dégagement d'hydrogène survenant sur le zinc (ou sur le magnésium) correspond à une perte de courant; pour une tension d'électrode déterminée, cette perte de courant sera chiffrée par l'abscisse de la ligne a_{Zn} (fig. 52), et le rendement de courant sera égal au rapport entre l'abscisse de la ligne a_{Fe} et la somme des abscisses $a_{Fe} + a_{Zn}$ (qui est égale à l'abscisse de la ligne d relative à la corrosion du zinc). Les figures 52a, b, c, expriment que, pour que la protection du fer soit efficace et soit réalisée avec un bon rendement de courant, il faut que, dans les circonstances expérimentales réalisées, le zinc (ou le magnésium) présente une forte surtension d'hydrogène et une faible passivité. On peut régler ces conditions de surtension et de passivité en agissant sur la composition chimique du zinc (ou du magnésium) et du milieu dans lequel est disposé ce métal.

*
**

Dans notre prochain entretien, après avoir précisé quelques propriétés des courbes de polarisation, nous passerons en revue quelques-unes de leurs applications pour la prévision et pour l'étude scientifique et technique de la catalyse, de la corrosion et de procédés anti-inconstants.

M. P.

Fig. 51. Influence du zinc sur le comportement du fer en absence d'oxydant.

Fig. 52. Protection cathodique du fer par du zinc dans différentes circonstances de surtension d'hydrogène et passivité du zinc.

SOMMAIRE

DE L'ÉTUDE DE M. M. POURBAIX

1. Introduction.
2. Courbes de polarisation.
3. Etude du comportement du fer en présence de solutions aqueuses.
 - a) Comportement du fer en présence de solution exempte d'oxydant.
 - b) Comportement du fer en présence de solutions renfermant de l'oxygène.
 - c) Aération différentielle du fer.
 - d) Comportement du fer en contact avec un autre métal.
 - α) Contact avec un métal plus noble que le fer. Fer-platine — Zinc-platine — Fer-cuivre.
 - β) Contact avec un métal moins noble que le fer. Fer-zinc — Protection du fer par anodes réactives.

Bibliothèque

Nouvelles entrées (1)

Le Corbusier, Œuvre complète 1946-1952

par W. BOESIGER

Un volume relié de 248 pages format 23 × 28 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par les Editions Giesberger, Zurich, 1953. Prix : 48 francs suisses.

Le cinquième volume de l'ouvrage « Le Corbusier » fait suite aux volumes précédents, qui ont retracé d'une façon magistrale les étapes de l'œuvre du Maître. Ce nouveau volume met en valeur les aspects les plus divers des créations de Le Corbusier dans tous les domaines de l'architecture et de l'urbanisme.

Le livre abondamment illustré, débute par une introduction de Le Corbusier. Parmi les œuvres et projets décrits, citons notamment les suivants :

Manufacture à Saint-Dié — Basilique de la Paix et du Pardon de la Sainte-Baume — Plan d'Urbanisation de Bogota (Colombie) — Palais de l'O. N. U. à New-York — Maison du Dr Currutchet à La Plata (Argentine) — Maison du Professeur Fueter au bord du lac de Constance (Suisse) — Urbanisation de Marseille-Sud — Chandegarth (Punjab) — Unité d'habitation à Marseille — Peintures — Sculptures — Tapisseries, etc.

Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment — Numéro spécial

Un ouvrage de 400 pages format 24 × 31 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par le *Moniteur des Travaux publics*. Prix : 1 250 francs français.

A l'occasion du cinquantième de sa fondation, le *Moniteur des Travaux publics*, publie un remarquable numéro spécial consacré à « Un demi-siècle de progrès dans les Travaux publics et le Bâtiment ».

L'énergie, la circulation, l'habitation constituent le tryptique sous lequel sont analysés les progrès accomplis dans les barrages, la route, les chemins de fer, les ponts, les ports, l'immeuble, l'urbanisme, etc.

Encadrant ces synthèses, des études exposent les améliorations apportées aux matériaux anciens et l'importance des nouveaux matériaux, le rôle grandissant du matériel, l'influence des recherches théoriques et des laboratoires.

(1. Tous les ouvrages analysés sous cette rubrique peuvent, soit être consultés en la salle de lecture du C. B. L. I. A., 154, avenue Louise à Bruxelles, soit être envoyés en communication sur demande.

Le C. B. L. I. A. est à la disposition des lecteurs pour leur procurer les ouvrages qu'ils voudraient acquérir.

Les articles de ce numéro spécial, véritable bilan de la Construction dans les cinquante dernières années, sont signées de personnalités éminentes, ce qui augmente encore l'intérêt de cette belle publication.

Mechanics of materials (Résistance des matériaux)

par S. FAIRMAN et Ch. S. CUTSHALL

Un volume relié de 420 pages format 15 × 23 cm, illustré de 338 figures. Edité par John Wiley & Sons, Inc. New York 1953.

Cet ouvrage, destiné aux étudiants des facultés techniques, montre comment appliquer les notions théoriques de la résistance des matériaux aux problèmes pratiques.

Les auteurs, Professeurs à l'Université de Purdue (U. S. A.) ont réuni dans ce volume une documentation étendue sur les divers problèmes qui se posent en résistance des matériaux. Citons notamment les chapitres suivants :

Tensions et déformations — Propriétés mécaniques des matériaux — Assemblages rivés et soudés — Torsions — Efforts tranchants et moments fléchissants — Flèches des poutres — Poutres statiquement indéterminées — Colonnes, etc.

De nombreux exemples pratiques font de l'ouvrage de MM. Fairman et Cutshall un manuel didactique de premier ordre.

Neuer Wohnbau (Nouveaux logements)

Volume I : Conception

Un ouvrage relié de 184 pages, format 21 × 29 cm, illustré de 333 figures. Edité par Otto Maier, Ravensburg, 1952.

Cet ouvrage publié sous la direction de M. H. Wandersleb et avec la collaboration de nombreux spécialistes, résume les résultats et conclusions du concours organisé par l'E. C. A. (*Economic Cooperation Administration*). Il s'agissait de reconstruire les habitations détruites de la manière la plus rationnelle possible.

L'ouvrage envisage les questions suivantes : urbanisme, planning, construction, cuisine et salle de bain, chauffage, coût, économie, etc.

Pour terminer une liste bibliographique ainsi que les adresses des firmes participant à ce concours.

La lecture de cet ouvrage donnera des renseignements très précieux à tout constructeur d'habitations.



Schmiedeeisen (Le Fer forgé)

par W. BRAUN-FELDWEG

Un volume relié de 120 pages, format 21 × 29 cm, illustré de 338 figures. Edité par Otto Maier, Ravensburg, 1952.

Un ouvrage sur le fer forgé ne peut se concevoir sans être illustré. Le présent volume ne fait pas exception à cette règle, au contraire.

Richement illustré il nous fait parcourir les diverses possibilités de cet Art appliqué à la construction.

Successivement on passe en revue les grilles, portes, fenêtres, balustrades, lampadaires, enseignes, girouettes, art religieux, etc.

School Buildings 1945-1951 (Bâtiments scolaires 1945-1951)

par BRUCE MARTIN

Un volume relié de 128 pages format 17 × 24 cm, illustré de nombreuses figures. Edité par Crosby Lockwood & Son, Ltd, Londres 1952. Prix : £ 1.5.0.

Le problème de la construction de bâtiments rationnels pour loger une population scolaire de plus en plus importante est à l'ordre du jour. Les nombreuses écoles détruites pendant la dernière guerre compliquent encore la tâche des autorités responsables. C'est pourquoi il faut saluer l'initiative de l'architecte Martin d'avoir publié son travail dans lequel il a réuni d'utiles renseignements sur quelques écoles modernes de Grande-Bretagne, Suisse, U. S. A., Suède et Hollande.

Combustion

Un ouvrage de 178 pages format 22 × 28 cm. Edité par la Commission Economique pour l'Europe - Division de l'Industrie, Genève, 1953.

Cette publication du Comité du Charbon de l'O. N. U. (Commission Economique pour l'Europe) contient des détails sur les réalisations accomplies par certains pays d'Europe dans le domaine de l'assistance technique et de la formation professionnelle du personnel de chaufferie.

Bulletin de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes (A. I. P. C.), n° 12-1953

Le Secrétariat de l'A. I. P. C. nous a fait parvenir le numéro 12-1953 de son Bulletin.

Comme d'habitude, cette intéressante publication contient en dehors des communications administratives, une série de courtes monographies illustrées sur les constructions civiles importantes en acier et en béton armé récemment réalisées.

Parmi les constructions métalliques, relevons

notamment le pont-route suspendu sur la dérivation du Rhône à Donzère-Mondragon; le pont-route soudé Corneille à Rouen sur la Seine; le pont-rail de Nimy-Maisières; le pont levant de Willebroek; le pont-route de type Vierendeel de Vivegnis; le pont-rail tournant de Willebroek; le pont-route et rail sur la rivière Kemi en Finlande; le pont de Kuopio en Finlande (pont-route métallique avec une poutre de type Langer de 100 m de portée); le pont de Tannwald sur l'Aar (Suisse); la couverture du bassin d'essais de carènes, boulevard Victor à Paris; le garage des Anciens Etablissements d'Ieteren Frères, à Bruxelles; les grands hangars des Aéroports de Genève-Cointrin à Zurich-Kloten; etc...

Bâtiments d'enseignements - Schémas types

Un ouvrage de 37 planches, édité par le Centre National de Documentation Pédagogique, Paris, 1952.

Les études présentées dans ce recueil ont été entreprises par la Direction de l'Architecture et son service technique des Constructions scolaires pour répondre aux demandes formulées par le Ministère français de l'Education Nationale.

Les six premières planches concernent les bâtiments du premier degré et les écoles maternelles (gardiennes), 22 planches sont consacrées aux établissements du second degré et de l'enseignement technique. Les autres planches de cet intéressant recueil concernent les dispositions-types d'appartements pour la direction, les services et les installations sportives scolaires.

Ruanda-Urundi

Un ouvrage de 128 pages, format 21 × 27 cm, illustré de 120 photographies. Edité par Ch. Dessart, Bruxelles, 1953, Prix 180 frs.

Le livre sur le Ruanda-Urundi est essentiellement un livre de belles images. Après une introduction de M. G. Sandart, Résident honoraire du Ruanda-Urundi, l'ouvrage fait défiler devant les yeux du lecteur, les aspects variés de ce territoire. Il convient de féliciter l'éditeur et les photographes pour l'excellente présentation de cet ouvrage.

Catalogues

Constructions métalliques, de Vries-Robbé & C^{ie}, Gorinchem (Pays-Bas)

La Société de Vries-Robbé nous a envoyé une belle publication reliée, illustrée de nombreuses photographies consacrées aux travaux exécutés par cette importante firme dans les domaines suivants : Bâtiments, docks, hangars, garages, pylônes, ponts, gazomètres, réservoirs, constructions métalliques pour l'exploitation minière, bâtiments industriels pour les tropiques, etc...



CHRONIQUE

Le marché de l'acier pendant le mois de septembre 1953

	Production acier lingot en tonnes		
	Belgique	Luxembourg	Total
Septembre 1953.	338 538	203 012	541 550
Août 1953 . . .	320 945	194 668	515 613
Janv.-sept. 1953	3 340 732	2 034 578	5 375 310
Jan.-sept. 1952	3 690 577	2 238 844	5 929 421

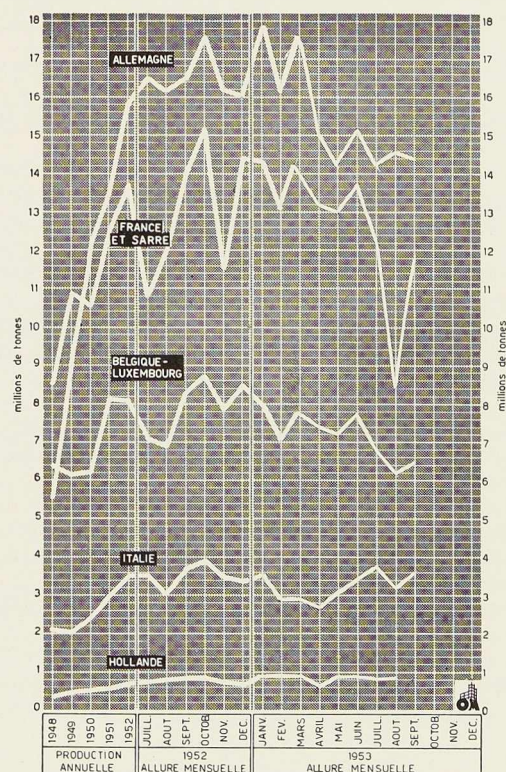


Fig. 1. Moyennes de production d'acier lingot des six pays de la Communauté Européenne Charbon-Acier (C. E. C. A.)

Notre production a marqué une légère reprise, qu'on peut appeler saisonnière. En maintenant la cadence actuelle, le total de la production belgo-luxembourgeoise ne dépassera guère, pour l'année 1953, les sept millions de tonnes, en regard d'environ huit millions, au cours des deux années précédentes.

Ce « trend » régressif est d'ailleurs propre à tous les pays du Plan Schuman, avec toutefois moins d'intensité pour certains de ces pays, et notamment l'Allemagne, l'Italie et la Hollande. Il est d'autant plus significatif que les autres grands producteurs d'acier dans le monde, et notamment les Etats-Unis, l'U. R. S. S. et l'Angleterre réaliseront sans doute en 1953 de nouveaux records de production.

Marché C. E. C. A.

La consommation générale se maintient au niveau des mois précédents, sans plus. Il en résulte une diminution constante des stocks chez les intermédiaires et les gros consommateurs.

On a procédé à un réajustement du prix des tôles fines. Dans ce compartiment, la situation semble d'ailleurs vouloir s'améliorer.

D'importantes réunions ont eu lieu à la C. E. C. A. L'assemblée plénière du Comité Consultatif a accepté les projets de résolution de la Commission spéciale pour l'étude des problèmes soulevés par le fonctionnement du marché commun de l'acier et traitant notamment :

- De l'évolution du marché;
- De la publicité des barèmes de prix;
- Des surpris;
- Des caractéristiques de l'acier, etc.

La première de ces relations, relative au marché de l'acier, était rédigée comme suit :

« Les conclusions de la Commission de l'Acier incitent le Comité Consultatif à émettre le vœu que la Haute Autorité suive avec une attention soutenue l'évolution du marché de l'acier, en se livrant en particulier à une analyse serrée :

» a) De la consommation intérieure de la Communauté, tant en ce qui concerne les besoins de la demande courante, que ceux occasionnés par la réalisation de plans d'équipements à caractère sporadique :

» b) De la situation et de la fluctuation des stocks;

» c) De l'évolution des marchés de l'exportation dans les causes qui la déterminent, et en prenant toutes les mesures, découlant de cette analyse, pour maintenir et, si possible, accroître la demande dans la communauté.»

La Haute Autorité, profitant de la réunion à Bruxelles des Présidents et Directeurs des Centres d'Information de l'Acier, à l'occasion de notre XV^e Congrès International, a tenu, par la voix de M. Daum, à exposer aux dirigeants des Centres, ses vues en ce qui concerne une intensification de la propagande en faveur du développement de la consommation de l'acier. Les Congressistes ont également été reçus au siège de la C. E. C. A. à Luxembourg, où MM. Daum et Barré leur ont parlé des buts généraux de la Haute Autorité. Ensuite M. Crancée, s'adressant spécialement aux Directeurs des Centres d'information des pays du Pool Charbon-Acier, leur a recommandé de réunir leurs efforts pour mieux étudier les marchés et mettre à profit l'expérience des uns et des autres, en faveur d'une action plus vigoureuse d'information et de propagande. Une synchronisation des dépenses et une augmentation des moyens à mettre à la disposition des Centres d'Information seraient à prendre en considération, selon l'avis de M. Crancée.

Au marché des mitrailles, les prix ont légèrement haussé en Belgique.

Marché d'exportation

Le Gouvernement belge a décidé de réduire progressivement les retenues effectuées sur les exportations, de telle manière qu'à fin 1954, ces retenues aient entièrement disparu. Il importe, en effet, dans la conjoncture actuelle, de ne pas entraver les chances des industries exportatrices.

L'Allemagne et la Hollande se trouvent dans une situation relativement favorable : la première a pu exporter, au cours du deuxième trimestre, 492 000 (contre 363 000 pendant le premier trimestre). La Hollande développe également ses débouchés et particulièrement en U. S. A., en Angleterre et en Suède.

La réduction des prix des tôles, par les pays de la C. E. C. A., a été suivie d'une diminution plus prononcée de la part des exportateurs anglais. Dans les milieux en rapport avec la Haute Autorité, il a été question d'un système devant permettre la défense de nos ventes à l'étranger de produits transformés.

La construction métallique en Belgique

Les expéditions de Fabrimétal ont atteint, en août 1953, 139 117 tonnes contre 136 780 tonnes en juillet de la même année. Elles comprennent notamment :

	Août	Juillet
Produits de la tôle	19 379	17 600
Accessoires métalliques du bâtiment	7 395	6 288
Ponts et charpentes	17 834	11 367
Matériel de chemins de fer et tramways	11 193	13 644

La sidérurgie dans le monde

Etats-Unis

Les dernières pénuries disparaissent du marché. Les usines ont adopté une nouvelle politique de vente et quelques-uns des principaux groupes tels que U. S. S. Corp. ont décidé de prendre dorénavant à charge les frais de transport.

Mais il y a lieu de remarquer que la production se maintient à une cadence de 95 % d'une capacité sérieusement accrue. Ceci prouve que la demande n'a nullement diminué.

Le président de U. S. S. a d'ailleurs, dans un récent discours prononcé devant l'*Economic Club* de Detroit, exprimé sa foi dans l'avenir du marché. D'après lui, la production et la vente d'acier atteindront cette année, de nouveaux records aux Etats-Unis. Aussi bien, le tonnage produit en septembre dépasse les 8 millions de tonnes métriques et le total des neuf premiers mois est de 77 millions de tonnes, ce qui constitue un record réel pour cette période.

Les usines poursuivent d'ailleurs sans relâche leurs travaux de rationalisation et d'agrandissement :

La *Bethlehem Steel Cy* consacra 30 millions de dollars au développement de son laminoir à gros profilés, à Bethlehem et profitera en partie de l'amortissement accéléré;

Inland Steel Cy construira un nouveau laminoir pour poutrelles à larges ailes. Elle répond ainsi au désir de l'Office pour la Mobilisation de la Défense, de porter la capacité de production, pour ces poutrelles, de 1,8 à 2,5 millions de tonnes par an.

U. S. S. Corp. a décidé de concentrer à Pittsburgh ses laboratoires de recherche, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre des minerais à faible teneur. Les nouveaux laboratoires occuperont une superficie de 12 260 m² et seront achevés en 1955.



Fig. 2. L'usine de Monlevade de la Cia Siderurgica Belgo-Mineira.

Cliché L'Echo de l'Industrie.

Angleterre

La production de septembre correspond à une cadence annuelle de 18 millions de tonnes. Au cours des neuf premiers mois de l'année, le pays a produit 13 043 000 tonnes. La réalisation de l'objectif de 17,5 millions de tonnes pour 1953 semble dès à présent assurée.

La sidérurgie anglaise entend atteindre en 1958, une capacité de production de 21 millions de tonnes. On est quelque peu anxieux d'un surinvestissement qui léserait l'exploitation rationnelle : aussi cherche-t-on à synchroniser le développement des installations sidérurgiques avec celui de la consommation intérieure et l'exportation. Actuellement, l'augmentation de la production est surtout absorbée par le marché intérieur.

Sir Archibald Forbes, Président du « Iron and Steel Board » s'est rendu à Luxembourg, fin septembre, à titre d'observateur spécial auprès de la C. E. C. A.

Japon

Le Japon importera au cours du deuxième semestre de l'année fiscale en cours, 2 100 000 tonnes de minerai, surtout en provenance des Philippines, des Indes et de Goa.

Les grandes firmes sidérurgiques ont soumis au Gouvernement un second plan de rationalisation de l'industrie de l'acier.

Le Japon développe son exportation dans toute la mesure du possible. Des pourparlers sont en cours avec l'Argentine pour un tonnage global de 400 000 tonnes comprenant des rails, des tôles fortes, feuillards, tubes, etc.

Brésil

La Cia Siderurgica Belgo-Mineira a produit, en 1952, 170 000 tonnes d'acier. Elle entame un programme d'agrandissement visant à doubler sa capacité.

On annonce le décès de M. Louis Ensck, Directeur Général de la « Belgo-Mineira ». Le nom de M. Ensck, d'origine luxembourgeoise restera attaché à l'histoire de l'industrie sidérurgique brésilienne et no-

Fig. 3. Exposition de l'Industrie, Berlin 1953. Une vue de la participation de la sidérurgie allemande.



tamment de l'usine de Monlevade qui est pratiquement son œuvre et dont nous reproduisons une vue aérienne.

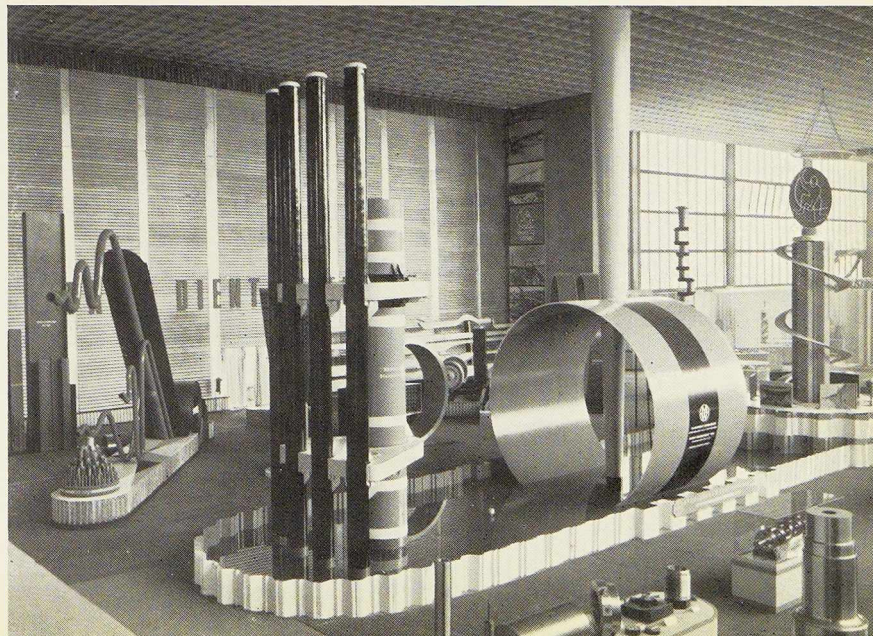
Pakistan

On attend la remise d'un projet Krupp pour une usine pouvant produire 300 000 tonnes d'acier par an. Des ingénieurs allemands sont attendus pour prospector les gisements de minerai récemment repérés dans le pays.

Autriche

Les prix des aciers qui restent sous contrôle gouvernemental, ont été majorés de 4 à 12 %. A l'exportation, les cotations ne doivent pas dépasser le niveau de la C. E. C. A.

La sidérurgie autrichienne, dont la production ne dépasse pas 1,1 million de tonnes par an, dépend largement des pays du Pool : 90 % de ses importations de coke et de mitrailles proviennent d'Allemagne, tandis que l'Italie lui achète une très large part de ses produits.



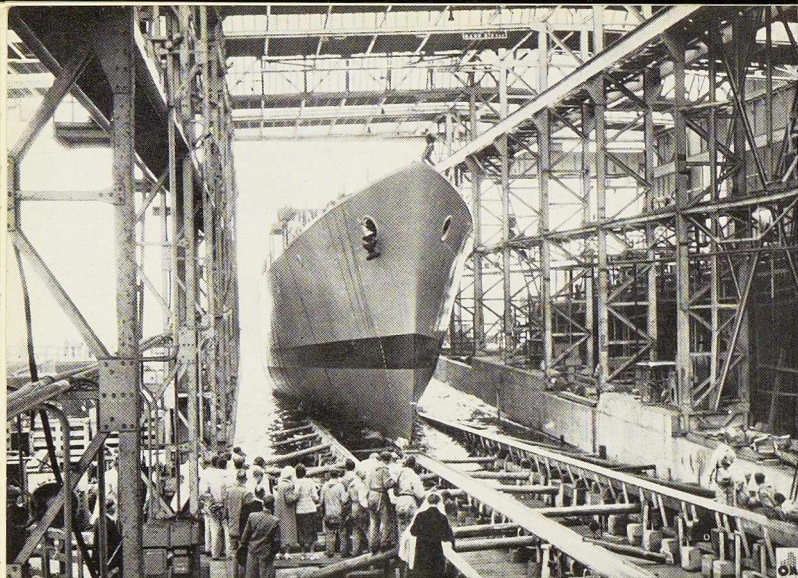


Fig. 4. Lancement du chasseur de sous-marins « Zeeland » à Flessingue. Le premier des quatre navires de la Marine Royale Néerlandaise actuellement en construction à la S. A. « De Schelde », a été lancé récemment à Flessingue.

Nomination aux H. A. D. I. R.

Récemment, le Conseil d'Administration des H. A. D. I. R. a désigné M. André Grandpierre, Président de Pont-à-Mousson, pour prendre la succession de M. Th. Laurent, à la présidence de la Société.

Productivité dans l'industrie des constructions métalliques

L'Association française pour l'accroissement de la productivité, vient de traduire le Rapport d'un voyage d'étude effectué aux Etats-Unis en 1951 par une Mission britannique de Productivité représentant les industries des profilés en acier, de la chaudronnerie et du matériel de manutention mécanique.

L'objet de ce Rapport est une description objective des différences principales et des similarités entre les méthodes et les techniques, les conditions de travail, l'érection et l'installation des charpentes métalliques, les problèmes de direction et de formation du personnel, tels que rencontrés dans les industries des profilés métalliques de la chaudronnerie et du matériel de manutention mécanique.

Aucun aspect important de ces industries n'a été laissé dans l'ombre et le Rapport abonde en détails précis, pris sur le vif, qui expliquent les raisons de la haute productivité observée aux Etats-Unis.

Nous donnons ci-après les conclusions générales concernant la « Productivité ».

« On a beaucoup écrit et beaucoup parlé sur la « Productivité ». C'est un mot souvent employé sans discernement; beaucoup de gens parlent d'accroissement de la productivité, alors qu'en réalité, ils veulent parler d'accroissement de production. Ce sont deux choses tout à fait différentes.

La production se rapporte directement au débit, tandis que la productivité se rapporte à l'efficacité de la mise en œuvre de ressources nécessaires à la production de marchandises ou à la prestation de services.

Fig. 5. Tanks métalliques de la S. A. Carburants et Goudrons de Forest (CARFOR) à Marly-Vilvorde.

Photo Barnich.

Réunion de l'Institut International de la Soudure à Florence (Italie)

La prochaine réunion annuelle de l'Institut International de la Soudure (I. I. S.) aura lieu à Florence du 15 au 23 mai 1954.

Cette réunion comprendra une séance publique consacrée au « Soudage dans la construction des matériels de transport terrestre : chemins de fer, automobiles ».

La participation est ouverte à tous les membres des sociétés associées et à leur famille.

Pour les inscriptions et renseignements, prière de s'adresser à l'Institut Belge de la Soudure (I. B. S.) rue des Drapiers à Bruxelles.

Toiture du garage de la Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux

Dans le n° 9-1953, nous avons publié un article sur la toiture du garage de la Compagnie Intercommunale Bruxelloise des Eaux. Signalons que cette toiture, d'une conception originale, a été construite par les Etablissements Léon Petit et C^{ie} à Bois-d'Haine.



Fig. 6. Tracteur avec remorque-citerne pour le transport de l'essence.

Constructeur : « Remorques R. A. Y. ».

Photo G. M.

Ces ressources comprennent les locaux, les machines, les matières, la main-d'œuvre et l'argent qui paye tout cela, et leur contrôle est entre les mains de la Direction. L'initiative de la dépense efficace de ressources doit toujours appartenir à la Direction. Elle doit établir le plan des agencements de l'usine, de l'utilisation des machines, des méthodes et de l'emploi des matières.

L'apport de l'ouvrier consiste dans son habileté professionnelle et dans sa volonté de travailler. C'est ce qu'il vend le plus cher possible pour acheter les aliments, les vêtements, l'ameublement, les distractions et les loisirs pour sa femme, ses enfants et lui-même.

Il est douteux que la majorité des ouvriers se soucient beaucoup de la propriété, et l'expérience n'indique certainement pas que la propriété collective inspire en soi aux hommes le dévouement désintéressé à la cause de la productivité. Les ouvriers américains et leurs camarades britanniques sont semblables sous ce rapport. Si la dépense en efforts physiques est la mesure d'un dur travail, ils sont également semblables à cet égard.

Les réalisations américaines ne s'expliquent ni par le fait de la production en masse, ni par le fait de la production en série; la plupart des usines que nous avons visitées, étaient de grandeur moyenne, occupant environ 1 000 salariés au moins. Elles ne s'expliquent pas non plus par le volume du marché intérieur des U. S. A.; beaucoup plus important est le fait que le marché est un marché de grande concurrence.

Elles ne s'expliquent pas non plus par les riches ressources naturelles du pays. Ni par une différence d'intelligence, d'habileté ou d'effort. Pas davantage par la tendance politique du Gouvernement.

Les raisons en sont : vitalité et confiance en l'avenir. Il règne, dans tout le pays, une bonne volonté — ce serait flatter la nature humaine que de l'appeler empressement — d'exécuter le travail de la manière la plus efficace en utilisant à fond, dans ce but, tous les moyens disponibles. La conception du patronat et du salariat américains sur ce que doivent être les moyens de production est progressive, radicale, elle n'est égale que par celle des entreprises britanniques les plus productives. »



Maisons métalliques Phénix

Dans le n° 10-1953 de *L'Ossature Métallique* nous avons publié un article sur les maisons Phénix.

Précisons que dans ces maisons, les blocs-fenêtres sont fixés directement sur les poteaux de l'ossature, tandis que l'encadrement en tôle pliée forme emboîtement d'un côté sur la façade et de l'autre côté sur la paroi intérieure.

Ces blocs peuvent être juxtaposés de manière à former des fenêtres doubles ou triples.

De son côté la paroi extérieure est constituée par des dalles en béton armé de $1,00 \times 0,40 \times 0,04$ m d'épaisseur revêtues d'un mouchetis au moment de leur fabrication. Ces dalles s'emboîtent l'une dans l'autre par rainures et languettes. Elles sont accrochées aux poteaux par des agrafes spéciales.

La paroi intérieure et les cloisons sont constituées par des carreaux de plâtre creux lisses, deux faces de 0,07 m d'épaisseur, sans enduit.

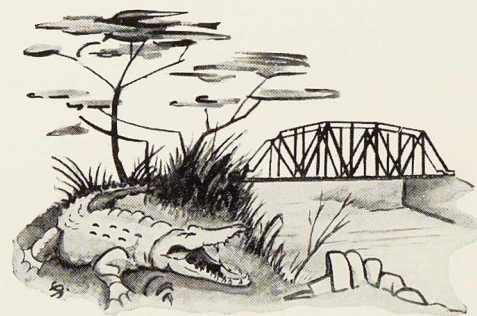
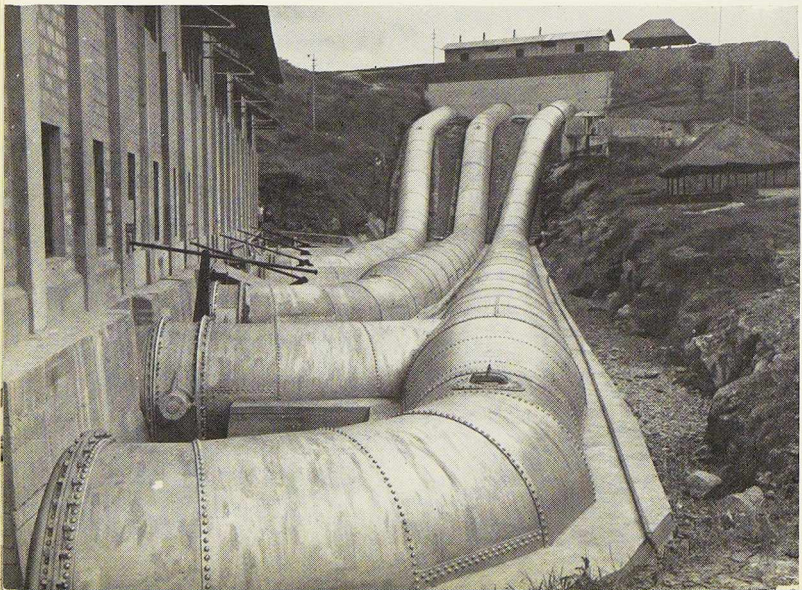
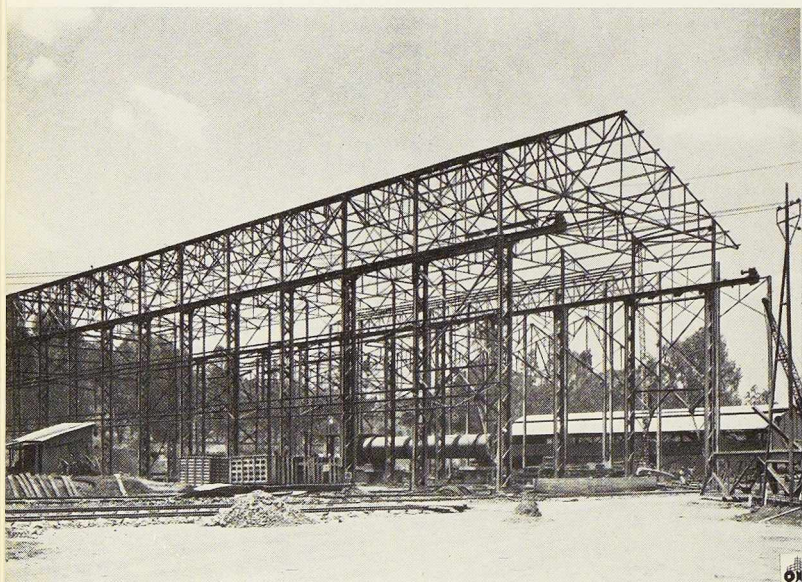
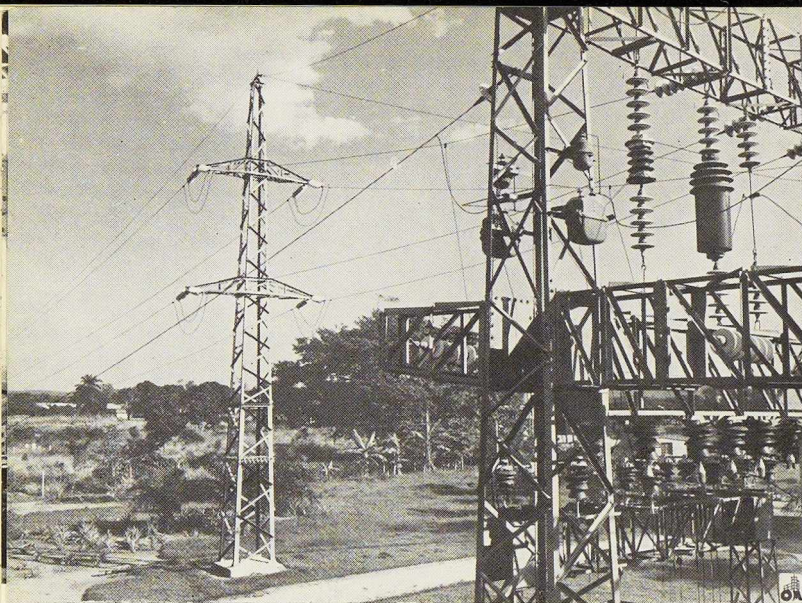
Tour de relais de Flobecq

L'Institut National de Radiodiffusion a fait construire à Flobecq par la S. A. Travhydro, pour les relais des émissions de télévision, une tour.

L'ossature de cette tour est constituée par une charpente tubulaire trapézoïdale à quatre faces en treillis. La base et le sommet présentent une section carrée respectivement de 6 m et de 4,30 m de côté. La hauteur totale de la tour est de 25 m au niveau du plafond de la cabine de 4 m de hauteur.

Tous les tubes montants et ceux qui constituent le treillis sont en acier A 52 de haute soudabilité.

(D'après « Le Tube d'Acier ».)



Nouvelles industries au Katanga

La Société congolaise « Bata » projette la construction à Elisabethville d'une usine de chaussures de cuir et de souliers de tennis. Les machines seraient neuves mais une partie de l'équipement et du personnel serait fournie par l'usine Bata de Léopoldville.

Récemment a été constituée la « Société des Constructions Métalliques du Katanga », au capital de 75 millions, dont 10 millions souscrits par la « Compagnie du Katanga ».

La nouvelle société, qui exerce son activité à Jadotville, a pour objet la construction métallique et notamment les travaux de grosse et petite charpente. Elle reprend une partie des activités de M. G. Pileri dont l'apport dans la nouvelle société est de 20 millions de francs.

On envisage d'installer à Kolwezi une importante industrie électro-métallurgique, en l'occurrence une usine de ferro-manganèse pour l'étude de laquelle un syndicat qui porte le nom de « Fer-manca » a déjà été constitué.

Fig. 1. Ligne à haute tension venant de la Centrale de Sanga sur la rivière Inkisi et alimentant en courant électrique Léopoldville et ses industries. A l'arrivée, un transformateur ramène la tension de 60 000 à 6 600 volts.

Photo A. Da Cruz. — Document C. I. D.

Fig. 2. Cijado, Kakontwe. Stockage des matières premières et manutention.

Fig. 3. Centrale électrique de Sanga qui fournit le courant à une partie du Bas-Congo. Vue des conduites forcées qui amènent l'eau aux turbines. Photo H. Goldstein. — Document C. I. D.

Chronique du Congo Belge

Les travaux du plan décennal en ce qui concerne les transports par eau

Le rapport trimestriel du Plan se présente comme suit :

Gouvernement général. — Les terrassements, comprenant 1 550 000 m³ du port de Matadi sont terminés à Kala-Kala. L'extension des terre-pleins de Fuca-Fuca sont en cours. Ceux de Venise comprenant la suppression du tunnel, avancent rapidement. La construction du nouveau quai (560 m) a été adjugée à la firme « Constructions et Entreprises industrielles ». Délai d'achèvement : 1955.

Boma : Le quai de batelage est terminé.

Léopoldville : L'adjudication pour la jonction Port Public H. C. B. a été lancée.

Les études de la jonction Port Public - Citas sont arrêtées. Les levés pour l'avant-port de Kinipoko, pour la jonction du chemin de fer sont terminés : c'est l'Otraco qui fera les travaux. Une darse et un mur de quai sont en construction, pour l'atelier de la marine.

Province Orientale : Le pier de Mahagi, le port pétrolier de Simi-Simi, le port de Stan (rive gauche) 196 m, le port de Basoko, sont terminés.

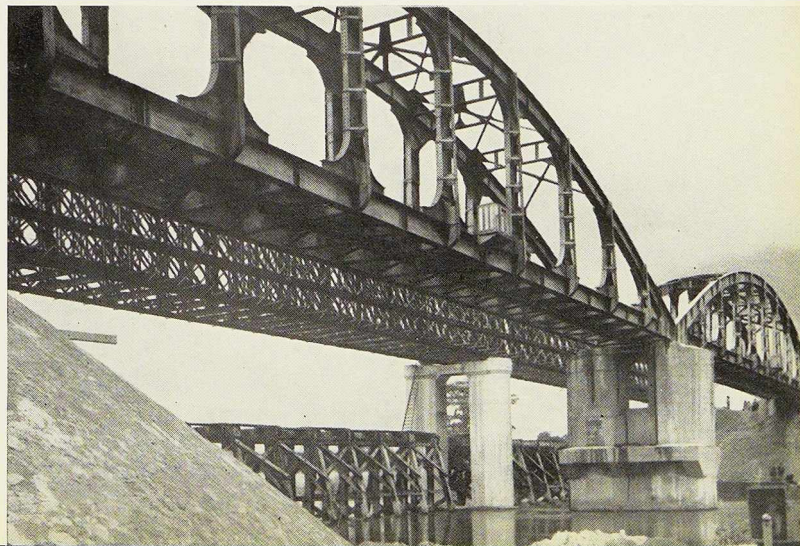
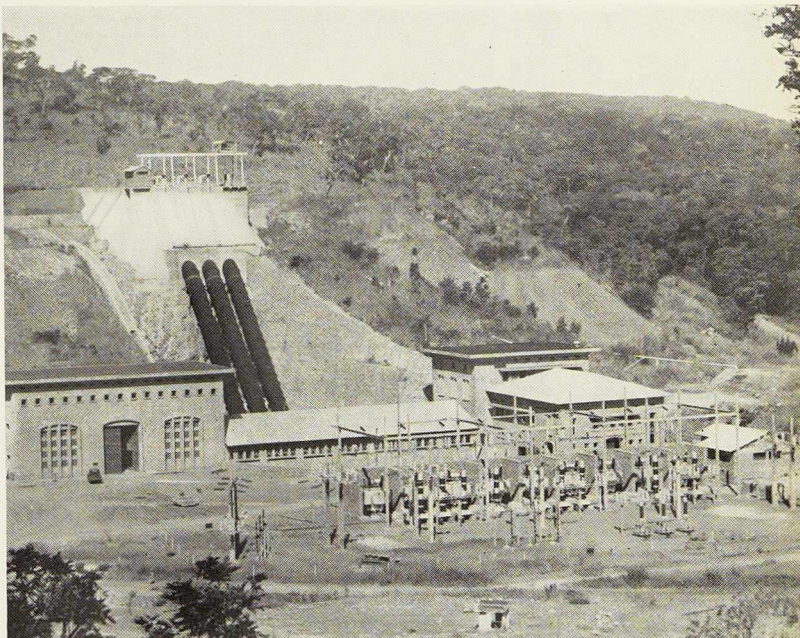
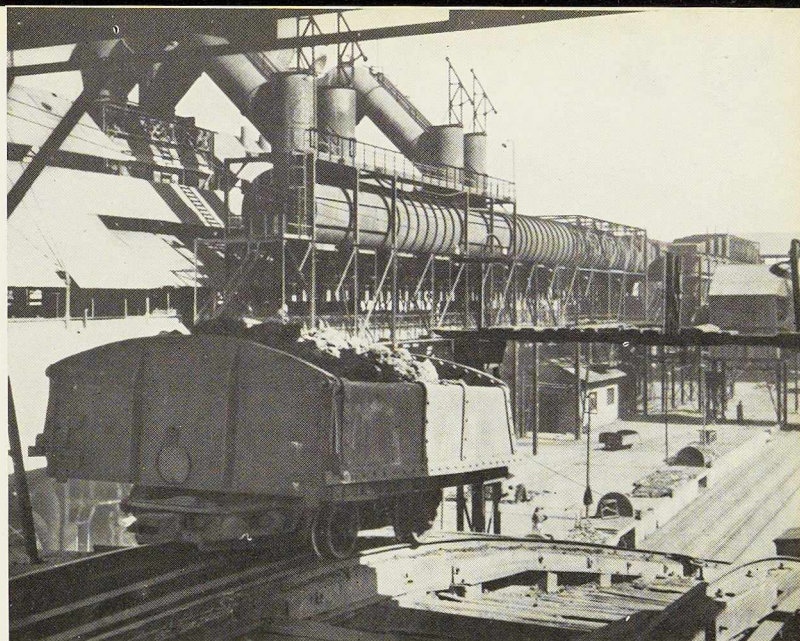
Parmi les travaux en cours : aménagement et hangar à Stan (rive droite). Les expropriations « Synkin » et « Sedec » ont été résolues à l'amiable. Celle de la Banque Belge d'Afrique fait l'objet d'une solution analogue.

Kasai : Le port de Bene-Dilala est terminé. Pour ceux de Lusambo et Luebo, des études sont en cours. Au port de Port-Francqui, les études du port pétrolier et du parc à produits inflammables sont terminées.

Fig. 4. Usines de Lubumbashi. Vue des fours.

Fig. 5. Koni. Vue d'ensemble de la Centrale Bia.

Fig. 6. Pont-route et rail sur le Lualaba.





Photos Lincoln Arc Welding Foundation.

Pont sur le Rio Blanco près de Vera Cruz (Mexique)

Le nouveau pont sur le Rio Blanco près de Vera Cruz (Mexique) est l'œuvre de l'ingénieur Camilo Piccone. Son calcul est basé sur une nouvelle théorie constructive mise au point par le Dr. Th. C. Kavanagh, Chef du Département du Génie Civil du *College of Engineering* de l'Université de New-York. Le mémoire dans lequel le Dr. Kavanagh présentait ses conceptions a valu à son auteur l'attribution d'un prix au con-

cours de la *James F. Lincoln Arc Welding Foundation*.

Le pont sur le Rio Blanco est un ouvrage métallique dont la travée en arc a une portée de 76,25 m.

Les automobilistes, qui empruntent la route où se trouve ce pont, s'arrêtent très souvent pour admirer sa belle architecture aux lignes modernes.

Fig. 1 et 2. Pont sur le Rio Blanco près de Vera Cruz (Mexique).



D'un seul bond...

AVEC **GECO-ARC** VOUS FRANCHIREZ
LA BARRIÈRE DE VOS DIFFICULTES

LA SOUDURE A L'ARC
A VOTRE PORTEE
A LA PORTEE DE TOUS

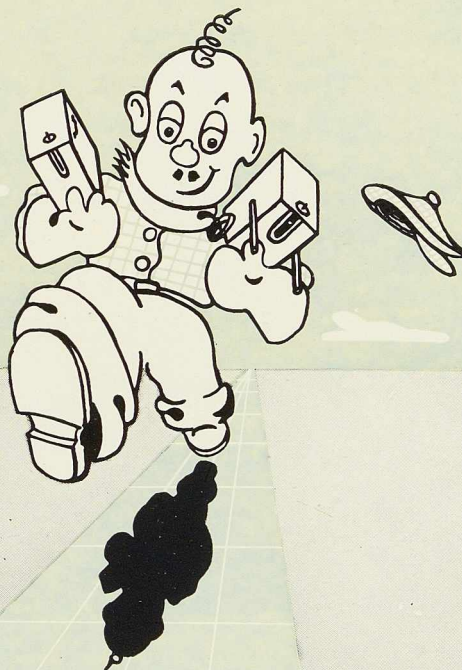
ENFIN! LE VRAI POSTE DE SOUDURE
REDUCTION ET REPLIQUE EXACTE
DES MODELES INDUSTRIELS.

L'INDISPENSABLE OUTIL DES
ATELIERS DE CONSTRUCTION,
D'ENTRETIEN ET DE REPARATION

**GECO-ARC FONCTIONNE SUR
10 AMPERES (220 V.)**

★

DEMONSTRATION SUR DEMANDE
FACILITES DE PAIEMENT



TRANSFORMATEURS **GECO-ARC**

★

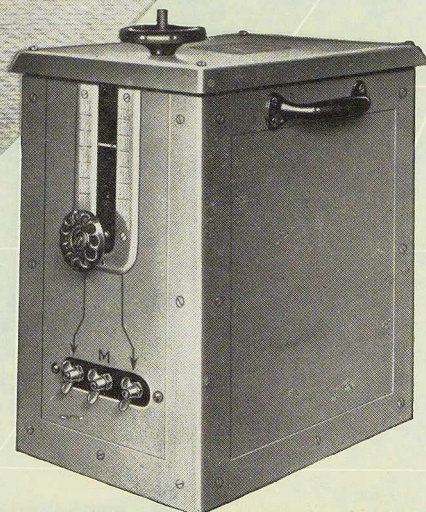
TYPE 100 A.1

10 Amp. sous 220 Volts.
Soudure d'électrodes jusque
2,5 mm. \varnothing et occasionnellement
3,25 mm \varnothing .

★

TYPE 100 A.2

15 Amp. sous 220 Volts.
Soudure de toutes les électrodes
courantes jusque 2,5 mm. \varnothing et
occasionnellement 3,25 mm. \varnothing .

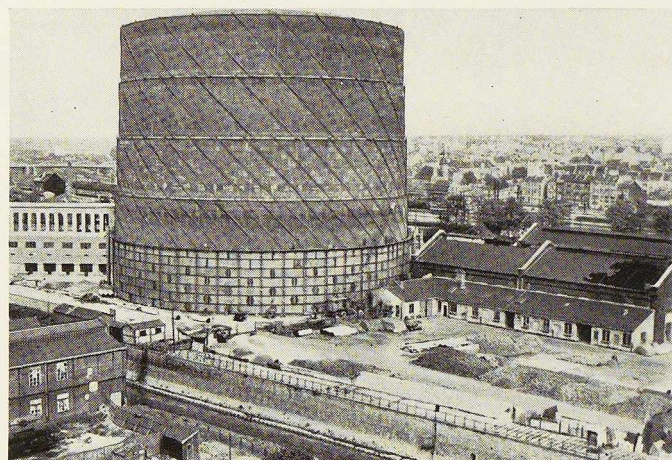


ESAB

ELECTRO SOUDURE AUTOGENE BELGE, S. A.
116-118, RUE STEPHENSON • BRUXELLES
TELEPHONES : 15.91.26 • 15.05.32

LES FOURS LECOCCQ

SOCIÉTÉ ANONYME - 215, CHAUSSÉE D'ALSEMBERG - BRUXELLES



Gazomètre à guidage hélicoïdal, système Lecocq-Balfour, construit à Bruxelles pour la Société Bruxelloise du Gaz. Capacité : 125 000 m³.

COKERIES

Batteries compound Lecocq à underjet intégral.
Installations de manutention et de préparation du charbon.
Machines de fours (coal-cars, défourneuses - repaleuses - pilonneuses, guide-coke, coke-cars).

Usines de récupération des sous-produits (condenseurs - laveurs à ammoniac, à benzol et à hydrogène sulfuré - usines à sulfate d'ammoniaque - épuration sèche et liquide).

Usines de rectification du benzol.

Usines de distillation du goudron, discontinue ou continue.

USINES À GAZ

Fours à gaz à chambres verticales, système Lecocq.
Usines à sous-produits.

ÉPURATION DU GAZ ET RÉCUPÉRATION DU SOUFRE

Procédés Lecocq-Monasulf, Sulfazil et Sulfagen, pour l'épuration de tous types de gaz et la récupération du soufre, soit sous forme de soufre élémentaire pur, soit sous forme de sulfate ammonique, sans emploi d'acide sulfurique.

GAZOGÈNES, système Lecocq-Koller à gaz pauvre et à fusion de cendres.

GÉNÉRATEURS DE GAZ À L'EAU, procédé Lecocq-Balfour.

CENTRALES DE GAZ À L'EAU CARBURE, système Lecocq-Balfour.

GAZOMÈTRES À GUIDAGE HÉLICOÏDAL, système Lecocq-Balfour.

USINES À ENGRAIS : Fabriques de nitrate et de sulfate d'ammoniaque.

**CONSTRUCTION
ET INSTALLATION
DE
COKERIES
USINES A GAZ
GAZOGÈNES
USINES DE SYNTHÈSE**

USINES CHIMIQUES

pour la production de :

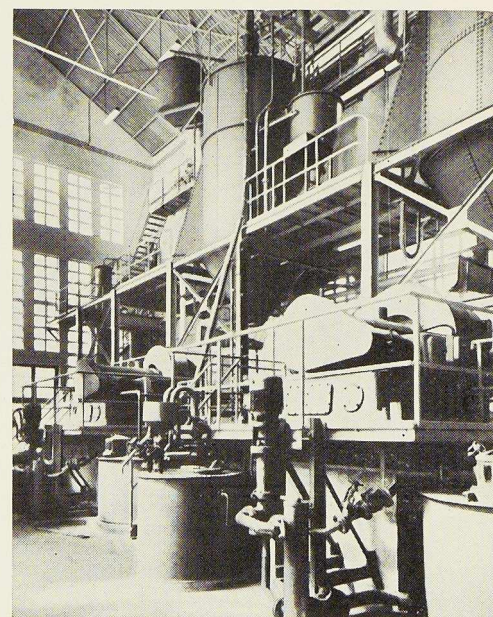
Nitrate technique, acide nitrique

Acide sulfurique

Anhydride phtalique

Anhydride maléique

Acide benzoïque



Fabrique de sulfate d'ammoniaque synthétique mise en service en 1952 pour la Sociedade Amoniaco Português, Estarreja (Portugal).

HANGAR POUR
AVIONS LOURDS - MELS BROECK



**LA CHARPENTE
METALLIQUE**

CONSTRUITE ET MONTÉE PAR LA S.A.

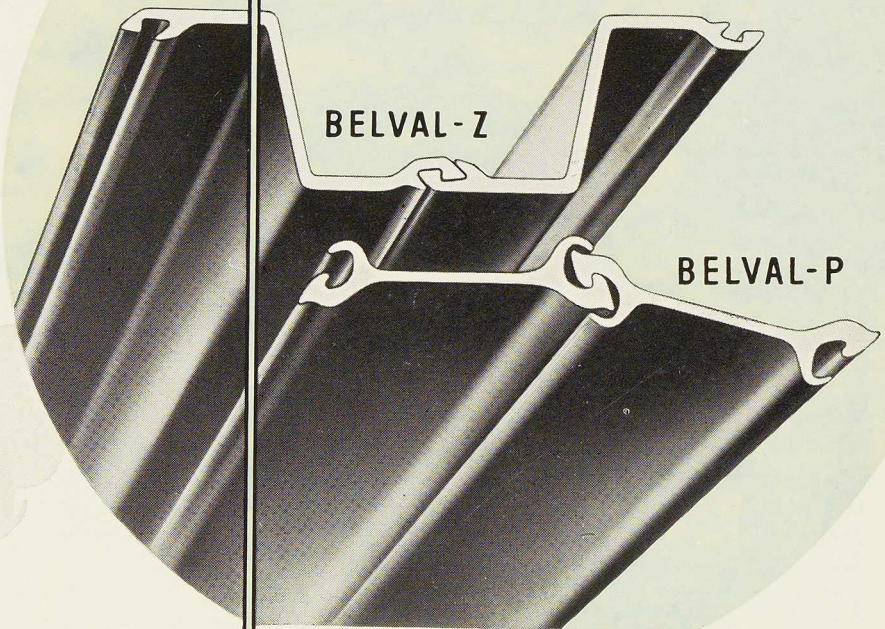
L. LEEMANS & FILS

Tél. : 51.16.50 - 51.03.25

VILVORDE

PALPLANCHES

A R B E D ★ B E L V A L



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

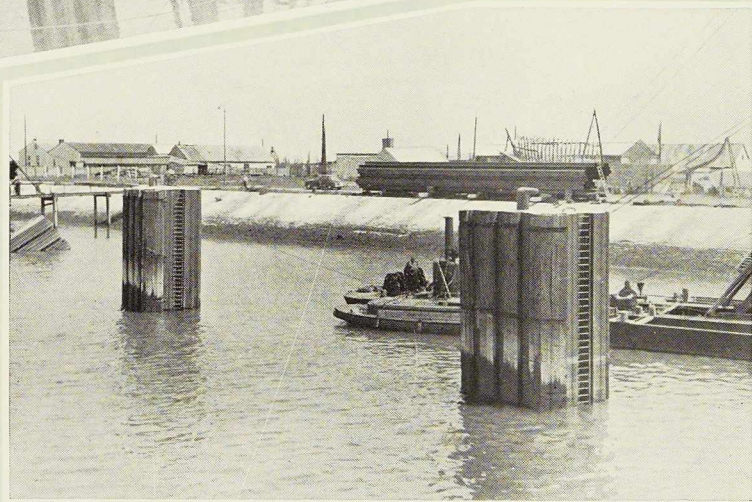
COLUMETA

COMPTOIR METALLURGIQUE LUXEMBOURGEOIS · S.A. LUXEMBOURG

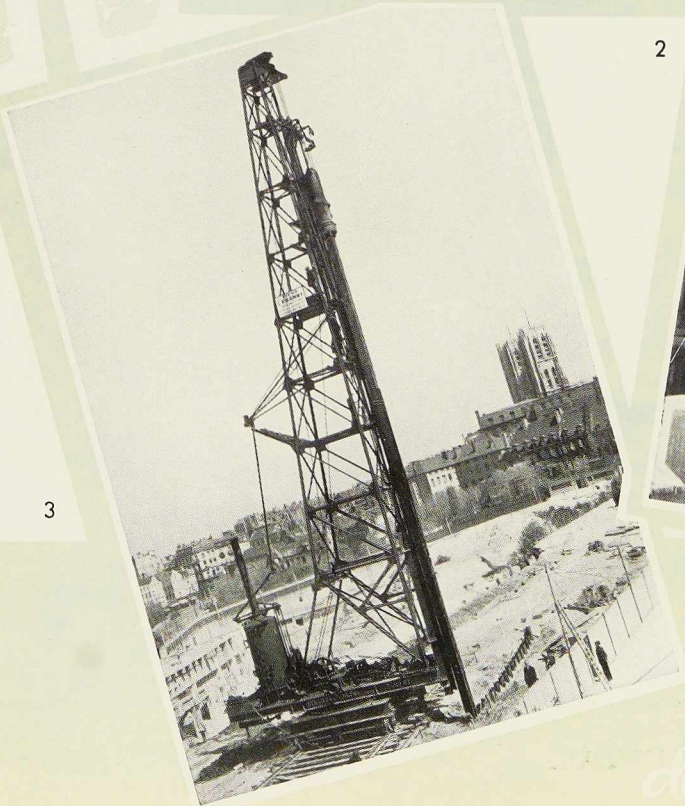


- 1 Construction de 3 ducs d'Albe supplémentaires dans le chenal d'accès à l'écluse maritime dans l'avant-port de Zeebrugge.
- 2 Deux des ducs d'Albe après leur implantation et léger battage en vue de leur fixation.
- 3 Battage de palplanches BELVAL-Z de 23,50 m de longueur à la Jonction Nord-Midi.
- 4 Pont de Willebroek — Batardeau de la culée Est.

1



2



3



4

*Quelques applications
des palplanches Belval*

SOCIÉTÉ ANONYME

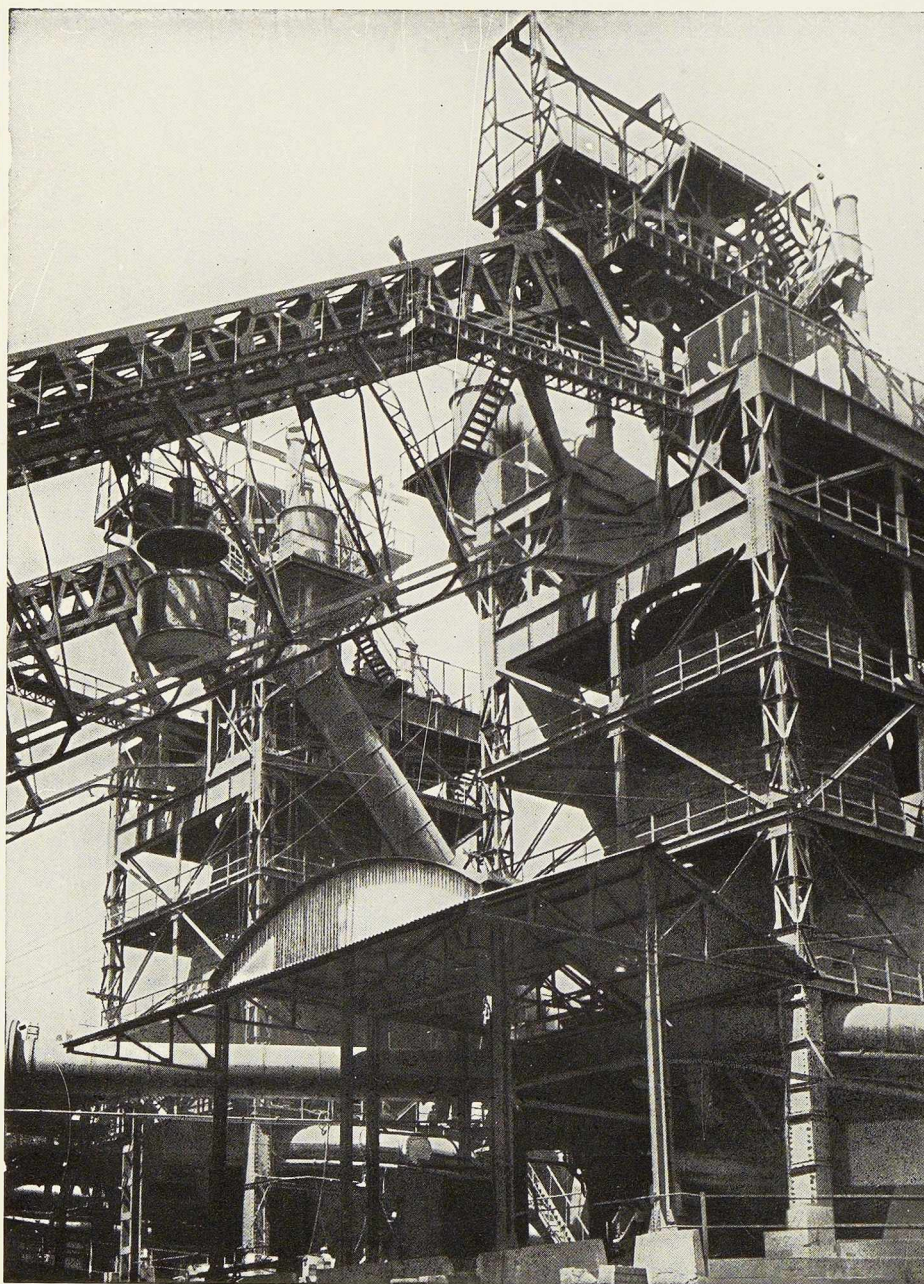
USINES GUSTAVE BOËL

LA LOUVIÈRE (BELGIQUE)

TÉLÉPHONES : 231.21 - 231.22 - 231.23 - 231.24

TÉLÉGRAMMES : BOËL, LA LOUVIÈRE

BOËL



Division LAMINOIRS

LARGES PLATS
TÔLES LISSES, TÔLES STRIÉES,
TÔLES À LARMES
RONDS À BÉTON - FIL MACHINE
RAILS - ÉCLISSES
DEMI-PRODUITS

Division FONDERIE D'ACIER

Moulage d'acier : Toutes pièces d'acier moulé brutes et parachevées pour matériel de chemin de fer et industries diverses. Spécialités de centres de roues et cuves à recuire pour feuillards, fils, tôles fines, etc. Essieux - Bandages - Trains montés - Pièces de forge.

Division BOULONNERIE

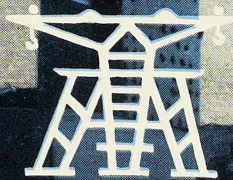
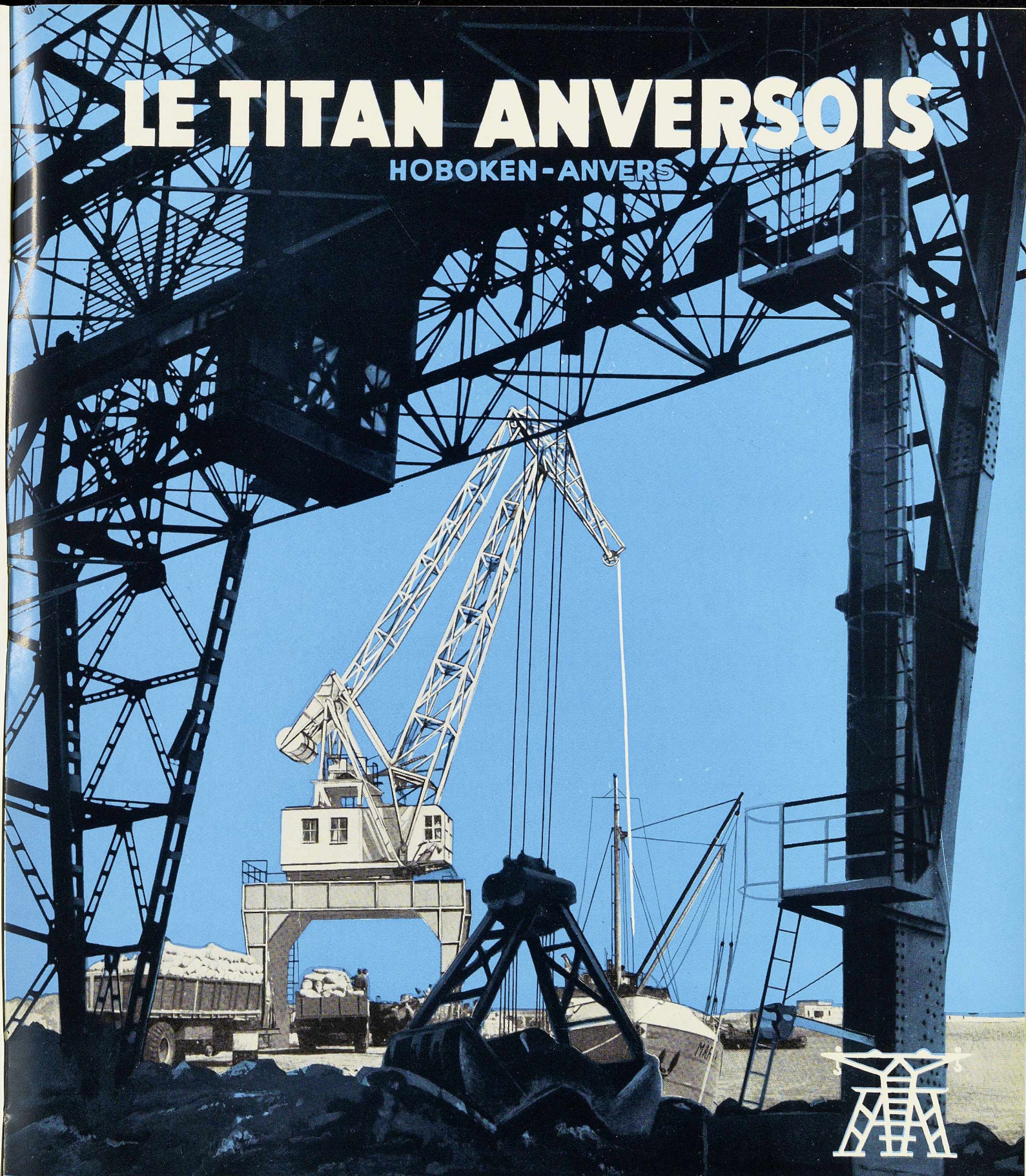
Boulons - Crampons - Tirefonds et rivets

Produits DIVERS

Cokes industriels et domestiques - Goudron
- Sulfate d'ammoniaque - Huiles légères.
Laitiers granulés et concassés - Scories Thomas.

LE TITAN ANVERSOIS

HOBOKEN - ANVERS



GRUES - PONTS ORDINAIRES ET SPECIAUX POUR SIDERURGIE
MANUTENTION - AUXILIAIRES POUR LA MARINE



Ci-dessus : Réservoirs de stockage à propane et butane construits à nos ateliers. (Capacité : 110 m³).

RÉSERVOIRS

ATELIERS

CHAUDRONNERIE

G. & A. LEFEVRE FRES S.A.

111, RUE PAUL PASTUR, RANSART-LEZ-CHARLEROI (BELGIQUE) - TÉL. : CHARLEROI 35.06.42 - 35.26.35

COMBINAISON CHIMIQUE AVEC LE FER!

L'Antirouille CORROSTABIL

rend votre fer inattaquable par la rouille. Facile à mettre en œuvre. Large pouvoir couvrant.

Demandez brochure à

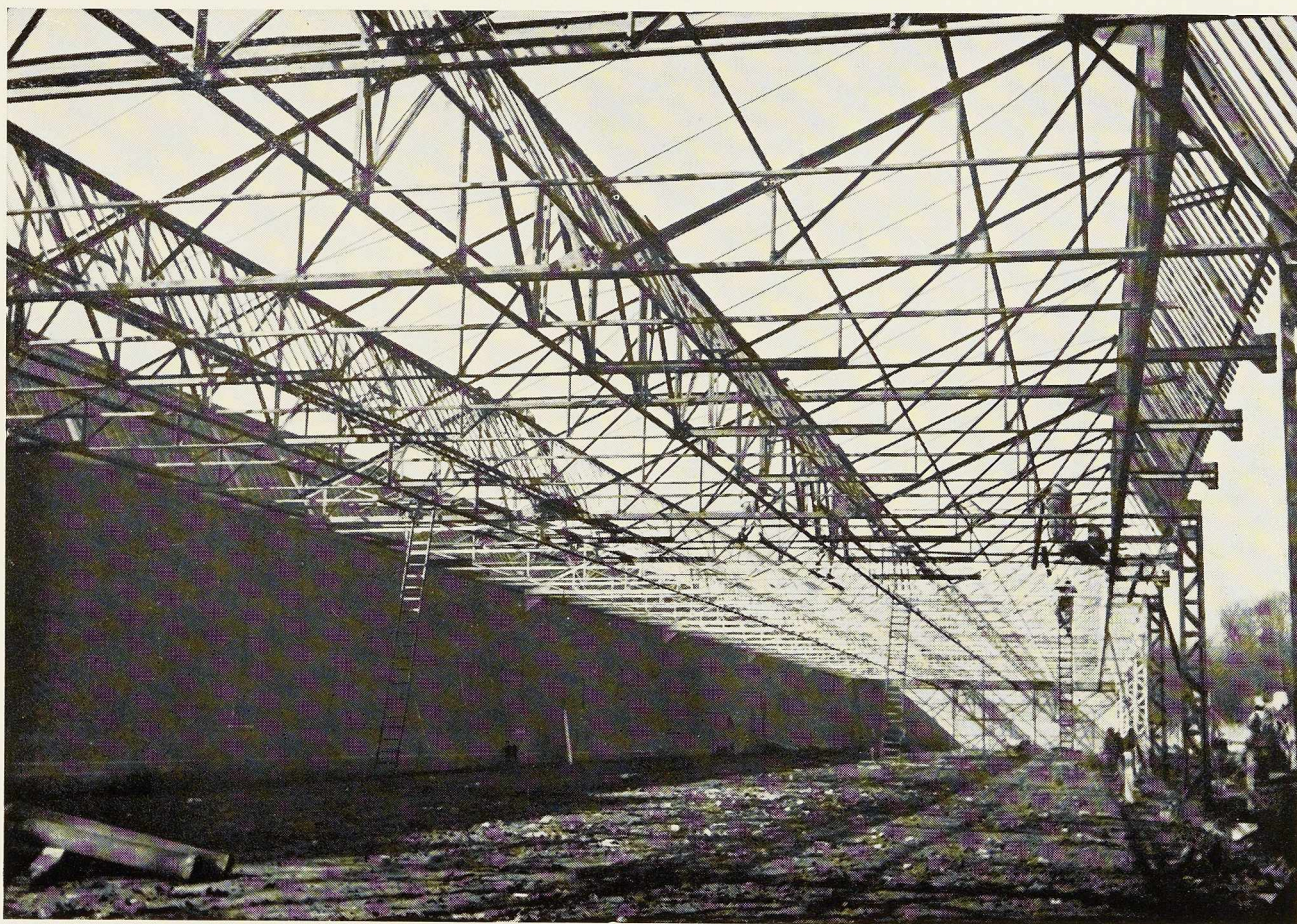
UNITED STATES OIL COMPANY S. A. B.

Rue Henri Kuypers, 63, MORTSEL-ANVERS

J.-N. SCHOLER

59, route d'Arlon, LUXEMBOURG-VILLE





Charpente industrielle

ATELIERS DE
BOUCHOUT & THIRION RÉUNIS S. A.

CHAUSSÉE DE VLEURGAT, 249, À BRUXELLES

USINE A VILVORDE

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

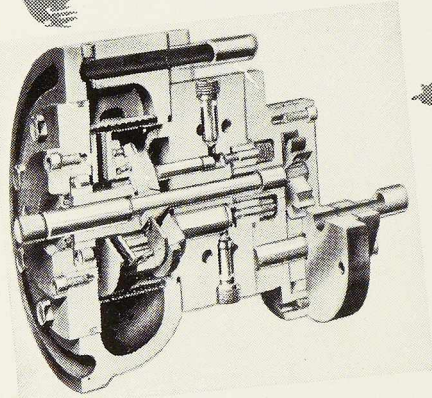
USINE A BOECHOUT

27, HEUVELSTRAAT, BOECHOUT-LEZ-ANVERS
Téléphone : Anvers 81.27.99

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

TÔLES GALVANISÉES, ARTICLES DE
MÉNAGE, CHÂSSIS MÉTALLIQUES
TUBES D'ACIER NOIR ET GALVANISÉS

NOUVELLES RÉALISATIONS EN POMPES HYDRAULIQUES



Pompes à pistons axiaux

Towler Brothers (Pat.) Ltd - Rodley-Leeds (Angl.)

London Office SARDINIA
Kingsway - LONDON W.C. 2

MÉCANISME DE LA PLAQUE OSCILLANTE. — Le mouvement entre la plaque oscillante et les pistons est transmis par contact direct au lieu des bielles usuelles. Le contact purement roulant entre la plaque oscillante et les têtes de pistons est assuré par un engrenage conique entre la plaque oscillante et le corps de la pompe. Cette plaque oscillante dentée en combinaison avec les rondelles de butée lubrifiées sont les seuls éléments qui permettent à la pompe d'opérer d'une façon continue à de très hautes pressions sans usure appréciable.

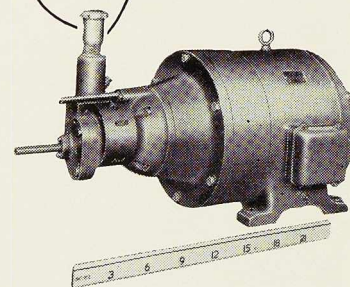
ELECTRAULIC

Marque déposée

Nous vous ferons parvenir une offre
sur simple demande de votre part !

97 %
DE RENDEMENT
VOLUMÉTRIQUE

LA POMPE EST LE COEUR DE LA PRESSE



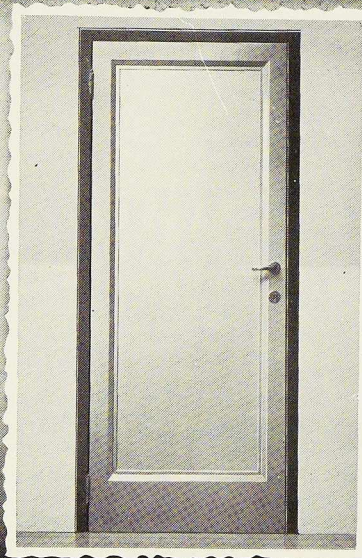
Agents exclusifs :



28-30, r. des Fabriques. Tél. 12.50.10 (3 l.)

MENUISERIE MÉTALLIQUE

TRAVAIL MÉCANIQUE DE LA TÔLE ET DES PROFILÉS



S. A. ATELIERS

VANDERPLANCK

R. C. Charleroi 30.864

FAYT-LEZ-MANAGE

BELGIQUE

Tél. : Manage 124 et 129

ATELIERS DE CONSTRUCTION DE WILLEBROEK S. A.

SIÈGE SOCIAL : 41, RUE DES MINIMES, BRUXELLES — TÉLÉPHONE 12.36.00 ET 11.13.00
BUREAUX ET USINES À WILLEBROEK - TÉL. 13 et 248 - ADR. TÉL. CONSTRUCTION-WILLEBROEK

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

Ponts - Charpentes - Réservoirs - Tanks.

Pylônes - Hangars.

Gazomètres humides.

Gazomètres secs système M. A. N.

Gazomètres humides système hélicoïdal.

Appareils pour Usines à gaz et Industries chimiques.

IMMEUBLE GROUPIMO, BRUXELLES

Architectes : Delatte et Steppé

Ing. Cons. : Verdeyen et Moenaert

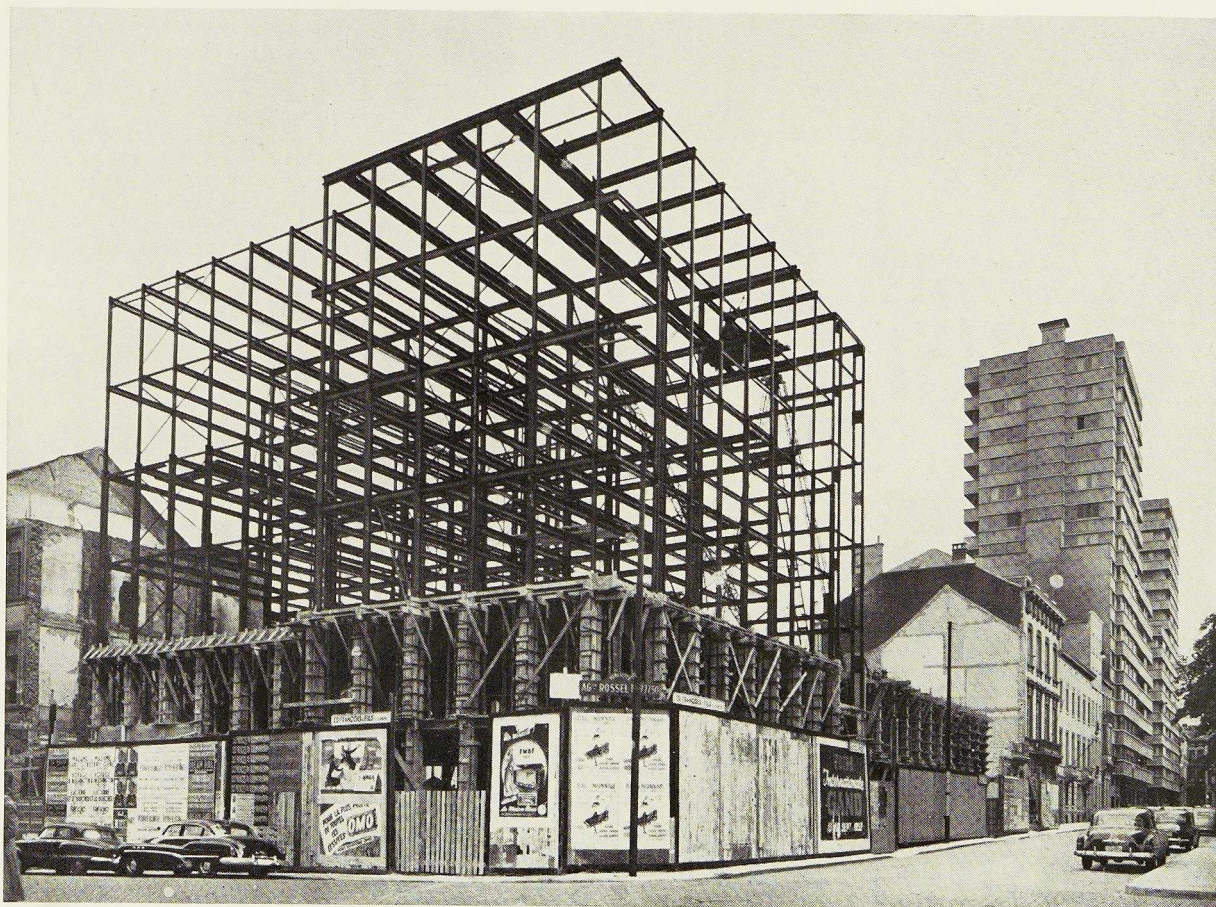
CONSTRUCTIONS NAVALES POUR COLONIES ET TRAVAUX PUBLICS

Barges - Chalands - Remorqueurs.

Dragues aurifères ou stannifères.

Docks flottants.

Caissons.



PROFILS LAMINÉS TOUTES SECTIONS

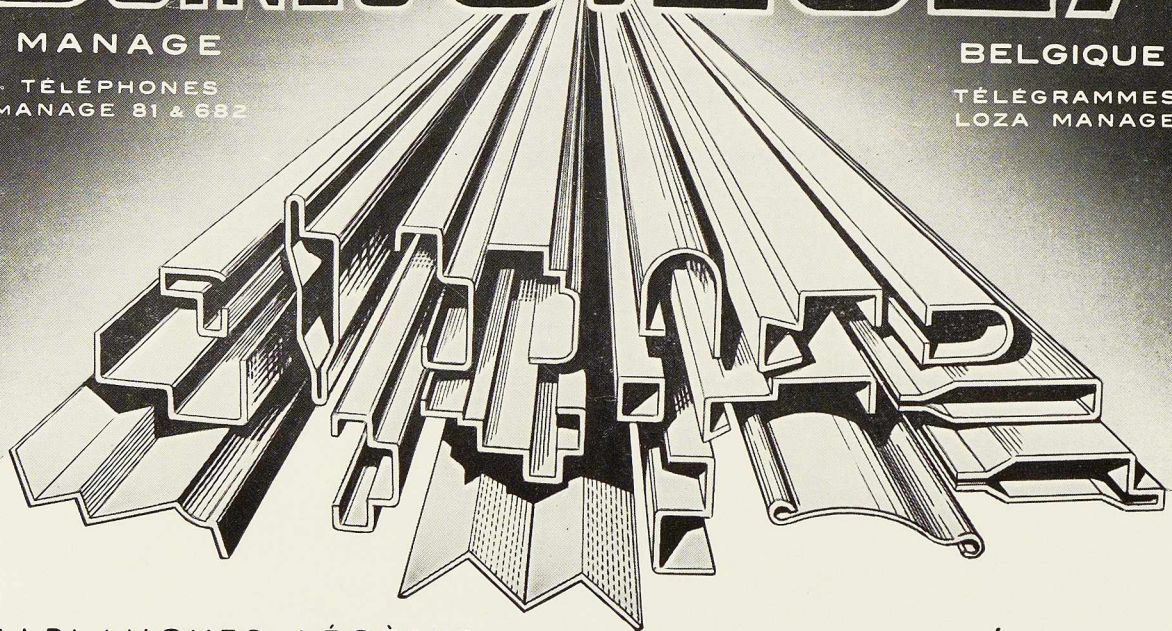
USINES G. LOZA

MANAGE

TÉLÉPHONES
MANAGE 81 & 682

BELGIQUE

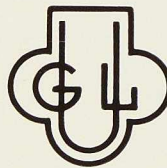
TÉLÉGRAMMES
LOZA MANAGE



PALPLANCHES LÉGÈRES
BREVETÉES

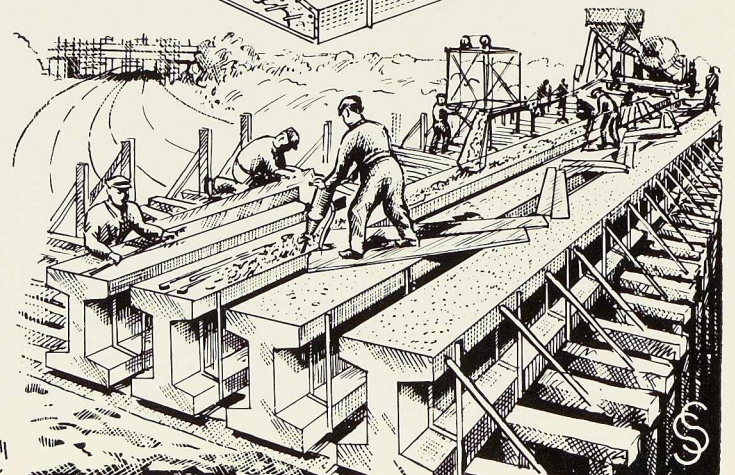
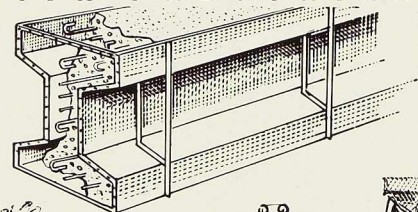
"LOZAQUI"

POUR TRAVAUX DROITS ET COURBES

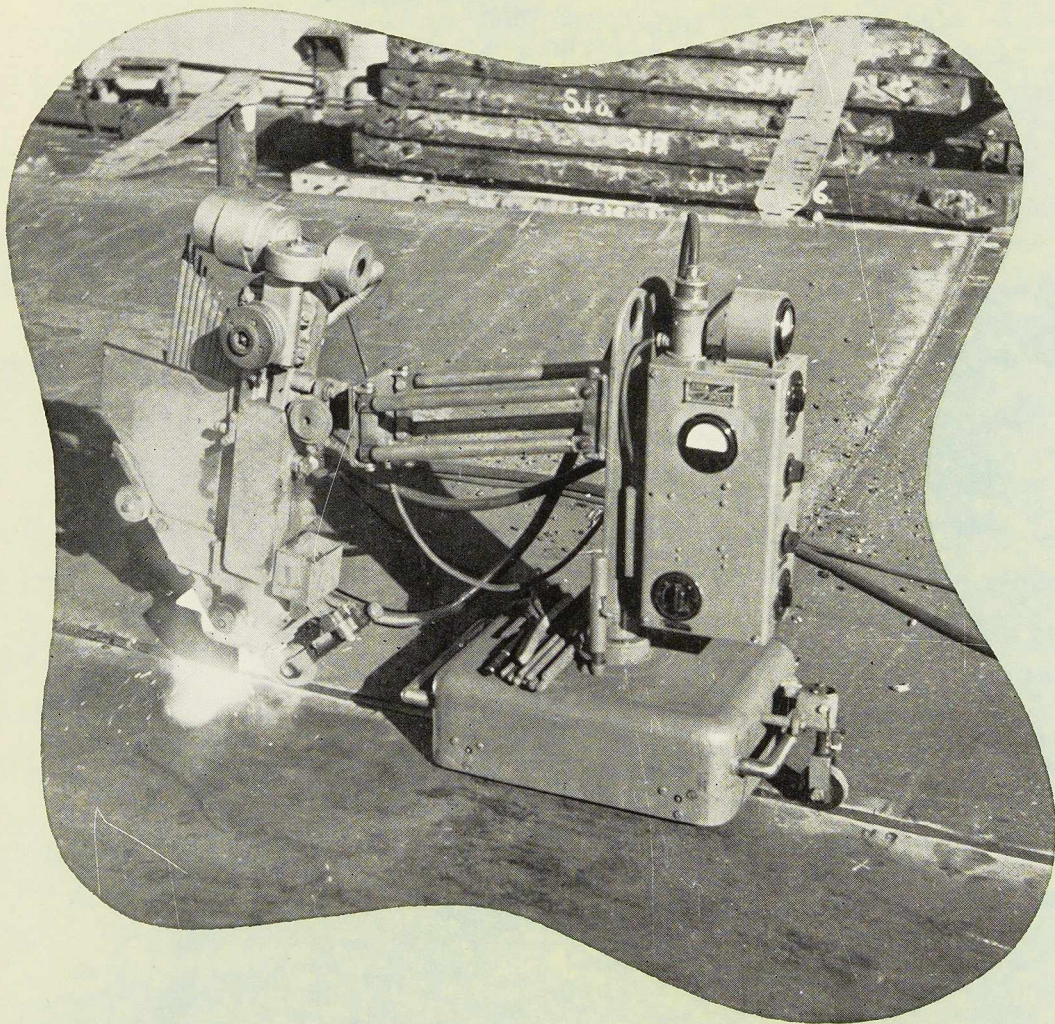


COFFRAGE MÉTALLIQUE
POUR

BÉTON PRÉCONTRAIT



ASEASVETS



Assemblage parfait

Simplicité

Economie

Atelier ★ chantier

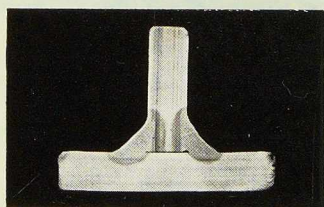
Souplesse

Vélocité

Exclusivité

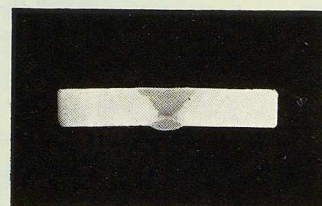
Transport aisé

Sécurité



Macrographie de soudures
exécutées ensemble par 2 mach.
S V A B Electrodes Z 12 P.

SOUDURE AUTOMATIQUE
MACHINE TYPE S V A B



Macrographie d'une soudure
bout à bout exécutée par mach.
S V A B Electrodes Z 12 P.

*La machine préférée
des* Chantiers Navals Suédois

ASEA

Société Belge d'Electricité ASEA

30, Place Saintelette, 30 • Bruxelles

Tél. : 26.49.73 - 74 - 75 • Télégrammes : ASEA-Bruxelles

MARINE NATIONALE - ARSENAL A TOULON - ELECTRICITE DE FRANCE A ST-MARTIN-LA-
 CHAMBRE - HOOGOVENS A IJMUIDEN - CHEMINS DE FER DE L'ETAT SUEDOIS A GOTHENBOURG
 DEUTSCHE BUNDESBahn A DARMSTADT - CANTIERI RIUNITI DELL' ADRIATICO A TRIESTE -
 ERCOLE MARELLI A SESTO S. GIOVANNI - COMPANIA GENERALE DI ELETTRICITA A MILAN
 CONSTRUCCIONES S. CARLOS A MADRID - ALFA-LAVAL A NEVERS - LUCHTMACHTAAN-
 SCHAFFINGSDIENST A ROTTERDAM - DEMAG A DUISBURG - ILLINOIS CENTRAL RAILROAD
 C° A CHICAGO - LEROI - CHANTIERS NAVALS COCKERILL A HOBOKEN - USI-
 NES PEUGEOT A METZ - ETERNIT A MORON (BUENOS-AIRES) - NESTLE AR-
 GENTINA - EX ARGENTINA A BUENOS-AIRES - ROYAL CANADIAN
 AIR FORCE - ES IMPERIA A NESSONVAUX - CINEMA MODERNE ESCAU-
 DAIN - ESP - S.A. OUGREE MARIHAYE A OUGREE - LA BRUGEOISE
 ET NICAISE - USINES D'ETEREN - AUTOMOBILES STUDEBAKER A BRUX-
 ELLES - BAU - PIERRE - SABENA A MELS BROEK - BEKAERT A RUISBROEK
 PALAIS DU C - STE NATIONALE DES CHEMINS DE FER BELGES - STE
 NATIONALE - VICINAUX - STE METALLURGIQUE D'ENGHIEN-ST-ELOI
 AERODROMES - MANUFACTURE NATIONALE D'ARMES A TULLE - ATELIERS
 ET CHANTIER DE MARSEILLE - FORGES & ACIERIES DE ST-JUERY - AUTO-
 MOBILES BERG - CASERNE D'AMERSFOORT - BLIKFABRIEK DUISBURG - AVIO-
 LANDA A VE - BANTSE ELECTRICITEIT MIJ A GEERTRUIDENBERG - SODER-
 HAMS VERKS - FINSHYTTANS BRUK A FINSHYTTAN - CHEMIN DE FER
 KRYLBO-NOR - CHEMINS DE FER ALLEMANDS A NUREMBERG - TUILERIE
 DE LAUFON - A BALE - USINES GARDY A GENEVE - GENERATEURS MA-
 THOT ARRAS - LA MECCANIZZAZIONE AGRICOLA A MILAN - ESTUDIOS
 CINEMATOGR - A MADRID - EMPRESA NACIONAL DE HELICES A MADRID
 SINGER SEW - LISBONNE - YORKSHIRE COPPER WORKS LTD A LEEDS
 ALUMINIUM C - DOLGARROG - WAR OFFICE A CHESSINGTON - FORD MO-
 TOR C° A DA - CRUCIBLE C° LTD A LONDRES - AMERICAN BRASS CY A
 WATERBURY - SOUDEE A EUPEN - USINES HENRICOT A COURT ST-ETIEN-
 NE - GARAGE - EM - USINES SAROLEA A HERSTAL - ATELIERS DUMONT A
 SCLAIGNY - A LIEGE - LE CARBONE LORRAINE A EPINOUCHE - OREN-
 STEIN - RBOTTENS JARNVERK A LULEA - NOR - VERK A MOI
 RANA - INDIANAPOLIS - CHEMINS DE F - DOIS - USI-
 NES V - DUTRANNOIT A MAR - PE A GAND
 ELECTRIC - A DISON - PEUGEOT
 FRERES A F - DIE - STE
 FRANÇAISE - Y - COM-
 PAGNIE GE - T DENIS
 FORGES ET - DOUAR-
 NENEZ - OA - BUENOS-
 AIRES - BR - IMPE-
 RIAL OIL C - TERNA-
 TIONALE D - RIK A
 TRONDHEIM - HAINE
 CROWN CO - EILLE
 MONTAGNE A - PARIS
 CITROEN MILAN - FORD DAGG - NES
 OUTILS COURBEVOIE - RICHIER - T I
 VERVIERS - TOLERIES GANTOIS - RET
 NOGENT S/VERNISSON - ORPHE - NGEN - GRA-
 DA PRODUCTEN ROTTERDAM - E - MILAN - THEATRE
 VERDI MANIAGO - GUIDETTI MI - CIBALDI BRESCIA - BITTNER
 DORTMUND - ORENSTEIN-KOPPEL - COMPANY CHARLESTON VA. - ILLINOIS
 CENTRAL CHICAGO-DUTY HEATING & FURNACE CHICAGO - HUTCHINSON MATAWA N. J.
 ALLEN COMPANY INDIANAPOLIS - TURNER CONSTRUCTION NEW-YORK - T. KING CREERY
 PITTSBURG-SIMON COLLYNS HERSTAL - PLUMACKER ENSIVAL - TISSAGE DE BORNHEM -
 METEOR BRUXELLES - ENTREPRISES CHIMIQUES ELECTRIQUES DE VILVORDE - SCHREIDER ANS
 EGLISE DE POPERINGHE - USINES CITROEN A BRUXELLES - DE PRETTO ESCHER WYSS A SCHIO -
 AERODROME D'OUGES-LONGVIC - U.C.P.N.I. HAGONDANGE - FABRIQUE D'HORLOGERIE ODO
 M
 M



THERMOBLOC

Le chauffage par Thermobloc coûte moitié
 moins à l'achat que tout autre système de
 chauffage et un tiers à l'usage car il ne con-
 somme de combustible que lorsqu'on a besoin
 de chaleur et seulement là où on en a besoin.

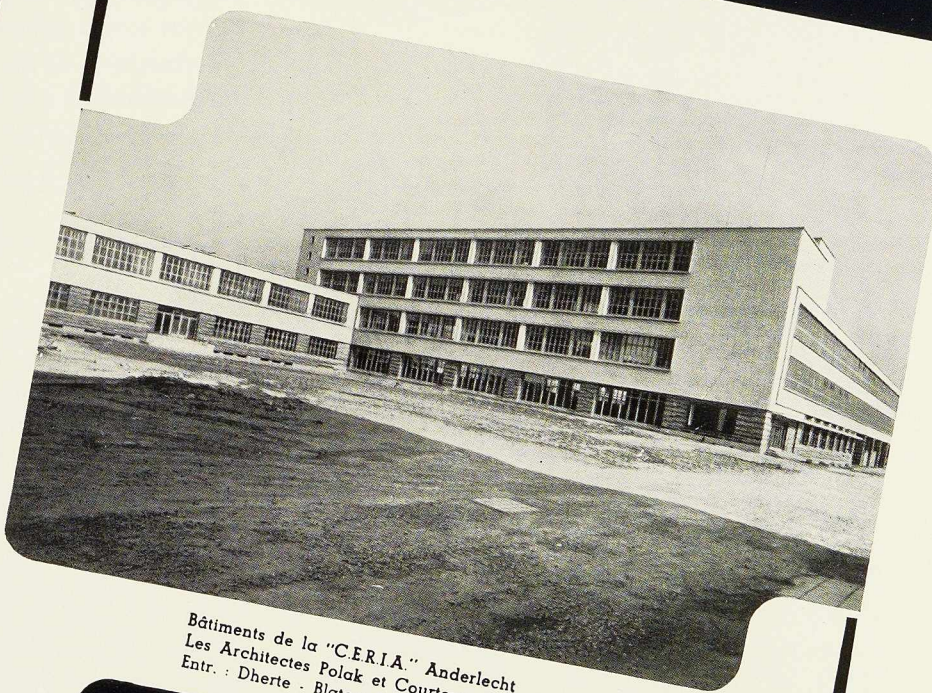
Wansson

EN 5 ANS LE THERMOBLOC A CONQUIS 27 PAYS INDUSTRIELS DU MONDE

SCHMID LAURENT - LES SCEURS FRANCISCAINES ANGERS - IMPRIMERIE VIGNON AMPLEPUI
 LES GRAVANCHES CLERMONT FERRAND - J. BOUVARD LYON - CIE MINIERE DES MONTMINS

CHAMEBEL

VILVORDE



Bâtiments de la "CERIA." Anderlecht
Les Architectes Polak et Courtens
Entr. : Dherte - Biaton Aubert - F. Gillon

USINES et BUREAUX à VILVORDE

Tél. : 15.84.24 - 15.99.20

BUREAU de BRUXELLES, 27, rue Royale

Tél. 17.47.40 - 17.21.81

TOUTE MENUISERIE MÉTALLIQUE
ACIER - ALUMINIUM - BRONZE
CHASSIS ET PORTES
CHAMBRANLES
CLOISONS FIXES ET AMOVIBLES
REVÊTEMENTS EN TOLE
LANTERNEAUX AU VITRAGE
SANS MASTIC **ALUMINEX**



Pour vos voyages vers l'Amérique du Nord, profitez des tarifs réduits appliqués hors-saison et si vous préférez un confort plus luxueux au confort économique offert par la SABENA sur sa classe touriste, voyagez à bord du "ROYAL SABENA". Vous y trouverez une cuisine vraiment royale, le spacieux aménagement du Super DC 6 équipé pour 28 passagers au lieu de 40 et de moelleux "Air Sleepers" adaptables à votre gré aux positions assise, mi-couchée ou couchée. Si vous aimez dormir comme chez vous, une couchette du bord vous sera réservée moyennant un léger supplément.

BILLETS ALLER-RETOUR

ROYAL SABENA : FB. 32.300 au lieu de 37.350.

111111

*une
petite installation
téléphonique
vous suffit-elle ?*



Les postes
INTER
vous donnent
à peu de frais :

- toute la diversité des manœuvres à l'égal d'un « central » ;
- automatisme absolu par simple pression d'un bouton ;
- adaptation parfaite aux besoins du trafic ;
- sécurité du fonctionnement et longévité de l'appareillage ;
- frais minimes de première installation :
- postes téléphoniques de présentation moderne.

BROCHURE DÉTAILLÉE. CONSEILS TECHNIQUES ET PROJETS SUR DEMANDE A

**MANUFACTURE BELGE DE LAMPES
ET DE MATERIEL ELECTRONIQUE S. A.**

TÉLÉPHONIE - ÉLECTRONIQUE - RADIO - COMMUNICATIONS - INCANDESCENCE - FLUORESCENCE

80, RUE DES DEUX GARES, BRUXELLES - TÉL. 21.82.00 (15 L.)
M. B. L. E CONGO : B. P. 3104 KALINA-LÉOPOLDVILLE - TÉL. 4002

M.B.L.E
TÉLÉPHONIE

TOUTES LES APPLICATIONS DE LA TÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉGRAPHIE

LINEX s'adapte s'adapte PARTOUT

10 ÉPAISSEURS : mm. 8 - 12 - 16 - 18 - 20 - 22 - 26
30 - 36 - 40

5 DENSITÉS : B 270 · B 260 · B 250 · B 240 · B 230

4 DIMENSIONS STANDARD : 170 cm x 122 cm -
244 cm x 122 cm - 415 cm x 122 cm -
203 cm x 81 cm

DE NOMBREUX SURFAÇAGES DIFFÉRENTS SIMPLES
OU COMBINÉS : peuplier - okoumé -
asbest-ciment - hardboard - papier
kraft, etc.

Le LINEX est un panneau
belge constitué des parties
ligneuses du lin agglomérées
avec des résines synthétiques.

*permettant de
résoudre chaque problème
de façon précise*

EBENISTERIE

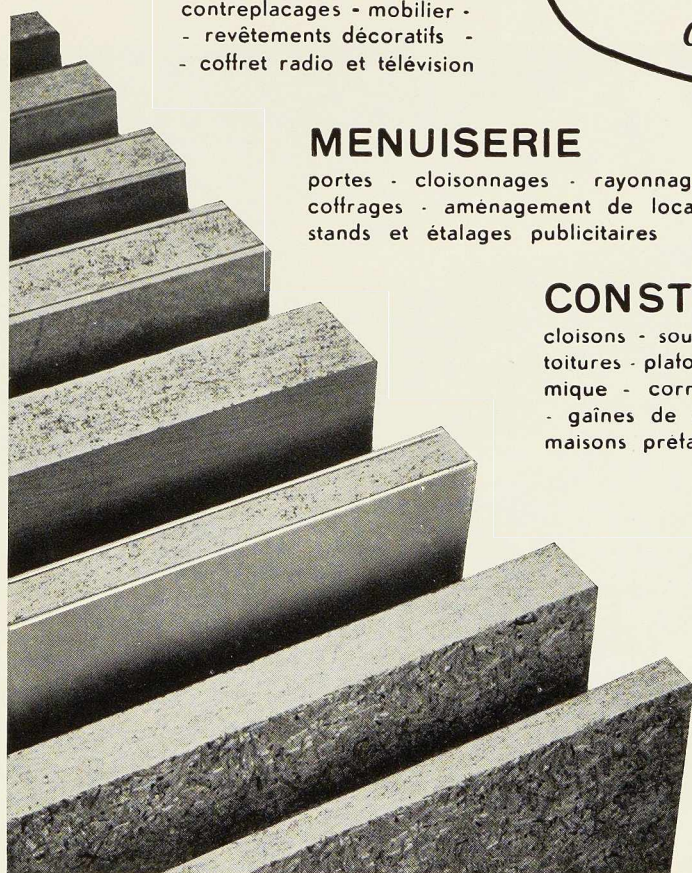
contreplacages - mobilier -
- revêtements décoratifs -
- coffret radio et télévision

MENUISERIE

portes - cloisonnages - rayonnages -
coffrages - aménagement de locaux -
stands et étalages publicitaires

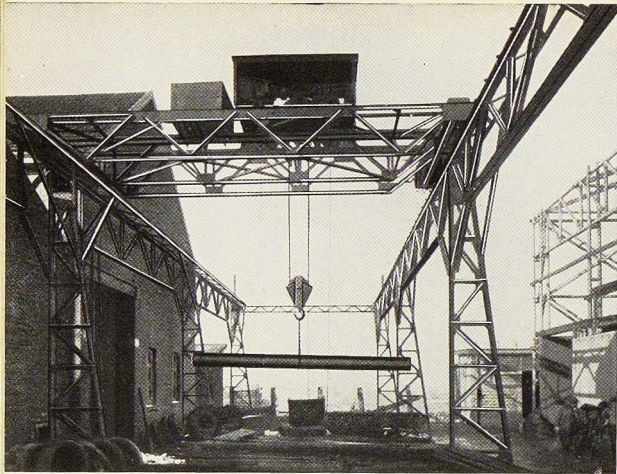
CONSTRUCTION

cloisons - sous-planchers - sous-
toitures - plafonds - isolation ther-
mique - correction acoustique
- gaines de conditionnement -
maisons préfabriquées



GRAFIC

S. A. LINEX, 27, rue de la Lys, Lauwe-lez-Courtrai



PONT-ROULANT DE 5 000 KG

Monte-charges industriels pour personnes ou marchandises.
Transporteurs à courroies, à tabliers métalliques, à raclettes.
Transporteurs mobiles dits « Sauterelle ».
Palans électriques monoblocs « JAMF ».
Palans planétaires à main « JAMF ».
Mécanique générale. — Pièces de fonderie.

TOUT PROBLÈME DE LEVAGE ET DE MANUTENTION COMPORTE SA SOLUTION « JAMF ».

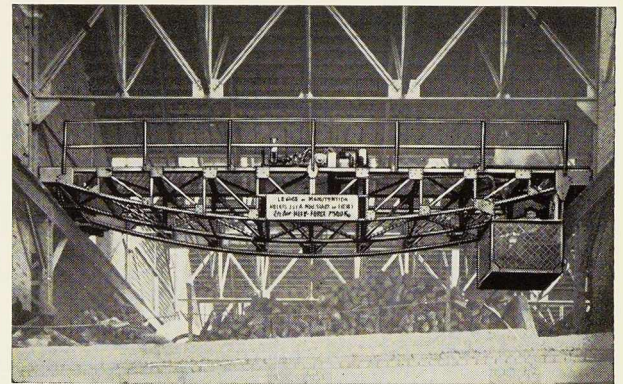
ATELIERS ET FONDERIE

J. & A. MOUSSIAUX & Frères, S. A.

Tél. : 133.21 (2 lignes) **HUY** (Belgique) rue Mottet, 5

Ponts-roulants électriques ou **à main** normaux, pour bennes à grappins ou électro-aimants de levage.

PONT-ROULANT DE 7 500 KG



création *Mallet*

MAISONS ET PORTES métalliques

LOCOPULSEUR "PULSO"

MOTEURS INDUSTRIELS mécanique générale

PONTS, CHARPENTES Pylones

CHEVALEMENTS et cages de mine

RÉSERVOIRS tuyauteries rivées et soudées

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

SIÈGE SOCIAL : JAMBES

TÉLÉGRAPHIEZ



O U T R E - M E R

"VIA BELRADIO"

LA VOIE NATIONALE BELGE RAPIDE
ET SURE VERS TOUS LES CONTINENTS

RENSEIGNEMENTS ET DÉPÔT DES MESSAGES
DANS TOUT BUREAU TÉLÉGRAPHIQUE
BELGE

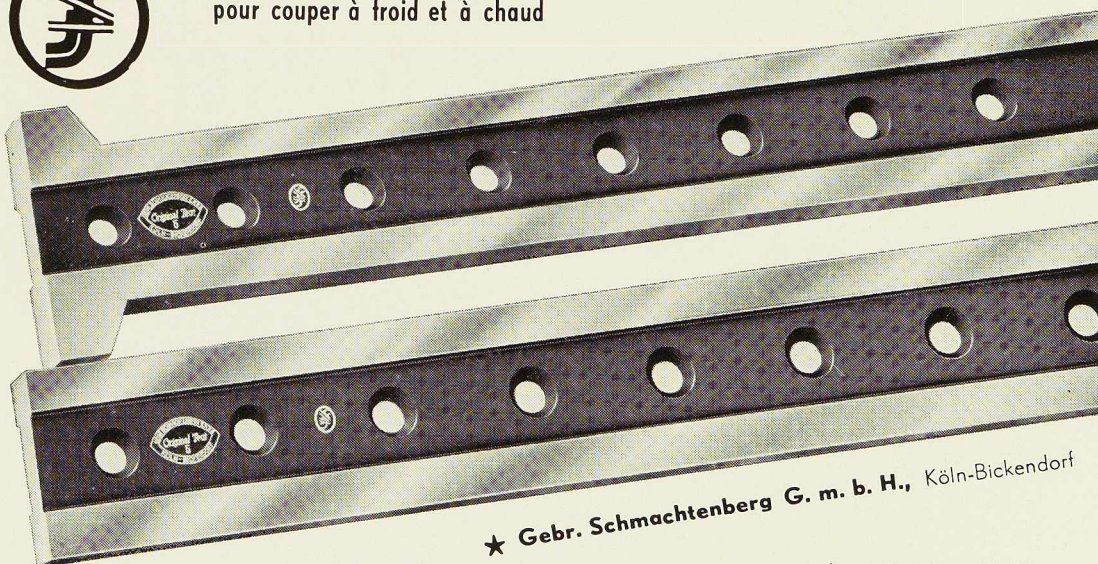
PAR *Téléphone* OU PAR *Telex*
TRANSMETTEZ VOS TÉLÉGRAMMES DIRECTEMENT À
BELRADIO

}	ANVERS	33.99.50
		TELEX 921
	BRUXELLES	12.30.00
		TELEX 921
	LIÈGE	23.58.70
	TELEX 91	
	GAND	25.84.75
		TELEX 91
	CHARLEROI	32.82.45
		TELEX 91

TARIFS ET CAHIERS DE FORMULAIRES FOURNIS GRATUITEMENT



Lames de cisaille en notre qualité originale « Teut »
pour couper à froid et à chaud



★ Gebr. Schmachtenberg G. m. b. H., Köln-Bickendorf

Agent général pour la Belgique :
M. BURTON FILS, A HUY, 20, RUE DU VIEUX-PONT. TÉL. 110.56

LES RAVAGES DE LA **ROUILLE** VAINCUS PAR **l'INHIBITEUR G. C.**

GÉNIE CIVIL
Breveté tous pays

La rouille devient un pigment précieux dont l'Inhibiteur G. C. constitue le liant — tel est le résultat obtenu avec l'emploi de l'Inhibiteur G. C. — Plus de décapage — Plus de sablage.
Demandez la notice documentaire au Concessionnaire-Fabricant exclusif pour tous pays.

ÉTABLISSEMENTS **N. DINEFF**, 18, RUE EUG. SIMONIS, **LIÈGE** - Téléphone : 43.54.08

INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
A. C. E. C.	35	Lefevre	44
L'Air Liquide	9	Levis	13
Arcos	14	Linex	53
A. S. E. A.	49	Laminoirs de Longtain	33
Baeyens	46	Loza	48
Baume et Marpent	3	Manutention Automatique	26
Belradio	55	M. B. L. E.	52
Usines Gustave Boël	42	Monnaie-Pourbaix	21
Ateliers de Bouchout et Thirion Réunis	45	Moussiaux	54
La Brugeoise et Nicaise & Delcuve couv.	III	Nobels-Peelman, S. A. couv.	II-19
P. & M. Cassart	4	Ougrée-Marihaye	17
C. E. I.	2	L'Oxydrique Internationale	32
Chamebel	51	Pegard	11
Cockerill	20-31	Phénix-Works	1
Columeta	40-41	Philips, S. A.	27
Davum	10	Sabena	52
Alexandre Devis & C^o	24-25	Sage	22
De Vleeschouwer	23	Sambre-Escaut, S. A.	36
Dineff	56	Gebr. Schmachtenberg	55
Electromécanique	30	Siderur	6
Société Métallurgique d'Enghien Saint-Eloi couv.	IV	Soudométal	18
E. S. A. B.	37	Titan Anversois	43
Espérance-Longdoz	22	Ucométal	28-29
Ferblatil	12	United States Oil Co.	44
Fours Lecocq	38	Ateliers Vanderplanck	46
Herincx-Roneo	16	J. Verdeyen & P. Moenaert	34
S. A. Ateliers de Construction de Jambes-Namur	54	Wanson	50
Laureys	12	Willebroeck	47
S. A. L. Leemans & Fils	39	Anciens Ets Paul Wurth	15



MB.

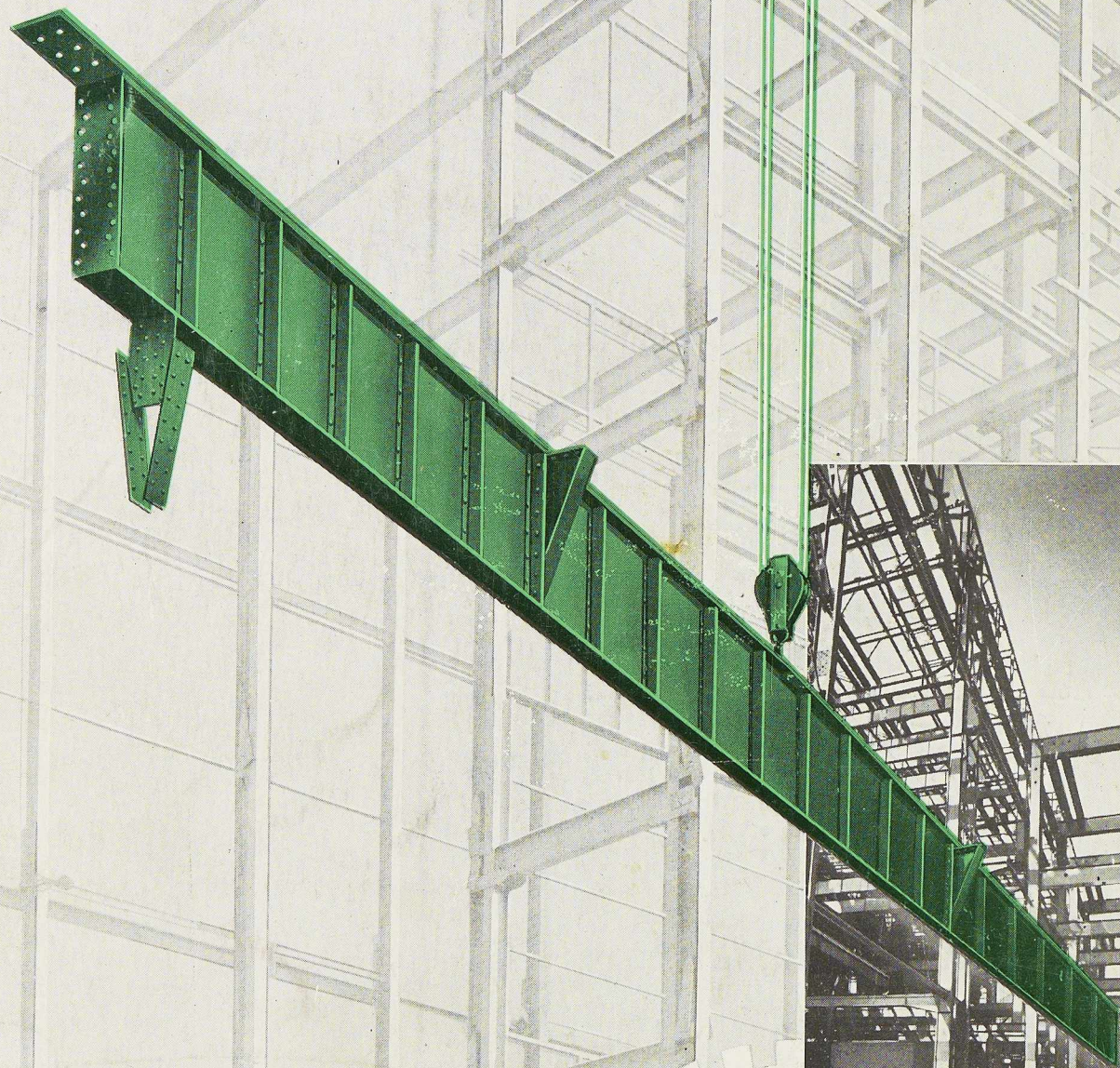
LA BRUGEOISE ET NICAISE & DELCUVE

SOCIÉTÉ ANONYME



PONTS - CHARPENTES
CHAUDRONNERIE
MATÉRIEL ROULANT

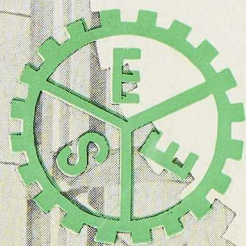
USINES A SAINT-MICHEL-LEZ-BRUGES
TEL. BRUGES : 312.01 - 312.02 - 312.03 - 312.13
TELEGR. : BRUGEOISE - BRUGES



SOCIÉTÉ MÉTALLURGIQUE D'

ENGHIEN-ST-ÉLOI

ENGHIEN
BELGIQUE



CHARPENTES MÉTALLIQUES
CHAUDRONNERIE
WAGONS ET VOITURES
APPAREILS DE LEVAGE
PRODUITS DE BOULONNERIE